

ИК-ПЕЧЬ С ЛЕНТОЧНЫМ КОНВЕЙЕРОМ Руководство Версия 2.6а

Руководство и дополнительные справочные материалы для владельца оборудования ИК-печи

Предложения и пожелания в отношении настоящего руководства просьба направлять по адресу:

FurnacePros 675 North Eckhoff St., Bldg D Orange, CA 92868 USA +1 (714) 935-0302 Эл. почта: <u>service@furnacepros.com</u>

ИК-печь с ленточным конвейером

Руководство и дополнительные справочные материалы Версия 2.6а

Инв. № 675-110000-01 CD-диск Инв. № 675-110000-02 Оформленная брошюра Инв. № 675-110000-03 Обложка в твердом переплете

Компания FurnacePros Подразделение компании Lochaber Cornwall, Inc. Адрес в США: 675 North Eckhoff Street, Bldg D Orange, California 92868 USA

714.935.0302 факс 714.935.9809 www.furnacepros.com service@furnacepros.com

В информацию, содержащуюся в настоящем документе, предусмотрено внесение изменений без какого-либо предварительного уведомления. Комментарии, варианты компоновки, технические данные и рекомендации, содержащиеся в настоящем документе, являются точными и надежными, но без каких-либо прямых либо косвенных гарантий их абсолютной точности и надежности. Прямые гарантии на изделия и услуги, предоставляемые компаниями FurnacePros либо Lochaber Cornwall, Inc., представлены исключительно в гарантийных положениях, относящихся к соответствующим изделиям и услугам. Ни одно из положений настоящего документа не может рассматриваться как часть дополнительного гарантийного обязательства. НЕ ПРЕДУСМАТРИВАЕТСЯ НАЛИЧИЕ КАКИХ-ЛИБО ИНЫХ ГАРАНТИЙ, ПРЯМЫХ, ЗАКОНОДАТЕЛЬНО ПРЕДУСМОТРЕННЫХ ИЛИ КОСВЕННЫХ, ВКЛЮЧАЯ ГАРАНТИИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОДАЖИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ ТЕХ ИЛИ ИНЫХ ЦЕЛЕЙ, А ТАКЖЕ КАКИХ-ЛИБО ПОДТВЕРЖДЕНИЙ ИЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ФАКТОВ, КОТОРЫЕ БЫ ВЫХОДИЛИ ЗА РАМКИ ОПИСАНИЯ, ПРЕДСТАВЛЕННОГО НА ЛИЦЕВОЙ СТОРОНЕ НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА.

Пользователи принимают на себя всю ответственность в случае самостоятельного применения любых изделий, рекомендаций, технологий или процедур, описание которых представлено в настоящем документе. Компания Lochaber Cornwall не несет ответственности за технические либо редакционные ошибки или пропуски в настоящем документе. Сведения, представленные в настоящем документе, являются собственностью компании Lochaber Cornwall, Inc.

©2008 Lochaber Cornwall, Inc. Все права защищены.

Запрещается воспроизведение либо передача в любой форме и любыми средствами, электронными или механическими, какой-либо части настоящего документа без предварительного письменного разрешения издателя.

Глава 1			1
1	Введение	1	
	1.1. Введение1.2. Форматирование1.3. Куда обращаться за поддержкой	1 2 3	
<u>Глава 2</u>			5
2	Техника безопасности	5	
	 2.1. Общие меры предосторожности 2.2. Кнопки аварийного отключения машины (АОМ) 2.3. Контроли до бозоросности о дри работо о Н. (одина П) 	5 6	
Глава 3		0	9
<u>- 11080 5</u>	~ ~		
3	Обзор печи	9	
	3.1. Терминология	9	
	3.3. Термопроцесс	14	
	3.4. Перечень опционального оборудования печи	17	
Глава 4			25
4	Термообработка	25	
	4.1. Концептуальные модели нагрева	25	
	4.2. Монтаж печи	25 27	
	4.3. Лампы нагрева	28	
	4.5. Регулирование газовой среды (опция 🗖)	29	
	4.6. Секция охлаждения (опция 🗖)	30	
	4.7. Опциональное оборудование камеры нагрева	33	
<u>Глава 5</u>			<u>39</u>
5	Программное обеспечение	39	
	5.1. Интерфейс Windows	39	
	5.2. Экран запуска	40	
	5.3. Экран оезопасности 5.4. Функции, предусмотренные для различных уровней доступа	41 44	
	5.5. Интерфейс на уровне оператора	45	
	5.6. Предупреждения	52 52	
	5.7. Прочее опциональное осорудование	55	
Глава 6			<u>57</u>
6	Контроллер	57	
	6.1. Концептуальный обзор	57	
	6.2. Терминология	57	
	о.з. поток данных 6.4. Компоненты ПЛК	58 59	

Содержание			
Глава 7			<u>63</u>
7	Техническое обслуживание	63	
	 7.1. Обзор экрана техобслуживания 7.2. Элементы техобслуживания, задаваемые пользователе 7.3. Калибровка печи 7.4. Стандартная электромонтажная схема 7.5. Техобслуживание механической системы 	63 64 65 72 78	
<u>Глава 8</u>			<u>85</u>
8	Поиск и устранение неисправностей	85	
<u>Глава 9</u>			87
9	Проектирование технологического процесса	87	
	 9.1. Инфракрасный нагрев 9.2. Температурное профилирование 9.3. Создание набора параметров 9.4. Расход газа 9.5. Создание оптимальной технологической среды 9.6. Балансировка расхода газа 	87 90 98 104 106 108	
	 9.7. Работа с использованием водорода (опция) 9.8. Проверка среды на наличие утечек 9.9. Расход газа в пленумном пространстве 9.10. Экран расхода газа 	110 117 117 118	
	9.11. Регулятор массового расхода (опция) 9.12. Программное приложение "PC Anywhere"	119 120	

<u>Глоссарий</u>

121

Таблицы и рисунки

Рисунок 2-1: Панельные переключатели в положении нормального режима эксплуатации7
Рисунок 2-2: Установленный панельный переключатель (в положении ручного режима управления)7
Рисунок 3-1: Состав печи9
Рисунок 3-2: Панель управления10
Рисунок 3-3: Защитный кожух10
Рисунок 3-4: Нижняя электрическая панель11
Рисунок 3-5: Панель КТУ и плавкие предохранители11
Рисунок 3-6: Установка элементного монитора12
Рисунок 3-7: Электродвигатель ленточного конвейера
Рисунок 3-8: Компоновка печи14
Рисунок 3-9: Пример температурного профиля15
Рисунок 3-10: Фотоэлектрический датчик наличия изделия
Рисунок 3-11: Щеточная система очистки ленты18
Рисунок 3-12: Опциональный прерыватель цепи18
Рисунок 3-13: Лексановые щиты19
Рисунок 3-14: Опциональный типовой маячок20
Рисунок 3-15: Изображение конвейерной ленты с роликами из кварца
Рисунок 3-15: Кварцевый ролик – увеличенное изображение
Рисунок 3-16: Колесо с термопарами в сборе – 3 термопары
Рисунок 3-17: Установка ультразвукового очистителя и сушилки
Рисунок 3-18: Источник бесперебойного питания
Рисунок 4-19: Конструкция камеры нагрева. Вид сбоку
Рисунок 4-20: Расходомеры
Рисунок 4-21: Модуль охлаждения с регулированием газовой среды и водяной рубашкой 31

Рисунок 4-22: Модуль регулирования газовой среды с воздушным охлаждением.....32

Таблицы и рисунки

Рисунок 4-23: Изображение фильтра предварительной очистки / регулятора	33
Рисунок 4-24: Типовые баки очистки воздуха	34
Рисунок 4-25: Боковые нагреватели	35
Рисунок 4-26: Вид печи в разрезе с отмеченными боковыми нагревателями	35
Рисунок 4-27: Пленумный короб	36
Рисунок 4-28: Анализатор кислорода	37
Рисунок 4-29: Анализатор кислорода	37
Рисунок 4-30: Анализатор влаги	38
Рисунок 5-1: Панель запуска Windows для печи FurnacePros	39
Рисунок 5-2: Экран запуска программного обеспечения печи FurnacePros	40
Рисунок 5-3: Экран безопасности	41
Рисунок 5-4: Группа входа в систему / выхода из системы	42
Рисунок 5-5: Кнопка выхода	42
Рисунок 5-6: Кнопка выхода	42
Рисунок 5-7: Список пользователей	42
Рисунок 5-8: Управление пользовательскими учетными записями	43
Рисунок 5-9: Всплывающее окно для нового идентификатора пользователя	43
Рисунок 5-10: Всплывающее окно ввода нового пароля пользователя	43
Рисунок 5-11: Окно назначения уровня безопасного доступа для нового пользователя	43
Рисунок 5-12: Экран технологического процесса	45
Рисунок 5-13: Экран набора параметров (доступ на уровне оператора)	47
Рисунок 5-14: Всплывающее окно просмотра MS Windows	48
Рисунок 5-15: Хранение и извлечение из памяти набора параметров	49
Рисунок 5-16: Экран регистрации	51
Рисунок 5-17: Всплывающее окно тревожного монитора	52
Рисунок 5-18: Интерфейс термопар	53
Рисунок 5-19: Экран технологического процесса с подсвеченной кнопкой полосы, кнопкой полосы,	54

Рисунок 5-20: Экран набора параметров с подсвеченным полем для ввода длины изделия 55	
Рисунок 5-21: Окно отправки значения	55
Рисунок 5-22: Окно отслеживания изделий с подсвеченной кнопкой Clear Product Counts («Обнуление счетчика изделий»)	56
Рисунок 6-1: Обзор контроллера	57
Рисунок 6-4 Типичная схема назначения каналов – операционная среда Windows	61
Рисунок 7-1 Экран техобслуживания	63
Рисунок 7-2 Выбираемое пользователем описание техобслуживания	64
Рисунок 7-3: Диалоговое окно частоты техобслуживания	64
Рисунок 7-4: Всплывающее окно калибровки	65
Рисунок 7-5: Схема калибровки КТУ и детальное изображение КТУ	68
Рисунок 7-6: Схема калибровки скорости ленты	69
Рисунок 7-7: Экран элементного монитора	70
Рисунок 7-8: Контроллер элементного монитора	70
Рисунок 7-9: Печатная плата элементного монитора	71
Рисунок 7-10: Схема системы элементного монитора	71
Рисунок 7-11: Подключение термопары к модулю ввода/вывода	72
Рисунок 7-12 Гнездовой разъем термопары	73
Рисунок 7-13 Штекерный разъем термопары	73
Рисунок 7-14: Термопара в установленном состоянии (показана Т/П перегрева)	73
Рисунок 7-15: Кремниевый управляемый тиристор (КТУ)	75
Рисунок 7-16: Блок плавких предохранителей	75
Рисунок 7-16: ПЛК с цифровым и аналоговым модулями	76
Рисунок 7-17: Ethernet-интерфейс контроллера ПЛК	76
Рисунок 7-18: Снятие модуля ввода/вывода	76
Рисунок 7-19: Схема очистки каплесборника	78
Рисунок 7-20: Замена ламп: схема (сверху), фотография вида сзади (внизу), в разрезе, по всей ширине ленты	81
Рисунок 7-21: Подгонка зубчатой звездочки	82

Таблицы и рисунки

Рисунок 7-22: Схема регулировки ленточной тяги	.83
Рисунок 9-1: График доминирующей длины волны	.87
Рисунок 9-2: Температурный профиль	.90
Рисунок 9-3: Экран программы-редактора для наборов параметров	.98
Рисунок 9-4: Экран тонкой настройки ПИД	103
Рисунок 9-5: Последовательная работа с использованием Н2 / формир-газа	110
Рисунок 9-6: Экран настроек клапана регулировки массового расхода	119

Глава 1 **1 Введение**

1.1. Введение

Добро пожаловать в мир термообработки с использованием инфракрасных печей! Транснациональная компания FurnacePros специализируется в изготовлении сушилок, термошкафов и печей, оборудованных ленточными конвейерами и работающих при длине волны в ближнем инфракрасном диапазоне (0,5 – 5,5 мкм). Наша компания нацелена на успех своих заказчиков. Нашей целью является обеспечение высочайшего качества термообрабатывающего оборудования и компонентов, с их обслуживанием в любой точке мира. При наличии любых вопросов, связанных с эксплуатацией печи, убедительная просьба обращаться в отдел технической поддержки компании FurnacePros. Мы всегда готовы оказать помощь. Мы нацелены на то, чтобы эксплуатация Вашего оборудования ИК-печи была успешной.

В представленном практическом руководстве объясняется теория, эксплуатационные особенности и методики, призванные помочь Вам добиться высокой повторяемости и надежности соответствующих термопроцессов. **Пожалуйста**, внимательно изучите настоящее руководство. Как показывает опыт, те клиенты, которые внимательно **изучают** и **усваивают** содержимое настоящего руководства, **становятся экспертами** в понимании возможностей технологической системы, относящейся к печам производства нашей компании. Выполняя указанные рекомендации, многие клиенты получают способность расширить изначальные функциональные технологические рамки, достигая при этом более высоких степеней надежности и производительности технологического процесса, чем те, что ожидались ранее. Достижение **высоких** эксплуатационных характеристик и высокой **выработки** продукции сопровождается поздравлениями, часто – от клиентов, и всегда – от компании FurnacePros. Не стесняйтесь делиться своими успехами с нами! Мы будем за это очень признательны.

Инфракрасные печи очень чувствительны к ключевым температурным настройкам. Будучи снабженным лампами в качестве первичного источника тепла, рассматриваемое оборудование в буквальном смысле нагревается со скоростью света. Уникальная система управления газом обеспечивает на редкость равномерное распределение газа, а также отличную регулировку его расхода в технологических камерах. Понимание и **изучение** того, как **регулировать** как **расход тепла**, так и **расход газа**, являются **неотъемлемым условием** эффективной эксплуатации печи. При наличии четкого понимания способов взаимодействия и эксплуатационных характеристик элементов управления, их комбинирование с целью получения инструмента, позволяющего обеспечить раскрытие их потенциала, является опытом, доставляющим глубокое удовлетворение. Для многих печи нашего производства стали чем-то большим, нежели эффективный инструмент; они стали рассматриваться как превосходный точный прибор, который способен обеспечивать удивительные результаты в разнообразнейших ситуациях, возникающих при термообработке.

Приобретенное Вами оборудование отличается наличием множества особенностей, которые способствуют успешному достижению Ваших целей. Многие оригинальные разработки, относящиеся к такой области применения, как нагрев в ближнем инфракрасном диапазоне, включают в себя следующее: это – первая высокотемпературная печь, способная работать при температуре 1000°С при чрезвычайно жестком контроле температуры; это – первая печь для термообработки толстых пленок; это – первая печь с возможностью регулировки газовой среды при содержании O₂<5 ч./млн; и это – первая водородная печь.

Мы прилагаем все усилия для усовершенствования нашего оборудования в плане его эксплуатационных характеристик и конструкции. В рамках этой цели компания FurnacePros призывает своих клиентов предлагать методы по усовершенствованию конструкции и обслуживания. Кроме того, мы всегда более чем рады обсудить – в конфиденциальной обстановке – новые требования к термообработке, какими бы проблематичными или прозаичными они не были. При необходимости, компания FurnacePros готова спроектировать новое оборудование для удовлетворения особых или непростых потребностей своих партнеров.

1.2. Форматирование

В настоящем руководстве применяется следующая система условных обозначений посредством форматирования.



ОПАСНО! Указание на потенциальную угрозу безопасности человека.

Внимание! Указание на потенциальную угрозу повреждения оборудования либо потери продукции.

Примечание: Указание на важные факторы, могущие повлиять на контроль за технологическим процессом.

Примеры приводятся курсивом.

В настоящем документе слова или фразы, выделенные **жирным шрифтом**, относятся к терминам с определениями, содержащимися в глоссарии.

Текст, выделенный жирным подчеркнутым шрифтом, используется для всплывающих окон, описаний кнопок либо селекторных кнопок / полей.

Перекрестные ссылки на заголовки разделов содержат кавычки.

(Поставляемые опционально) принадлежности отображаются в круглых скобках, в поле для галочки. Если необходимо включить в комплект поставки соответствующий компонент, то следует проставить галочку в соответствующем поле.

1.3. Куда обращаться за поддержкой

1.3.1 Общие вопросы

Адрес (в США): 675 North Eckhoff Street, Bldg. D Orange, California 92868 Телефон: +1 (714) 935-0302 Факс: +1 (714) 935-9809

Эл. почта: tmacias@furnacepros.com

1.3.2 Техническая поддержка

Отдел: технической поддержки Эл. почта: <u>service@furnacepros.com</u> Телефон: +1 (714) 935-0302 x220

1.3.3 Заказ запасных частей

 Отдел:
 технической поддержки

 Эл. почта:
 parts@furnacepros.com

 Телефон:
 +1 (714) 935-0302 x220

1.3.4 Модификация и модернизация в заводских условиях

Отдел:	послепродажного обслуживания
Эл. почта:	tmacias@furnacepros.com
Телефон:	+1 (714) 935-0302 x220

1.3.5 Продажа оборудования

Отдел:	продаж и маркетинга
Эл. почта:	sbarber@furnacepros.com
Телефон:	+1 (714) 935-0302 x210

1.3.6 Веб-сайт

Веб-адрес: <u>www.furnacepros.com</u>

Глава 1

Для заметок:

2 Техника безопасности

2.1. Общие меры предосторожности



В целом, эксплуатация любой печи сопряжена с риском получения ожогов операторами или ремонтниками. После технологической обработки в печи производства компании FurnacePros, изделие заказчика все еще может представлять опасность при погрузочно-разгрузочных операциях. Каждый владелец несет ответственность за обеспечение безопасных условий труда и надлежащее обучение операциям погрузки-разгрузки материалов, обрабатываемых в печи.



Опасность удара электрическим током существует для тех технических специалистов, которые занимаются обслуживанием печи. Для работы печи требуется высокое напряжение, поэтому для снижения рисков, относящихся к высоковольтным элементам, требуется принятие мер предосторожности. Еще раз повторим, что именно на владельца печи возлагается ответственность по контролю за доступом к обслуживанию оборудования только надлежащим образом подготовленного обслуживающего технического персонала, знакомого с методами проведения высоковольтных операций.



В высокотемпературной технологической среде печи существует опасность взрыва. Если печь работает на технологическом газе, содержащем водород, то требуется принятие мер по предотвращению опасности взрыва. Кроме того, ненадлежащий баланс расхода газа может повлечь за собой поступление в печь богатого кислородом воздуха, его смешивание с выделяемыми продукцией газами и материалами, с созданием при этом опасной среды.



Опасности от вращающихся механизмов существуют при работах вблизи конвейерной ленты печи. Необходимо соблюдать осторожность, не помещая руки рядом с приводными механизмами ленты или непосредственно на них в процессе работы конвейерной системы, поскольку существует вероятность раздробления рук вращающимися механизмами. Операторам следует избегать перемещения вблизи открытых концов конвейерной ленты. Те сотрудники, которые обязаны находиться рядом с движущимися деталями, должны носить прилегающую к телу одежду.



2.2. Кнопки аварийного отключения машины (AOM)



Каждая печь от компании FurnacePros снабжается, по меньшей мере, двумя кнопками аварийного отключения машины (кнопками AOM). Перед тем, как приступить к регулярному использованию печи, следует изучить местоположение указанных кнопок и выполняемые ими функции.

Каждая из кнопок аварийного отключения машины (**AOM**) напрямую подключена к переключателю, который осуществляет автоматический останов всех электросистем, находящихся внутри печи. Во многих случаях, после отключения электропитания расход негорючего газа – продолжается. Ниже представлены специальные примечания, описывающие события, связанные с различными дополнительными возможностями рассматриваемой печи.

2.2.1 ИБП (опция 🗆)

Включение источника бесперебойного питания в состав печи является предусмотрено на опциональной основе. В случае срабатывания АОМ, как компьютер, так и конвейерная лента продолжают свою работу, если указанное опциональное оборудование – установлено. Тем самым снижается вероятность потери данных. Сбой в работе интерфейса ПК также менее вероятен при условии наличия ИБП. См. описание в разделе 0, стр. 24.

2.2.2 Регулирование газовой среды H₂ (опция □)

Множество событий происходит при срабатывании АОМ в среде технологического газа H₂. Электромагнитный клапан, позволяющий газу H₂ поступать в камеру, закрывается при потере электропитания. Электромагнитный клапан, задерживающий газ N₂, подаваемый с целью скоростной продувки, открывается при потере электропитания. Эти два события призваны обеспечить недопущение подачи дополнительного количества газа H₂ в печь, а также растворение остатков H₂ с их последующим наискорейшим удалением.

2.2.3 Панельные блокировочные переключатели

Съемные блокировочные переключатели устанавливаются для предотвращения срабатывания печи при отсутствии на своих местах крышек высоковольтных панелей.

Для запуска печи при снятых панелях требуется переход к ручному управлению указанными переключателями. Для активации настройки перехода переключателя на ручное управление достаточно просто ухватиться за выступающий наружу переключатель и потянуть его на себя (см. рис. 2-1).



Рисунок 2-1: Панельные переключатели в положении нормального режима эксплуатации

Настройка панельных переключателей на работу в режиме ручного управления целесообразна при выполнении калибровки КТУ.



Рисунок 2-2: Установленный панельный переключатель (в положении ручного режима управления)



ОПАСНО! Активация панельных переключателей в ручном режиме управления увеличивает риск удара током для ремонтного персонала. Пользователь обязан обеспечить возврат всех панельных переключателей, выставленных для работы в ручном режиме управления, в положение нормального режима эксплуатации после завершения осмотра или регулировки.

2.3. Контроль за безопасностью при работе с Н₂ (опция □)

Добавление водорода (H₂) в камеру нагрева требует соблюдения нескольких мер по технике безопасности.

- 1. Требуется обязательное выполнение специальных процедур прогрева и охлаждения.
- 2. Баланс расхода газа является ключевым фактором обеспечения безопасности всего персонала, работающего вблизи той печи FurnacePros, в которой в качестве технологического газа применяется H₂. Утечка газообразного водорода либо поступление насыщенного кислородом газа в технологическую секцию представляет собой исключительную опасность.
 - 3. Задача по установке печи с обеспечением при этом надлежащей вентиляции и подачи газов из безопасного источника возлагается на владельца печи.

3.1. Терминология



Рисунок 3-1: Состав печи

Необходимо ознакомиться со следующими терминами из глоссария:

Секция охлаждения	Протяженность нагрева	кту
Каплесборники	Камера нагрева	Труба
Эдуктор	Секция нагрева	Термопара
Входная перегородка	Пленумное пространство	Горловина
Расходомер	Пленумный короб	Переходной туннель
Длина печи	Технологическая среда	Зона
Затвор	Технологический газ	
Лампа нагрева	Секция технологической обработки	

3.1.1 Описание участков общего назначения

Панель управления



Рисунок 3-2: Панель управления

Панель управления является местом централизованного размещения регулятора сетевого электропитания, аварийного громкоговорителя и – если таковые входят в состав оборудования – контрольных ламп источника питания ультразвукового очистителя / сушилки, а также циферблата электропитания охлаждающего вентилятора. Здесь также расположены клавиатура ПК / коврик для мыши и USB-порт.

Защитный кожух

В состав защитного кожуха входят те системные компоненты, которые обеспечивают электропитание ламп и панели управления. Здесь также предусмотрено наличие устройства для оптимального питания компьютера от сети 110 В перем. тока.



Рисунок 3-3: Защитный кожух

Главный силовой контактор переменного тока

Страница 10

Нижняя электрическая панель

Нижняя электрическая панель служит для размещения дополнительных трансформаторов, обеспечивающих печь на всем ее протяжении электропитанием постоянного тока, включая любое установленное опциональное оборудование, такое как ультразвуковая сушилка либо световые индикаторы.



Рисунок 3-4: Нижняя электрическая панель

Панель КТУ

Панель КТУ служит для регулирования фактической мощности, подаваемой к лампам нагрева в ответ на сигналы, поступающие от контроллера ПЛК. Количество плавких реле и блоков управления КТУ варьируется в зависимости от конфигурации печи и технологических процессов и требований владельца / пользователя.



Рисунок 3-5: Панель КТУ и плавкие предохранители

3.1.2 Элементный монитор

Панель, на которой представлены платы элементного монитора и аппаратные средства интерфейса контроллера, устанавливается, как правило, с лицевой стороны печи, рядом с контроллером ПЛК. В зависимости от количества установленных ламп нагрева, каждая из панелей может иметь различное число мониторных плат и модулей управления.



Рисунок 3-6: Установка элементного монитора

3.1.3 Электродвигатель

Как правило, электродвигатель в сборе монтируется рядом с выходом из технологической секции. В зависимости от ширины ленты, массы изделия, инвентарного номера изделия и скорости ленты, зубчатое колесо электродвигателя может внешне отличаться от изображения, показанного на рисунке 3-7: «Электродвигатель ленточного конвейера».



Рисунок 3-7: Электродвигатель ленточного конвейера





Рисунок 3-8: Компоновка печи

3.3. Термопроцесс

3.3.1 Температурный профиль

Температурный профиль соответствует результатам ряда температурных измерений, производимых по всей длине печи в течение коротких интервалов и на протяжении некоторого количества времени. На рисунке 3-9 ниже показан пример температурного профиля внутри печи.

Следует отметить, что зеленые горизонтальные линии служат для обозначения температуры уставки, однако показания в отношении **термопары** (устройств регистрации температуры) не достигают значений фактической температуры уставки внутри каждой из зон. Следует также отметить, что максимальная температура изделия может без труда достигаться внутри секции охлаждения.



Рисунок 3-9: Пример температурного профиля

На температурный профиль оказывает влияние материал, из которого сделано изделие, вес изделия, а также технологический газ. К примеру, печь с установленным в ней модулем охлаждения с регулированием газовой среды способна охлаждать изделие в среде чистого газообразного азота. Аналогичного температурного профиля можно достичь при помощи модуля принудительного воздушного охлаждения, однако при этом изделие подвергается потенциально опасному воздействию кислородно-окислительной среды при высоких температурах.

Все печи проходят перед отгрузкой проверку температурного профиля. В рамках данной проверки обычно три термопары отправляются через печь, будучи расположены на конвейерной ленте по центру и по обеим сторонам последней. Все зоны печи программируются на работу при температуре уставки, задаваемой владельцем печи, с возможностью достижения всеми зонами стационарного состояния. Ожидается, что показания термопар будут оставаться в пределах 5% относительно друг друга. Несмотря на то, что данная проверка производится на заводе-изготовителе, она также должна выполняться при запуске, а в дальнейшем – периодически, для подтверждения способности поддержания нужного температурного профиля.

3.3.2 Обзор технологического процесса

Термопроцесс

Термопроцесс представляет собой схематичное описание технологического процесса для отдельно взятого изделия по мере прохождения последнего через технологическую секцию, включая температурный профиль изделия и технологическую среду. При организации термопроцесса постоянство температурного профиля является таким же важным делом, как и организация надлежащей технологической среды.

Различным изделиям при прохождении через печь FurnacePros, как правило, требуется применение также различных термопроцессов. Наилучшими методами организации наиболее оптимального термопроцесса является сочетание инженерных расчетов и их эмпирической проверки.

Наборы параметров

После организации конкретного термопроцесса с надлежащими значениями зональной температуры уставки, расхода газа и скорости конвейерной ленты, предусмотрена возможность их сохранения в виде набора параметров. Набор параметров представляет собой набор инструкций, который можно сохранять на компьютере и отправлять в контроллер с целью организации технологического процесса с заранее заданными параметрами. Набором параметров также задаются условия срабатывания аварийной и предупредительной сигнализации, соответствующие требованиям владельца-оператора в плане обеспечения постоянства качества продукции. Несложный программируемый интерфейс в ПК данной печи облегчает внесение изменений в настройки того или иного набора параметров, а также их быстрое обновление и сохранение в памяти.

Сведения по наборам параметров и работе с ними более подробно рассматриваются в разделе 5.5.3, стр. 47.

3.3.3 Регулирование газовой среды (опция 🗆)

Многие печи снабжаются функцией, позволяющей обеспечивать подачу постоянных потоков подводимого технологического газа. Данное свойство дает возможность пользователю сокращать степень окисления или загрязнения продукции, удалять технологические выбросы, а также уменьшать прочие потенциально отрицательные воздействия окружающего воздуха при высоких температурах.

Регулирование газовой среды также способствует повышению стабильности у процессов термообработки. При перемещении изделия через технологическую секцию незначительные изменения внешних условий в нерегулируемой газовой среде способны повлиять на устойчивость и стабильность температурного профиля изделия.

Регулирование газовой среды рассматривается ниже в разделе 4.5, стр. 29, а также в подробном описании методики в главе 9: «Проектирование технологического процесса».

3.4. Перечень опционального оборудования печи

3.4.1 Системы передачи посредством плат

SMEMA (опция **П**)

Данная опция включает в себя специальный протокол, предусмотренный Ассоциацией производителей оборудования поверхностного монтажа (SMEMA). Конструкционные параметры, предусматриваемые настоящими техническими условиями, соответствуют требованиям к стандартному оборудованию печи. Дополнительная электропроводка для соответствия стандарту сопряжения электрооборудования SMEMA добавляется с целью передачи сигналов к системам загрузки и выгрузки. Для выполнения данной функции требуются датчики наличия изделий.

Датчик наличия изделия (опция 🛛)

Подвесной датчик определяет факт наличия либо отсутствия изделия. Указанный датчик может использоваться либо совместно со стандартным опциональным оборудованием SMEMA, либо с функцией непрерывного слежения за изделиями на полосах (не более трех), сведения о чем представлены в разделе 5.7.4, стр.54.



Рисунок 3-10: Фотоэлектрический датчик наличия изделия

3.4.2 Щеточная система очистки ленты (опция

Данная опция предусматривает включение в работу пассивного щеточного очистителя. Привод ленты протаскивает последнюю через несколько лежащих в одной плоскости щеток с целью удаления свободных частиц.



Рисунок 3-11: Щеточная система очистки ленты

3.4.3 Температура шкафа

Рисунок 3-12: Опциональный прерыватель цепи

Вспомогательная термопара закрепляется недалеко от центра камеры нагрева, между камерой и внешней панелью. Датчик закрепляется к контроллеру ПЛК, при этом возможность модификации ПО позволяет пользователю непрерывно контролировать температуру в шкафе, что может служить указанием на потенциальный выход из строя вентилятора шкафа либо на закупоривание отверстий для впуска и выпуска воздуха.

3.4.4 Прерыватель цепи (опция 🗆)

Специальный прерыватель цепи большой мощности вставляется в линии подачи электропитания, а доступ к нему обеспечивается с лицевой стороны печи, поблизости от установленного ПК. С передней панели виден только переключатель с окружающими его защитными металлическими пластинами ограждения.



3.4.5 Сертификация по европейским стандартам **(**€ (опция □)

Строгое соответствие требованиям к маркировке СЕ обеспечивается на основании следующих документов:

Соответствие маркировки СЕ Директиве по машинному оборудованию. Приложение 1, 89/392/EEC Безопасность машинного оборудования. Электрическое оборудование машин. Часть 1-EN60204-1

Указанные ниже дополнительные опции также добавляются для обеспечения соответствия данному стандарту:

Руководство по эксплуатации на одном из европейских языков Прерыватель цепи Линейный фильтр

3.4.6 Лексановые щиты (опция 🗆)

Компания FurnacePros придерживается строгих требований к маркировке CE, обозначенных в приведенных ниже документах:



Рисунок 3-13: Лексановые щиты

3.4.7 Линейный фильтр (опция 🗆)

Линейный фильтр переменного тока уменьшает помехи в электрической цепи путем ослабления линейного напряжения и ограничения колебаний мощности. Данное опциональное оборудование является нормой для тех европейских операторов, кто приобретает оборудование с маркировкой СЕ.

3.4.8 Низкая / высокая скорость ленты (опция 🗅)

Для реализации данной опции с специальными режимами скорости конвейерной ленты, требуется внесение некоторых изменений в параметры скорости электродвигателя, его мощности и зубчатого зацепления.

3.4.9 Маячок

Основной (опция 🗇)



Рисунок 3-14: Опциональный типовой маячок

Маячок поставляется в качестве средства, служащего визуальным индикатором состояния печи.

Зеленый свет -	Готовность технологического процесса
Желтый свет -	Прогрев печи Охлаждение печи
Красный свет -	Аварийная или предупредительная сигнализация печи
Отсутствие света -	Технологический процесс не активен

Индикатор технологического газа (опция)

Специальный маячок можно добавлять в состав оборудования для слежения за работой, выполняемой с использованием газа N₂.

Белый свет - ЧСВ Синий свет - Газ N₂

3.4.10 Опорные изоляторы из кварца (опция 🗆)



Рисунок 3-15: Изображение конвейерной ленты с роликами из кварца



Рисунок 3-15: Кварцевый ролик – увеличенное изображение

Первоочередной задачей опорных изоляторов из кварца является устранение любого рода контакта между изделием заказчика и лентой металлического конвейера, поскольку некоторые виды подложки вступают в химическую реакцию при контакте с металлом в условиях повышенной температуры. Сюда добавляются дополнительные полимерные направляющие и ролики, а на входе и на выходе устанавливаются специальные прорезиненные барабаны. Таким образом, внешняя поверхность опорных изоляторов из кварца не контактирует с какой-либо металлической деталью при прохождении через печь, что предотвращает опосредованное образование примесей в металле. Данное опциональное оборудование также увеличивает срок службы ленты.



3.4.11 Колесо с термопарами в сборе (опция 🗆)

Рисунок 3-16: Колесо с термопарами в сборе – 3 термопары

Данная опция обеспечивает быструю и простую сборку от 1 до 3 термопар для их последующего использования при выполнении проверки параметров профиля температуры и термопроцесса. Колесо в сборе можно размещать у входа в печь для возможности автоматического протягивания термопар через печь. После завершения проверок, термопары и нагретые проволочные кабели можно извлекать безопасно.



Рисунок 3-17: Установка ультразвукового очистителя и сушилки

Ультразвуковая система очистки ленты удаляет загрязнения, которые накапливаются на ленте в процессе штатной эксплуатации печи. Указанная система включает в себя бак ультразвуковой очистки, ленточную сушилку и систему с таймером, которые позволяют обеспечить автоматическую очистку ленты. Обдувочный вентилятор удаляет капли воды и может снабжаться дополнительным нагревателем для дальнейшего принудительного удаления влаги с ленты. Лента пропускается через бак ультразвуковой очистки, наполняемый автоматически, с его опорожнением по команде от таймера и цепи управления. Очистка / осушка ленты происходит при нахождении печи в автономном режиме. Для работы данного опционального оборудования требуется подключение к источнику водоснабжения здания и наличие водостока.

3.4.13 ИБП (опция 🗆)





Рисунок 3-18: Источник бесперебойного питания

Данная опция позволяет добавить в состав оборудования источник бесперебойного питания для того, чтобы лента, вентиляторы и система управления могли работать в течение по меньшей мере двадцати минут после перебоя в электроснабжении. Транспортировочная лента продолжает работать на заданной скорости, что сводит потери продукции к минимуму на время кратковременных отказов электропитания. Данный блок автоматически переключается из режима ожидания в режим запуска технологического процесса после восстановления электропитания как посредством резервного генератора, так и городской электросети. Предусмотрена возможность внесения изменений в управляющее программное обеспечение в случае добавления функции автоматической перезагрузки без использования штатного включения электропитания и процесса выбора экранного меню с тем, чтобы после перерыва в электроснабжении повторный запуск можно было произвести немедленно.

4.1. Концептуальные модели нагрева

4.1.1 Инфракрасный нагрев

Инфракрасный (ИК) нагрев представляет собой процесс испускание электромагнитного излучения от поверхности ИК-ламп или излучателей. Тепловое излучение образуется тогда, когда тепловая энергия от движения заряженных частиц в пределах атомов преобразуется в электромагнитное излучение. Внутри печи нагрев излучением от ИК-ламп обеспечивает подачу тепла напрямую к предметам, без обогрева сначала окружающего воздуха. ИК-волны возбуждают молекулы из состава вещества (изделия), тем самым создавая тепло, которое при этом проходит, как правило, беспрепятственно через окружающую атмосферу. Другие вещества, такие как стекло, керамика и некоторые органические материалы, также являются проницаемыми для ИК-волн. Предметы, удерживаемые в указанных средах, способны, тем самым, нагреваться непосредственно ИК-волнами без прямого нагрева при этом среды, их окружающей.

Не весь нагрев в печах производится только лишь посредством прямого ИК-излучения. Лента и воздух внутри печи нагреваются посредством ИК-ламп. Боковые нагреватели (резистивные нагреватели, устанавливаемые по всей длине печи) также привносят тепло в печь. Обрабатываемые изделия также получают тепло от боковых нагревателей, конвейерной ленты и окружающего нагретого газа в камере за счет **теплопроводности**.

Степень прямого нагрева посредством ИК-излучения определяется тремя следующими факторами:

- 1) Уровень ИК-излучения, испускаемого от ламп нагрева.
- 2) Количество ИК-излучения, поглощаемого изделием.
- 3) Уровень бокового нагрева печи

4.2. Монтаж печи

Технологическое устройство камеры нагрева позволяет обеспечить быстрый нагрев и охлаждение. Стабильная температура величиной до 1000°С часто достигается менее чем за 20 минут. Нагрев излучением дает возможность быстро производить запуск и вносить изменения в профиль, а также стабилизировать систему.

Камеры нагрева состоят из внешней металлической оболочки, изготавливаемой из алюминия либо нержавеющей стали и футерованной слоем изоляции из огнеупорных керамических волокон (ОКВ). Секции нагрева с регулированием газовой среды способны пропускать технологический газ через указанную ОКВ-изоляцию.

4.2.1 Модули

Печь монтируется из ряда базовых модулей, которые суммарно образуют длину у данной печи.

Например:

Рисунок 3-8: Компоновка печи: на стр. 14 показана печь с 7-ю модулями

Модуль 1— Станция загрузки Модуль 2— Входная перегородка Модуль 3— Модуль 3-х зональной камеры нагрева Модуль 4— Переходной туннель Модуль 5— Модуль охлаждения с регулированием газовой среды Модуль 6— Выходная перегородка Модуль 7— Станция разгрузки

Для некоторых областей применения требуется наличие более длинных секций охлаждения. Предусмотрена возможность добавления дополнительных модулей охлаждения с регулированием газовой среды, системы водоохлаждения, либо модуля принудительного воздушного охлаждения за выходной перегородкой.

Для еще какой-либо области применения может потребоваться более длинная секция нагрева, с добавлением для этого модуля 4-х зональной камеры нагрева.

Каждая камера нагрева печи монтируется из 30-ти дюймовых (76 см) модулей. В зависимости от требований той или иной области применения, соответствующей печи можно придать любой размер, включив в ее состав до 16-ти зон. Каждая печь выполняется по техническим условиям заказчика из стандартных проектных модулей, при этом компоновочное и общее проектное решение должны быть приняты заказчиком до начала изготовления печи.

4.2.2 Горловина

Горловиной печи определяется максимальная высота того или иного изделия, способность последнего попасть внутрь технологической секции. В зависимости от конфигурации, просвет горловины может варьироваться от 0,75 до 4 дюймов. Высота горловины оказывает значительное влияние на профиль термопроцесса, поскольку расход газа между камерами существенно возрастает при расширении горловины.

Внимание! Подача тех изделий через печь, размеры которых превышают просвет горловины, выражается в повреждении разделителей печных зон и потенциально способствует ухудшению эксплуатационных характеристик печи.

4.3. Конструкция камеры нагрева

4.3.1 Зоны

Камеры нагрева делятся на **зоны**, управляемые по отдельности. Каждый 30-ти дюймовый модуль камеры можно разделить на 1, 2, 3 либо 4 зоны. Если для работы печи требуется более 4-х зон, то к следует добавить дополнительные модули камеры нагрева. Зональная конфигурация печи зависит от типа технологического процесса, который будет применяться, являясь частью проектного технического задания для данной печи.

4.3.2 Камера инфракрасного нагрева

Указанная камера изолирована пористым материалом, поэтому если печь применяется для решения прикладных задач, связанных с регулированием газовой среды, то находящийся под давлением технологический газ, поступающий в **пленумные пространства** сверху и снизу, диффундирует через данную пористую изоляцию, попадая в зону технологического процесса. Газ поступает в больших объемах при низкой скорости потока. По мере диффундирования газа, он нагревается до средней температуры вещества в соответствующей зоне.



Рисунок 4-19: Конструкция камеры нагрева. Вид сбоку

Пленумные короба можно включать в спецификацию и добавлять в качестве элементов для опционального герметичного уплотнения, что позволяет обеспечить создание небольшого положительного давления по краям ламп нагрева, с организацией при этом очень эффективного регулирования газовой среды.

Надлежащая балансировка воздушного потока в очень большой степени способствует поддержанию чистоты в камере. При надлежащей балансировке, поток газа большого объема поступает сверху и снизу камеры. Выбросы от продукции выдуваются вдоль центральной линии камеры в сторону выхлопных отверстий, то есть не происходит их поднятия с последующим контактом верхних поверхностей, либо же падения с последующим загрязнением нижних поверхностей. Поступающий через широкую зону переноса технологический газ обеспечивает быструю очистку при низком уровне загрязнения. Как правило, создание технологической газовой среды, содержащей менее 10 частей кислорода на 1000000 частей азота (<10 ч./млн O₂), достигается за время около 10-ти минут. Быстрая очистка также создает возможность для быстрого пополнения технологической среды и быстрого охлаждения.

4.3.3 Камера нагрева сушилки

Камера нагрева ИК-сушилки спроектирована по аналогии с камерой нагрева ИК-печи, за исключением того, что лампы нагрева устанавливаются только над лентой. Прочие характеристики остаются неизменными, за исключением того, что в низкотемпературных областях применения используется более тонкая изоляция.

4.4. Лампы нагрева

Внимание! При погрузке-разгрузке ламп нагрева печи требуется уделять особое внимание тому факту, что дотрагиваться до поверхности ламп – не допускается. Соль, оставшаяся после погрузки-разгрузки ламп, может вызывать образование горячих участков, способных ухудшить эксплуатационные характеристики ламп или явиться причиной неисправности.

Если имеются сомнения в чистоте лампы нагрева, то перед тем, как приступить к ее использованию, следует очистить лампу изопропиловым спиртом и протереть безворсовой тканью.

4.4.1 Размещение

Компоновка лам в каждой из зон определяется в момент закупки для достижения оптимального энергопотребления с учетом типа технологического процесса, указываемого владельцем-оператором. Лампы нагрева можно плотно скомпоновать вместе в тех местах, где требуется быстро обеспечить достижение высоких температур. В зонах выдержки, в которых не требуется быстрого достижения высоких температур, лампы обычно располагают вразброс.

4.4.2 Электромонтажная схема

Электромонтаж ламп нагрева производится по-разному, в зависимости от той или иной печи. Фактическая мощность для каждой из ламп нагрева будет зависеть от той или иной электромонтажной схемы и от напряжения переменного тока на входе. Лампы можно соединить параллельно, обеспечив максимально возможную мощность для каждой отдельной лампы, либо же последовательно, разделяя поток мощности между лампами. Электромонтаж большинства систем организуется по параллельно-последовательной схеме с целью оптимизации использования доступного напряжения и сведения к минимуму протяженности токовых линий. Более подробные сведения по электромонтажу ламп нагрева представлены на электромонтажной схеме в руководстве по эксплуатации соответствующей печи.
4.5. Регулирование газовой среды (опция □)

Регулирование газовой среды внутри печи обеспечивает изоляцию продукции от потенциальных негативных воздействий на нее в процессе нагрева камеры.

4.5.1 Общее регулирование расхода

Путем создания сбалансированного расхода в технологической секции, попадание потока окружающего воздуха в технологическую секцию – не допускается, а загрязнители любого рода в пределах камеры – удерживаются внутри печи.

Вниманию операторов: При внесении изменений в наборы параметров, расходомеры должны быть отрегулированы на соответствие тем уровням, которые обозначены в непосредственно применяемом наборе параметров.

4.5.2 Мониторы величины расхода

Для контроля за уровнем расхода газа внутри технологической секции устанавливаются устройства регулировки расхода различных типов. В зависимости от тех или иных заданных эксплуатационных требований, количество и тип мониторов расхода будет варьироваться.

Расходомеры



Рисунок 4-20: Расходомеры

Объемные расходомеры устанавливаются, по большей части, в печах с регулированием газовой среды. По причине проведения настройки вручную, оператору необходимо проверять параметры расходомеров при каждом внесении изменений в тот или иной набор параметров, поскольку для каждого термопроцесса величины времени пополнения или расхода могут быть разными. Когда печь применяется только для работы с одним технологическим процессом, настройки расходомеров допускается, в целом, оставлять неизменными после однократной установки надлежащих параметров величины расхода.

4.6. Секция охлаждения (опция □)

Модули охлаждения печи могут относиться как к типу модулей с **принудительным воздушным охлаждением**, так и к типу модулей с **регулированием газовой среды**. Интенсивность охлаждения задается инженером-технологом во избежание термического удара в отношении обрабатываемого изделия.

Преимуществом принудительного охлаждения является быстрое и равномерное охлаждение изделия. Воздух отводит тепло от всех поверхностей изделия, обеспечивая, тем самым, равномерное охлаждение. Данная система важна там, где неравномерное охлаждение может выражаться в термических ударах и повреждении изделий.

Охлаждение с регулированием газовой среды применяется в случае, если в камере охлаждения полностью не допустимо наличие кислорода, и иногда – если необходимо обеспечить менее быстрое охлаждение. Основная часть тепла медленно отводится за счет теплопроводности через конвейерную ленту.

4.6.1 Принудительное воздушное охлаждение

Принудительное воздушное охлаждение способно очень быстро довести до низкой температуры крупное либо движущееся с высокой скоростью изделие. Во всех модулях принудительного воздушного охлаждения применяются мощные вентиляторы с управлением посредством ручек, расположенных, как правило, на панели управления.

Модуль вентиляторного воздушного охлаждения СМВ30 либо СМВ45 (опция **П**)

Длина данного модуля открытого воздушного охлаждения составляет 30 либо 45 дюймов (76 либо 114 см). Осевые поперечно-поточные вентиляторы, расположенные над лентой, принудительно гонят фильтрованный окружающий воздух в виде направленного вниз безвихревого потока по всей площади поверхности охлаждающего модуля. Такого рода безвихревой поток газа затем собирается и выводится из-под ленты через оборудованный крыльчаткой вытяжной воздуховод. Верхние осевые поперечно-поточные вентиляторы и нижние воздуходувки с крыльчаткой регулируются вручную с панели управления.

4.6.2 Охлаждение регулируемой газовой среды

Там, где требуется регулирование газовой среды (как правило, в случае полной недопустимости присутствия кислорода вокруг охлаждаемого изделия), необходимы модули охлаждения с регулированием газовой среды.

Вышеуказанные камеры охлаждения могут работать как на водяном охлаждении, так и снабжаться большим количеством ребер и работать на воздушном охлаждении. Поток воды или воздуха, поступающий в камеру охлаждения, регулируется для оптимизации охлаждающих характеристик камеры.



Водоохлаждение с водяной рубашкой (опция)

Рисунок 4-21: Модуль охлаждения с регулированием газовой среды и водяной рубашкой

Водоохлаждение используется для обеспечения высоких показателей теплопередачи по мере продвижения изделия через туннель. Длина модуля с водяным охлаждением составляет 20 дюймов, при этом сверху и снизу ленты данный модуль имеет водяную рубашку. Линии водопровода обматываются слоем изоляции, чтобы предотвратить образование конденсата. Температура воды у источника забора и на выходе непрерывно контролируется, также, как непрерывно контролируется и величина расхода воды на всем протяжении секции. Отдельный расходомер (0-400 куб. фут/час) контролирует расход газа посредством расположенного внутри секции воздушного шабера, и, следовательно, контролирует и интенсивность охлаждения.

Вода, подача которой обеспечивается владельцем печи, должна отвечать следующим требованиям:

Средняя величина расхода:	5 гал/мин
Среднее давление потока:	не более 50 фунт/кв. дюйм (изб.)
Максимальная температура на входе	30°С и ниже
Качество воды:	водопроводная

Внимание! Использование подаваемой воды, свойства которой отличаются от рекомендуемых, может привести к ухудшению эксплуатационных характеристик печи и к ужесточению требований к техобслуживанию, вплоть до необходимости в замене компонентов системы.

Контроль за расходом воды производится расходомерами, расположенными рядом с камерой охлаждения. Регулируемый клапан водяного термостата, расположенный в основании корпуса, следует настроить на работу в условиях давления (фунт/кв. дюйм (изб.)), указанного на монтажной схеме либо на чертеже аппаратуры в руководстве для владельца.

Туннель охлаждения с регулированием газовой среды (опция 🗇)



Рисунок 4-22: Модуль регулирования газовой среды с воздушным охлаждением

Алюминиевые радиаторы с большим количеством ребер присоединяются снаружи к модулю охлаждения, который не имеет изоляции для еще большего ускорения теплоотдачи. Подвесные перегородки с затворами и пневмоскребки эффективно изолируют высокотемпературную секцию печи от секции охлаждения с регулированием газовой среды. Регулируемые вентиляторы направляют воздух мимо радиатора для отвода выделяемого тепла из камеры. Воздушные шаберы большого объема, расположенные внутри технологической секции с регулированием газовой среды, обдувают внутренние детали технологическим газом для ускорения охлаждения.

4.7. Опциональное оборудование камеры нагрева

4.7.1 Воздушный фильтр (опция 🗆)



Рисунок 4-23: Изображение фильтра предварительной очистки / регулятора

Данное опциональное оборудование включает в свой состав фильтр, регулятор и воздухоуловитель, которые служат для очистки и контроля за поступающим технологическим воздухом. В состав блока фильтра предварительной очистки / регулятора входят: фильтрующий элемент 0,5 мкм со включениями волокон, ручное дренажное устройство, манометр и регулятор. Фильтр конечной очистки представляет собой коалесцирующий фильтр 0,5 мкм, служащий для удаления воды / масла и снабженный функцией автоматического дренирования. Указанное комбинированное устройство сокращает загрязнение маслом ниже в технологической линии до величины не более 0,5 ч./млн на конкретный вес.

4.7.2 Система очистки воздуха (опция 🗆)

Данное опциональное оборудование включает в свой состав воздушную сушилку и фильтрующую систему, которые удаляют такие загрязнители, как влага, масло и твердые частицы из воздуха или азота. В системе попеременно задействуются два больших, размером около 6-ти футов (1,83 м), бака хранения, таким образом, что в одном из баков постоянно происходит пополнение газа, а из другого газ постоянно перекачивается. При падении давления в питающем баке, оба бака затем переходят в противоположный режим работы, приступая к перекачке либо к пополнению, соответственно.



Рисунок 4-24: Типовые баки очистки воздуха

Эксплуатационные характеристики системы очистки воздуха		
Твердые частицы	Удаляет твердые частицы размером > 1 мкм	
Масло	Снижает содержание масла и углеводородов до уровня менее 1 ч./млн	
Удаление воды		
Стандартное:	высушивает 35 станд. куб. фут/мин до точки росы -73°C (-100°F)	
Высокопроизводительное:	высушивает 56 станд. куб. фут/мин до точки росы -73°C (-100°F)	

ПРИМЕЧАНИЕ: Работа с величинами расхода выше заданных приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик.

4.7.3 Боковой нагрев

Боковые нагреватели допускается добавлять в состав оборудования печи для улучшения контроля за однородностью температуры вдоль ширины ленты внутри камеры нагрева. В условиях строгих эксплуатационных требований, особенно в печах шириной свыше 14 дюймов, надлежащим образом отрегулированные боковые нагреватели способствуют более эффективному использованию ширины печи, поскольку они делают возможным применение более плоского температурного профиля по всей ширине печи.



Точки закрепления бокового нагревателя

Рисунок 4-25: Боковые нагреватели

Точно настроенные никель-хромовые провода сопротивления, проходящие через кварцевые трубки внутри секции нагрева, увеличивают температуру по краям конвейерной ленты. Левые и правые боковые нагреватели настраиваются оператором по-отдельности с целью сокращения дельта-температуры печи (разности температур), а также для тонкой настройки эксплуатационных параметров печи. Боковые нагреватели относятся к категории устройств тонкой настройки, используемых одновременно с подачей потока газа через стенки камеры. Боковые нагреватели не спроектированы для того, чтобы реагировать на изменения температуры в камере и, следовательно, не подлежат регулировке, направленной на обеспечение доминирования соответствующего температурного профиля в любой из зон.



Рисунок 4-26: Вид печи в разрезе с отмеченными боковыми нагревателями

4.7.4 Элементный монитор (опция 🗆)

Специальная сеть применяется для непрерывного контроля за цепями каждой из ламп нагрева. Обратный электрический ток от ламп проходит через индуктивную цепь, которая передает сигнал в тот момент, когда ток обрывается. Сигнал передается в контроллер ПЛК печи, который, в свою очередь, выдает затем сигнал тревоги. Лампа спроектирована так, чтобы ее неисправность не приводила к немедленному прекращению технологического процесса. До тех пор, пока температура в зоне падает без выхода за пределы срабатывания тревоги, установленные в наборе параметров, печь будет продолжать работать. Оператор, тем не менее, получает предупреждение о неисправности элемента (лампы).

Окно элементного монитора представляет собой дополнительное средство программного обеспечения по управлению печью, обеспечивающее предоставление данных о состоянии активного элемента. Интерфейс ПО элементного монитора не доступен на операторском уровне. Подробное описание приведено в разделе 7.3.2 на стр. 70.

Примечание: Цепь элементного монитора не работает при уровнях мощности ниже 10%, поскольку это меньше нижнего порогового значения для цепи датчика. Поэтому все элементы, работающие в указанном диапазоне, в отчетности получают отметку «ОК», вне зависимости от их состояния.

4.7.5 Герметичное уплотнение (опция 🗆)

Рисунок 4-27: Пленумный короб

Такая опция, как герметичное уплотнение, обеспечивает поступление потока газа при положительном давлении ко внешней стороне торцов ламп каждой камеры, чтобы ненужный отходящий технологический газ не накапливался вокруг ламп или внутри технологической секции. Пленумный короб окружает торцы ламп и выполняет роль воздуховода для газа регулируемой газовой среды на данном участке. Дополнительным преимуществом данной опции является защита торцов ламп от перегрева. За счет прохождения потока технологического газа вокруг торцов ламп нагрева обеспечивается возможность отвода тепла от каждой из ламп.

4.7.6 Монитор перегрева (опция)

Данное опциональное оборудование выполняет роль автономного «сторожевого» устройства слежения за температурой в зоне, проводя непрерывный контроль каждой зоны и реагируя на нарушения заданных граничных условий. Вспомогательная термопара, устанавливаемая в каждой из зон, является резервным средством непрерывного контроля и управления датчиком температуры. В случае обнаружения состояния перегрева, система запрограммирована на автоматический останов ламп нагрева даже в случае неисправности сразу нескольких компонентов. Инженер-технолог должен выбрать максимальную / минимальную температуру. Система выполнит останов нагревательных элементов, если датчики обнаружат, что температура вышла за пределы заданного диапазона. Заводским значением по умолчанию для данной системы является выдача предупредительного сигнала при перегреве в размере 50°C сверх максимально допустимой номинальной температуры печи





4.7.7 Анализатор кислорода (опция 🗆)

Анализаторы кислорода устанавливаются на регулярной основе в печи с функцией регулирования газовой среды для облегчения непрерывного контроля уровней O₂ в различных точках печи. Устанавливаются четыре датчика: один – для непрерывного контроля поступающего исходного газа, и три – для работы в заданных зонах. Уровни O₂ отображаются на экране технологического процесса в виде частей на миллион (ч./млн).



Рисунок 4-28: Анализатор кислорода

Управление средствами ПО (анализатор кислорода)

Для выбора пробоотборного отверстия:

Нажмите на кнопку <u>O2 / MA Sampling</u> на технологическом экране.

Нажмите на кнопку <u>O2 Sampling Port</u> на экране набора параметров.

При этом появится следующее окно.



Рисунок 4-29: Анализатор кислорода

Нажмите на соответствующую селекторную кнопку для просмотра содержания кислорода в различных точках камеры печи. Если выбрана селекторная кнопка, относящаяся к источнику, то анализатор осуществит отбор пробы поступающего газа.

Примечание: При переходе от операций с одним пробоотборным отверстием к операциям с другим, следует выждать несколько секунд, что необходимо для очистки линии пробоотбора и снятия точных показаний. Кроме того, после запуска системы, линии анализатора кислорода должны быть очищены от остаточного воздуха, находящегося в системе, до начала перехода к операции подключения газа. Сбор первичных показаний может занять до одной минуты, однако повторно этого не произойдет до тех пор, пока не будет прекращена подача кислорода.

4.7.8 Анализатор влаги (опция 🗆)



Рисунок 4-30: Анализатор влаги

Анализатор влаги обеспечивает снятие точных показаний по влажности технологического газа в четырех разных точках его потока. Как правило, отбор проб осуществляется в источнике и трех линиях подачи технологического газа в камеру нагрева.

Примечание: Насыщение анализатора влаги может выражаться в выдаче им ложных показаний до тех пор, пока датчик не станет сухим. Процесс осушки может занимать по времени до 45-ти минут. Требуется не допускать образования высоких уровней влажности в линиях подачи технологического воздуха.

Глава 5

5 Программное обеспечение

5.1. Интерфейс Windows

Технологические параметры вводятся и просматриваются на компьютеризированном рабочем месте (ПК) с использованием операционной системы Microsoft Windows®. Если оператор не знаком с основными методами работы с Windows, то ему необходимо обратиться к обучающему руководству Windows до того, как совершать попытку запуска технологического процесса.



Комбинация клавиш ALT+TAB удобна для циклического перемещения между загруженными окнами приложений. Экраны программных приложений для печи ProControl™ невозможно свертывать или развертывать, поэтому указанная комбинация клавиш особенно полезна

для осуществления перехода от одного программного экрана печи к другому.

На рисунке ниже показана панель запуска Windows при работающем программном обеспечении печи. Находящиеся слева кнопки быстрого запуска обеспечивают запуск программного обеспечения одним нажатием мышки. Меню "WINKIC" отображается только в том случае, если печь снабжена профилирующим программным обеспечением.



Рисунок 5-1: Панель запуска Windows для печи FurnacePros

На рабочем столе также должны появиться следующие иконки.



5.2. Экран запуска



В момент запуска печи при помощи кнопки включения электропитания, находящейся на клавиатуре слева, загрузка программного обеспечения печи начинается автоматически.

Если пользователь не желает, чтобы загрузка программного обеспечения печи производилась автоматически, в меню «Пуск» необходимо удалить ярлык, относящийся к печи. (См. раздел справки Windows под названием "Starting Programs at startup" («Запуск программ при первом запуске»)). Доступ к программе печи можно получить с рабочего стола, нажав для этого на кнопку Furnace («Печь»), либо выбрав в Windows строку start\All Programs\Furnace («Пуск\Все программы\Печь»).

All <u>P</u> rograms 🕨	700 <u>R</u> un
	Log Off 🛛 Of Log Shut Down
🦺 start	
Меню «Пуск» И	/indows

После загрузки программного обеспечения печи появится следующий экран.



Рисунок 5-2: Экран запуска программного обеспечения печи FurnacePros

5.3. Экран безопасности



Перед тем, как можно будет приступить к эксплуатации печи, пользователю необходимо войти в систему. Перейдите на экран безопасности, нажав на кнопку <u>Security</u> («Безопасность»), расположенную внизу экрана запуска.



Рисунок 5-3: Экран безопасности

Экран безопасности содержит следующие группы полей (см. рисунок 5-3).

Поля и группы полей	Описание
Список пользователей	Список пользователей отображается в группе User List («Список пользователей»). Полями по умолчанию являются поля Operator («Оператор»), Engineer («Инженер») и FPD («Заводской персонал»). Изменения в данный список вносятся при помощи меню Manage User Accounts («Управление пользовательскими учетными записями»).
Уровень доступа	Когда подсвечивается поле User ID («Идентификатор пользователя»), то в группе Access Level («Уровень доступа») автоматически выбирается поле с указанием на тот уровень доступа, который разрешен для данного пользователя. Функция контроля за уровнем доступа на основании идентификатора пользователя устраняет для пользователей, имеющих доступ на уровне оператора, возможность внесения изменений в наборы параметров, а также прочих изменений в существенные по значению операции печи.
Номер	Программное обеспечение присваивает каждому пользователю целое число. На
идентификатора	экранах регистрации отслеживаются действия пользователя по номеру
пользователя	идентификатора пользователя, в том числе время входа и выхода из системы.
Дата последнего	Отображение той даты, когда выделяемый подсветкой пользователь в
доступа	последний раз имел доступ к программному обеспечению.
Управление	Пользователи, пароли и уровни доступа изменяются через группу
пользовательскими	пользовательских учетных записей при помощи кнопок Add User («Добавить
учетными записями	пользователя»), Modify Password («Изменить пароль»), Modify Access
	(«Изменить уровень доступа») и Delete User («Удалить пользователя»).
Группа входа в	Для получения доступа к другим экранам нажмите на кнопку Log-On («Войти в
систему, выхода из	систему»), а для выхода из программного обеспечения по управлению печью –
системы	на кнопку Log-Off («Выйти из системы»).
Выход	Для закрытия программы печи нажмите на Exit («Выход»). Перед этим необходимо сначала выйти из системы, нажав на Log-Off («Выйти из системы»), иначе после перезагрузки программного обеспечения печи программа самостоятельно обеспечит вход в систему последнего из пользователей.

5.3.1 Вход и выход из системы

Для входа в систему необходимо выбрать имя пользователя в меню User List («Список пользователей») и нажать на кнопку <u>Log-On</u> («Войти в систему»).

При этом появится всплывающее окно <u>Enter Password</u> («Ввести пароль»).

Введите правильный идентификационный пароль пользователя и нажмите на <u>ОК</u> для завершения операции входа в систему.

Для выхода пользователя из системы: перейдите на экран Security («Безопасность») и нажмите на кнопку Log-Off («Выйти из системы»).

Для закрытия программы печи: перейдите на экран Security («Безопасность»), выйдите из системы нажатием на Log-Off («Выйти из системы»), а затем нажмите на кнопку <u>Exit</u> («Выход»).

Примечание: можно перезапустить программу печи и пропустить операцию по входу в систему, если до этого Вами уже был произведен выход из системы. В этом случае автоматически будет произведен вход в систему последнего пользователя.



Рисунок 5-4: Группа входа в систему / выхода из системы

Send String	
Enter Password	
OK Cancel	

Рисунок 5-5: Кнопка выхода



Рисунок 5-6: Кнопка выхода

5.3.2 Список пользователей

После установки программного обеспечения печи, в меню User List («Список пользователей») по умолчанию устанавливаются в виде списка следующие имена пользователей и пароли.

Имя пользователя	Пароль	Уровень доступа
ΟΠΕΡΑΤΟΡ	1 или 0000	1: Оператор
ТЕХ. СПЕЦ. / ИНЖЕНЕР	2 или 0000	2: Тех. спец. /
Заводской персонал ***дост	уп только для	инженер 3: Заводской
заводского персонала***		персонал

В перечень лиц для доступа на уровне технического инженера / технического специалиста можно добавлять еще пользователей (см. пример ниже).

Имя пользователя	Пароль	Уровень доступа
JDoe	Задается	1: Оператор
	пользователем	
VNguyen	Задается	1: Оператор
	пользователем	
TLi	Задается	2: Тех. спец. /
	пользователем	инженер



Рисунок 5-7: Списоі пользователей

Для изменения имени пользователя, пароля и уровня доступа используйте кнопки группы по управлению пользовательскими учетными записями.

5.3.3 Управление пользовательскими учетными записями

Для доступа к пользовательским учетным записям пользователю необходимо произвести вход в систему, что возможно для пользователей с уровнем доступа 2 (технический специалист / инженер). Меню Manage User Accounts («Управление пользовательскими учетными записями»), расположенное в верхнем правом углу экрана, будет отображаться в затемненном виде на тот период, когда вход в систему выполнен на уровне оператора. Посредством данного меню пользователи с уровнем доступа 2 имеют возможность назначать дополнительные имена пользователей для целей входа в систему и записи данных, для изменения паролей и уровней доступа, а также для удаления пользователей.



Рисунок 5-8: Управление пользовательскими учетными записями

Send String	
	Enter New User ID
OK	Cancel

Новые имена пользователей добавляются нажатием на кнопку Add User («Добавить пользователя»).

При этом появится всплывающее окно Enter New User ID («Ввести новый идентификатор пользователя»).

е идентификатор пользователя (имя пользователя) ите на ОК. После этого система присвоит номер фикатору пользователя.

Рис нов

Send String	
Enter New Password	
	-
OK Cancel	

Примечание: После добавления нового пользователя требуется ввести новый пароль пользователя, а также уровень доступа.

Нажмите на Modify Password («Изменить пароль»), после чего появится всплывающее окно Enter New Password («Ввести новый пароль»).

Рисунок 5-10: Всплывающее окно ввода нового пароля пользователя

Введите новый пароль пользователя и нажмите на ОК.

Нажмите на Modify Access («Изменить уровень доступа»), после чего появится всплывающее окно Enter Access Level («Ввести уровень доступа»). В поле запроса Access? (1,2,3) («Доступ? (1,2,3)») введите уровень доступа для нового идентификатора пользователя в соответствии с информацией, представленной в таблице ниже.

Уровень	N⁰
1	
2	

Уровень доступа Оператор Тех. спец. / инженер

Среди идентификаторов пользователей (имен пользователей), имеющихся в меню User List («Список пользователей»), теперь отображается и идентификатор вновь добавленного пользователя.

Для удаления пользователя либо для изменения уровня доступа для того или иного пользователя необходимо нажать на соответствующую кнопку и следовать инструкциям, которые содержатся во всплывающем окне.

Send Value	
	Access ? (1,2,3)
	min: 1 max: 3
ОК	Cancel

Рисунок 5-11: Окно назначения уровня безопасного доступа для нового пользователя

сунок 5-9: Всплывающее окно для ого идентификатора пользователя	Введите и нажми идентис
	D

5.4. Функции, предусмотренные для различных уровней доступа

5.4.1 Доступ на уровне оператора

При наличии доступа на уровне оператора возможен переход на следующие экраны. Доступ оператора ограничивается, как отмечено ниже:

Название экранного меню	<u>Ограничения</u>
Безопасность	Добавление новых пользователей в список пользователей не допускается
Технологический процесс	Внесение изменений не допускается
Набор параметров	Только загрузка
Профиль	Все функции
Регистрация	Только просмотр
Расход газа	Только чтение

5.4.2 Доступ на уровне технического специалиста / инженера

Возможность использования всех функций предусмотрена при наличии безопасного доступа на уровне технического специалиста / инженера. Данный уровень доступа позволяет пользователю вносить ряд изменений в работу печи и в некоторые задачи по ее техобслуживанию. Помимо этого, пользователь может добавлять такие имена пользователя, которым присваивается уровень технического специалиста / инженера и оператора, в соответствующее меню экрана "Security" («Безопасность»).

Кнопки экрана техобслуживания не отображаются при авторизации в системе в условиях доступа на уровне оператора. Экран "Maintenance" («Техобслуживание») и относящиеся к нему особенности будут рассмотрены позднее, в разделе 7.

5.4.3 Доступ на уровне заводского персонала

Доступ на уровне заводского персонала ограничивается заводом-изготовителем. Данный уровень обеспечивает уполномоченных технических специалистов завода-изготовителя доступом к экранам начальных системных настроек. При попытке доступа прочих лиц с уровня доступа заводского персонала все обязательства по гарантии – аннулируются.

5.5. Интерфейс на уровне оператора

5.5.1 Предпусковая очистка

Оператор должен всегда следить за тем, чтобы компрессорная воздушная установка находилась в рабочем состоянии, клапаны были открыты, а чистый сухой воздух – подавался в печь. Оператор также обязан следить за надлежащей настройкой клапанов расхода газа (заводская настройка по умолчанию представлена в руководстве для владельца), обеспечивающих подачу газа в соответствующие выхлопные трубы и зоны печи.

5.5.2 Экран технологического процесса



Переход к экрану технологического процесса производится нажатием на кнопку <u>Process</u> («Технологический процесс»), расположенную внизу экрана. В зависимости от той или иной конфигурации печи, экран технологического процесса будет выглядеть примерно так, как показано на рисунке 5-12.



т исунок 5-12. Окран технологического процесса

Операторы будут иметь возможность запуска и останова работы печи, однако возможность изменения ими настроек с экрана технологического процесса – не предусмотрена.

Процедуры включения / выключения

Сначала убедитесь, что в печь загружен правильный набор параметров, а также что значения уставки в синих полях для каждой из зон – настроены надлежащим образом для соответствия тому технологическому процессу, который планируется выполнять. Проверьте имя набора параметров в области нижнего правого угла экрана. На примере ниже, в качестве имени набора параметров служит имя <u>Default</u> («Имя по умолчанию»). Справочные сведения о том, как выполнять загрузку набора параметров, приведены в разделе 5.5.3, «Сохранение и извлечение из памяти наборов параметров».



Перед переходом к операциям запуска печи нажмите на кнопку <u>Warm Up</u> («Прогрев»), расположенную в поле <u>Process</u> («Технологический процесс») в верхнем правом углу экрана технологического процесса, как показано ниже.



Индикатор слева от кнопки должен начать мигать желтым, с выдачей при этом печью звукового сигнала в виде щелчка. Это является указанием на подключение силового контакта внутри защитного кожуха. Далее начинается процесс прогрева печи, на что указывает поле <u>Process State</u> («Состояние технологического процесса»), расположенное в нижнем левом углу экрана.



Цифры, отображаемые под величинами температуры уставки, служат для указания на состояние электропитания и на температуру печи. Сразу же после стабилизации температуры на отметке, приблизительно соответствующей значениям уставки, загорается поле <u>Process State</u> («Состояние технологического процесса») и окно <u>Process</u> («Технологический процесс»), как показано ниже.



Работа с использованием водорода (опция)

Если печь оборудована для работы с газом H₂, то появляется специальный всплывающий экран с перечнем набора параметров, необходимых для прогрева системы.

5.5.3 Экран набора параметров



Переход к экрану набора параметров производится нажатием на кнопку <u>Recipe</u> («Набор параметров»), расположенную внизу экрана. В зависимости от той или иной конфигурации печи, экран набора параметров будет выглядеть примерно так, как показано на рисунке 5-13.

FurnacePros									
Recipe Editor	Recip	e Name:	LOWTE	MP		[Off Lin	e Edit	Edit PID Settings
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7	Zone 8	Zone 1 Zone 2
SETPOINT	298.00	184.00	167.00	167.00	170.00	160.00	224.00	275.00 °(
GAIN	20.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
INTEGRAL	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	ZONE?
DERIVATIVE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	02 Sampling Port
TOP POWER LIMIT	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	C2 camping rore
BOTTOM POWER LIMIT	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	Get Recipe
HIGH ALARM DEV SETPOINT	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	Get from Disk
HIGH ALERT DEV SETPOINT	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	Get from Furnace
LOW ALERT DEV SETPOINT	-10.00	-10.00	-10.00	-10.00	-10.00	-10.00	-10.00	-10.00	Save Recipe
LOW ALARM DEV SETPOINT	-20.00	-20.00	-20.00	-20.00	-20.00	-20.00	-20.00	-20.00	Save from Editor
Left Edge Heat Power	0.0	0.0	0.0	%	Belt	Speed	14.5 II	PM	Save from Furnace
Right Edge Heat Power	0.0	0.0	0.0	%					Send to Euroace
O2 Alarm Level	75	PPM			Boat	Length	10.0 li	n.	Send from Disk
Atmosphere Purge Time	5	Min.		1 2	3 Water	Temps	15 °C	80 °C	
H2 Gas Filli Time	5		anes Acti	ve 🔘					Send from Editor
		• <u>N2</u>	O H2	OFor	ming R	ecipe in F	urnace:	LOWTEM	2
Process State :	OFF		ALARM	ALE	RT (MAINT		Current	User : TECH/ENGR
Tuesday 06/05/07 15:34:02 Security Process Image: Constraint of the security Image: Constraint of the security									

Рисунок 5-13: Экран набора параметров (доступ на уровне оператора)

Обзор набора параметров

Для запуска термопроцесса оператору требуется загрузить соответствующий набор параметров в программируемый логический контроллер (ПЛК) печи. Набор параметров содержит всю информацию по работе печи с конкретным технологическим процессом или изделием. Компьютер используется для создания, изменения и загрузки того или иного набора параметров в ПЛК. Однако уже после загрузки того или иного набора параметров в печь, компьютер (ПК) затем не играет ключевой роли в работе печи. Независимый ПЛК, установленный внутри печи, будет выполнять инструкции соответствующего набора параметров, запускать тот или иной технологический процесс и обеспечивать его продолжение. Если использование какого-либо параметра, заданного в соответствующем наборе параметров, приводит к созданию предупредительного сигнала, указывающего на наличие условий для останова, то печь произведет останов автоматически. Все предупредительные сообщения передаются в ПК, однако печь не требует наличия ПК для реагирования в виде принятия ответных мер. Как видно на рисунке 5-13, кнопки тех областей экрана, где находятся меню <u>PID tuning</u> («Тонкая настройка ПИД») и <u>Save Recipe</u> («Сохранить набор параметров»), – являются неактивными. Обратите также внимание на панель, расположенную вдоль верхней части окна, где отображается следующее.



Операторы могут использовать экран набора параметров только в режиме "Off Line Edit" («Автономное редактирование»), который не дает пользователю возможности изменять текущие значения уставки рабочей температуры печи.

Сохранение и извлечение из памяти наборов параметров

Наборы параметров допускается хранить на жестком диске компьютера либо на одном из следующих типов переносных носителей: USB-флешка, съемный диск (диск А:), либо компакт-диск (CD).

С правой стороны экрана набора параметров располагаются кнопки для сохранения и извлечения из памяти тех или иных наборов параметров. Для загрузки набора параметров оператор должен знать имя файла для соответствующего набора параметров. Программные наборы параметров перечислены в файле Windows с расширением (*.rcp).

Для просмотра того или иного набора параметров до его загрузки в контроллер ПЛК печи необходимо нажать на кнопку Get from Disk («Извлечь с диска»). При этом появится окно, показанное на рисунке 5-14.

Select Download File	×
File <u>N</u> ame: 	<u>D</u> irectories: c:\rtc
DEFAULT.RCP	OK Cancel
List Files of <u>Type:</u> J.rcp Files (*.rcp)	Network

Рисунок 5-14: Всплывающее окно просмотра MS Windows

Просматривание каталогов осуществляется при помощи стандартных методов Windows, т.е. наведения курсора мыши с последующим нажатием на кнопку.

Выбрав соответствующий набор параметров, его можно просматривать на экране "Recipe" («Набор параметров»).

Для загрузки набора параметров в печь без выполнения предварительного просмотра, нажмите на кнопку <u>Send from Disk</u> («Отправить с диска»). При этом появится то же окно, которое было показано на рисунке 5-14 выше.

Просматривание каталогов осуществляется при помощи стандартных методов Windows, т.е. наведения курсора мыши с последующим нажатием на кнопку.

Будучи выбранным, набор параметров загружается напрямую в контроллер ПЛК печи.

Для проверки того, какой именно набор параметров в данный момент времени загружен в печь, необходимо нажать на кнопку <u>Get from Furnace</u> («Извлечь из печи»). Указанное действие приведет к загрузке текущего набора параметров из памяти печи с его выводом на экран набора параметров для последующего просмотра.

Программное обеспечение

ДЕЙСТВИЕ	ОТ	К
Get Recipe («Извлечь набор параметров») Для загрузки набора параметров в программу-редактор нажмите на: Get from Disk Загрузка набора параметров в программу-редактор из выбранного источника. Выбор предусмотрен между загрузкой со съемного либо с жесткого диска.		Brays Sider / Broke None Statis Of Same Side 20 Sameking Seriel
Get from Furnace Загрузка в программу-редактор того набора параметров, который хранится в настоящий момент в контроллере ПЛК печи.		Программа-редактор для наборов параметров
Save Recipe («Сохранить набор параметров») Для сохранения набора параметров на компьютере: Save from Editor Сохранение в памяти набора параметров, находящегося на экране, в выбранное место назначения: на съемный либо на жесткий диск.	Brodge State 1 Broth Brodge State 1 Of Law State 1 Of Law State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1 Brodge State 1	
Save from Furnace Сохранение в памяти набора параметров, задействованного в настоящее время в контроллере ПЛК печи, на выбранный съемный либо жесткий диск.		Жесткий либо съемный диск
Send to Furnace («Отправить в печь») Для загрузки набора параметров в контроллер печи: Send from Disk Копирование выбранного пользователем набора параметров с жесткого диска либо с переносного носителя напрямую в контроллер ПЛК печи.		
Send from Editor Копирование набора параметров, в текущий момент отображаемого на дисплее в программе-редакторе, в контроллер ПЛК печи.	Proje Bird 1 Projection: Carding Off Line (d) Prove Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Prove Discovered Data 2 Area 3 Area 4 Area 5 Area 4 Prove Discovered Data 2 Area 3 Prove Discov	Контроллер ПЛК печи

Рисунок 5-15: Хранение и извлечение из памяти набора параметров

5.5.4 Экран регистрации



В комплект поставки печи входит регистрационное программное обеспечение. Функция регистрации позволяет пользователю вести подробный учет событий, происходивших с печью. Ниже представлен перечень событий, заносимых в файл "Event" («Событие»).

Элемент регистрации

Вход пользователя в систему Выход пользователя из системы Системная тревога: Системное предупреждение: Система готова к работе Набор параметров загружен:

Подтверждение тревоги / предупреждения: Рабочие операции печи

<u>Прочая информация, фиксируемая наряду с</u> <u>элементом регистрации</u> Идентификатор пользователя Идентификатор пользователя «Описание состояния тревоги» «Описание состояния предупреждения»

«Имя набора параметров» «Идентификатор пользователя»

«Описание операций» (например, изменение скорости движения ленты)

Экран регистрации также позволяет любому оператору просматривать последние 40 элементов журнала регистрации. Переход к экрану регистрации производится нажатием на кнопку Logging («Регистрация»), расположенную внизу экрана. Экран регистрации будет выглядеть примерно так, как показано на рисунке 5-16.

Самое последнее из событий находится в списке вверху данного экрана. Для просмотра дополнительного экрана с отображаемыми на нем зарегистрированными событиями

необходимо нажать на указывающую вниз стрелку <u>NEXT</u> («Далее»). И Цветовое обозначение внизу облегчает процесс распознавания типа события.

5.5.5 Просмотр регистрируемых данных

В те дни, когда печь работает в полном объеме, интерфейс ПК создает два файла и помещает их в каталог <u>C:\FP</u>. Файлы оформляются согласно приведенному ниже формату присвоения имени:

yymmdd.h01

yyddmm.evt

В первый файл, под названием «История», включаются сведения о состоянии печи каждые три секунды. Записываются следующие данные:

- Показания температуры термопар, входные значения ПИД
- Уровни на выходе ПИД как функция полезной мощности
- Состояние технологического процесса, прогрев, готовность технологического процесса, охлаждение, отключение технологического процесса
- Скорость ленты, дюймов в минуту
- Текущий пользователь
- Дата
- Время

Второй файл, под названием «События», служит для записи данных о событиях, происходивших с печью и выводимых для просмотра на экран регистрации.

Recent Events		
Event Time Event		
07/26/2000 12:20:13 Logged On:Engr/Tech 07/26/2000 12:19:52 Log Off: 07/26/2000 11:19:12 System Ready 07/26/2000 11:16:09 Recipe Start:Default 07/26/2000 11:11:56 ALARM-Low Temp Zone 6 07/26/2000 11:11:56 ALARM-Low Temp Zone 5 07/26/2000 11:11:32 Alert-Low Temp Zone 5 07/26/2000 11:11:32 Alert-Low Temp Zone 6 07/26/2000 11:11:24 Alert-Zone 6 Ele 3 B FAIL 07/26/2000 10:48:20 Opr Changed Belt Speed 07/26/2000 10:40:25 Acknowledgement:	₽₽₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩	
07/26/2000 10:38:27 Opr Changed Belt Speed 07/26/2000 10:38:27 Opr Changed Belt Speed 07/26/2000 10:29:40 Opr Changed Belt Speed 07/26/2000 10:19:58 Opr Changed Belt Speed 07/26/2000 10:15:32 Acknowledgement: 07/26/2000 10:16:15 Alert-Edge 1 Ele 1 R FAIL 07/26/2000 10:10:37 Acknowledgement: 07/26/2000 10:10:37 Acknowledgement: 07/26/2000 10:10:30 Alert-Edge 1 Ele 1 R FAIL 07/26/2000 10:10:16 Alert-Zone 6 Ele 3 B FAIL		
Color Legend: Alarm Alert Acknowledgement Message Oth	er	Acknowledge Events
Process State : READY ALARM ALERT MAINT	Curre	nt User: Engr/Tech
Wednesday 07/26/2000 12:30:44 Security Process Recipe Profile Schedule	C • 1aint.	Logging Gas Flow

Рисунок 5-16: Экран регистрации

5.5.6 Редактирование текста

Быстрый просмотр содержимого файла достигается открытием обычного текстового редактора, такого как Microsoft Notepad™.

5.5.7 Импорт в формат Excel

Также предусмотрена возможность удобного импортирования регистрационных файлов в Microsoft $\mathsf{Excel}^{^{\otimes}}$

5.6. Предупреждения

Предупредительные сигналы представляют собой звуковые и визуальные сигналы, сообщающие о достижении печью состояния, при котором требуется вмешательство оператора.

5.6.1 События

В момент, когда раздается аварийный звуковой сигнал, происходят следующие события:

Звуковой сигнал тревоги поступает от панели управления печи.

Поле аварийной сигнализации, расположенное внизу экрана технологического процесса, подсвечивается.

Перемещение курсора мыши через панель, проходящую вдоль нижней части экрана, приводит к ее подсвечиванию красным светом, как показано ниже.



При нажатии на данную панель появляется всплывающее окно <u>Alarm Monitor</u> («Тревожный монитор»), как показано на рисунке 5-17: Всплывающее окно тревожного монитора

👰 Alarm Mo	nitor			
Tim	e Occurred	Active Alarms and Ale	erts	Time Acknowledged
Alarm	Active (Blinking)	Ale	ert	Active (Blinking)

Рисунок 5-17: Всплывающее окно тревожного монитора

Если нажать на данное всплывающее окно, то программное обеспечение печи автоматически отобразит экран регистрации, находящийся за данным всплывающим окном <u>Alarm Monitor</u> («Тревожный монитор»).

Подтверждение событий

Acknowledge Events

Для того, чтобы отключить звуковой сигнал тревоги и подтвердить факт получения предупреждения, необходимо нажать на кнопку <u>Acknowledge Events</u> («Подтвердить события») на экране технологического процесса либо на экране регистрации.

5.7. Прочее опциональное оборудование

5.7.1 Элементный монитор (опция 🗆)

Печи могут снабжаться элементными мониторами, применяемыми для отслеживания отсутствия обрывов в цепи каждой из ламп нагрева. Доступ к данной опции предусмотрен только с экрана техобслуживания, и не предусмотрен на уровне оператора. Более подробные сведения об этом опциональном оборудовании представлены ниже в разделе 7.3.2 на стр. 70.

5.7.2 Система "WINKIC Prophet" (опция 🗆)

"WINKIC prophet" – это система из высокотемпературных термопар, помещенных внутрь кварцевых трубок, которые проходят вдоль нижней части технологической секции. Указанные термопары предоставляют инженеру или оператору возможность непрерывного контроля нескольких точек температурного профиля в любое время.

5.7.3 Экранное профилирование WINKIC (опция 🗆)

Экранное профилирование является полезной функцией, позволяющей пользователю наблюдать за температурным профилем термопары по мере ее прохождения через печь.

При включении данного опционального оборудования в состав печи, у входа в технологическую секцию образуется шесть гнездовых разъемов для термопар, как показано ниже на рисунке 5-18.



Рисунок 5-18: Интерфейс термопар

Отдельное руководство по экранному профилированию поставляется в комплекте с соответствующей интерфейсной платой WINKIC и программным обеспечением. Компания FurnacePros производит первичную настройку программного обеспечения для его соответствия технологической секции каждой из печей.

5.7.4 Отслеживание изделий (опция 🗆)

Целью датчика наличия изделий, а также функции экранного отслеживания, является подсчет количества единиц продукции, проходящей через печь. Комплект датчиков на входе и выходе распознает переднюю кромку той или иной единицы продукции, покидающей станцию загрузки, либо прибывающей на станцию разгрузки. Функция отслеживания инициирует выдачу сигнала тревоги, если датчик на выходе не смог обнаружить прибытие ожидаемой единицы продукции на станцию разгрузки.

Для запуска операции подсчета необходимо активировать одну или более полос слежения нажатием на кнопку (-и) соответствующей полосы (-й) в верхнем левом углу технологического экрана.

S610 Controlled Atmosphere Infrared	Furnace	Process Warm Up Process Ready Cool Down Process Of
Zones 1 2 3 4 5 Setpoint 500.0°C 500.0°C <th>6 00.0°C 22.4°C 0.0 % 0.0 %</th> <th>S610 S/N: F/O Voltage: 480vac 60hz Version: O.P2.E1.051500 Recipe Default</th>	6 00.0°C 22.4°C 0.0 % 0.0 %	S610 S/N: F/O Voltage: 480vac 60hz Version: O.P2.E1.051500 Recipe Default
Left Power 0.0 % Right Power 0.0 % Belt Speed 0.0 cm/min 0 0.0 %	Cabinet Temp. 23°C	Acknowledge Events
Process State : OFF ALARM ALERT Tuesday 06/05/07 11:18:45 Security Process Filler But Recipe	Curre Cipe tton Schedule Maint	Logging Gas Flow

Рисунок 5-19: Экран технологического процесса с подсвеченной кнопкой полосы, кнопкой просмотра и кнопкой набора параметров

Длина единицы продукции подлежит выставлению на экране набора параметров.

Программное обеспечение



Для этого, находясь на экране набора параметров, дважды нажмите на поле, расположенное рядом с надписью <u>Product Length (</u>«Длина изделия») (см. рисунок 5-20).

Рисунок 5-20: Экран набора параметров с подсвеченным полем для ввода длины изделия

Появится всплывающее окно с надписью <u>Send Value</u> («Отправить значение»), как показано на рисунке 5-21. Необходимо задать длину единицы продукции в окне длины изделия, после чего нажать на **ОК**.

Send Value	
	Enter Product Length
5.5	min: 0 max: 100
OK	Cancel

Рисунок 5-21: Окно отправки значения

5.7.5 Просмотр окна отслеживания изделий



Для просмотра окна отслеживания изделий необходимо вернуться к экрану набора параметров, который показан на рисунке 5-19 выше, а затем нажать на кнопку <u>View</u> («Просмотр»). На рисунке 5-22 показано окно отслеживания изделий, обозначаемое надписью <u>Product</u> («Изделие»). Прямоугольники, которые служат условными изображениями единиц продукции определенной длины, будут двигаться через экран, имитируя заданную скорость движения конвейерной ленты. Количество единиц продукции, поступивших в печь, появится затем в колонке <u>ENTR</u> («На входе»). Количество единиц продукции, обработанных в печи, появится затем в колонке <u>EXIT</u> («На выходе»). Количество все еще находящихся в ходе технологического процесса единиц продукции появится затем в колонке <u>INSIDE</u> («Внутри»). Для обнуления счетчика нажмите на кнопку <u>Clear Product Counts</u> («Обнулить счетчик изделий»).



Рисунок 5-22: Окно отслеживания изделий с подсвеченной кнопкой <u>Clear Product Counts</u> («Обнуление счетчика изделий»)

глава 6 6 Контроллер

6.1. Концептуальный обзор

Промышленный контроллер устанавливается для организации сигналов на всем протяжении печи и для передачи информации в интерфейс ПК. Контроллер служит центром связи в отношении всех операций, выполняемых печью. Аналоговые и цифровые реле обеспечивают поступление информации от датчиков и информации в порядке обратной связи через модули ввода / вывода в контроллер, который затем регулирует мощность, изменяет настройки и выдает звуковые сигналы тревоги.

Рисунок 6-1: Обзор контроллера



6.2. Терминология

6.2.1 ПЛК

Контроллер печи представляет собой программируемый логический контроллер промышленного типа, или ПЛК. Логическая схема программного обеспечения, применяемая контроллером, загружается с ПК в память контроллера. ПЛК получает данные от печи, отправляет информацию в ПК и осуществляет управление печью. Термопарные и газовые датчики являются основными устройствами ввода данных в ПЛК. ПЛК управляет электропитанием ламп нагрева и электромагнитных газовых клапанов. В случае поступления сигнала тревоги контроллер осуществляет автоматический останов печи на основании запрограммированных пользователем значений уставок.



Промышленный ПЛК

6.3. Поток данных Показания температуры Обратный ток от ламп нагрева ightarrowНабор параметров ightarrow— Данные -- Данные ввода/вывода – — Предупреждение о неисправности лампы нагрева I Ο Плавкий предохранитель КТУ + Перем. ток Цифровые модули 0 0 ПЛК нитель 0 0 Аналоговые модули Сигнал управления КТУ ightarrowЭлементный монитор

6.4. Компоненты ПЛК

6.4.1 ЦП ПЛК

ЦП представляет собой быстродействующий процессор, используемый для дистанционного управления модулями аналогового и цифрового ввода/вывода. ЦП подключается к контроллеру через последовательный канал RS-485. В функции ЦП входит управление контуром ПИД, фиксация, подсчет, суммирование, линеаризация термопар, а также генерация волн.

ЦП монтируется на стойке с модулями аналогового, цифрового и последовательного ввода/вывода, количество которых составляет 8 – 16 штук.

6.4.2 Источник электропитания ПЛК

Источник электропитания (120 В перем. тока) способен обеспечить подачу питания 5 В пост. тока при нагрузках до 4 ампер. Этот компактный и крепкий источник питания включает в свой состав встроенный плавкий предохранитель, светодиодный индикатор состояния, а также переключатель электропитания ВКЛ. / ВЫКЛ. для облегчения эксплуатации.

SNAP-PS5 обеспечивает подачу электропитания 5 В пост. тока к стойке SNAP PAC с процессором ввода/вывода и модулями ввода/вывода, которые смонтированы на указанной стойке.

6.4.3 Связь с ПЛК

LCM4 является мощным промышленным контроллером, обеспечивающим управление в режиме реального времени и связь с системами ввода / вывода, устройствами последовательной обработки данных, контроллерами движения, а также сетями.

6.4.4 Интерфейс Ethernet

Ethernet-модуль обеспечивает контроллер LCM4 интерфейсом Ethernet. Подключение организуется через канал 10Base-T либо 100Base-TX, а для всех транзакций между компьютером печи и контроллером ПЛК применяется стандартный транспортный протокол TCP/IP.



ЦП ПЛК 322-094410-01



Источник электропитания ПЛК 322-094408-01



Контроллер LCM4 322-092246-03



Ethernet-модуль 322-092246-04

6.4.5 Входы / выходы ПЛК

Устройства печи обмениваются аналоговыми и цифровыми сигналами с модулями ввода и вывода контроллера ПЛК. Модули ввода данных получают данные о состоянии печи от датчиков. Контроллер посылает сигналы в печь через модули вывода данных для управления работой печи и для выдачи звуковых и визуальных сигналов тревоги.

Аналоговый ввод данных

Специальным образом откалиброванные модули ввода аналоговых сигналов принимают аналоговые входные сигналы температуры от термопар типа К, смонтированных в камерах и шкафе печи.

Аналоговый вывод данных

Модули вывода аналоговых сигналов обеспечивают подачу аналоговых сигналов напряжения для управления электропитанием, подаваемым к нагревательным элементам, к боковым нагревателям (если таковые включены в комплект поставки), а также к приводному электродвигателю конвейерной ленты.

Цифровой ввод данных

Модули ввода цифровых сигналов оборудованы четырьмя каналами для высокоскоростного ввода цифровых данных. Каждый канал распознает состояние вкл. / выкл. напряжения постоянного тока от источников, отслеживая, к примеру, неисправность транспортера при движении или обратную связь в отношении скорости конвейерной ленты. Каждый модуль снабжен съемными, монтируемыми сверху разъемами для удобства доступа к временной электропроводке, а также светодиодами, индивидуальными для каждого из каналов, которые служат для облегчения поиска и устранения неисправностей.

Цифровой вывод данных – перем. ток

Четыре канала для вывода цифровых сигналов 12–250 В перем. тока отходят от каждого модуля вывода цифровых сигналов, при этом каждый из каналов обеспечивает переключение автономной нагрузки переменного тока, включая маячковые лампы. На выходах переменного тока используется схема включения нулевого напряжения и выключения нулевого тока для обеспечения устойчивости переключения. Данный модуль снабжен съемными, монтируемыми сверху разъемами для удобства доступа к временной электропроводке, а также светодиодами, индивидуальными для каждого из каналов, которые служат для поиска и устранения неисправностей.

Цифровой вывод данных – пост. ток

Четыре изолированных канала для вывода цифровых сигналов 5– 60 В пост. тока отходят от модулей вывода цифровых сигналов, при этом каждый из каналов обеспечивает переключение автономной нагрузки постоянного тока, например, звуковой сирены. Каждый модуль снабжен переключателями с автоматическим / ручным включением / выключением, которые блокируют выход и являются идеальными для тестирования электропроводки периферийных устройств.



Модуль аналогового ввода для термопары, инв. № 322-094405-



Модуль аналогового вывода, инв. № 322-094402-01



Модуль цифрового ввода, инв. № 322-094406-01



Модуль цифрового вывода перем. тока, инв. № 322-094401-01



Модуль цифрового вывода пост. тока, инв. № 322-094412-01

6.4.6 Назначение каналов

Типичная схема назначения каналов, оформляемая в виде перечня, показана на рисунке 6-4, «Типичная схема назначения каналов – операционная среда Windows». В перечне указывается назначение, номер канала и функция входов / выходов ПЛК. Настройки оборудования на момент его поставки представлены в разделе чертежей, который имеется в руководстве для владельца.

	FURNACEPRO DIV LOCHABER CORNW	Furnace Channel Assignments				
	LAYOUT				Customer:	**Customer**
Addr	Power Supply	322-092210-01	Addr	Controller	322-092246-01	Factory Order: 326xx
21	Analog1	322-092212-01		Analog1_Expansion	322-092226-01	Date: DD-Mmm-YY
22	Analog2	322-092212-01	1	Digital1	322-092213-01	Model Number: XX
32	EleMon1 01 TO 16	322-092226-02	33	EleMon2 17 TO 32	322-092226-02	Serial Number: **
		322-092246-02				Power: 480vac, 60hz
Chn	Signal	Part Number		Module Description	Model Number	Signal Description
	Analog1					
0	TEMPERATURE_ZONE_1_K	322-0922	204-01	Type K analog input	G4AD8-K	KA103 Thermocouple Inputs TC1
1	TEMPERATURE_ZONE_2_K	322-0922	204-01	Type K analog input	G4AD8-K	KA203 Thermocouple Inputs TC2
2	TEMPERATURE_ZONE_3_K	322-0922	204-01	Type K analog input	G4AD8-K	KA303 Thermocouple Inputs TC3
3	TEMPERATURE_ZONE_4_K	322-0922	204-01	Type K analog input	G4AD8-K	KA403 Thermocouple Inputs TC4
4	TEMPERATURE_ZONE_5_K	322-0922	204-01	Type K analog input	G4AD8-K	KA503 Thermocouple Inputs TC5
5	TEMPERATURE_ZONE_6_K	322-0922	204-01	Type K analog input	G4AD8-K	KA603 Thermocouple Inputs TC6
6	ZONE_1_TOP	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA100 Top SCR Signal Control
7	ZONE_1_BOTTOM	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA101 Bot SCR Signal Control
8	ZONE_2_TOP	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA200 Top SCR Signal Control
9	ZONE_2_BOTTOM	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA201 Bot SCR Signal Control
10	ZONE_3_TOP	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA300 Top SCR Signal Control
11	ZONE_3_BOTTOM	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA301 Bot SCR Signal Control
12	ZONE_4_TOP	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA400 Top SCR Signal Control
13	ZONE_4_BOTTOM	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA401 Bot SCR Signal Control
14	ZONE_5_TOP	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA500 Top SCR Signal Control
15	ZONE_5_BOTTOM	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA501 Bot SCR Signal Control
r	Analog2	1			1	
0	ZONE_6_TOP	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA600 Top SCR Signal Control
1	ZONE_6_BOTTOM	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA601 Bot SCR Signal Control
2	RIGHT_EDGE_HEAT1	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA111 Edge Heat 1 Left SCR Signal Control
3	LEFT_EDGE_HEAT1	322-0922	201-01	Analog dc out 0-5v	G4AD4	KA112 Edge Heat 1 Right SCR Signal Control
4	BELT_SPEED_OUTPUT	322-0922	203-01	Analog Out 0-10vdc	G4AD5	KA2 Motor Speed Control Signal
5		322-0922	204-01	Type K analog input	G4AD8-K	KA1703 Cabinet Temperature input
6-15	Not Used					
0		222.002	00.01	Disital AC Out 12 110 as	CADACENIA	KA Delay Dewar OFF Def: 002 101770
1		322-092	200-01	Digital AC Out 12-140vac	G40AC5MA	K4 Delay Power OFF, Rel. 802-101770
1		322-092	200-01	Digital AC Out 12-140vac	G4UAC5IMA	K7 Process Power Oil, Rel. 802-101770
2	TRANSPORT MOTION FALLET	322-092	207-01	Digital In 2.5-16v	G41IDC5K	K11 Hansport Motor Tach Feedback, Rel. 802-101771
3 4	ALARM HORN	322-0922	207-01	Digital In 2.5-10V	G40DC5MA	K14 Alarm Horn Ref: 802-101772
5	PRES SW N2 MANIFOLD	322-0922	202-01	Digital input 2.5-28v	G41DC5D	K? N2 pres. Sensors
6	ENTRANCE SENSOR MIDDLE	322-0922	202-01	Digital input 2.5-28v	G41DC5D	K81 SMEMA Center Sensor Int. Ref: 802-101777
7	EXIT SENSOR MIDDLE	322-0922	202-01	Digital input 2.5-28v	G41DC5D	K84 SMEMA Center Sensor Exit Ref: 802-101777
8	FlowSwitchN2	322-0922	202-01	Digital input 2.5-28v	G41DC5D	N2 Flow Sensor
9	PrePurgeProcess	322-0922	227-01	Digital DC Out 5-60vdc	G40DC5MA	N2 Pre-Purge Process Active
10	DiffusionInterlockSwitch	322-0922	202-01	Digital input 2.5-28v	G41DC5D	Diffusion Interlock Input
11	OzoneFailSafeSwitch	322-0922	202-01	Digital input 2.5-28v	G41DC5D	Ozone Fail Input
12-15	Not Used	322-0922	227-01	Digital DC Out 5-60vdc	G40DC5MA	Spare Output
	EleMon1_01_TO_16					
0	EM01	322-0922	207-02	10-32 vac/vdc digital input	Snap-IDC5	- Input 1 of 4, Elem. Mon Z1-1-T
1	EM02	322-0922	207-02	10-32 vac/vdc digital input	Snap-IDC5	Input 2 of 4, Elem. Mon Z1-2-T
2	EM03	322-0922	207-02	10-32 vac/vdc digital input	Snap-IDC5	Input 3 of 4, Elem. Mon Z1-1-B
3	EM04	322-0922	207-02	10-32 vac/vdc digital input	Snap-IDC5	- Input 4 of 4, Elem. Mon Z1-2-B

Рисунок 6-4 Типичная схема назначения каналов – операционная среда Windows

Глава 6

Для заметок:

7 Техническое обслуживание

7.1. Обзор экрана техобслуживания

Чтобы иметь возможность использовать данный экран, требуется выполнение входа в систему на уровне 2, инженер / технический специалист. Нажмите на кнопку экрана техобслуживания: На экране техобслуживания при этом появится перечень изделий, нуждающихся в обслуживании с регулярными интервалами.

ltem	Last	# Days	Remaining Time		All Completed	
Inspection/Clean - Exhaust Stack	07/14/2000	90			Completed	Drouonting
Inspection/Clean - Drip Trays		90			Completed	Preventive
Inspection - Belt tracking		90			Completed	Maintenance
Operation Verification - Exhaust		90			Completed	
Grease - Chain/Gear Box		90			Completed	
Calibration - SCRs	07/14/2000	180			Completed	Save to C:
Calibration - Belt Speed	07/14/2000	180			Completed	
Clean - Transport Motion Sensor	07/14/2000	180			Completed	
Inspect/Clean - PC Keyboard Trac	07/14/2000	180			Completed	
Inspection - O2 Sensor Electroly		90			Completed	
Factory Defined		0			Completed	
Factory Defined		0			Completed	
Factory Defined		0			Completed	
Factory Defined		0			Completed	
Factory Defined		0			Completed	
Factory Defined		0			Completed	Alarm Disable
Customer Defined		0			Completed	
Customer Defined		0		Γ	Completed	Factory Setur
Customer Defined		0			Completed	
Customer Defined		0		Г	Completed	
Customer Defined		0			Completed	
Customer Defined		0			Completed	
Customer Defined		0			Completed	Calibrata
Customer Defined		0		Γ	Completed	Calibrate
Customer Defined		0			Completed	
Customer Defined		0			Completed	Element Monit
Customer Defined		0			Completed	<u> </u>
Customer Defined		0			Completed	
						1
(AL	ARM	ERT	MAINT		ACK ALMS	User : Enginee
hursday 2/13/2007 Security Pro	Cess Re	cipe	Profile Schedu	le	Maint.	Logging Gas F

Рисунок 7-1 Экран техобслуживания

Нажатием на кнопку <u>Completed</u> («Завершено») обеспечивается последующее заполнение колонки "Remaining Time" («Время до завершения»), относящейся к тому или иному элементу техобслуживания. Прямоугольник зеленого цвета уменьшается в размере по мере приближения ко моменту времени, когда требуется выполнение очередного планового техобслуживания. При наступлении того дня, когда необходимо проведение техобслуживания, колонка "# days" («Кол-во дней») подсвечивается желтым.

Примечание: Время между запроектированными операциями техобслуживания рассчитано, исходя из продолжительности эксплуатации в размере 40 часов в неделю; если же печь используется на протяжении большего количества часов в неделю, то, в некоторых случаях, для тех элементов техобслуживания, выполнение которых было запланировано на регулярной основе, может потребоваться более частое их выполнение.



Глава 7

7.2. Элементы техобслуживания, задаваемые пользователем

Нижние двенадцать строк в окне <u>Schedule Maintenance</u> («Плановое техобслуживание») зарезервированы для внесения задаваемых пользователем требований к техобслуживанию.

Чтобы ввести описание в поле <u>Item</u> («Элемент»), нажмите на нужную строку в одноименной колонке. При этом появится диалоговое окно, показанное на рисунке 7-2.

Send String		
	Item Description	
ОК	Cancel	

Рисунок 7-2 Выбираемое пользователем описание техобслуживания

Введите описание нового элемента техобслуживания.

Для ввода частоты техобслуживания для нового элемента, необходимо справа от поля техобслуживания с только что добавленным описанием нажать на поле редактируемого элемента техобслуживания, которое отмечено подзаголовком "<u>#days</u>" («Кол-во дней»). При этом появится диалоговое окно, показанное ниже на рисунке 7-3.

Send Value		
		Maintenance Frequency in Days
	Γ	min: 0 max: 365
		OK Cancel

Рисунок 7-3: Диалоговое окно частоты техобслуживания

Введите требуемую частоту техобслуживания в днях.

Программное обеспечение печи приступит к обратному отсчету количества дней, оставшихся до момента, когда необходимо будет приступить к проведению техобслуживания.
7.3. Калибровка печи

Для доступа к экрану калибровки перейдите к экрану Maintenance («Техобслуживание»).

Maint.

Нажмите на кнопку Calibrate («Калибровка»), как показано ниже.



При этом появится следующее всплывающее окно.

SCR CALIBRA	TION	
Set 50% Output Edge T B L R Zone 1 Image: Colspan="2">Image: Colspan="2">Edge Zone 1 Image: Colspan="2">Image: Colspan="2">Edge Zone 2 Image: Colspan="2">Image: Colspan="2">Image: Colspan="2">Edge Zone 2 Image: Colspan="2">Image: Colspan="2">Image: Colspan="2">Image: Colspan="2">Colspan="2">Colspan="2">Image: Colspan="2">Colspan="2">Image: Colspan="2">Colspan="2">Colspan="2">Colspan="2">Image: Colspan="2">Colspan="2"Colspan="2	<u>t</u>	Calibrate Zero Start Stop ON % = 1.0 Transport Belt 1 Calibration 0.00 Set 50% Output to Calibrate
Lamp Power Soft Start Rat	te 2.0 %/Sec	Exit

Рисунок 7-4: Всплывающее окно калибровки

7.3.1 Калибровка КТУ

Калибровка КТУ является важным элементом поддержания постоянства профилей термопроцесса. Для завершения калибровки каждому КТУ необходима регулировка собственного НУЛЕВОГО и АМПЛИТУДНОГО подстроечных потенциометров. Такие регуляторы, как НУЛЕВОЙ и АМПЛИТУДНЫЙ, предоставляют пользователю возможность калибровки каждого из выходов КТУ для их соответствия технологическим сигналам управления, которые поступают от соответствующего модуля вывода аналоговых сигналов ПЛК. По причине определенного взаимодействия между НУЛЕВЫМ и АМПЛИТУДНЫМ регуляторами может возникать необходимость в неоднократном повторении указанных регулировочных операций.

Необходимые инструменты: Выверенный вольтметр для среднеквадратичных значений или амплитудный вольтметр

Шаг 1: ОБНУЛЕНИЕ КТУ

С находящегося на экране всплывающего окна калибровки КТУ:

- а. Перейдите к полю Calibrate Zero («Калибровка нуля»).
- б. Выставите значение в поле <u>ON %</u> («ВКЛ. %») на величину 1.0.
- в. Нажмите на кнопку запуска.



ОПАСНО! В текущий момент в КТУ присутствует высокое напряжение!

- г. Необходимо подойти к боковой панели шкафа печи и начать с одного из КТУ. Рекомендуется выполнять регулировку по упорядоченной схеме, чтобы в итоге были отрегулированы все КТУ.
- д. д) Определите командный индикатор зеленый светодиодный индикатор, который расположен между НУЛЕВЫМ и АМПЛИТУДНЫМ подстроечными потенциометрами на модуле КТУ. Интенсивность свечения указанного светодиодного индикатора варьируется в зависимости от мощности на выходе аппарата. Правильная величина настройки НУЛЕВОГО подстроечного потенциометра находится в точке, где работа светодиодного индикатора циклически чередуется между состоянием отсутствия свечения и состоянием частичного свечения.

Если светодиодный индикатор горит:

Поворачивайте винт НУЛЕВОГО подстроечного потенциометра до тех пор, пока светодиодный индикатор не погаснет. Прекратите дальнейший поворот винта. Перейдите к следующему КТУ.

Если светодиодный индикатор не горит при первом его осмотре:

Поворачивайте винт НУЛЕВОГО подстроечного потенциометра до тех пор, пока светодиодный индикатор не загорится, а затем поворачивайте винт в противоположном направлении до тех пор, пока данный светодиодный индикатор не погаснет. Перейдите к следующему КТУ.

Если светодиодный индикатор не загорается ни при каких условиях:

Попытайтесь выставить значение в поле **On** % (ВКЛ. %), расположенное в поле **Calibrate Zero** («Калибровка нуля»), на величину в диапазоне между 0.5 и 2.0, а затем вернитесь к указанной выше операции д). Если после этого КТУ все еще не калибруется, то, возможно, данный КТУ – поврежден. В этом случае для получения дополнительной поддержки следует обратиться в Отдел технической поддержки компании FurnacePros.

- е. Повторите указанный порядок действий для всех КТУ.
- ж. После завершения всех регулировочных операций с участием НУЛЕВОГО подстроечного потенциометра для всех КТУ, нажмите на кнопку <u>Stop</u> («Стоп») в поле <u>Calibrate Zero</u> («Калибровка нуля»),находящемся во всплывающем окне калибровки. Тем самым производится снятие высокого напряжения в КТУ.



R CALIBRATIO

Шаг 2: Регулировка АМПЛИТУДЫ

Модулями вывода аналоговых сигналов ПЛК подается сигнал постоянного тока в диапазоне 0–5 В пост. тока либо 0–10 В пост. тока на командный вход каждого модуля КТУ. Среднеквадратичное напряжение, подаваемое к лампам с выхода КТУ, изменяется линейно после поступления с аналогового выхода указанного командного сигнала постоянного тока.

Расчет комплексного среднеквадратичного напряжения производится путем умножения максимального напряжения либо напряжения питания на величину 0,707.

Показания ср. квадр. вольтметра = (Макс. напряжение) х 0,707

Пример:

В ср. квадр. ≈ 240 В перем. тока *x* 0,707 *В ср. квадр.* ≈ 380 В перем. тока *x* 0,707 *В ср. квадр.* ≈ 480 В перем. тока *x* 0,707 *В ср. квадр.* ≈ 550 В перем. тока *x* 0,707



ОПАСНО! В текущий момент в КТУ присутствует высокое напряжение!

Помните: данное среднеквадратичное значение является искомым для настройки АМПЛИТУДЫ в каждом из КТУ.

 в окне калибровки КТУ, в поле <u>Set 50% Output</u> («Настройка 50% вых. мощности»), необходимо выставить галочку в соответствующем поле для первого КТУ ("Zone 1 - "T"). Ниже приведены примеры для иллюстрации того, как работает система ссылок, относящаяся к КТУ:

"Zone 1" («Зона 1»), колонка "Т" – КТУ, управляющий верхними лампами в зоне 1

"Zone 1" («Зона 1»), колонка "В" – КТУ, управляющий нижними лампами в зоне 1

"Edge" («Край»), строка 1, колонка "L" – КТУ, управляющий первым боковым нагревателем, который расположен на левой стороне печи (в направлении входа в печь).

"Edge" («Край»), строка 2, колонка "R" – КТУ, управляющий вторым боковым нагревателем, который расположен на правой стороне печи (в направлении входа в печь).

- б. Найдите выбранный КТУ в шкафе с электроникой и подсоедините выверенный вольтметр для измерения среднеквадратичных значений или амплитудный вольтметр параллельно нагрузке.
- в. Выполняйте регулировку посредством регулировочного винта АМПЛИТУДНОГО подстроечного потенциометра до тех пор, пока измерительный прибор не покажет нужное искомое среднеквадратичное значение (не забывая при этом, что цель состоит в регулировке среднеквадратичного – не амплитудного! – значения, даже в случае использования амплитудного вольтметра). Регулировка по часовой стрелке приводит к увеличению выходной мощности, против часовой – к ее уменьшению.
- г. Повторите указанную процедуру для всех КТУ, выбирая КТУ по одному, согласно указаниям приведенного выше пункта а).
- д. На протяжении указанного процесса в лампы подается электропитание 50% от номинального. По причине возможного перегрева, подача электропитания к лампам прекращается спустя две минуты. Обратите внимание, что пока ПЛК применяет командный сигнал подачи электропитания в размере 50% от номинального к лампам, следует проводить настройку АМПЛИТУДЫ на полное среднеквадратичное искомое значение.

Глава 7



Рисунок 7-5: Схема калибровки КТУ и детальное изображение КТУ

Калибровка скорости ленты

Необходимые инструменты: Измерительная лента и секундомер

- Установите небольшой ориентир, например, маленький кусочек проволоки, на ленту по всей ее ширине у того конца печи, где находится вход в нее.
- Аккуратно измерьте расстояние на конвейерной ленте от ориентира до какой-либо точки на разгрузочном лотке ленты.

В Нанесите отметку на разгрузочный лоток ленты при помощи карандаша или фломастера.



Введите данное значение в диалоговое окно <u>Transport Belt Calibration</u> («Калибровка транспортерной ленты»).

Нажмите на кнопку <u>Done</u> («Готово»).

7.3.2 Экран элементного монитора (опция 🗆)

Экран элементного монитора служит для возможности отклика пользователя при работе опционального элементного монитора. Перечень будет содержать ссылку на ту зону, где находится вышедший из строя элемент.

Адрес элемента, отображаемый под заголовком <u>Addr</u> («Адрес»), содержит ссылку на тот модуль ввода/вывода контроллера, который производит проверку данной цепи.

First Bard Second Bard $\frac{1}{2}$ Description Status $\frac{1}{2}$ </th <th>First Bach Second Bach 1 Jone 1 He 1 1 Kie 1 Some 1 He 1 Some 1 Kie 1 Some 1 He 1 Some 1 Kie Some 1 S</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Fu</th> <th>mace</th> <th>Ele</th> <th>mer</th> <th>nt M</th> <th>onito</th> <th>r</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th>	First Bach Second Bach 1 Jone 1 He 1 1 Kie 1 Some 1 He 1 Some 1 Kie 1 Some 1 He 1 Some 1 Kie Some 1 S						Fu	mace	Ele	mer	nt M	onito	r					
Add Description Status 0-1 Zone 1 Ele 1 T OK 0-1 Zone 3 Ele 5 T OK 0-3 Zone 1 Ele 3 T OK 0-2 Zone 3 Ele 5 T OK 0-3 Zone 1 Ele 3 T OK 0-3 Zone 3 Ele 7 T OK 0-4 Zone 1 Ele 4 T OK 0-4 Zone 3 Ele 8 T OK 1-1 Zone 1 Ele 5 T OK 1-2 Zone 3 Ele 8 D OK 1-2 Zone 1 Ele 1 B OK 1-2 Zone 3 Ele 3 D OK 1-3 Zone 1 Ele 1 B OK 1-2 Zone 3 Ele 4 B OK 2-2 Zone 1 Ele 3 D OK 2-2 Zone 3 Ele 4 B OK 2-2 Zone 1 Ele 4 B OK 2-2 Zone 3 Ele 6 B OK 2-4 Zone 2 Ele 1 T OK 3-1 Zone 4 Ele	Adda Description Status 0-1 Zone 1 Ele 1 OK 0-2 Zone 1 Ele 1 OK O-2 0-3 Zone 1 Ele 1 OK O-2 0-3 Zone 1 Ele 1 OK O-2 0-4 Zone 1 Ele 1 OK O-2 0-4 Zone 1 Ele 1 OK O-4 1-1 Zone 1 Ele 1 OK O-4 1-2 Zone 1 Ele 1 OK 1-4 Zone 1-3 Zone 1 Ele 1 OK 1-4 D OK 1-3 Zone 1 Ele S OK 2-3 Do I Ele I 2-1 Zone 1 Ele S OK 2-3 Zone I Ele I I I I I I I I I I<		Fi	irst	Board			s	econ	d Bo	ard							
0-1 Zone 1 Ele 1 T OK 0-1 Zone 3 Ele 5 T OK 0-2 Zone 1 Ele 2 T OK 0-2 Zone 3 Ele 6 T OK 0-4 Zone 1 Ele 3 T OK 0-4 Zone 3 Ele 7 T OK 0-4 Zone 1 Ele 4 T OK 0-4 Zone 3 Ele 7 T OK 1-1 Zone 1 Ele 5 T OK 1-2 Zone 3 Ele 7 T OK 1-2 Zone 1 Ele 6 T OK 1-2 Zone 3 Ele 8 T OK 1-2 Zone 1 Ele 6 T OK 1-2 Zone 3 Ele 8 D OK 1-2 Zone 1 Ele 6 T OK 1-2 Zone 3 Ele 8 D OK 1-4 Zone 1 Ele 6 T OK 1-2 Zone 3 Ele 8 D OK 1-4 Zone 1 Ele 6 B OK 1-3 Zone 3 Ele 6 B OK 2-2 Zone 1 Ele 6 B OK 2-3 Zone 3 Ele 6 B OK 2-3 Zone 1 Ele 6 B OK 2-3 Zone 3 Ele 6 B OK 2-4 Zone 1 Ele 6 B OK 2-3 Zone 3 Ele 7 D OK 3-1 Zone 2 Ele 1 T OK 3-1 Zone 4 Ele 1 T OK 3-2 Zone 2 Ele 2 T OK 3-2 Zone 4 Ele 2 T OK 3-3 Zone 2 Ele 1 T OK 3-3 Zone 4 Ele 7 D OK 3-4 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 4 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 4 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 4 Ele 6 D OK 3-3 Zone 2 Ele 6 T OK 4-1 Zone 4 Ele 6 T OK 4-2 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 4 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-3 Zone 4 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-3 Zone 4 Ele 6 D OK 5-1 Zone 2 Ele 7 OK 4-3 Zone 4 Ele 6 D OK 5-1 Zone 2 Ele 7 OK 4-3 Zone 4 Ele 6 D OK 5-2 Zone 2 Ele 7 OK 4-3 Zone 4 Ele 6 D OK 5-3 Zone 2 Ele 7 OK 4-3 Zone 4 Ele 6 D OK 5-4 Zone 2 Ele 7 OK 5-4 Zone 4 Ele 6 D OK 5-2 Zone 2 Ele 7 OK 5-4 Zone 4 Ele 7 OK 5-3 Zone 2 Ele 7 OK 5-4 Zone 4 Ele 7 OK 5-4 Zone 2 Ele 7 OK 5-4 Zone 4 Ele 7 OK 5-3 Zone 2 Ele 7 OK 5-4 Zone 4 Ele 7 OK 5-4 Zone 2 Ele 8 D OK 5-3 Zone 4 Ele 7 OK 5-4 Zone 2 Ele 8 D OK 5-3 Zone 4 Ele 7 OK 5-3 Zone 2 Ele 7 OK 5-4 Zone 4 Ele 7 OK 5-4 Zone 2 Ele 8 D OK 5-4 Zone 4 Ele 7 D OK 5-3 Zone 2 Ele 7 OK 6-4 Ele 7 OK 6-4 Zone 2 Ele 8 D OK 5-4 Zone 4 Ele 7 D OK 7-4 Zone 3 Ele 1 T OK 7-3 Zone 3 Ele 4 T OK 7-4 Zone 3 El	0-1 Zone 1 Ele 1 T OK 0-1 Zone 3 Ele 5 T OK 0-2 Zone 1 Ele 2 T OK 0-2 Zone 3 Ele 5 T OK 0-3 Zone 1 Ele 4 T OK 0-3 Zone 3 Ele 7 T OK 0-4 Zone 1 Ele 4 T OK 0-4 Zone 3 Ele 7 T OK 0-4 Zone 1 Ele 4 T OK 0-4 Zone 3 Ele 7 T OK 1-1 Zone 1 Ele 5 T OK 1-1 Zone 3 Ele 8 T OK 1-2 Zone 1 Ele 6 T OK 1-2 Zone 3 Ele 9 T OK 1-2 Zone 1 Ele 6 T OK 1-2 Zone 3 Ele 9 D OK 1-4 Zone 1 Ele 7 OK 1-4 Zone 3 Ele 9 D OK 1-4 Zone 1 Ele 7 OK 1-4 Zone 3 Ele 9 D OK 1-4 Zone 1 Ele 7 OK 1-4 Zone 3 Ele 9 D OK 2-2 Zone 1 Ele 7 OK 1-4 Zone 3 Ele 9 D OK 2-3 Zone 1 Ele 6 B OK 2-4 Zone 3 Ele 9 D OK 2-4 Zone 1 Ele 6 B OK 2-4 Zone 3 Ele 9 D OK 2-3 Zone 1 Ele 6 B OK 2-4 Zone 3 Ele 8 D OK 2-4 Zone 2 Ele 1 T OK 3-1 Zone 4 Ele 1 T OK 3-2 Zone 2 Ele 1 T OK 3-3 Zone 4 Ele 2 T OK 3-3 Zone 2 Ele 3 T OK 3-3 Zone 4 Ele 5 T OK 4-1 Zone 2 Ele 4 T OK 3-4 Zone 4 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-4 Zone 4 Ele 5 T OK 4-3 Zone 2 Ele 6 T OK 4-4 Zone 4 Ele 5 T OK 4-4 Zone 2 Ele 8 T OK 3-5 Zone 4 Ele 5 T OK 4-4 Zone 2 Ele 8 T OK 4-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-3 Zone 2 Ele 8 T OK 4-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-4 Zone 2 Ele 8 T OK 5-5 Zone 4 Ele 2 B OK 5-5 Zone 2 Ele 8 T OK 5-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-4 Zone 2 Ele 8 B OK 5-3 Zone 4 Ele 2 B OK 5-4 Zone 2 Ele 8 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-4 Zone 2 Ele 8 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-4 Zone 2 Ele 8 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-4 Zone 2 Ele 8 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-4 Zone 2 Ele 6 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-4 Zone 2 Ele 6 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-4 Zone 2 Ele 6 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 C OK 6-3 Zone 2 Ele 6 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-4 Zone 2 Ele 6 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 C OK 6-3 Zone 2 Ele 6 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 C OK 6-4 Zone 2 Ele 6 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 E OK 5-4 Zone 3 BLe 1 T OK 7-4 Zone 3 BLE 4 T OK	Addı	Desc	rip	tion	Statu	ıs Add	lr De	scri	ption		Statu	5					
0-2 Zone 1 Ele 2 T OK 0-2 Zone 3 Ele 7 T OK 0-3 Zone 1 Ele 3 T OK 0-3 Zone 3 Ele 7 T OK 0-4 Zone 1 Ele 4 T OK 0-4 Zone 3 Ele 7 T OK 1-1 Zone 1 Ele 5 T OK 1-1 Zone 3 Ele 2 B OK 1-2 Zone 1 Ele 6 T OK 1-2 Zone 3 Ele 2 B OK 1-3 Zone 1 Ele 1 B OK 1-3 Zone 3 Ele 2 B OK 1-4 Zone 1 Ele 2 B OK 1-4 Zone 3 Ele 2 B OK 1-4 Zone 1 Ele 2 B OK 1-4 Zone 3 Ele 2 B OK 2-1 Zone 1 Ele 4 B OK 2-2 Zone 3 Ele 6 B OK 2-2 Zone 1 Ele 4 B OK 2-2 Zone 3 Ele 6 B OK 2-3 Zone 1 Ele 5 B OK 2-4 Zone 3 Ele 6 B OK 2-4 Zone 2 Ele 1 T OK 3-1 Zone 4 Ele 3 T OK 3-2 Zone 2 Ele 3 T OK 3-2 Zone 4 Ele 3 T OK 3-4 Zone 2 Ele 4 T OK 3-4 Zone 4 Ele 5 T OK 4-1 Zone 2 Ele 6 T OK 4-1 Zone 4 Ele 5 T OK 4-1 Zone 2 Ele 6 T OK 4-2 Zone 4 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-3 Zone 4 Ele 6 T OK 4-3 Zone 2 Ele 6 T OK 4-3 Zone 4 Ele 5 T OK 4-4 Zone 2 Ele 8 T OK 4-4 Zone 4 Ele 5 T OK 4-4 Zone 2 Ele 6 T OK 4-2 Zone 4 Ele 6 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-3 Zone 4 Ele 6 T OK 4-3 Zone 2 Ele 7 T OK 4-3 Zone 4 Ele 6 T OK 4-4 Zone 2 Ele 7 T OK 4-3 Zone 4 Ele 2 B OK 5-1 Zone 2 Ele 7 T OK 4-3 Zone 4 Ele 6 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-4 Zone 4 Ele 5 B OK 5-3 Zone 2 Ele 7 N OK 5-1 Zone 4 Ele 5 B OK 5-4 Zone 2 Ele 7 N OK 5-1 Zone 4 Ele 5 B OK 5-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-2 Zone 2 Ele 7 N OK 5-3 Zone 4 Ele 6 N OK 5-4 Zone 2 Ele 7 N OK 5-4 Zone 4 Ele 5 B OK 5-4 Zone 2 Ele 7 N OK 6-3 Zone 4 Ele 5 B OK 5-4 Zone 2 Ele 7 N OK 6-3 Zone 4 Ele 5 B OK 5-4 Zone 2 Ele 7 N OK 6-3 Edge 1 Ele 1 L OK 6-4 Zone 2 Ele 8 N OK 6-4 Edge 1 Ele 1 L OK 6-4 Zone 2 Ele 8 N OK 6-4 Edge 1 Ele 2 L OK 7-3 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 Zone 3 Ele 4 T OK 7-4 Zone 4 Ele 8 D OK 7-4 Zone 4	0-2 Zone 1 ELE 2 T OK 0-3 Zone 1 ELE 3 T OK 0-4 Zone 1 ELE 4 T OK 0-4 Zone 1 ELE 5 T OK 1-1 Zone 1 ELE 5 T OK 1-1 Zone 1 ELE 5 T OK 1-2 Zone 1 ELE 6 T OK 1-2 Zone 1 ELE 6 T OK 1-2 Zone 1 ELE 6 T OK 1-4 Zone 1 ELE 7 B OK 1-4 Zone 1 ELE 7 B OK 1-4 Zone 1 ELE 7 B OK 2-4 Zone 1 ELE 7 B OK 2-2 Zone 1 ELE 6 B OK 2-2 Zone 1 ELE 7 B OK 2-4 Zone 2 ELE 7 T OK 3-2 Zone 2 ELE 7 T OK 3-2 Zone 2 ELE 7 T OK 3-2 Zone 2 ELE 7 T OK 3-4 Zone 2 ELE 6 T OK 4-1 Zone 2 ELE 6 T OK 4-1 Zone 2 ELE 6 T OK 4-2 Zone 4 ELE 7 T OK 3-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 2 T OK 3-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 7 T OK 4-2 Zone 4 ELE 7 T OK 4-3 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 7 T OK 4-4 Zone 2 ELE 6 T OK 4-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-5 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-5 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-5 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-5 Zone 2 ELE 7 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 B OK	0-1	Zone	1	Ele 1 7	ok		1 Zon	■ 3	Ele	5 T	oĸ	-					
0-3 Zone 1 ELE 3 T OK 0-3 Zone 3 ELE 7 T OK 0-4 Zone 1 ELE 4 T OK 0-4 Zone 3 ELE 7 T OK 1-1 Zone 1 ELE 5 T OK 1-1 Zone 3 ELE 1 B OK 1-2 Zone 1 ELE 5 T OK 1-2 Zone 3 ELE 2 B OK 1-3 Zone 1 ELE 1 B OK 1-3 Zone 3 ELE 2 B OK 1-4 Zone 1 ELE 2 B OK 1-4 Zone 3 ELE 4 B OK 2-1 Zone 1 ELE 2 B OK 2-1 Zone 3 ELE 5 B OK 2-2 Zone 1 ELE 4 B OK 2-2 Zone 3 ELE 5 B OK 2-3 Zone 1 ELE 5 B OK 2-3 Zone 3 ELE 5 B OK 2-3 Zone 1 ELE 6 B OK 2-4 Zone 3 ELE 6 B OK 2-3 Zone 1 ELE 6 B OK 2-4 Zone 3 ELE 6 B OK 2-3 Zone 2 ELE 1 T OK 3-1 Zone 4 ELE 1 T OK 3-2 Zone 2 ELE 3 T OK 3-2 Zone 4 ELE 2 T OK 3-3 Zone 2 ELE 3 T OK 3-4 Zone 4 ELE 5 T OK 4-1 Zone 2 ELE 5 T OK 4-1 Zone 4 ELE 5 T OK 4-1 Zone 2 ELE 7 T OK 4-1 Zone 4 ELE 6 T OK 4-2 Zone 2 ELE 7 T OK 4-2 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 6 T OK 4-5 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-2 Zone 2 ELE 7 B OK 5-1 Zone 4 ELE 2 B OK 5-2 Zone 2 ELE 7 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 B OK 5-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 7 D OK 7-4 Zone 3 ELE 7 T OK 7-4 ZONE 3 ELE	0-3 22me 1 ELE 3 T OK 0-4 20me 3 ELE 8 T OK 0-4 20me 1 ELE 4 T OK 0-4 20me 3 ELE 8 T OK 1-1 20me 1 ELE 5 T OK 1-1 20me 3 ELE 8 T OK 1-2 20me 1 ELE 5 T OK 1-1 20me 3 ELE 8 T OK 1-3 20me 1 ELE 2 B OK 1-3 20me 3 ELE 2 B OK 1-4 20me 1 ELE 2 B OK 1-4 20me 3 ELE 4 B OK 2-1 20me 1 ELE 2 B OK 2-4 20me 3 ELE 6 B OK 2-2 20me 1 ELE 5 B OK 2-4 20me 3 ELE 6 B OK 2-3 20me 1 ELE 5 B OK 2-4 20me 3 ELE 6 B OK 2-4 20me 1 ELE 6 B OK 2-4 20me 3 ELE 7 T OK 3-2 20me 2 ELE 3 T OK 3-1 20me 4 ELE 2 T OK 3-2 20me 2 ELE 4 T OK 3-2 20me 4 ELE 5 T OK 4-1 20me 2 ELE 5 T OK 4-1 20me 4 ELE 5 T OK 4-1 20me 2 ELE 6 T OK 4-4 20me 4 ELE 5 T OK 4-4 20me 2 ELE 6 T OK 4-4 20me 4 ELE 6 T OK 4-4 20me 2 ELE 6 T OK 4-4 20me 4 ELE 6 T OK 4-4 20me 2 ELE 6 T OK 4-4 20me 4 ELE 6 T OK 4-4 20me 2 ELE 6 T OK 4-4 20me 4 ELE 6 T OK 4-4 20me 2 ELE 6 T OK 4-4 20me 4 ELE 6 T OK 4-4 20me 2 ELE 6 T OK 4-5 20me 4 ELE 6 B OK 5-1 20me 2 ELE 6 B OK 5-1 20me 4 ELE 2 B OK 5-2 20me 2 ELE 6 B OK 5-2 20me 4 ELE 2 B OK 5-3 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 B OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 B OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 B OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 B OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 B OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 B OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 B OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 B OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 B OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 B OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 D OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 D OK 5-4 20me 2 ELE 6 B OK 5-4 20me 4 ELE 2 D OK 5-4 20me 3 ELE 7 T OK 7-4 20me 3 ELE 4 T OK 7-5 20me 4	0-2	Zone	î	Ele 2 1	OK	ñ-	2 Zon	- 3	Ele	6 T	OK						
0-4 Zone 1 ELe 4 T OK 0-4 Zone 3 ELe 8 T OK 1-1 Zone 1 ELe 5 T OK 1-1 Zone 3 ELe 2 B OK 1-2 Zone 1 ELe 5 B OK 1-3 Zone 3 ELe 2 B OK 1-3 Zone 1 ELe 1 B OK 1-3 Zone 3 ELe 2 B OK 1-4 Zone 1 ELe 2 B OK 1-3 Zone 3 ELe 2 B OK 1-4 Zone 1 ELe 2 B OK 1-3 Zone 3 ELe 2 B OK 2-1 Zone 1 ELe 2 B OK 1-3 Zone 3 ELe 4 B OK 2-2 Zone 1 ELe 5 B OK 2-1 Zone 3 ELe 5 B OK 2-3 Zone 1 ELe 5 B OK 2-2 Zone 3 ELe 7 B OK 2-4 Zone 1 ELe 5 B OK 2-4 Zone 3 ELe 6 T OK 3-1 Zone 2 ELe 1 T OK 3-2 Zone 4 ELe 2 T OK 3-2 Zone 2 ELe 3 T OK 3-3 Zone 4 ELe 3 T OK 3-3 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 3 T OK 4-1 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-2 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-4 Zone 2 ELe 6 T OK 4-4 Zone 4 ELe 6 T OK 5-2 Zone 2 ELe 7 T OK 5-1 Zone 4 ELe 2 B OK 5-3 Zone 2 ELe 8 T OK 5-1 Zone 4 ELe 2 B OK 5-3 Zone 2 ELe 8 T OK 5-1 Zone 4 ELe 2 B OK 5-3 Zone 2 ELe 5 B OK 5-3 Zone 4 ELe 2 B OK 5-4 Zone 2 ELe 5 B OK 5-3 Zone 4 ELe 2 B OK 5-4 Zone 2 ELe 5 B OK 5-3 Zone 4 ELe 2 B OK 5-4 Zone 2 ELe 5 B OK 5-3 Zone 4 ELe 2 B OK 5-4 Zone 2 ELe 5 B OK 5-3 Zone 4 ELe 2 B OK 5-4 Zone 2 ELe 5 B OK 5-3 Zone 4 ELe 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 5 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 5 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 5 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 5 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 4 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 4 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 4 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 4 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 4 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 4 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 4 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 6 B OK 6-3 Edge 1 ELE 2 L OK 6-3 Zone 2 ELE 7 OK 6-3 Edge 1 ELE 2 L OK 7-3 Zone 3 ELE 4 T OK 7-4 ZONE 5 ZONE	0-4 Zone 1 ELe 4 T OK 0.4 Zone 3 ELe 8 T OK 1-1 Zone 1 ELe 4 T OK 1-1 Zone 3 ELe 1 B OK 1-2 Zone 1 ELe 1 B OK 1-2 Zone 3 ELe 2 B OK 1-3 Zone 1 ELe 1 B OK 1-3 Zone 3 ELe 3 B OK 1-4 Zone 1 ELe 1 B OK 1-3 Zone 3 ELe 3 B OK 2-1 Zone 1 ELe 2 B OK 1-4 Zone 3 ELe 4 B OK 2-2 Zone 1 ELe 4 B OK 2-2 Zone 3 ELe 5 B OK 2-3 Zone 1 ELe 5 B OK 2-4 Zone 3 ELe 6 B OK 2-4 Zone 1 ELe 5 B OK 2-4 Zone 3 ELe 6 B OK 2-3 Zone 1 ELe 5 B OK 2-4 Zone 3 ELe 6 B OK 2-4 Zone 2 ELe 1 T OK 3-1 Zone 4 ELe 7 T OK 3-2 Zone 2 ELe 2 T OK 3-2 Zone 4 ELe 2 T OK 3-4 Zone 2 ELe 4 T OK 3-4 Zone 4 ELe 7 T OK 4-1 Zone 2 ELe 6 T OK 4-2 Zone 4 ELe 5 T OK 4-1 Zone 2 ELe 6 T OK 4-3 Zone 4 ELe 5 T OK 4-3 Zone 2 ELe 6 T OK 4-3 Zone 4 ELe 5 T OK 4-4 Zone 2 ELe 6 T OK 4-3 Zone 4 ELe 5 T OK 4-4 Zone 2 ELe 6 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-4 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 5 T OK 4-4 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 5 T OK 4-4 Zone 2 ELe 6 T OK 4-2 Zone 4 ELe 6 T OK 4-3 Zone 2 ELe 6 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-4 Zone 2 ELe 6 T OK 4-5 Zone 4 ELe 5 T OK 4-5 Zone 2 ELe 7 B OK 5-1 Zone 4 ELE 2 B OK 5-1 Zone 2 ELe 8 T OK 5-1 Zone 4 ELE 2 B OK 5-3 Zone 2 ELe 8 T OK 5-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELe 1 B OK 5-1 Zone 4 ELE 2 D OK 5-5 Zone 2 ELe 4 B OK 5-1 Zone 4 ELE 2 D OK 5-4 Zone 2 ELe 4 B OK 5-4 Zone 4 ELE 2 D OK 5-3 Zone 2 ELE 4 B OK 5-4 Zone 4 ELE 2 D OK 5-4 Zone 2 ELE 4 B OK 5-4 Zone 4 ELE 2 D OK 5-3 Zone 2 ELE 4 B OK 5-4 Zone 4 ELE 2 D OK 5-4 Zone 2 ELE 4 B OK 5-4 Zone 4 ELE 2 D OK 5-3 Zone 3 ELE 1 T OK 7-4 Zone 3 ELE 1 T OK 7-4 Zone 3 ELE 1 T OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK 7-4 ZONE	0-3	Zone	1	Ele 3 1	OK	0-	3 Zon	- 3	Ele	7 T	OK						
1-1 Zone 1 HLe 5 T OK 1-1 Zone 3 ELe 1 B OK 1-2 Zone 1 ELe T OK 1-2 Zone 3 ELe 2 B OK 1-3 Zone 1 ELe 1 B OK 1-4 Zone 3 ELe 2 B OK 2-1 Zone 1 ELe 3 OK 2-4 Zone 3 ELe 5 B OK 2-1 Zone 1 ELe 8 OK 2-2 Zone 3 ELe 6 B OK 2-2 Zone 1 ELe 8 OK 2-2 Zone 3 ELe 6 D K 2-2 Zone 3 ELe 6 D K 2-2 Zone 2 ELe 1 T K 2-2 Zone 2 ELe 1 T K 2-2 Zone 4 ELe 1	1-1 Zone 1 Ele 5 T OK 1-1 Zone 3 Ele 1 B OK 1-2 Zone 1 Ele 6 T OK 1-2 Zone 3 Ele 2 B OK 1-3 Zone 1 Ele 2 B OK 1-3 Zone 3 Ele 4 B OK 1-4 Zone 1 Ele 2 B OK 1-4 Zone 3 Ele 4 B OK 2-1 Zone 1 Ele 4 B OK 2-1 Zone 3 Ele 6 B OK 2-3 Zone 1 Ele 5 B OK 2-2 Zone 3 Ele 6 B OK 2-3 Zone 2 Ele 7 T OK 3-2 Zone 4 Ele 7 T OK 3-2 Zone 2 Ele 3 T OK 3-4 Zone 4 Ele 7 T OK 3-4 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 4 Ele 5 T OK 4-1 Zone 2 Ele 6 T OK 4-1 Zone 4 Ele 5 T OK 4-4 Zone 2 Ele 6 T OK 4-2 Zone 4 Ele 6 T OK 5	0-4	Zone	1	Ele 4 7	OK	ō-	4 Zon	3	Ele	8 T	OK						
1-2 Zone 1 Ele 6 T OK 1-2 Zone 3 Ele 2 B OK 1-3 Zone 1 Ele 7 B OK 1-3 Zone 3 Ele 4 B OK 1-4 Zone 1 Ele 4 B OK 2-1 Zone 1 Ele 4 B OK 2-1 Zone 1 Ele 4 B OK 2-1 Zone 3 Ele 6 B OK 2-2 Zone 1 Ele 4 B OK 2-2 Zone 3 Ele 6 B OK 2-3 Zone 1 Ele 6 B OK 2-3 Zone 1 Ele 6 B OK 2-4 Zone 1 Ele 6 B OK 2-4 Zone 3 Ele 6 B OK 3-1 Zone 4 Ele 7 T OK 3-2 Zone 4 Ele 2 T OK 3-2 Zone 2 Ele 7 T OK 3-4 Zone 4 Ele 4 T OK 3-4 Zone 2 Ele 6 T OK 4	1-2 Zone 1 Ele 6 T OX 1-2 Zone 3 Ele 2 B OX 1-3 Zone 1 Ele 1 B OX 1-3 Zone 3 Ele 3 B OX 1-4 Zone 3 Ele 3 B OX 2-1 Zone 1 Ele 2 B OX 1-4 Zone 3 Ele 6 B OX 2-2 Zone 1 Ele 4 B OX 2-2 Zone 3 Ele 5 B OX 2-3 Zone 1 Ele 5 B OX 2-3 Zone 3 Ele 6 B OX 2-4 Zone 1 Ele 6 B OX 2-4 Zone 3 Ele 6 B OX 2-4 Zone 2 Ele 1 T OX 3-1 Zone 4 Ele 1 T OX 3-3 Zone 2 Ele 3 T OX 3-2 Zone 4 Ele 3 T OX 3-3 Zone 2 Ele 6 T OX 4-1 Zone 4 Ele 3 T OX 3-4 Zone 2 Ele 6 T OX 4-2 Zone 4 Ele 5 T OX 4-1 Zone 2 Ele 6 T OX 4-2 Zone 4 Ele 5 T OX 4-2 Zone 2 Ele 6 T OX 4-2 Zone 4 Ele 5 T OX 4-2 Zone 2 Ele 6 T OX 4-2 Zone 4 Ele 5 T OX 4-1 Zone 2 Ele 6 T OX 4-2 Zone 4 Ele 5 T OX 4-2 Zone 2 Ele 6 T OX 4-2 Zone 4 Ele 5 T OX 4-2 Zone 2 Ele 6 T OX 4-2 Zone 4 Ele 5 T OX 4-3 Zone 2 Ele 6 T OX 4-2 Zone 4 Ele 5 T OX 4-4 Zone 2 Ele 6 T OX 4-3 Zone 4 Ele 5 T OX 4-4 Zone 2 Ele 7 D OX 4-4 Zone 4 Ele 5 B OX 5-1 Zone 2 Ele 7 T OX 4-3 Zone 4 Ele 5 B OX 5-3 Zone 2 Ele 7 D OX 5-1 Zone 4 Ele 5 B OX 5-3 Zone 2 Ele 7 B OX 5-2 Zone 4 Ele 5 B OX 5-4 Zone 2 Ele 6 B OX 5-3 Zone 4 Ele 5 B OX 5-4 Zone 2 Ele 6 B OX 5-3 Zone 4 Ele 5 B OX 5-4 Zone 2 Ele 6 B OX 5-3 Zone 4 Ele 5 B OX 5-4 Zone 2 Ele 6 B OX 5-3 Zone 4 Ele 5 B OX 5-4 Zone 2 Ele 6 B OX 5-3 Zone 4 Ele 5 B OX 5-4 Zone 2 Ele 6 B OX 5-3 Zone 4 Ele 5 B OX 5-4 Zone 2 Ele 6 B OX 5-4 Zone 4 Ele 2 B OX 5-3 Zone 2 Ele 6 B OX 5-4 Edge 1 Ele 1 L OX 6-3 Zone 2 Ele 6 B OX 6-2 Edge 1 Ele 1 L OX 6-3 Zone 2 Ele 6 B OX 6-4 Edge 1 Ele 2 R OX 7-2 Zone 3 Ele 2 T OX 7-3 Zone 3 Ele 2 T OX 7-4 Zone 3 Ele 4 T OX 2-2 ZONE 2 Ele 6 B OX 6-4 Edge 1 Ele 2 R OX 7-3 Zone 3 Ele 4 T OX 2-2 ZONE 2 Ele 6 B OX 6-4 Edge 1 Ele 2 R OX 7-4 Zone 3 Ele 4 T OX 2-2 ZONE 2 Ele 6 B OX 6-4 Edge 1 Ele 2 R OX 7-4 Zone 3 Ele 4 T OX 2-2 ZONE 2 Ele 6 B OX 6-4 Edge 1 Ele 2 R OX 7-4 Zone 3 Ele 4 T OX 2-2 ZONE 2 Ele 6 B OX 6-4 Edge 1 Ele 2 R OX 7-4 Zone 3 Ele 4 T OX 2-2 ZONE 2 ELE 6 B OX 6-4 Edge 1 Ele 2 R OX 7-4 ZONE 3 Ele 4 T OX 2-2 ZONE 2 ELE 6 B OX 6-4 Edge 0 ELE 7 B OX 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OX 2-2 ZONE 2 ELE 6 B OX 6-4 Edge 0 ELE 7	1-1	Zone	1	Ele 5 1	с ок	1-	1 Zon	e 3	Ele	1 B	OK						
1-3 Zone 1 ELE 1 B OK 1-3 Zone 3 ELE 3 B OK 1-4 Zone 1 ELE 2 B OK 1-4 Zone 3 ELE 4 B OK 2-1 Zone 1 ELE 3 B OK 2-2 Zone 3 ELE 4 B OK 2-2 Zone 1 ELE 5 B OK 2-2 Zone 3 ELE 6 B OK 2-3 Zone 1 ELE 5 B OK 2-2 Zone 3 ELE 6 B OK 2-4 Zone 1 ELE 5 B OK 2-4 Zone 3 ELE 7 B OK 3-2 Zone 2 ELE 1 T OK 3-1 Zone 4 ELE 2 T OK 3-2 Zone 2 ELE 2 T OK 3-2 Zone 4 ELE 2 T OK 3-3 Zone 2 ELE 3 T OK 3-3 Zone 4 ELE 3 T OK 4-1 Zone 2 ELE 5 T OK 4-1 Zone 4 ELE 5 T OK 4-2 Zone 2 ELE 7 T OK 3-3 Zone 4 ELE 2 T OK 4-3 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 5 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 2 T OK 4-3 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 2 T OK 4-3 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-1 Zone 2 ELE 8 T OK 4-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-2 Zone 2 ELE 2 B OK 5-1 Zone 4 ELE 2 B OK 5-3 Zone 2 ELE 3 B OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 2 B OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 8 D OK 5-3 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 8 D OK 5-4 Zone 2 ELE 8 D OK 5-4 Zone 4 ELE 8 D OK 5-3 Zone 2 ELE 8 D OK 5-4 Zone 4 ELE 8 D OK 5-4 Zone 3 ELE 7 D OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK 7-4 ZONE 3 ELE	1-3 Zone 1 ELe 1 B OK 1-3 Zone 3 ELe 3 B OK 1-4 Zone 1 ELe 2 B OK 1-4 Zone 3 ELe 3 B OK 2-1 Zone 1 ELe 3 B OK 2-1 Zone 3 ELe 4 B OK 2-2 Zone 1 ELe 4 B OK 2-1 Zone 3 ELe 6 B OK 2-3 Zone 1 ELe 5 B OK 2-2 Zone 3 ELe 6 B OK 2-4 Zone 1 ELe 6 B OK 2-4 Zone 3 ELe 7 B OK 3-2 Zone 2 ELe 1 T OK 3-1 Zone 4 ELe 1 T OK 3-2 Zone 2 ELe 4 T OK 3-2 Zone 4 ELe 3 T OK 3-3 Zone 2 ELe 4 T OK 3-4 Zone 4 ELe 3 T OK 3-3 Zone 2 ELe 6 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-1 Zone 2 ELe 6 T OK 4-2 Zone 4 ELe 6 T OK 4-2 Zone 2 ELe 6 T OK 4-2 Zone 4 ELe 6 T OK 4-3 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-4 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-4 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-5 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-5 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-4 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-5 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-5 Zone 2 ELe 7 T OK 4-5 Zone 4 ELe 6 T OK 4-5 Zone 2 ELe 7 T OK 4-5 Zone 4 ELe 6 B OK 5-1 Zone 2 ELe 1 B OK 5-1 Zone 4 ELe 8 D OK 5-2 Zone 2 ELe 1 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 1 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 2 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 6-3 Zone 2 ELe 4 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 6-2 Edge 1 ELe 1 L OK 6-3 Zone 2 ELe 7 B OK 6-3 Edge 1 ELe 1 L OK 6-4 Zone 2 ELE 8 B OK 6-4 Edge 1 ELE 1 N OK 7-4 Zone 3 ELE 7 T OK 7-4 Zone 3 ELE 7 T OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK 7-4 Zone 4 ZON 7-4 ZONE 4 ZON 7-4 ZONE 7-4 ZON 7-4 ZON 7-4 ZON 7-5 ZO	1-2	Zone	1	Ele 6 7	OK	1-	2 Zon	3	Ele	2 B	OK						
1-4 Zone 1 Ele 2 B OK 1-4 Zone 3 Ele 4 B OK 2-1 Zone 1 Ele 4 B OK 2-1 Zone 3 Ele 5 B OK 2-2 Zone 1 Ele 5 B OK 2-3 Zone 3 Ele 6 B OK 2-3 Zone 1 Ele 5 B OK 2-3 Zone 3 Ele 6 B OK 2-4 Zone 1 Ele 5 B OK 2-3 Zone 3 Ele 6 B OK 2-4 Zone 1 Ele 6 B OK 3 Ele 8 B OK 3-1 Zone 2 Ele 1 T OK 3-1 Zone 4 Ele 2 T OK 3-3 Zone 4 Ele 7 T OK 3-4 Zone 4 Ele 7 T OK 3-4 Zone 2 Ele 6 T OK 4-1 Zone 4 Ele 7 T OK 4-1 Zone 2 Ele 6 T OK 4-2 Zone 4 Ele 6 T OK	1-4 Zone 1 ELe 2 B OK 1-4 Zone 3 ELe 4 B OK 2-1 Zone 1 ELe 4 B OK 2-1 Zone 3 ELe 5 B OK 2-2 Zone 1 ELe 4 B OK 2-3 Zone 3 ELe 5 B OK 2-3 Zone 1 ELe 5 B OK 2-3 Zone 3 ELe 5 B OK 2-4 Zone 1 ELe 5 B OK 2-3 Zone 4 ELe 1 T OK 3-1 Zone 2 ELe 1 T OK 3-1 Zone 4 ELe 1 T OK 3-2 Zone 2 ELe 2 T OK 3-2 Zone 4 ELe 2 T OK 3-3 Zone 2 ELe 3 T OK 3-4 Zone 4 ELe 3 T OK 3-4 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-1 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-2 Zone 2 ELe 6 T OK 4-3 Zone 4 ELe 5 T OK 4-3 Zone 2 ELe 6 T OK 4-3 Zone 4 ELe 5 T OK 4-4 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-3 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-4 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-3 Zone 2 ELe 7 T OK 4-4 Zone 4 ELe 6 B OK 5-1 Zone 2 ELe 1 B OK 5-1 Zone 4 ELe 6 B OK 5-2 Zone 2 ELe 1 B OK 5-4 Zone 4 ELe 6 B OK 5-3 Zone 2 ELe 4 B OK 5-4 Zone 4 ELe 6 B OK 5-4 Zone 2 ELe 6 T OK 6-3 Zone 2 ELe 7 B OK 5-3 Zone 4 ELe 6 B OK 6-4 Zone 2 ELe 7 B OK 5-4 Zone 4 ELe 2 R OK 7-1 Zone 3 ELe 1 T OK 7-2 Zone 3 ELe 2 T OK 7-4 Zone 3 ELe 2 T OK 7-4 Zone 3 ELE 1 T OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK 7-4 Zone 4 ELE 4 E OK 7-4 Zone 5 ELE 7 T OK 7-4 Zone 7 ELE 7 T O	1-3	Zone	1	Ele 1 E	OK	1-	3 Zon	3	Ele	3 B	OK						
2-1 Zone 1 Ele 3 B OK 2-1 Zone 3 Ele 5 B OK 2-2 Zone 1 Ele 5 B OK 2-2 Zone 3 Ele 6 B OK 2-3 Zone 1 Ele 5 B OK 2-3 Zone 3 Ele 6 B OK 2-4 Zone 1 Ele 5 B OK 3 Ele 7 B OK 3-1 Zone 4 Ele 1 T OK 3-2 Zone 4 Ele 7 OK 3-2 Zone 2 Ele 3 T OK 3-2 Zone 4 Ele 2 T OK 3-4 Zone 2 Ele 4 T OK 3-3 Zone 4 Ele 3 T OK 4-1 Zone 2 Ele 4 T OK 4-2 Zone 4 Ele 3 T OK 4-2 Zone 2 Ele 4 T OK 4-2 Zone 4 Ele 4 <t< th=""><th>2-1 Zone 1 ELE 4 B OK 2-1 Zone 3 ELE 5 B OK 2-2 Zone 1 ELE 4 B OK 2-2 Zone 3 ELE 6 B OK 2-3 Zone 1 ELE 5 B OK 2-4 Zone 3 ELE 6 B OK 2-4 Zone 1 ELE 5 B OK 2-4 Zone 3 ELE 6 B OK 3-1 Zone 2 ELE 1 T OK 3-1 Zone 4 ELE 1 T OK 3-2 Zone 2 ELE 2 T OK 3-2 Zone 4 ELE 2 T OK 3-3 Zone 2 ELE 3 T OK 3-3 Zone 4 ELE 3 T OK 4-1 Zone 2 ELE 5 T OK 4-1 Zone 4 ELE 3 T OK 4-1 Zone 2 ELE 6 T OK 4-2 Zone 4 ELE 6 T OK 4-2 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 6 T OK 5-2 Zone 2 ELE 8 T OK 4-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-3 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 6 B OK 6-3 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 1 L OK 6-3 Zone 2 ELE 7 B OK 6-3 Edge 1 ELE 1 L OK 6-4 Zone 2 ELE 7 B OK 6-3 Edge 1 ELE 2 L OK 6-4 Zone 2 ELE 7 B OK 6-4 Edge 1 ELE 2 R OK 7-1 Zone 3 ELE 7 T OK 7-2 Zone 3 ELE 7 T OK 7-4 ZONE 7 ELE 7 B OK 7-5 ZONE 7 ELE 7 B OK 7-6 ZONE 7 ELE 7 B OK 7-7 ZONE 7 ELE 7 ELE 7 B OK 7-7 ZONE 7 ELE 7</th><th>1-4</th><th>Zone</th><th>1</th><th>Ele 2 B</th><th>OK</th><th>1-</th><th>4 Zon</th><th>• 3</th><th>Ele</th><th>4 B</th><th>OK</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></t<>	2-1 Zone 1 ELE 4 B OK 2-1 Zone 3 ELE 5 B OK 2-2 Zone 1 ELE 4 B OK 2-2 Zone 3 ELE 6 B OK 2-3 Zone 1 ELE 5 B OK 2-4 Zone 3 ELE 6 B OK 2-4 Zone 1 ELE 5 B OK 2-4 Zone 3 ELE 6 B OK 3-1 Zone 2 ELE 1 T OK 3-1 Zone 4 ELE 1 T OK 3-2 Zone 2 ELE 2 T OK 3-2 Zone 4 ELE 2 T OK 3-3 Zone 2 ELE 3 T OK 3-3 Zone 4 ELE 3 T OK 4-1 Zone 2 ELE 5 T OK 4-1 Zone 4 ELE 3 T OK 4-1 Zone 2 ELE 6 T OK 4-2 Zone 4 ELE 6 T OK 4-2 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 6 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-3 Zone 4 ELE 6 T OK 5-2 Zone 2 ELE 8 T OK 4-4 Zone 4 ELE 2 B OK 5-3 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 6 B OK 6-3 Zone 2 ELE 8 D OK 5-3 Zone 4 ELE 1 L OK 6-3 Zone 2 ELE 7 B OK 6-3 Edge 1 ELE 1 L OK 6-4 Zone 2 ELE 7 B OK 6-3 Edge 1 ELE 2 L OK 6-4 Zone 2 ELE 7 B OK 6-4 Edge 1 ELE 2 R OK 7-1 Zone 3 ELE 7 T OK 7-2 Zone 3 ELE 7 T OK 7-4 ZONE 7 ELE 7 B OK 7-5 ZONE 7 ELE 7 B OK 7-6 ZONE 7 ELE 7 B OK 7-7 ZONE 7 ELE 7 ELE 7 B OK 7-7 ZONE 7 ELE 7	1-4	Zone	1	Ele 2 B	OK	1-	4 Zon	• 3	Ele	4 B	OK						
2-2 Zone 1 ELe 5 B OK 2-2 Zone 3 ELe 6 B OK 2-3 Zone 1 ELe 5 B OK 2-3 Zone 3 ELe 6 B OK 2-4 Zone 3 ELe 7 B OK 2-4 Zone 1 ELe 6 B OK 2-4 Zone 3 ELe 8 B OK 3-1 Zone 2 ELe 1 T OK 3-1 Zone 4 ELe 2 T OK 3-3 Zone 2 ELe 2 T OK 3-3 Zone 4 ELe 2 T OK 3-3 Zone 2 ELe 3 T OK 3-3 Zone 4 ELe 2 T OK 3-4 Zone 2 ELe 4 T OK 3-4 Zone 4 ELe 2 T OK 3-4 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-2 Zone 2 ELe 5 T OK 4-2 Zone 4 ELe 5 T OK 4-3 Zone 4 ELe 2 B OK 4-2 Zone 2 ELe 6 T OK 4-2 Zone 4 ELe 2 B OK 4-3 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 2 B OK 5-1 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 2 B OK 5-1 Zone 2 ELe 2 B OK 5-1 Zone 4 ELe 2 B OK 5-3 Zone 2 ELe 2 B OK 5-1 Zone 4 ELe 2 B OK 5-3 Zone 2 ELe 2 B OK 5-1 Zone 4 ELe 2 B OK 5-3 Zone 2 ELe 2 B OK 5-3 Zone 4 ELe 4 D OK 4-4 Zone 4 ELe 2 B OK 5-3 Zone 2 ELe 2 B OK 5-3 Zone 4 ELe 4 D OK 5-4 Zone 4 ELe 2 B OK 5-3 Zone 2 ELe 5 D OK 5-1 Edge 1 ELe 1 L OK 6-1 Zone 2 ELE 5 B OK 5-4 Zone 4 ELe 2 L OK 5-3 Edge 1 ELe 2 L OK 7-3 Zone 3 ELe 3 T OK 7-3 Zone 3 ELe 3 T OK 7-3 Zone 3 ELE 4 T OK 7-4 ZONE	2-2 Zone 1 ELe 4 B OK 2-2 Zone 3 ELe 6 B OK 2-3 Zone 1 ELe 5 B OK 2-3 Zone 3 ELe 7 B OK 3-4 Zone 2 ELe 1 T OK 3-1 Zone 4 ELe 1 T OK 3-2 Zone 2 ELe 2 T OK 3-2 Zone 4 ELe 2 T OK 3-3 Zone 2 ELe 3 T OK 3-3 Zone 4 ELe 3 T OK 3-4 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-1 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-2 Zone 2 ELe 5 T OK 4-2 Zone 4 ELe 5 T OK 4-3 Zone 2 ELe 6 T OK 4-3 Zone 4 ELe 5 T OK 4-3 Zone 2 ELe 8 T OK 4-3 Zone 4 ELe 2 B OK 5-1 Zone 2 ELe 8 T OK 4-4 Zone 4 ELe 2 B OK 5-2 Zone 2 ELe 8 T OK 4-4 Zone 4 ELe 5 B OK 5-3 Zone 2 ELe 3 B OK 5-4 Zone 4 ELe 6 B OK 5-4 Zone 2 ELe 8 T OK 4-4 Zone 4 ELe 6 B OK 6-1 Zone 2 ELe 8 D OK 5-4 Zone 4 ELe 6 B OK 6-3 Zone 2 ELE 6 B OK 6-3 Edge 1 ELe 1 L OK 6-4 Zone 2 ELE 8 D OK 6-3 Edge 1 ELe 2 L OK 6-3 Zone 2 ELE 7 B OK 6-3 Edge 1 ELE 2 L OK 6-4 Zone 2 ELE 6 T OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK	2-1	Zone	1	Ele 3 E	OK	2-	1 Zon	- 3	Ele	5 B	OK						
2-3 Zone 1 Ele 5 B OK 2-3 Zone 3 Ele 7 B OK 2-4 Zone 1 Ele 6 B OK 2-4 Zone 3 Ele 7 B OK 3-1 Zone 2 Ele 1 T OK 3-1 Zone 4 Ele 1 T OK 3-2 Zone 2 Ele 2 T OK 3-2 Zone 4 Ele 2 T OK 3-3 Zone 2 Ele 3 T OK 3-4 Zone 4 Ele 3 T OK 3-4 Zone 2 Ele 4 T OK 3-4 Zone 4 Ele 5 T OK 4-1 Zone 2 Ele 6 T OK 4-1 Zone 4 Ele 6 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-2 Zone 4 Ele 6 T OK 4-4 Zone 2 Ele 7 T OK 4-2 Zone 4 Ele 2 B OK 5-1 Zone 2 Ele 7 T OK 5	2-3 Zone 1 ELE 5 B OX 2-3 Zone 3 ELE 7 B OX 2-4 Zone 1 ELE 5 B OX 2-4 Zone 3 ELE 7 B OX 3-1 Zone 2 ELE 1 T OX 3-1 Zone 4 ELE 1 T OX 3-2 Zone 2 ELE 2 T OX 3-2 Zone 4 ELE 2 T OX 3-3 Zone 2 ELE 3 T OX 3-4 Zone 4 ELE 3 T OX 3-4 Zone 2 ELE 4 T OX 3-4 Zone 4 ELE 5 T OX 4-1 Zone 2 ELE 5 T OX 4-1 Zone 4 ELE 5 T OX 4-2 Zone 2 ELE 6 T OX 4-2 Zone 4 ELE 6 T OX 4-3 Zone 4 ELE 7 T OX 4-3 Zone 4 ELE 6 T OX 4-4 Zone 2 ELE 7 T OX 4-3 Zone 4 ELE 6 T OX 4-4 Zone 2 ELE 7 T OX 4-3 Zone 4 ELE 6 T OX 4-4 Zone 2 ELE 1 B OX 5-1 Zone 4 ELE 6 T OX 4-4 Zone 2 ELE 1 B OX 5-1 Zone 4 ELE 2 B OX 5-1 Zone 2 ELE 1 B OX 5-2 Zone 4 ELE 6 B OX 5-2 Zone 2 ELE 2 B OX 5-3 Zone 4 ELE 5 B OX 5-3 Zone 2 ELE 4 B OX 5-4 Zone 4 ELE 2 B OX 5-4 Zone 2 ELE 4 B OX 5-3 Ele 4 B OX 5-4 Zone 2 ELE 4 B OX 5-3 Ele 4 B OX 5-4 Zone 2 ELE 4 B OX 5-4 Zone 4 ELE 2 R OX 6-3 Zone 2 ELE 6 B OX 6-4 Zone 2 ELE 6 B OX 6-4 Zone 2 ELE 6 B OX 6-3 Zone 2 ELE 6 B OX 6-4 Zone 2 ELE 6 B OX 6-4 Zone 3 ELE 1 T OX 7-1 Zone 3 ELE 1 T OX 7-2 Zone 3 ELE 2 T OX 7-4 Zone 3 ELE 4 T OX 2-2 Zone 4 ELE 7 R OX 7-4 Zone 3 ELE 4 T OX 2-2 Zone 4 ELE 7 R OX 7-4 Zone 3 ELE 4 T OX 2-2 Zone 4 ELE 7 R OX 7-4 Zone 5 ELE 7 R OX 7-4 Zone 7 ELE 7 R OX 7-5 ZONE 7 ELE 7 R OX 7-6 ZONE 7 ELE 7 R OX 7-7 ZONE	2-2	Zone	1	Ele 4 E	ок	2-	2 Zon	= 3	Ele	6 B	OK						
2-4 Zone 1 Ele 6 B X 2-4 Zone 3 Ele 8 B X 3-1 Zone 2 Ele 1 T X 3-1 Zone 3 Ele 1 T X 3-2 Zone 2 Ele 2 T X 3-1 Zone 4 Ele 1 T X 3-3 Zone 2 Ele 3 T X 3-3 Zone 4 Ele 2 T X 3-4 Zone 2 Ele 4 T X 3-3 Zone 4 Ele 5 T X 4-1 Zone 2 Ele 6 T X 4-1 Zone 4 Ele 5 T X 4-3 Zone 2 Ele 6 T X 4-2 Zone 4 Ele 6 T X 4-3 Zone 2 Ele 7 T X 4-2 Zone 4 Ele 6 T X 5-1 Zone 2 Ele 7 X	2-4 Zone 1 Ele 6 B X 2-4 Zone 3 Ele 8 B X 3-1 Zone 2 Ele 1 T OK 3-1 Zone 4 Ele 1 T OK 3-2 Zone 2 Ele 3 T OK 3-3 Zone 4 Ele 1 T OK 3-4 Zone 2 Ele 4 T OK 3-3 Zone 4 Ele 4 T OK 3-4 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 4 Ele 5 T OK 4-1 Zone 2 Ele 6 T OK 4-1 Zone 4 Ele 6 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-2 Zone 4 Ele 7 OK 4-2 Zone 2 Ele 7 T OK 4-2 Zone F Ele 7 OK 5-3 Zone Ele 2 B OK 5-3 Zone	2-3	Zone	1	Ele 5 E	OK	2-	3 Zon	3	Ele	7 B	OK						
3-1 Zone 2 ELe 1 T OK 3-1 Zone 4 ELe 1 T OK 3-2 Zone 2 ELe 1 T OK 3-2 Zone 4 ELe 1 T OK 3-3 Zone 2 ELe 1 T OK 3-2 Zone 4 ELe 1 T OK 3-4 Zone 2 ELe 1 T OK 3-4 Zone 4 ELe 1 T OK 4-1 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-1 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-1 Zone 2 ELe 7 OK 4-1 Zone 4 ELe 5 OK 5-1 Zone 4 ELe 2 B OK 5-2	3-1 Zone 2 ELe 1 T OK 3-1 Zone 4 ELe 1 T OK 3-2 Zone 2 ELe 3 T OK 3-2 Zone 4 ELe 2 T OK 3-2 Zone 2 ELe 3 T OK 3-2 Zone 4 ELe 2 T OK 3-4 Zone 2 ELe 3 T OK 3-4 Zone 4 ELe 5 T OK 4-1 Zone 2 ELe 5 T OK 4-1 Zone 4 ELe 6 T OK 4-2 Zone 2 ELe 7 OK 4-3 Zone 4 ELe 5 T OK 5-1 Zone 2 ELe 8 OK 5-2 Zone 4 ELe 2 B OK 5-2 Zone 2 ELe 8 OK 5-4 Zone	2-4	Zone	1	Ele 6 E	OK	2-	4 Zon	e 3	Ele	8 в	OK						
3-2 Zone 2 Ele 2 T OK 3-2 Zone 4 Ele 2 T OK 3-3 Zone 2 Ele 3 T OK 3-3 Zone 4 Ele 2 T OK 3-4 Zone 2 Ele 3 T OK 3-4 Zone 4 Ele 4 T OK 4-1 Zone 2 Ele 5 T OK 4-4 T OK 4-1 Zone 2 Ele 5 T OK 4-2 Zone 4 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-2 Zone 4 Ele 5 T OK 4-3 Zone 4 Ele 7 T Cone 4 Ele 8 OK 5-1 Zone 2 Ele 8 OK 5-3 Zone 4 Ele 8 OK 5-3	3-2 Zone 2 ELe 2 T OK 3-2 Zone 4 ELe 2 T OK 3-3 Zone 2 ELe 3 T OK 3-3 Zone 4 ELe 3 T OK 3-4 Zone 2 ELe 5 T OK 4-4 T OK 4-1 Zone 2 ELe 5 T OK 4-4 T OK 4-1 Zone 2 ELe 6 T OK 4-1 Zone 4 ELe 5 T OK 4-2 Zone 2 ELe 6 T OK 4-4 Zone 4 ELe 7 OK 4-4 Zone 2 ELe 7 D A 4 ELe 6 T OK 5-1 Zone 2 ELe 7 D S -1 Zone ELe 2 D OK 5-3 Zone Zone ELe	3-1	Zone	2	Ele 1 7	ок	3-	1 Zon	= 4	Ele	1 T	OK						
3-3 Zone 2 Ele 3 T OK 3-3 Zone 4 Ele 3 T OK 3-4 Zone 2 Ele 4 T OK 3-4 Zone 4 Ele 3 T OK 3-4 Zone 2 Ele 4 T OK 3-4 Zone 4 Ele 3 T OK 4-1 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 4 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 4 Ele 6 T OK 4-3 Zone 2 Ele 7 T OK 4-3 Zone 4 Ele 6 T OK 4-4 Zone 2 Ele 7 T OK 4-3 Zone 4 Ele 6 T OK 4-4 Zone 2 Ele 7 T OK 4-3 Zone 4 Ele 6 T OK 5-1 Zone 4 Ele 2 B OK 5-1 Zone 4 Ele 2 B OK 5-2 Zone 2 Ele 1 B OK 5-1 Zone 4 Ele 5 B OK 5-3 Zone 2 Ele 3 B OK 5-4 Zone 4 Ele 6 B OK 6-	3-3 Zone 2 ELe 3 T OX 3-4 Zone 2 ELe 3 T OX 3-4 Zone 2 ELe 3 T OX 4-1 Zone 2 ELe 5 T OX 4-1 Zone 4 ELe 4 T OX 4-1 Zone 2 ELe 5 T OX 4-2 Zone 4 ELe 5 T OX 4-2 Zone 4 ELe 5 T OX 4-3 Zone 2 ELe 7 T OX 4-3 Zone 4 ELe 5 T OX 4-4 Zone 4 ELe 1 B OX 5-1 Zone 2 ELe 1 B OX 5-1 Zone 4 ELe 3 B OX 5-2 Zone 2 ELe 1 B OX 5-2 Zone 2 ELe 3 B OX 5-2 Zone 2 ELe 3 B OX 5-3 Zone 4 ELe 5 B OX 5-4 Zone 2 ELe 6 B OX 6-1 Zone 2 ELe 6 B OX 6-2 Zone 2 ELe 6 B OX 6-3 Zone 2 ELe 6 B OX 6-3 Zone 2 ELe 8 B OX 6-3 Zone 2 ELe 8 B OX 6-4 Edge 1 ELe 2 L OX 6-4 Edge 1 ELe 2 R OX 7-1 Zone 3 ELe 1 T OX 7-2 Zone 3 ELe 2 T OX 7-4 Zone 3 ELe 4 T OX 7-4 Zone 5 ELE 7 D OX 7-4 Zone 7 ELE 7 D OX 7-5 ZONE 7 ELE 7 ELE 7 ELE 7 D OX 7-5 ZONE 7 ELE	3-2	Zone	2	Ele 2 1	' OK	3-	2 Zon	- 4	Ele	2 т	OK						
3-4 Zone 2 Ele 4 T OK 4-1 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 4 Ele 5 T OK 4-1 Zone 2 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-2 Zone 4 Ele 5 T OK 4-3 Zone 2 Ele 7 OK 4-2 Zone 4 Ele 5 T OK 4-4 Zone 2 Ele 8 T OK 4-4 Zone 4 Ele 3 D <k< td=""> 5-1 Zone 4 Ele 3 D<k< td=""> 5-3 Zone 4 Ele 4 B OK 5-2 Zone 2 Ele 3 D S 5-3 Zone 4 Ele 5 B OK 5-3 Zone<th>3-4 Zone 2 Ele 4 T OK 4-1 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 2 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 5 T OK 4-3 Zone 4 Ele 5 T OK 4-4 Zone 2 Ele 7 T OK 4-3 Zone 4 Ele 1 B OK 4-4 Zone 2 Ele 1 B OK 5-1 Zone 2 Ele 1 B OK 5-2 Zone 2 Ele 2 B OK 5-2 Zone 2 Ele 2 B OK 5-3 Zone 2 Ele 4 B OK 5-4 Zone 4 Ele 5 B OK 5-4 Zone 2 Ele 6 B OK 5-1 Zone 2 Ele 6 B OK 5-2 Zone 2 Ele 7 B OK 5-3 Zone 2 Ele 7 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 L OK 6-3 Zone 2 Ele 6 B OK 6-4 Zone 2 Ele 6 B OK 6-5 Ele 6 D OK 6-4 Zone 2 Ele 6 B OK 6-4 Zone 2 Ele 6 B OK 6-5 Ele 6 D OK 6-4 Ele 2 R OK 7-1 Zone 3 Ele 2 T OK 7-2 Zone 3 Ele 2 T OK 7-4 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-5 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-6 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-7 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-7 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-8 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-9 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-9 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-1 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-1 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-1 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-2 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-5 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-6 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-7 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-7 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-8 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-9 ZONE 3 ELE 3 T O</th><th>3-3</th><th>Zone</th><th>2</th><th>Ele 3 1</th><th>ок</th><th>3-</th><th>3 Zon</th><th>4</th><th>Ele</th><th>3 т</th><th>OK</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></k<></k<>	3-4 Zone 2 Ele 4 T OK 4-1 Zone 2 Ele 5 T OK 4-1 Zone 2 Ele 5 T OK 4-2 Zone 2 Ele 5 T OK 4-3 Zone 4 Ele 5 T OK 4-4 Zone 2 Ele 7 T OK 4-3 Zone 4 Ele 1 B OK 4-4 Zone 2 Ele 1 B OK 5-1 Zone 2 Ele 1 B OK 5-2 Zone 2 Ele 2 B OK 5-2 Zone 2 Ele 2 B OK 5-3 Zone 2 Ele 4 B OK 5-4 Zone 4 Ele 5 B OK 5-4 Zone 2 Ele 6 B OK 5-1 Zone 2 Ele 6 B OK 5-2 Zone 2 Ele 7 B OK 5-3 Zone 2 Ele 7 B OK 5-4 Zone 4 Ele 2 L OK 6-3 Zone 2 Ele 6 B OK 6-4 Zone 2 Ele 6 B OK 6-5 Ele 6 D OK 6-4 Zone 2 Ele 6 B OK 6-4 Zone 2 Ele 6 B OK 6-5 Ele 6 D OK 6-4 Ele 2 R OK 7-1 Zone 3 Ele 2 T OK 7-2 Zone 3 Ele 2 T OK 7-4 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-5 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-6 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-7 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-7 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-8 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-9 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-9 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-1 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-1 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-1 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-2 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-4 ZONE 3 ELE 4 T OK 7-5 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-6 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-7 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-7 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-8 ZONE 3 ELE 3 T OK 7-9 ZONE 3 ELE 3 T O	3-3	Zone	2	Ele 3 1	ок	3-	3 Zon	4	Ele	3 т	OK						
4-1 Zone 2 ELe 5 T OK 4-2 Zone 2 ELe 5 T OK 4-2 Zone 2 ELe 6 T OK 4-2 Zone 4 ELe 5 T OK 4-3 Zone 2 ELe 7 T OK 4-2 Zone 4 ELe 6 T OK 4-4 Zone 2 ELe 7 T OK 4-4 Zone 4 ELe 1 B OK 5-1 Zone 2 ELe 1 B OK 5-1 Zone 4 ELe 3 B OK 5-2 Zone 2 ELe 2 D S 5-1 Zone 4 ELe 5 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 D K 5-4 Zone 4 ELe 6 D K 5-4 Zone 2 ELe 8 OK <	4-1 Zone 2 ELE 5 T OK 4-2 Zone 2 ELE 5 T OK 4-2 Zone 4 ELE 5 T OK 4-3 Zone 4 ELE 1 B OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 2 ELE 7 T OK 4-4 Zone 4 ELE 1 B OK 5-1 Zone 2 ELE 1 B OK 5-2 Zone 2 ELE 2 B OK 5-3 Zone 2 ELE 4 B OK 5-4 Zone 2 ELE 4 B OK 5-3 Zone 2 ELE 4 B OK 5-4 Zone 2 ELE 6 B OK 6-3 Zone 2 ELE 7 B OK 6-3 Edge 1 ELE 1 R OK 6-4 Zone 2 ELE 7 B OK 6-3 Edge 1 ELE 2 R OK 7-1 Zone 3 ELE 1 T OK 7-2 Zone 3 ELE 1 T OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK 7-4 Zone 4 ELE 6 B OK 6-5 Edge 1 ELE 2 R OK 7-4 Zone 5 ELE 7 B OK 7-4 Zone 7 ELE 7 B OK 7-4 Zone 8 ELE 7 T OK 7-4 Zone 9 ELE 7 D OK 7-5 ZONE 9 ELE 7 D OK 7-6 ZONE 9 ELE 7 D OK 7-7 ZONE 9 ELE 7 D OK 7-7 ZONE 9 ELE 7 D OK 7-8 ZONE 9 ELE 7 D OK 7-9 ZONE 9 ELE 7 D OK	3-4	Zone	2	Ele 4 1	ок	3-	4 Zon	≥ 4	Ele	4 т	OK						
4-2 Zone 2 Ele 6 T OK 4-2 Zone 4 Ele 6 T OK 4-3 Zone 2 Ele 7 T OK 4-3 Zone 4 Ele 6 T OK 4-4 Zone 2 Ele 7 T OK 4-3 Zone 4 Ele 1 B OK 5-1 Zone 2 Ele 8 T OK 4-4 Zone 4 Ele 2 B OK 5-1 Zone 2 Ele 2 B OK 5-1 Zone 4 Ele 3 B OK 5-2 Zone 4 Ele 4 B OK 5-3 Zone 4 Ele 7 B OK 5-3 Zone 2 Ele 3 B OK 5-3 Zone 4 Ele 5 B OK 5-4 Zone 4 Ele 6 B OK 5-4 Zone 4 Ele 6 B OK 6-1 Zone 2 Ele 6 B OK 5-1 Edge 1 Ele 7 B OK 6-3 Zone 2 Ele 7 B OK 6-3 Edge 1 Ele 2 R OK 7-1 Zone 2 Ele 7 B OK 6-3 Edge 1 Ele 2 R OK 7-	4-2 Zone 2 ELe 6 T OK 4-2 Zone 4 ELe 6 T OK 4-3 Zone 2 ELe 7 OK 4-3 Zone 4 ELe 6 T OK 4-4 Zone 2 ELe 8 T OK 4-3 Zone 4 ELe 1 B OK 5-1 Zone 2 ELe 8 T OK 4-1 Zone 4 ELe 3 D <ok< td=""> 5-2 Zone 2 ELe 2 D OK 5-3 Zone 4 ELe 3 D<ok< td=""> 5-3 Zone 2 ELe 3 D<ok< td=""> 5-3 Zone 4 ELe 6 D<ok< td=""> 5-4 Zone 2 ELe 4 D<ok< td=""> 6-3 Edge 1 ELe 1 D<ok< td=""> 6-3 Zone 2 ELe 7 D<ok< td=""> 6-3 Edge 1 ELe 2 D<ok< t<="" th=""><th>4-1</th><th>Zone</th><th>2</th><th>Ele 5 1</th><th>ок</th><th>4-</th><th>1 Zon</th><th>= 4</th><th>Ele</th><th>5 т</th><th>OK</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></ok<></ok<></ok<></ok<></ok<></ok<></ok<></ok<>	4-1	Zone	2	Ele 5 1	ок	4-	1 Zon	= 4	Ele	5 т	OK						
4-3 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 4 ELe 1 B OK 4-4 Zone 2 ELe 8 T OK 4-4 Zone 4 ELe 2 B OK 5-1 Zone 2 ELe 1 B OK 5-1 Zone 4 ELe 2 B OK 5-2 Zone 2 ELe 2 B OK 5-2 Zone 4 ELe 3 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 4 B OK 5-4 Zone 4 ELe 5 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 5-1 Edge 1 ELe 1 L OK 6-3 Zone 2 ELe 6 B OK 6-3 Edge 1 ELe 1 R OK 6-4 Zone 2 ELe 8 D G	4-3 Zone 2 ELe 7 T OK 4-3 Zone 2 ELe 8 T OK 4-4 Zone 4 ELe 1 B OK 4-4 Zone 2 ELe 1 B OK 4-4 Zone 4 ELe 2 B OK 5-1 Zone 2 ELe 1 B OK 5-2 Zone 2 ELe 1 B OK 5-2 Zone 2 ELe 2 B OK 5-2 Zone 4 ELe 5 B OK 5-3 Zone 2 ELe 4 B OK 5-4 Zone 2 ELe 5 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 O 5-4 Zone 2 ELe 5 B OK 6-4 Edge 1 ELe 1 Le 6 B OK 6-3 Zone 2 ELe 8 OK 6-4	4-2	Zone	2	Ele 6 1	OK .	4-	2 Zon	e 4	Ele	6 Т	OK						
4-4 Zone 2 ELe 8 T OK 4-4 Zone 4 ELe 2 B OK 5-1 Zone 2 ELe 1 B OK 5-1 Zone 4 ELe 2 B OK 5-2 Zone 2 ELe 2 B OK 5-2 Zone 4 ELe 3 B OK 5-3 Zone 2 ELe 2 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 4 ELe 5 B OK 5-3 Zone 4 ELe 6 B OK 6-1 Zone 2 ELe 7 B OK 6-1 Edge 1 ELe 1 D OK 6-3 Zone 2 ELe 7 B OK 6-3 Edge 1 ELe 2 N N 7-1 Zone 3 ELe 1 OK	4-4 Zone 2 ELe 8 T OK 4-4 Zone 4 ELe 2 B OK 5-1 Zone 2 ELe 1 B OK 5-1 Zone 4 ELe 2 B OK 5-2 Zone 2 ELe 2 B OK 5-2 Zone 4 ELe 3 B OK 5-3 Zone 2 ELe 2 B OK 5-3 Zone 4 ELe 4 B OK 5-4 Zone 4 ELe 5 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 6-1 ELe 6 B OK 6-3 Zone 2 ELe 6 B OK 6-3 Edge 1 ELe 2 R OK 6-4 Zone 2 ELe 1 R OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-1 Zone 3 ELe 2 T OK 7-4 Zone 3<	4-3	Zone	2	Ele 7 1	OK OK	4-	3 Zon	≥ 4	Ele	1 B	OK						
5-1 Zone 2 ELe 1 B OK 5-1 Zone 4 ELe 3 B OK 5-2 Zone 2 ELe 3 B OK 5-2 Zone 4 ELe 3 B OK 5-3 Zone 2 ELe 3 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 4 B OK 5-4 Zone 4 ELe 5 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 5-4 Zone 4 ELe 5 B OK 6-2 Zone 2 ELe 6 B OK 6-2 Edge 1 ELe 1 L OK 6-3 Zone 2 ELe 8 B OK 6-3 Edge 1 ELe 2 L OK 7-1 Zone 3 ELe 1 T OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-3 Zone 3 ELe 3 T	5-1 Zone 2 ELe 1 B OK 5-1 Zone 4 ELe 3 B OK 5-2 Zone 2 ELe 2 B OK 5-2 Zone 4 ELe 3 B OK 5-3 Zone 2 ELe 3 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 4 B OK 5-4 Zone 4 ELe 5 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 5-4 Zone 4 ELe 5 B OK 6-2 Zone 2 ELe 5 B OK 6-3 Edge 1 ELe 1 D C 6-3 Zone 2 ELe 8 D K 6-4 Edge 1 ELe 1 R C C C C C C C C C	4-4	Zone	2	Ele 8 1	OK	4-	4 Zon	e 4	Ele	2В	OK						
5-2 Zone 2 ELe 2 B OK 5-2 Zone 4 ELe 4 B OK 5-3 Zone 2 ELe 3 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 4 B OK 5-4 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 4 B OK 5-4 Zone 4 ELe 6 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 6-1 Edge 1 ELe 1 D K 6-3 Zone 2 ELe 7 B OK 6-3 Edge 1 ELe 2 N K 7-1 Zone 3 ELe 1 OK 6-4 Edge 1 ELe 2 N K 7-2 Zone 3 ELe 3 T OK <	5-2 Zone 2 ELe 2 B OK 5-2 Zone 4 ELe 4 B OK 5-3 Zone 2 ELe 3 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 3 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 4 B OK 5-4 Zone 4 ELe 6 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 6-1 Edge 1 ELe 1 Lo K 6-3 Zone 2 ELe 8 OK 6-3 Edge 1 ELe 2 R OK 7-1 Zone 3 ELe 1 T OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-2 Zone 3 ELe 4 T OK	5-1	Zone	2	Ele 1 H	OK	5-	1 Zon	= 4	Ele	3 B	OK						
5-3 Zone 2 ELe 3 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 5 B OK 5-4 Zone 4 ELe 6 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 5-4 Zone 4 ELe 6 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 6-1 Edge 1 ELe 1 L OK 6-3 Zone 2 ELe 7 B OK 6-3 Edge 1 ELe 2 L OK 6-4 Zone 2 ELe 7 B OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-1 Zone 3 ELe 2 T OK 7-4 Zone 3 ELe 1 OK 7-3 Zone 3 ELe 2 T OK	5-3 Zone 2 ELe 3 B OK 5-3 Zone 4 ELe 5 B OK 5-4 Zone 2 ELe 5 B OK 5-4 Zone 4 ELe 5 B OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 5-1 Edge 1 ELe 1 L OK 6-2 Zone 2 ELe 5 B OK 5-3 Edge 1 ELe 1 L OK 6-3 Zone 2 ELe 7 B OK 6-3 Edge 1 ELe 2 L OK 6-4 Zone 2 ELe 7 B OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-2 Zone 3 ELe 2 T OK 7-4 Zone 3 ELe 7 OK 7-4 Zone 3 ELe 7 OK 7 OK	5-2	Zone	2	Ele 2 E	OK	5-	2 Zon	= 4	Ele	4 B	OK						
5-4 Zone 2 ELe 4 B OK 5-4 Zone 2 ELe 5 B OK 6-1 Edge 1 ELe 1 L OK 6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 6-1 Edge 1 ELe 1 L OK 6-2 Zone 2 ELe 6 B OK 6-2 Edge 1 ELe 1 L OK 6-3 Zone 2 ELe 7 B OK 6-3 Edge 1 ELe 1 R OK 6-4 Zone 2 ELe 8 B OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-1 Zone 3 ELe 1 T OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-2 Zone 3 ELe 2 T OK 7-4 Zone 3 ELe 4 T OK 7-4 Zone 3 ELe 4 T OK File	5-4 Zone 2 ELe 4 B 0 K 6-1 Zone 2 ELe 5 B 0 K 5-1 Edge 1 ELe 1 L 0 K 6-2 Zone 2 ELe 6 B 0 K 5-1 Edge 1 ELe 1 L 0 K 6-3 Zone 2 ELe 6 B 0 K 5-3 Edge 1 ELe 1 L 0 K 6-4 Zone 2 ELe 8 0 K 5-4 Edge 1 ELe 1 R 0 K 7-1 Zone 3 ELe 1 T 0 K 5-4 Edge 1 ELe 2 R 0 K 7-2 Zone 3 ELe 1 T 0 K 5-4 Edge 1 ELe 2 R 0 K 7-2 Zone 3 ELe 4 T 0 K 5-4 Edge 1 ELe 2 R <t< th=""><th>5-3</th><th>Zone</th><th>2</th><th>Ele 3 E</th><th>OK</th><th>5-</th><th>3 Zon</th><th>= 4</th><th>Ele</th><th>5 B</th><th>OK</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></t<>	5-3	Zone	2	Ele 3 E	OK	5-	3 Zon	= 4	Ele	5 B	OK						
6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 6-1 Edge 1 ELe 1 L OK 6-2 Zone 2 ELe 6 B OK 6-2 Edge 1 ELe 1 L OK 6-3 Zone 2 ELe 6 B OK 6-2 Edge 1 ELe 2 L OK 6-3 Zone 2 ELe 7 B OK 6-3 Edge 1 ELe 2 L OK 6-4 Zone 2 ELe 8 B OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-1 Zone 3 ELe 2 T OK 7-4 Zone 3 ELe 3 T OK 7-4 Zone 3 ELe 3 T OK 7-4 Zone 3 ELe 4 T OK 7-4 Zone 3 ELe 4 T OK OK 7-4 Coursent User : Experiments	6-1 Zone 2 ELe 5 B OK 6-1 Edge 1 ELe 1 L OK 6-2 Zone 2 ELe 6 B OK 6-2 Edge 1 ELe 2 L OK 6-3 Zone 2 ELe 7 B OK 6-3 Edge 1 ELe 2 L OK 6-4 Zone 2 ELe 7 B OK 6-3 Edge 1 ELe 2 L OK 7-1 Zone 2 ELe 7 L OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-2 Zone 3 ELe 1 T OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-2 Zone 3 ELe 4 T OK 6-4 Edge 1 ELE 7 MAINT Current User : Engr/Tech Y Image: Im	5-4	Zone	2	Ele 4 B	OK	5-	4 Zon	≥ 4	Ele	6 B	OK						
6-2 Zone 2 Ele 6 D OK 6-2 Edge 1 Ele 2 L OK 6-3 Zone 2 Ele 7 B OK 6-3 Edge 1 Ele 2 L OK 6-4 Zone 2 Ele 8 B OK 6-4 Edge 1 Ele 2 R OK 7-1 Zone 3 Ele 1 T OK 6-4 Edge 1 Ele 2 R OK 7-1 Zone 3 Ele 3 T OK 6-4 Edge 1 Ele 2 R OK 7-3 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 Zone 3 Ele 4 T OK	6-2 Zone 2 Ele 6 B OK 6-2 Edge 1 Ele 2 L OK 6-3 Zone 2 Ele 7 B OK 6-3 Edge 1 Ele 2 L OK 6-4 Zone 2 Ele 7 B OK 6-3 Edge 1 Ele 1 R OK 7-1 Zone 3 Ele 1 T OK 6-4 Edge 1 Ele 2 R OK 7-1 Zone 3 Ele 1 T OK 6-4 Edge 1 Ele 2 R OK 7-2 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 Zone 3 Ele 4 T OK 7-4 Zone 3 Ele 4 T OK PLERT MAXNT Current User : Engr/Tech ***********************************	6-1	Zone	2	Ele 5 E	OK	6-	1 Edg	e 1	Ele	1 L	OK						
6-3 Zone 2 ELE 7 B OK 6-3 Edge 1 ELE 1 R OK 6-4 Zone 2 ELE 8 B OK 6-4 Edge 1 ELE 2 R OK 7-1 Zone 3 ELE 1 T OK 7-2 Zone 3 ELE 2 T OK 7-3 Zone 3 ELE 3 T OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK	6-3 Zone 2 ELe 8 0 K 6-3 Edge 1 ELe 1 R OK 6-4 Zone 2 ELe 8 B OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-1 Zone 3 ELe 1 T OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-2 Zone 3 ELe 2 T OK 6-4 Zone 3 ELe 2 T OK 7-3 Zone 3 ELe 4 T OK OK 6-4 Engr/Tech MARMING RLGRM RLERT MAINT Current User : Engr/Tech Y 998 Image: Image Image: Image Image Image Image Image	6-2	Zone	2	Ele 6 E	OK	6-	2 Edg	e 1	Ele	2 ц	OK						
6-4 Zone 2 Ele 8 B OK 6-4 Edge 1 Ele 2 R OK 7-1 Zone 3 Ele 1 T OK 7-2 Zone 3 Ele 2 T OK 7-3 Zone 3 Ele 2 T OK 7-4 Zone 3 Ele 4 T OK 7-4 Zone 3 Ele 4 T OK	6-4 Zone 2 ELe 8 B OK 6-4 Edge 1 ELe 2 R OK 7-1 Zone 3 ELe 1 T OK 7-2 Zone 3 ELe 2 T OK 7-3 Zone 3 ELe 3 T OK 7-4 Zone 3 ELe 4 T OK Cess State : WARMING ALERT MAINT Current User : Engr/Tech Y /1998	6-3	Zone	2	Ele 7 E	OK	6-	3 Edg	e 1	Ele	1 R	OK						
7-1 Zone 3 Ele 1 T OK 7-2 Zone 3 Ele 2 T OK 7-3 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 Zone 3 Ele 4 T OK 7-4 Zone 3 Ele 4 T OK	7-1 Zone 3 ELe 1 T OK 7-2 Zone 3 ELe 2 T OK 7-3 Zone 3 ELe 3 T OK 7-4 Zone 3 ELe 4 T OK cess State : MARMING RLERT MAINT Current User : Engr/Tech Y1998 EIIII EIIIIII	6-4	Zone	2	Ele 8 B	OK	6-	4 Edg	e 1	Ele	2 R	OK						
7-2 Zone 3 ELe 3 T OK 7-3 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 Zone 3 Ele 4 T OK Rese State : MODMENTE RESERVED REFERENCES	7-2 Zone 3 ELe 2 T OK 7-3 Zone 3 ELe 3 T OK 7-4 Zone 3 ELe 4 T OK Less State : MARMING RLERM RLERT MAINT Current User : Engr/Tech Y /1998 Image: Colspan="2">Image: Colspan="2" Image: Cols	7-1	Zone	3	Ele 1 7	OK .		-										
7-3 Zone 3 Ele 3 T OK 7-4 Zone 3 Ele 4 T OK	7-3 Zone 3 ELE 3 T OK 7-4 Zone 3 ELE 4 T OK cess State : MARMINC ALARM ALERT MAXIME Current User : Engr/Tech y /1998	7-2	Zone	3	Ele 2 1	OK .												
	7-4 Zone 3 ELe 4 T OK cess State : MARMING RLERT MAINT Current User : Engr/Tech V/1998	7-3	Zone	3	Ele 3 1	OK .												
	Current User : Engr/Tech Y /1998 Image: State (State (S	7-4	Zone	3	Ele 4 1	OK .												
	yy 1998 ♥ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	cess Sta	te: [WAR	RMING			1	Î a	FRT	1	мат	NT	Cur	rent l	lser : E	- nar(T	ech
		ay 0/1998 16:19		•			, F		Ī			ſ		_	•		*] [

Рисунок 7-7: Экран элементного монитора

Контроллер ПЛК печи применяется для отправки сообщений о неисправностях ламп нагрева в интерфейс ПК. Специальная подсистема элементного монитора – установлена и подключена к ПЛК.



Рисунок 7-8: Контроллер элементного монитора

Модули цифрового ввода данных, показанные на рисунке 7-8, применяются для сбора информации о состоянии элементов с платы элементного монитора, изображенной ниже на рисунке 7-9.



Рисунок 7-9: Печатная плата элементного монитора

Каждая печатная плата элементного монитора снабжена четырьмя цепями контроля. Каждая из цепей преобразует состояние элемента с помощью трансформаторной катушки и ряда выпрямительных диодов в выходной сигнал низкого напряжения. Данный выходной сигнал поступает в модуль цифрового ввода/вывода, который затем передает информацию через контроллер ПЛК – в ПК, осуществляющий непрерывный контроль.



Рисунок 7-10: Схема системы элементного монитора

Каждый модуль также оборудован четырьмя светодиодными индикаторами, которые горят, когда соответствующий вход является активным. Входящая информация передается обратно в системный контроллер ПЛК для обработки, создания оповещений об опасности, а также для отображения обновленных данных.

7.4. Стандартная электромонтажная схема

7.4.1 Термопара

Термопара состоит из сети проводов, как показано ниже.



Данный комплект проводов закрепляется к модулю ПЛК, как показано на рисунке ниже:



Рисунок 7-11: Подключение термопары к модулю ввода/вывода

Комплект проводов термопары подсоединяется к модулю аналогового ввода данных в ПЛК следующим образом (см. таблицу назначения каналов, входящую в комплект поставки):

Красный – точка крепления (со знаком «минус») для аналогового канала

Желтый – точка крепления (со знаком «плюс») для аналогового канала

Экранирующая оплетка – крепление к общей клемме заземления

Температурная компенсация холодного спая производится автоматически при использовании совместно с ПЛК печи.

Провод на конце соединен с гнездовым разъемом (см. рисунок 7-12). Датчик термопары состыкован со штекерным разъемом (см. рисунок 7-13). Красная точка на нижней части разъема обозначает отрицательную клемму, и снабжается маркировкой со знаком «минус».





Рисунок 7-13 Штекерный разъем термопары

Рисунок 7-12 Гнездовой разъем термопары

7.4.2 Замена термопары

Если датчику термопары необходима замена:

- 1. Отключите печь от источника электропитания.
- 2. Снимите боковые и верхние крышки шкафа печи согласно требованиям.
- 3. Отсоедините разъемы термопары; см. рисунок 7-14 ниже.
- 4. Отметьте переход между датчиком термопары и манжетой.
- 5. Отвинтите фрикционную манжету прямо над поверхностью камеры.
- 6. Извлеките датчик термопары.

При установке нового датчика термопары следует совместить отметку, оставленную на старом датчике, с новым датчиком, и установить его на ту же установочную глубину.

Примечание: Установка датчика термопары на другую установочную глубину выражается в снятии нестабильных либо неточных температурных показаний.



Рисунок 7-14: Термопара в установленном состоянии (показана Т/П перегрева)

Глава 7

Для заметок:

7.4.3 КТУ

Кремниевый управляемый тиристор (КТУ) регулирует уровень тока, подаваемого к лампе нагрева. Линия управления КТУ идет из аналогового плиточного модуля вывода сигналов постоянного тока 0–5 В, подключаемого к контроллеру ПЛК. Источник электропитания КТУ совпадает по фазе с ламповым напряжением для соответствующего рекомендациям решения прикладных задач в сфере электропитания.



Рисунок 7-15: Кремниевый управляемый тиристор (КТУ)

7.4.4 Плавкие предохранители

Плавкие предохранители применяются в печи повсеместно. Разъем наподобие клеммной колодки предоставляет возможность безопасно и легко проводить осмотр и замену.



Рисунок 7-16: Блок плавких предохранителей

Для осмотра плавкого предохранителя откиньте шарнирную крышку и снимите плавкий предохранитель. Если необходимо, выполните проверку на неразрывность цепи при помощи мультиметра.

7.4.5 ПЛК

Рисунок 7-16: ПЛК с цифровым и аналоговым модулями

Контроллер ПЛК связан с аппаратным обеспечением печи посредством входных модулей, которые крепятся к стойке ПЛК. В контроллере печи применяются как цифровые, так и аналоговые модули. См.



рисунок 7-16 выше.

7.4.6 Функция связи

Интерфейс связи между ПК и контроллером ПЛК организован через стандартный перекрестный кабель связи TCP/IP, который подсоединяется к сетевой интерфейсной плате (СИП) компьютера и к модулю Ethernet-интерфейса ПЛК.

7.4.7 Электропитание

Источник электропитания контроллера ПЛК подает напряжение величиной 5 В пост. тока.

7.4.8 Снятие модуля

Модули закреплены к стойке, которая смонтирована на печи. Порядок снятия модуля следующий:

Необходимые инструменты: 1 крестовая отвертка

- 1. Убедитесь, что подача электропитания в контроллер ПЛК полностью прекращена.
- Используя небольшую круглую отвертку, поднимите черную фиксирующую пластинку, чтобы высвободить модуль из стойки.
- Осторожно потяните модуль под прямым углом наружу для его снятия.

Осторожно! Вытягивание модуля наружу под углом может привести к загибанию контактов разъема и их повреждению.



Рисунок 7-17: Ethernetинтерфейс контроллера ПЛК



Рисунок 7-18: Снятие модуля ввода/вывода

Техническое обслуживание

7.4.9 Модули аналогового ввода/вывода

Модули аналогового ввода сигналов (322-094405-01) получают данные об изменениях напряжения от термопар типа "К". После обработки посредством программы печи, напряжение 0–10 В пост. тока поступает в КТУ через модули аналогового вывода данных (322-094402-01).

Указанные модули, по сути, «считывают» температуру внутри печи и формируют сигнал управления для КТУ. Каждая первичная термопара в печи подсоединена к модулю ввода аналоговых сигналов. Для каждого КТУ назначен модуль вывода аналоговых сигналов.

Вспомогательные термопары, предназначенные для совместной работы с опциональным монитором контроля перегрева, подключаются к вспомогательному температурному индикатору, который монтируется на обвязке печи.

Дополнительный мониторинг может обеспечиваться термопарами, которые смонтированы внутри шкафа. Такого рода термопары также подсоединены к модулям ввода аналоговых данных (322-094405-01).

7.4.10 Модули цифрового ввода/вывода

Модули цифрового ввода/вывода используются, в первую очередь, для ввода или вывода тех данных от датчиков, которые не имеют отношение к нагреву. Модули цифрового вывода могут быть оборудованы переключателями с функцией блокировки автоматики. Положения переключателей следующие: автоматическое / ручное включение / выключение (по умолчанию – автоматическое). Указанные переключатели являются переключателями тумблерного типа, с возможностью перехода на управление модулем вручную. Смонтированные сверху разъемы можно снимать безо всяких инструментов, получая при этом доступ к соединениям электропроводки модуля.

<u>Цифровой ввод данных</u>. Каждый канал цифрового ввода данных распознает состояние вкл. / выкл. напряжения постоянного тока от источников, отслеживая, к примеру, неисправность транспортера при движении или обратную связь в отношении скорости конвейерной ленты.

Цифровой вывод данных – перем. ток. Четыре канала для вывода цифровых сигналов 12–250 В перем. тока отходят от каждого модуля вывода цифровых сигналов, при этом каждый из каналов обеспечивает переключение автономной нагрузки переменного тока. Данный модуль используется для управления маячковыми лампами.

Цифровой вывод данных – пост. ток. Четыре изолированных канала для вывода цифровых сигналов 5– 60 В пост. тока отходят от модулей вывода цифровых сигналов, при этом каждый из каналов обеспечивает переключение автономной нагрузки постоянного тока, например, звуковой сирены.



Модуль аналогового ввода сигналов термопар типа "К", инв. № 322-094405-01



Модуль аналогового вывода сигналов КТУ, инв. № 322-094402-01



Модуль цифрового ввода сигналов неисправности при движении / скорости ленты, инв. № 322-094406-01



Модуль цифрового вывода сигналов перем. тока маячка, инв. № 322-094401-01



Модуль цифрового вывода сигналов пост. тока предупредительной сигнализации, инв. № 322-094412-01

7.5. Техобслуживание механической системы

7.5.1 Очистка каплесборника

Периодичность техобслуживания каплесборников в очень большой степени обусловлена теми технологическими процессами, которые производятся. Тогда как при некоторых технологических процессах очистка каплесборников требуется ежемесячно, другие технологические процессы могут лишь слегка загрязнять каплесборники.

- 1. Отвинтите и снимите боковые крышки печи. При необходимости, снимите охлаждающий вентилятор в сборе.
- 2. Отсоедините Т-образные детали, служащие для подключения источника газа к трубкам пневмоскребка. Т-образные детали требуется отсоединить сверху и снизу, но при этом допускается оставить их подсоединенными с трубкой пневмоскребка.
- 3. Открутите стопорную гайку пневмоскребка.
- 4. Полностью снимите трубки пневмоскребка.
- 5. Открутите барашковые гайки, удерживающие на месте смотровую крышку каплесборника, и снимите указанную смотровую крышку.
- 6. Снимите каплесборник, действуя с осторожностью, чтобы не повредить закрепленные к нему перегородки.
- 7. Выполните очистку каплесборника.



Рисунок 7-19: Схема очистки каплесборника

Повторную установку каплесборника легче проводить при условии тесного примыкания перегородок к каплесборнику. Это без усилий достигается путем неплотного обертывания куска проволоки вокруг каплесборника и перегородок.

- 1. Вставьте каплесборник и перегородку в сборе. Снимите проводку.
- Замените смотровую крышку и переустановите зажимы. По истечении нескольких часов работы проверьте барашковые гайки на смотровой крышке и, при необходимости, затяните их.

7.5.2 Труба

Одновременно с очисткой каждого каплесборника рекомендуется производить визуальный осмотр данной трубы.

1. Используя фонарик, загляните в трубу печи.

Если для повторного закрепления трубы необходим новый прокладочный материал, обратитесь в компанию FurnacePros.

7.5.3 Замена лампы нагрева

Необходимые инструменты: Открытые гаечные ключи 2 – 3/8 дюйма Шестигранный ключ Фонарик Упаковочный материал из каолиновой ваты для замены Ткань, не оставляющая ворса, или защитные перчатки

Снятие лампы

Перед заменой ламп необходимо полностью отключить печь от источников электропитания.

- Если в комплект поставки входят крышки для пленумного пространства, снимите установочные винты, которые служат для фиксации пленумных зажимов, и осторожно снимите крышки пленумного пространства. Необходимо действовать с осторожностью, чтобы не повредить резиновое уплотнение между пленумной камерой и крышкой камеры.
- 2. Замкните накоротко одну лампу из каждой зоны к печной раме для снятия любого электрического заряда, оставшегося в лампах.
- Действуя с осторожностью, чтобы не повредить керамические изоляционные блоки, используйте один из гаечных ключей 3/8 дюйма для удержания контргайки, отвинчивая при этом крепежную гайку.

Внимание! Если печь снабжена герметичным уплотнением (опция □), то любые трещины в изоляционном блоке будут являться причиной утечек в камере печи, поэтому герметичное уплотнение подлежит замене в случае выхода из строя.

- 4. Отсоедините провод элемента от изоляционной клеммной колодки. Повторите данную операцию и на противоположной стороне.
- 5. Снимите лампу с старый упаковочный материал.

Установка лампы

- Убедитесь в целостности красного герметика вокруг керамического держателя лампы. Керамические держатели лампы с нарушенной герметичностью допускается вновь запечатать при помощи упаковочного материала из каолиновой ваты.
- Используя ткань, не оставляющую ворса, или защитные перчатки, извлеките лампу из ее картонного футляра, очень внимательно следя за тем, чтобы не дотронуться при этом к стеклу голыми руками.
- 3. Выпрямите соединительный провод на одном из концов новой лампы и вставьте лампу на место. Для обнаружения местоположения противоположной стороны керамического держателя может понадобиться фонарик. Как только провод появится из керамического держателя, допускается приступать к аккуратному протаскиванию лампы через камеру печи.



Рисунок 7-20: Замена ламп: схема (сверху), фотография вида сзади (внизу), в разрезе, по всей ширине ленты

- Если лампа продевается с трудом. Проденьте штифт или жесткую проволоку через печь. Закрепите клейкой лентой провод к штифту или проволоке, а затем задвиньте лампу на место.
- 5. Упакуйте керамические держатели по обеим сторонам в упаковочный материал из каолиновой ваты.
- 6. Установите лампу по центру ±1/32 дюйма (±0,8 мм), а затем повторно проверьте упаковку.
- 7. Оберните соединительные провода вокруг соединительных клемм, закручивая их в том же направлении, в котором будет затягиваться гайка. Используйте два гаечных ключа тем же образом, что применялся и для устранения данного соединения, чтобы не повредить соединительный штырь.
- 8. Отрежьте лишнюю соединительную проволоку.
- 9. Замените крышки пленумного пространства, действуя с осторожностью, чтобы не повредить резиновое уплотнение.

7.5.4 Подгонка ходовой части / ленты

Подгонка зубчатой звездочки

Отвинтите торцевую крышку на выходной стороне печи для получения доступа к электродвигателю и приводному механизму. Всем зубчатым звездочкам требуется идеальная подгонка. Проведение регулировочных операций предусмотрено путем ослабления установочных винтов на фланцах зубчатых звездочек. Для данного вида работ может понадобиться поверочная линейка.



Рисунок 7-21: Подгонка зубчатой звездочки

Болты опоры электродвигателя

Болты опоры электродвигателя подлежат периодической проверке с их затяжкой (при необходимости).

Болты блока подшипников вала зубчатой звездочки

Указанные валы подлежат периодическому осмотру. Чтобы получить доступ к болтам, понадобится снять задние боковые крышки.

Подшипники вала зубчатой звездочки и роликового вала являются герметичными деталями, не нуждающимися в техническом обслуживании. Точки смазки являются резервными.

Натяжение цепи и приводные цепи

Натяжитель цепи снабжается пресс-масленкой для смазки. Нанесите смазку в достаточном количестве на натяжитель таким образом, чтобы смазка была видна в разбрызнутом виде на всем протяжении вала.

Удалите излишки смазки.

Если натяжитель приводится в действие пружиной, то его регулировка не требуется. У натяжителей других типов ослабьте монтажные болты с поворотом при этом натяжителя в сторону цепи. Затяните болты. Надлежащим образом натянутая цепь должна приподниматься с зубчатой звездочки натяжителя, но полного снятия цепи с зубьев звездочки при подъеме – происходить не должно.

Приводные цепи должны смазываться неподтекающим смазочным материалом каждые 30 дней.

Подгонка ленточного ролика

Если ролик смещен по отношению к оси вала, ослабьте установочные винты, которыми ролик крепится к валу. Для смещения ролика используйте резиновую киянку. Ролики необходимо выровнять по центру в пределах 0,125 дюйма, соответственно, для этого понадобится линейка или мерная лента.

Регулировка муфты

При работающем электродвигателе, лента должна поддаваться остановке при сильном нажатии на входной ролик. Если лента останавливается слишком легко, затяните муфтовую гайку. Если лента вообще не останавливается, ослабьте муфтовую гайку.

Регулировка ленты по оси

При движении конвейерной ленты на различных скоростях, займите позицию у выхода или входа печи, и наблюдайте за лентой по всей ее длине. Если лента имеет тенденцию на сдвиг в одну из сторон, то потребуется проведение регулировки по оси.



7.5.5 Анализатор кислорода (опция 🗆)

Уровень электролита, используемого в анализаторе кислорода, должен поддерживаться между высокой и низкой отметками, нанесенными на чаше. Отдельный контейнер с электролитом входит в комплект поставки каждой печи, в которой предусмотрена установка вышеуказанного опционального оборудования. Если возникнет необходимость в предоставлении дополнительного количества раствора электролита, обратитесь в компанию FurnacePros.

Глава 8

8 Поиск и устранение неисправностей

Признак	Возможная причина	Местоположение
Печь остается в режиме прогрева более чем 15 минут.	Расход газа не соответствует величинам температуры в зонах	Регулировка расхода газа. См. стр. 108.
Отклонение температуры не исправляется путем изменения величин уставки	КТУ вышел из строя либо нуждается в калибровке	Выполнить калибровку КТУ. Если неисправность не устранена, заменить КТУ. См. стр. 66
Хаотичные скачки температуры в зонах	Ненадлежащим образом отрегулированные параметры ПИД	Отрегулировать настройки ПИД. См. стр. 100
Сигнализация перегрева или переохлаждения	Возможный отказ термопары	Заменить термопару. См. стр. 72
Предупреждение в отношении воспламенителя водорода	Перегорание воспламенителя	Заменить воспламенитель
На экране технологического процесса появляется #### на том месте, где обычно отображаются данные	Отсутствует связь между компьютером и контроллером	Проверить Ethernet-плату в ПК и в контроллере. Проверить Ethernet- разъемы
Изображение данных на экране технологического процесса – «зависло»	Отсутствует связь модулей ввода/вывода с ПЛК	Проверить, включены ли светодиодные индикаторы "RUN" и "REC". Светодиодный индикатор "TRX" должен периодически мигать. Попытаться поменять местами реле или модули ввода/вывода
Скоростная погрешность транспортера	Проскальзывание муфты	Затянуть муфту. См. стр. 83
Неравномерная скорость движения ленты	Износ или разрегулировка ведущих зубчатых звездочек	Выполнить регулировку и нанести смазку. См. стр. 82
Неисправность транспортера при движении	Не работает детектор движения	Очистить либо заменить механизм детектора движения и датчик.

Глава 8

Для заметок:

Глава 9 9 Проектирование технологического процесса

9.1. Инфракрасный нагрев

Инфракрасные волны образуют часть электромагнитного спектра. Электромагнитные волны с длиной волны от 0,78 мкм до 1000 мкм называются инфракрасными волнами. Мы все знакомы с электромагнитными волнами с различной длиной волны. Микроволны, рентгеновские лучи, радиоволны и видимый свет – все они относятся к категории электромагнитных волн. Инфракрасные волны, образующиеся внутри печи, располагаются, главным образом, в ближнем и среднем инфракрасном диапазоне, где длина волны варьируется от 0,5 до 3,0 мкм.

При использовании инфракрасных ламп более высокие значения температуры в лампах нагрева выражаются в более интенсивном световом излучении. Такая повышенная энергоемкость переносит испускаемое ИК-излучение в электромагнитный спектр с более короткой длиной волны. В то время как ИК-волны лампы нагрева образуются в непрерывном диапазоне длины волны, **доминирующая длина волны** ($\lambda_{дом}$), согласно принципу распространения Планка, представляет собой длину волны, передаваемой с наивысшей степенью повторяемости. Поэтому указанной температуре соответствует только одно значение $\lambda_{дом}$. См. рисунок 9-1 ниже.



Рисунок 9-1: График доминирующей длины волны

Отношение между температурой "T" нити накала лампы нагрева и значением λ_{дом} выражается в виде постоянного отношения:

$$\lambda_{dom}\mu m = \frac{2897\,\mu m\,K}{TK}$$

Конвертация с градусов по Цельсию (°С) в градусы по Кельвину (К) производится путем добавления числа 273 к значению температуры по шкале Цельсия.

Пример:

При 1000°С доминирующая длина волны соответствующего материала составляет:

T = 1273 K

Подставляем это значение обратно в заданное уравнение:

 $\lambda_{\text{дом}}$ = 2897 мкм К / 1273 К

λ_{дом} = 2,28 мкм

В таблице 9-1 показаны величины доминирующей длины волны при некоторых общеупотребительных значениях температуры.

Уставка печи	Доминирующая
(°C)	длина волны
1000	2,3
900	2,5
800	2,7
700	3,0
600	3,3
500	3,7
400	4,3
300	5,1
200	6,1
100	7.8

Table 9-1: Зависимость доминирующей длины волны от температуры

Если известна **резонансная частота** конкретного вещества, то настройка доминирующей длины волны печи на резонансную частоту изделия обеспечивает максимальный перенос энергии посредством ИК-излучения. В большинстве случаев, быстрый нагрев изделия может быть достигнут с большей эффективностью путем настройки на частоту, чем путем увеличения температуры.

Преимущества ИК-нагрева

Нагрев посредством теплопроводности и конвекции происходит за счет переноса тепла к поверхности предмета. Тепло затем переносится от поверхности к слоям, лежащим под ней. Перенос тепла, тем не менее, не является однородным, что приводит к созданию разности температур и неравномерному распространению тепла вдоль предмета. Неравномерное расширение вследствие неравномерного нагрева называется «термическим напряжением», способным приводить к растрескиванию предметов, что называется «термическим ударом».

ИК-излучение нагревает молекулы, находящиеся под поверхностью предмета, и способствуют более однородному распределению тепла, нежели то, которое достигается за счет контактного и конвекционного нагрева по-отдельности.

Быстрое время нагрева также достигается при использовании ИК-технологии за счет высокой интенсивности переноса энергии ИК-волн. Скорость контактного и конвекционного нагрева пропорциональна разности температур между предметом и средой нагрева, тогда как скорость ИК-нагрева пропорциональна биквадратной разности температур между предметом и средой нагрева.

Например:

Предположим, температура предмета составляет 100°С.

Если печь с конвекционным нагревом прогревается до температуры 500°С, то разность, соответственно, будет составлять

500 - 100 = 400

Если печь с инфракрасным нагревом прогревается до температуры 500°С, то разность, соответственно, будет составлять

 500^{4} -100⁴ = 6,25 e¹⁰ - 1,00 e⁸ = 6,24e¹⁰

Прочие факторы, такие как излучающая способность предметов, принимаются во внимание при расчете скорости переноса энергии.

9.2. Температурное профилирование

Как уже было упомянуто в разделе 3.3, «Термопроцесс», изделия, проходящие через печь, подвергаются воздействию ряда температурных режимов, называемых «температурным профилем». Инженер-технолог должен настроить конфигурацию печи для соответствия температурного профиля конкретному изделию. Чтобы это осуществить, инженер должен представлять то, как должен выглядеть цикл изготовления изделия. Возвращаясь к температурному профилю из главы 3, здесь мы наблюдаем шесть зон, обозначенных как Z1 – Z6 (см. рисунок 9-2 ниже). В зависимости от конфигурации печи, может использоваться и большее количество зон.



Рисунок 9-2: Температурный профиль

Изначально, требуется зарегистрировать температурные профили внутри печи. Чтобы достичь момента, когда станет возможным создание температурного профиля, требуется изучить содержимое представленного ниже тематического перечня.

- Технические характеристики профилей
- Основные переменные
- Тип профилей
- Примеры профилирования

9.2.1 Технические характеристики профилей

В целом, температурный профиль задается следующими параметрами:

- а. Интенсивность нагрева: Скорость увеличения температуры, начиная с температуры в помещении.
- б. Время выдержки / задержки: Время, в течение которого изделие остается под воздействием определенной температуры или нескольких температурных режимов.
- в. Интенсивность вторичного нагрева: Интенсивность увеличения температуры от значения температуры, достигнутого за время задержки, согласно требованиям.
- г. Максимальная температура: Максимальная температура, достигаемая в диапазоне +/-.
- д. Время вторичной задержки: Время выдержки / задержки для 2-й операции нагрева.
- е. Интенсивность охлаждения: Скорость уменьшения температуры до более низкой / критической температуры.
- ж. Температура изделия на выходе. Согласно требованиям.

Когда требуется обеспечить скорость движения конвейерной ленты в диапазоне, позволяющем поддерживать требуемую скорость изделия, то соответствие указанным выше техническим характеристикам производится в заданном скоростном диапазоне. В целом, скоростной диапазон зависит от размера и типа печи. Тем не менее, многие наборы параметров скорости ленты и температурных настроек способны отвечать требованиям указанного набора технических характеристик профилей. Кроме того, чем выше скорость ленты, тем больше величина отклонения температуры, и тем меньше постоянство температуры в сравнении с желательным температурным профилем.

9.2.2 Основные переменные

Двумя наиболее значимыми и основными переменными для настройки температурного профиля являются следующие:

- Скорость конвейера: Время, необходимое для прохождения через технологическую секцию.
- Температурные уставки: Энергетический уровень в каждой зоне.

Температурный профиль задается на базе комбинированной обработки изделия по параметрам времени и температуры. Настройками температуры в каждой из зон задается интенсивность нагрева и время задержки в них изделия.

Третьим, и наименее значимым фактором в температурном профиле, является следующий:

 Настройки расходомера: Скорость потока газа при прохождении через технологическую секцию.

Если печь оборудована средствами для регулирования газовой среды, это является важным фактором, который следует учитывать. Сведения по расходу газа и настройкам расходомеров будут подробно рассмотрены ниже, в разделе 9.6 на странице 108.

9.2.3 Типы профилей

Для большинства технологических процессов предусмотрено применение двух температурных профилей:

Области применения равновесных (плоских) профилей:

- Обжиг гибридных и полимерных толстых пленок
- Герметизация стеклом или металлом / припоем корпусов ИС
- Технологические процессы посадки кристаллов
- Высушивание / отверждение полимерной продукции

Области применения неравновесных (остроконечных / зубчатых) профилей:

- Закрепление пайкой методом оплавления припоя
- Закрепление выводной рамки для ИС в керамическом DIP-корпусе
- Технологические процессы обжига посредством солнечных батарей

Большинство микроэлектронных и полупроводниковых термопроцессов подпадают под одну из вышеуказанных категорий, либо под комбинацию из двух категорий. Необходимо настроить параметры печи согласно типу того технологического процесса, который будет использоваться в печи.

9.2.4 Примеры профилирования

Для создания температурного профиля необходимо наличие следующих компонентов:

Провода термопар

Рекомендуется использовать термопары типа "К".

В зависимости от той или иной величины рабочей температуры, следует использовать термопару с надлежащими номинальными характеристиками

для снятия точных показаний. При температурах свыше 300°С рекомендуется использовать керамические или ультравысокотемпературные пластмассовые разъемы, а также материалы наружной оплетки из сплава «инконель» с изоляцией MgO.

Необходимо использовать одну термопару для профилирования по центральной линии, либо три термопары – для профилирования «по всей ширине ленты».

Устройство регистрации температуры

Графический регистратор Опциональное средство экранного профилирования Пакет программного обеспечения KIC для температурного профилирования Регистратор данных типа MOLE / SuperMOLE Регистратор данных DATAPAQ

При температурах ниже 300°С термопару допускается обматывать каптоновой лентой в рамках испытания образца.

Примечание: При повторном выполнении проверки может потребоваться новая лента для обеспечения точности результатов.

При температурах свыше 300°С датчик термопары должен быть зацементирован внутрь испытательного образца. В случаях, когда подлежащее обработке изделие еще не готово, термопару допускается размещать внутри керамической трубки небольшой длины под названием «изоляционная бусинка».



ОПАСНО! При использовании внутри печи проводов термопар в металлической оплетке, на такого рода проводах может происходить накопление электростатического электричества. Тщательно заземлите экранирующий материал камеры печи, обернув провод вокруг наружной оплетки и закрепив один конец к неокрашенной части шкафа печи.







ОПАСНО! При вытягивании проводов термопар через технологическую секцию требуется соблюдение повышенных мер предосторожности. Разъемы внутри камеры могут сорваться и разбить лампу, тем самым создавая условия для попадания оператора под воздействие высокого напряжения и тока, которые могут являться причиной тяжелых травм или смерти.



Равновесные профили

При применении равновесных профилей (плоских температурных профилей) необходимо настроить такую скорость ленты, которая обеспечила бы время выдержки в размере не менее 6–10 минут внутри камеры нагрева. В таблице ниже представлены некоторые величины скорости ленты для камер нагрева различной длины.

Длина наг	камеры рева	Время выдержки					
		6 M	инут	10 м	инут		
(д)	(СМ)	(д/мин)	(см/мин)	(д/мин)	(см/мин)		
30	76	5	12,7	3	7,6		
60	152	10	25,4	6	15,2		
90	229	15	38,1	9	22,9		
120	304	20	50,8	12	30,4		

Table 9-2: Рекомендации по обеспечению сбалансированной скорости ленты

Для использования температурных профилей «по всей ширине ленты», необходимо настроить скорость конвейерной ленты на минимум. Низкая скорость конвейерной ленты будет выражаться в большем количестве регистрируемых температурных показаний. Более низкая скорость приводит к увеличению разрядности температурного профиля, с предоставлением при этом большего количества информации об однородности и постоянстве температуры.

Необходимо выполнить настройку всех значений температуры в зонах на соответствие желаемой максимальной температуре, плюс 5°С.

Если установлены боковые нагреватели, уставка с мощностью в размере 30% от номинальной является хорошей отправной точкой. Кроме того, при боковом нагреве следует выждать несколько минут после выполнения регулировочных настроек, поскольку никель-хромовые провода боковых нагревателей не отличаются той же степенью реагирования, что и ИК-лампы нагрева.

Если требуется более быстрый нагрев, с более длительным временем выдержки, то следует увеличить температурные уставки для первых 1-2 зон приблизительно на 10-20% по сравнению с максимальной температурой. Скорость нагрева будет выше в начале, тогда как в оставшихся зонах температура изделий будет сохраняться на уровне максимальной температуры.

Низкая скорость ленты предоставляет возможность достижения температурой ее максимального значения в пределах первых 1-2 зон. В остальном пространстве камеры нагрева будет удерживаться температура в соответствии с остаточной частью содержимого профиля.

• Зарегистрируйте температуру и наблюдайте за результатами.

Если желаемой максимальной температуры и времени задержки достигнуть не удалось, следует приступить к тонкой настройке скорости ленты и переменных величин уставки температуры для данной зоны. Ниже приведены некоторые методические рекомендации:

Для достижения более быстрого предварительного нагрева, попробуйте выполнить следующее:

- Уменьшите скорость ленты
- Увеличьте величину уставки температуры для первых 1-2 зон

Для уменьшения интенсивности предварительного нагрева:

- Увеличьте скорость ленты
- Уменьшите величину уставки температуры для первых 1-2 зон

Для работы ленты с большей скоростью:

- Увеличьте скорость ленты на 5%
- Увеличьте температуру уставки зоны 1-2 на 7%

Для работы ленты с меньшей скоростью:

- Уменьшите скорость ленты на 5%
- Уменьшите температуру уставки зоны 1-2 на 7%
- Зарегистрируйте новый температурный профиль
- Вернитесь назад и, выполняйте тонкую настройку повторно согласно требованиям до получения нужного температурного профиля.

Глава 9

Для заметок:

Неравновесные профили

В случае применения неравновесных (остроконечных либо зубчатых) температурных профилей, если тип профиля позволяет обойтись без такого параметра, как время задержки, попробуйте выполнить следующее:

• Начните с высокой скорости ленты, при которой время выдержки при проходе изделий через камеру нагрева будет составлять 2–4 минуты.

Длина наг	камеры рева	Время выдержки					
		2 м	инуты	4 минуты			
(д)	(СМ)	(д/мин)	(см/мин)	(д/мин)	(см/мин)		
30	76	15	38,1	7,5	19,0		
60	152	30	76,2	15,0	38,1		
90	229	45	114,3	22,5	57,2		
120	304	60	152,4	30,0	76,2		

Table 9-3: Рекомендации по обеспечению несбалансированной скорости ленты

• Зарегистрируйте температуру и наблюдайте за результатами.

Если желаемой максимальной температуры достигнуть не удалось, следует приступить к тонкой настройке скорости ленты и переменных величин уставки температуры для данной зоны. Ниже приведены некоторые методические рекомендации:

- Уменьшите скорость ленты
- Увеличьте температуру в зонах
- Повторяйте профилирование до тех пор, пока не будет достигнута желаемая максимальная температура.

Если профиль не позволяет обойтись без такого параметра, как время предварительной задержки, выполните действия в порядке, представленном в разделе «Равновесные профили», работая с указанным временем задержки, но со следующими вариациями:

- Увеличьте температуру конечной зоны до отметки около 30-50°С сверх желаемой максимальной температуры.
- Зарегистрируйте температуру и наблюдайте за результатами.

Если желаемой максимальной температуры достигнуть не удалось, следует приступить к тонкой настройке скорости ленты и переменных величин уставки температуры для данной зоны. Ниже приведены некоторые методические рекомендации:

- Уменьшите скорость ленты
- Увеличьте температуру конечной зоны
- Повторяйте профилирование до тех пор, пока не будет достигнута желаемая максимальная температура.

9.3. Создание набора параметров

Чтобы печь смогла заработать, сначала требуется задать уставки температуры, параметры управления, а также условия срабатывания сигнализации. После того, как наиболее оптимальные параметры были заданы, их можно сохранить в виде набора параметров, который оператор сможет применять для обеспечения работы печи именно при указанных условиях.

9.3.1 Программа-редактор для наборов параметров



Рисунок 9-3: Экран программы-редактора для наборов параметров

9.3.2 Управление набором параметров

Работа с наборами параметров строится практически по той же схеме, что описана выше в разделе 5.5.3 на стр. 47, «Сохранение и извлечение из памяти наборов параметров».

Имена наборов параметров

Имя набора параметров в диалоговом окне "Save Recipe" («Сохранить набор параметров») отличается от имени файла в программной оболочке Windows™. При сохранении набора параметров на диск появляется диалоговое окно, содержащее запрос относительно имени для набора параметров. Указанное диалоговое окно может применяться для описания того или иного набора параметров. Описание может быть длинным и наглядным, либо же быть оформлено в виде файла с именем, по аналогии с тем, как это сделано в Windows™.



После того, как описание набора параметров было введено в диалоговое окно <u>Save</u> <u>Recipe</u> («Сохранить набор параметров»), появляется возможность сохранения данного набора параметров на диск.

Нажмите либо на кнопку <u>Save to C:</u> («Сохранить на диск C:»), либо на кнопку <u>Save to A:</u> («Сохранить на диск A:»). Далее появится следующее диалоговое окно:

Select Destination File F	or Upload	×	
File <u>N</u> ame: *.rcp default.rcp schedule.rcp scrcal.rcp	Directories:		Место для ввода имени файла в оболочке Windows™
List Files of <u>Type:</u> .rcp Files (*.rcp)	•		

Целесообразным является сохранение всех наборов параметров на дискете либо на таком съемном носителе, как USB или жесткий диск. Копирование файлов предусмотрено при помощи Windows Explorer, либо путем сохранения файлов на дискете или съемном носителе нажатием на командную кнопку <u>Save to A:</u> («Сохранить на диск A:»), которая находится в диалоговом окне <u>Save Recipe</u> («Сохранить набор параметров»).

9.3.3 Тонкая настройка ПИД

При нахождении печи в процессе работы, электропитание, подаваемое к лампам, является объектом постоянного контроля. Специальный контроль эксплуатационных характеристик используется для поддержания температуры в зонах на стабильном уровне за счет регулирования тока, подаваемого к лампам нагрева. Указанный контроль обозначается как «контур регулирования ПИД». Аббревиатура «ПИД» расшифровывается как Пропорциональный + Интегральный + Дифференциальный, что соответствует трем составляющим, применяемым в данном регулирующем контуре.

При нахождении в режиме тонкой настройки ПИД, любые вносимые изменения отправляются напрямую в контроллер ПЛК. Указанный метод тонкой настройки печи позволяет инженеру осуществлять точное регулирование температурного профиля внутри печи.

Полное понимание того, как работает ПИД-контур, а также того, как осуществлять его тонкую настройку, сопряжено со значительной выгодой как в отношении владельца-оператора, так и в отношении результатов обработки продукции.

В целом, уравнение ПИД принимает следующий вид:

$$\mathsf{CO} = G \cdot \left\{ (S - T) + \frac{1}{I} \int_{0}^{1 \operatorname{sec}} T \cdot dt + D \cdot \frac{dT}{dt} \right\}$$

Где:

T = Температура

t = Время

- G = Значение составляющей по приращению
- S = Температура уставки
- *I* = Значение интегральной составляющей
- *D* = Значение дифференциальной составляющей

Выходные данные на основе трех составляющих – пропорциональной, интегральной и дифференциальной – суммируются для расчета выходных данных ПИД-контроллера. В приведенных ниже разделах содержится обзор и пояснения в отношении указанных трех компонентов ПИД-уравнения.

Составляющая приращения

Регулировка диапазона пропорциональности производится согласно следующему уравнению

Диапазон пропорциональности °С = 100°С / приращение

Чем выше величина приращения, тем уже диапазон пропорциональности; чем меньше величина приращения, тем он шире.

Значение приращения увеличивает разность между уставкой и фактической температурой. Разность между этими двумя значениями называется **погрешностью**. (Однако не стоит путать «погрешность» с «ошибкой»). Погрешность измеряется непрерывно, приблизительно один раз в секунду. Когда разность большая, мощность, подаваемая к лампам нагрева, будет, соответственно, увеличиваться либо уменьшаться. Когда погрешность небольшая, мощность, подаваемая к лампам нагрева, будет поддерживаться на существующем уровне. Значение приращения, превышающие 1, усиливают реакцию контроллера на погрешность (разность между температурой и уставкой).
Настройка приращения на чрезмерно большое значение будет выражаться в бросках температуры то в сторону увеличения, то в сторону уменьшения. Существует возможность того, что температура никогда не достигнет стабильного состояния. Температура может колебаться в районе величины уставки.

Настройка приращения на чрезмерно малое значение будет выражаться в медленной реакции на изменения температуры. Печи будет требоваться больше времени на достижение рабочей температуры, при этом печь также будет медленнее восстанавливаться после бросков температуры, так как изделие «впитывает» тепло.

Значение по умолчанию 9 подходит для операций со многими из технологических процессов.

Примечание: Поскольку значение приращения является множителем, не следует устанавливать его на нуль.

Интегральная составляющая

Только лишь при работающей составляющей приращения, без настройки интегральной или дифференциальной составляющих, контроллер действует наподобие термостата. Когда разность между температурой и уставкой (погрешность) равна нулю, мощность, подаваемая к лампам нагрева, сохраняется на текущем уровне. Когда происходит падение температуры ниже величины уставки, мощность увеличивается до момента возврата температуры к величине уставки. При такой настройке ПИД возникает такое рабочее состояние, когда измеренная температура часто неподобающе сильно отличается от уставки температуры.

Интегральное значение используется для быстрой конвергенции с уставкой.

Интегральное значение обозначается целым значением, вводимым на экране набора параметров. **Интегральная составляющая** рассчитывается автоматически контроллером ПЛК. Интегральное значение усиливает интегральную составляющую.

Интегральная составляющая в ПИД-уравнении обозначает среднюю погрешность (разность температур) в промежутке времени около одной секунды, и обновляется постоянно, накапливая погрешности в качестве временной функции.

Интегральное произведение (интегральное значение, помноженное на интегральную составляющую) добавляется к погрешности. Интегральное произведение может составить значительную разность по отношению к выходному сигналу управления ПИД, особенно если текущая погрешность является небольшой.

Подумайте об этом следующим образом: Разность между температурой и уставкой в любой заданный момент времени может быть равной нулю, однако <u>средняя</u> разность между температурой и уставкой в течение продолжительного количества времени, на что указывает интегральное значение, практически никогда не будет нулевой. При нулевом интегральном значении, мощность будет поддерживаться на текущем уровне даже несмотря на то, что существует тенденция к уменьшению температуры. При интегральном значении больше нуля, помноженном на интегральную составляющую, мощность будет слегка увеличиваться, а приближающееся падение температуры не будет таким глубоким.

При включении значения приращения и интегрального значения в набор параметров, ПИД-уравнение всегда будет регулировать выходные данные контроллера, если только **текущая разность** и **средняя разность** между температурой и уставкой не станет равна нулю. По мере увеличения интегральных значений, отклик со стороны контроллера – снижается. К примеру, при значении 1 будет использоваться вся средняя разность между температурой и уставкой для расчета значения коррекции. При значении 2 будет использоваться половина средней разности для расчета. Ввод очень больших целых значений будет иметь тот же эффект, что и при вводе нуля.

При работе с большинством технологических процессов следует начинать с исходного интегрального значения, равного 45.

Дифференциальная составляющая

Дифференциальная составляющая ПИД-уравнения представляет собой значение, которое соответствует скорости изменения отклонения температурной уставки. Если, к примеру, отклонение температуры ускоряется в сторону от уставки, то дифференциальная составляющая делает попытку «предугадать», каким будет данное отклонение спустя небольшой промежуток времени в будущем. Данный режим работы позволяет дифференциальной составляющей отслеживать изменения нагрузки на ранней стадии и предпринимать попытки противодействия негативным тенденциям заблаговременно.

Предположим, что отклонение температуры зоны вниз от величины уставки составляет 10°С в секунду. При следующем измерении температурное отклонение вниз составляет 20°С в секунду. Дифференциальная составляющая обнаружит данное ускорение в сторону от уставки, и начнет принимать ответные меры путем усиления подаваемого в контроллер ПИД-сигнала. Чем больше дифференциальное значение, введенное на экране набора параметров, тем больше значение коррекции.

Нулевое значение является подходящим для многих технологических процессов с постоянной загрузкой печи (там, где организован непрерывный поток однородных деталей, поступающих в печь).

Для технологических процессов, при которых загрузка печи осуществляется неравномерно, например, когда детали прибывают от экранных принтеров, или же для небуферизованных технологических процессов в автоматизированных линиях, ненулевая дифференциальная составляющая может оказать помощь печи, повысив ее реакцию в тот момент, когда детали неожиданно поступают в зоны нагрева.

При таких ситуациях с неравномерной загрузкой, дифференциальная составляющая, равная 2, является хорошим исходным значением.

Необходимо быть внимательным при вводе дифференциальных составляющих, которые больше 2, по причине быстрого отклика ИК-печи.

Чтобы обнаружить ускоряющееся отклонение от уставки, требуется выполнить как минимум три замера температуры. Следовательно, по меньше мере две секунды должны пройти, прежде чем можно будет внести коррективы. Лампы нагрева являются очень чувствительными, и для надлежащей настройки выходной мощности лампы необходимо весьма небольшое по величине усиление. Дифференциальная составляющая может отобразить ускоряющееся отклонение температуры в сторону уменьшения, даже если температура, возможно, начала и повышаться. Данная ситуация может приводить к чрезмерной коррекции.

Если загрузка печи отличается постоянством, то значения приращения и интегрального значения, как правило, достаточно для того, чтобы противодействовать температурным отклонениям, то есть дифференциальное значение допускается выставить на нуль.

Для запуска последовательности операций по тонкой настройке ПИД, нажмите на одну из кнопок "Zone #" («Зона №»), расположенную на экране "Recipe" («Набор параметров»). При этом появится следующее всплывающее окно (рисунок 9-4). Следует помнить, что выборка указанных данных осуществляется непосредственно из печи, поэтому они могут отличаться от тех, что отображаются на экране набора параметров. Любые регулировочные операции при нахождении на экране тонкой настройки ПИД производятся в реальном времени. Заданные в результате программирования значения отсылаются напрямую в контроллер, и оказывают немедленное воздействие на параметры последнего.



Рисунок 9-4: Экран тонкой настройки ПИД

Значения на полях слева указывают на те величины уставки, которые загружены в печь на текущий момент. Значениями снизу слева обозначаются цифровые значения температуры в зоне согласно показаниям термопары, а также уровень мощности, подаваемой к лампам нагрева в этой зоне согласно регулировке со стороны контроллера и КТУ. На графике справа указанные значения регистрируются по мере перемещения графика справа налево. Данный экран должен предоставлять наблюдателю четкую картину соотношения уровня подаваемой к лампам нагрева мощности по мере отклонения температуры от уставки.

Пороговые величины мощности

Верхнюю и нижнюю пороговую величину мощности можно задать на экране тонкой настройки ПИД. Данное значение вводит ограничение для того количества тока, которое может быть отобрано лампами нагрева. Уменьшение данного значения может привести к увеличению времени прогрева печи. Скромная экономия эксплуатационных затрат может, тем не менее, быть достигнута и при более низких пороговых значениях.

9.4. Расход газа

9.4.1 Основные сведения по расходу газа

Наиболее важным фактором в создании безопасной и эффективной технологической среды является баланс расхода газа. Объем технологического газа, поступающего в систему, должен быть равен объему выхлопного газа, покидающего пределы системы.

Поток газа, поступающий в термошкаф, контролируется при помощи **расходомеров**. Местоположение расходомера у каждой отдельно взятой печи – разное. Расходомер можно устанавливать как для подачи газа в отдельно взятую зону, так в различные зоны, комбинируемые произвольным образом.

Все печи снабжаются трубами для отвода газа. Сжатый воздух (обычно воздух или азот) принудительно подается через маленькое отверстие в небольшой трубке, создавая эффект присасывания (эффект Вентури) внутри выхлопной трубы. Принудительный высокоскоростной поток газа вытягивает вслед за собой газовую среду печи. Для регулировки интенсивности отвода газа, каждая трубка Вентури снабжается отдельным расходомером.

Надлежащий расход газа через трубку Вентури является наиболее важным фактором для обеспечения стабильности температурных профилей. По этой причине выхлопные трубы нельзя подсоединять к воздуховодам производственных помещений. Изменение давления в воздуховодах производственных помещений приводит к изменению давления выхлопа, что, в свою очередь, изменяет расход газа в пределах печи. В этом случае происходят изменения в профиле термопроцесса.

Нарушения подачи потока газа в технологической секции могут вызываться следующими негативными факторами:

- Близость к дверям
- Близость к вентиляторам
- Размещение печи в стене, разделяющей помещения
- Прикрепление вытяжных воздуховодов производственного помещения непосредственно к выхлопной трубе печи

9.4.2 Технологический газ

Внутри печей предусмотрено использование технологического газа различных типов. Пользователи могут выбрать для использования чистый N₂, O₂ или H₂. Для других будет достаточно наличия только лишь чистого сухого воздуха (ЧСВ). Какими бы ни были потребности, предусмотрена возможность различной настройки конфигурации печи на заводе-изготовителе для соответствия всем специальным требованиям. Ниже представлены некоторые технологические газы, использование которых предусмотрено.

Азот

При работе со многими технологическими процессами необходимо, чтобы технологическая среда не содержала, или почти не содержала, кислорода, так как изделия в ней будут либо сгорать, либо окисляться. Удаление кислорода сопряжено с принудительным выводом кислорода путем его откачивания насосами в среду с другим газом. Для этой цели, как правило, используется такой сравнительно инертный газ, как азот.

Водород

Другие газы, оказывающие благотворный эффект на технологический процесс, также допускается включать в состав технологической среды. Водород, к примеру, широко применяется в технологических процессах с пайкой оплавлением припоя для облегчения наплавления припоя.

Формир-газ

Все технологические процессы, при которых концентрация H₂ составляет свыше 4% по массе, требуют наличия всех автоматизированных средств обеспечения безопасности при работе с H₂. Когда концентрация газа H₂ в количестве, необходимом для протекания технологического процесса, опускается ниже 4%, то уровень H₂ не достигает взрывоопасной концентрации внутри печи.

9.5. Создание оптимальной технологической среды

Организацию технологической среды инженеру требуется начинать с определения числа пополнений воздуха, окружающего изделие. Эта цифра в очень большой степени будет зависеть от требований к технологическому процессу и от уровня затрат. При некоторых технологических процессах выделяется большое количество летучих компонентов, которые подлежат удалению, что выражается в повышенном расходе газа по сравнению с более «чистыми» технологическими процессами. Стоимость технологического газа также будет необходимо принять во внимание, поскольку быстрое по времени пополнение газа потребует значительных объемов его расхода. Приступая к работе с новым технологическим процессом, самый безопасный способ – начать с высокого расхода газа, который в последующем можно отрегулировать в сторону уменьшения до момента, когда испытываемая продукция перестанет выходить наружу чистой.

Первым шагом при расчете величин расхода является определение внутреннего объема камеры печи и умножение полученной в результате этого цифры на количество операций в час, необходимых для пополнения газовой среды. Результатом является суммарный расход газа в час для соответствующей камеры.

Расчет внутреннего объема камеры печи

Пример 1:

Инженер-технолог определяет время пополнения в рамках технологического процесса, как равное 60-ти секундам.

Дано: Требование к пополнению: 60 секунд / пополнение Ширина ленты: 24 дюйма.

Габаритные размеры технологической секции (без учета модулей открытого воздушного охлаждения) Чем точнее произведена оценка внутреннего объема, тем меньше требуется усилий на тонкую настройку.

<u>Входная перегородка</u> Высота, «В»: 6 дюймов Ширина, «Ш»: 25 дюймов Длина, «Д»: 15 дюймов Объем, О = В х Ш х Д = 6 х 25 х 15 =

2250 д³

Камера нагрева

Высота, «В»: 12 дюймов \leftarrow Здесь учитывается слой изоляции сверху и снизу, поскольку газ

проходит через это пространство

Ширина, «Ш»: 25 дюймов Длина, «Д»: 30 дюймов Объем, О = В х Ш х Д = 12 х 25 х 30 =

<u>Переходной туннель</u> Высота, «В»: 6 дюймов Ширина, «Ш»: 25 дюймов Длина, «Д»: 15 дюймов Объем, О = В х Ш х Д = 6 х 25 х 15 =

2250 д³

9000 д³

<u>Модуль охла</u>	<u>ждения с регул</u>	<u>ированием газовой среды</u>	
Высота:	6 дюймов		
Ширина:	25 дюймов		
Длина:	30 дюймов	В x Ш x Д = 6 x 25 x 30 =	4500 д ³
Выходная пе	<u>регородка</u>		
Высота, «В	»: 6 дюймов		
Ширина, «Ш	/»: 25 дюймов		
Длина, «Д»:	15 дюймов		
Объем, О = В х Ш х Д = 6 х 25 х 15 =			2250 д ³
Суммарный внутренний объем: 20250 д			20250 д ³

Расчет скорости пополнения

Конвертация объема из кубических дюймов в кубические футы: 20250 дюйм х дюйм х дюйм / [(12 дюйм / фут) х (12 дюйм / фут) х (12 дюйм / фут)] = 11,72 фут³ / пополнение

Конвертация в куб. фут/час

1 час = 3600 секунд

3600 секунд / (60 секунд / пополнение) = 60 пополнений / час

(60 пополнений / час) х (11,72 фут³ / пополнение) = 703,1 фут³ / час

Балансировка расхода газа, Q = 703,1 куб. фут/час (фактических кубических футов в час)

На основании указанных расчетов можно сбалансировать среду в печи на уровне суммарного расхода газа в размере 703,1 куб. фут/час.

Примечание: хотя вышеуказанный результат не является фактическим значением «станд. куб. фут/час», его допускается использовать для балансировки печи. Шкалы расходомера оформлены в стандартных кубических футах в час, но при этом не откорректированы для соответствия фактическим условиям. Для расчета фактического значения «станд. куб. фут/час», выполните конвертацию по закону Бойля-Мариотта:

Коррекция температуры и давления для конвертации из куб. фут/час в стандартные кубические футы в час (станд. куб. фут/час), исходя из того, что давление внутри печи составляет 1 атмосферу:

SCFH = ACFHx (Std Temperature x Actual Pressure) Act Temperature x Std Pressure)

Фактическая температура печи, $T_1 = 100F + 460 = 560 K$
Фактическое давление, $P_1 = 0$ фунт/кв. дюйм (изб.) + 14,7 =
(абс.)14,7 фунт/кв. дюйм
14,7 фунт/кв. дюйм
14,7 фунт/кв. дюйм
14,7 фунт/кв. дюйм
14,7 фунт/кв. дюйм
(абс.)Стандартная температура, $T_{ct} = 70F + 460 =$
Стандартное давление, $P_{ct} =$
(абс.)530 K
14,7 фунт/кв. дюйм
14,7 фунт/кв. дюйм

$$SCFH = 703.1x \frac{(530Kx14.7psia)}{(560Kx14.7)}$$

Фактический стандартный расход газа, Q_{ст} = 665,4 станд. куб. фут/час

Фактическое значение в стандартных кубических футах в час можно использовать для определения требований к сжатому воздуху для производственного оборудования.

9.6. Балансировка расхода газа

После того, как суммарный расход газа был задан для соответствующего технологического процесса, инженер-технолог имеет возможность для настройки баланса расхода газа.

Сбалансированный расход газа означает, что объем газа на входе в печь равен объему газа на выходе из печи.

• Сначала требуется определить то количество газа, которое подлежит подаче в каждую из камер нагрева: Необходимо поделить величину балансировки расхода газа между всеми зонами камеры нагрева и перегородками, управление которыми осуществляется печью.

Для определения суммарного расхода газа в направлении эдукторов, следует разделить значение балансировки расхода газа на 10. Приблизительный объем воздуха, отбираемого трубками Вентури и создаваемого эдукторами, в 10 раз больше величины расхода.

• Необходимо разделить суммарный расход газа эдукторов на количество имеющихся в наличии эдукторов.

• Сумма расхода газа эдукторами и величины балансировки расхода газа равна объему газа, потребляемого печью.

См. пример 2, представленный на следующей странице.

Примечание: Сбалансированный расход газа не является гарантией создания наиболее оптимальной или экономичной среды для протекания технологического процесса. После выполнения данной процедуры все еще может сохраняться необходимость в регулировании расхода газа с целью обеспечения оптимальной и безопасной среды.

Ниже приведены методические рекомендации, касающиеся некоторых общих технологических процессов, которые производятся в печах.

- Если требуется более быстрое охлаждение увеличьте расход для входного эдуктора, одновременно уменьшив расход для промежуточного либо выходного эдуктора. Это не позволит горячему воздуху попасть в секцию охлаждения путем его переноса из камеры нагрева.
- Для равновесных профилей установите расход в зонах на одном уровне. Это будет способствовать поддержанию стабильного потока технологического газа вокруг изделий в процессе нагревания.
- 3. Для остроконечных либо неравновесных профилей (т.е. с пайкой оплавлением припоя и с обжигом посредством солнечных батарей) – увеличьте расход для средних зон и уменьшите – для зон, расположенных в начале и в конце, также увеличив и расход для секций охлаждения. Это будет способствовать достижению изделием высокой температуры под воздействием ИК-излучения, а также обеспечит возможность быстрого охлаждения.
- 4. При длительном стабильном профиле остроконечной формы увеличьте расход для выходного или промежуточного эдуктора, одновременно уменьшив расход для входного эдуктора. Это обеспечит перемещение воздуха к концу камеры нагрева за счет применения конвекционного нагрева, что будет способствовать повышению температуры изделия до конечного значения.

Проектирование технологического процесса

	Пример 2:			 Входной эду Входная пер Зона 1 Зона 2-3 Промежуточі Промежуточі Секция охла Выходная пе Выходной эд 	ктор егородка ная перегородка ный эдуктор ждения ерегородка цуктор
Зоны по	оступления газа				
	Входная перегородка	50	станд.	куб. фут/час	$\overline{)}$
	Зона 1	150	станд.	куб. фут/час	
	Зона 2 и 3	200	станд.	куб. фут/час	
	Переходной туннель	50	станд.	куб. фут/час	> 0
	Регулируемая газовая среда Модуль охлаждения	153	станд.	куб. фут/час	
	Выходная перегородка +	50	станд.	куб. фут/час	\mathcal{I}
	Суммарный расход газа =	703	станд.	куб. фут/час	-
	Делитель потока в эдукторе		÷	10	• 0
	Суммарный расход газа в эдукторе =	70,3	станд.	куб. фут/час	
	Входной эдуктор	25	станд.	куб. фут/час	$\overline{}$
	Эдуктор переходного туннеля	22	станд.	куб. фут/час	6
	Выходной эдуктор	23	станд.	куб. фут/час	
I	Потребление газа	773,3	станд.	куб. фут/час	❹

Данный метод является хорошей отправной точкой для балансировки расхода газа в отдельно взятой печи. Данный метод, однако, дает приблизительные результаты, поэтому требуется дополнительная тонкая настройка.

9.7. Работа с использованием водорода (опция □)

Если печь не снабжена оборудованием для работы с использованием водорода, можно пропустить данный раздел и перейти к разделу 9.8 на стр. 117, «Проверка среды на наличие утечек».



ОПАСНО! Если печь оборудована для работы с H₂, озоном или каким-либо иным опасным технологическим газом, балансировка расхода газа чрезвычайно важна для безопасности всего персонала, работающего рядом с печью.

9.7.1 Введение

Опциональное оборудование для работы с водородом спроектировано для возможности создания в печи восстановительной газовой среды. По той причине, что водород является чрезвычайно горючим газом и чреват наличием ряда проблем при обращении с ним и при осуществлении за ним контроля, не нужно пытаться подсоединять водород к аппарату до завершения прочтения и полного понимания содержимого настоящего раздела.

9.7.2 Описание

Система работы с водородом использует имеющиеся водопроводные линии печи, а также дополнительную систему контроля расхода газа, для подачи водорода в камеру печи. Водород подается в печь с возможностью его просачивания через пористую изоляцию из керамического волокна, за счет чего газ предварительно нагревается еще до его поступления в технологическую секцию.

Перегородки на входе и выходе, расположенные по обеим сторонам камеры печи, образуют занавес, непроницаемый для инертных газов, который эффективно удерживает наружный воздух от поступления в камеру печи и от его смешивания с газообразным водородом. Выхлопные трубы с установленными в них вспомогательными трубками Вентури расположены во входной перегородке или как во входной, так и в выходной перегородках; они служат для удаления излишков водорода, с их последующим направлением в форсуночный узел. Излишки водорода, пропускаемые через выхлопную трубу, направляются в форсунку, где смешиваются с наружным воздухом и поджигаются при помощи токоведущего воспламенителя.



9.7.3 Система контроля

Система контроля водорода спроектирована для предотвращения вероятности поступления горючей смеси водорода в печную камеру. Согласно логической схеме управления программного обеспечения печи, необходимо, чтобы азот непрерывно использовался в выхлопных трубках Вентури, в перегородках на входе / выходе, в камере печи, а также в переходном туннеле / муфте охлаждения, если таковые входят в состав оборудования. До того, как разрешить подачу водорода в печь, логической схемой управления водородом предусмотрено регулируемое пользователем время автоматической очистки в размере от 5-ти до 30-ти минут, с применением при этом азота. Реле давления азота и водорода, вместе с дополнительной логической схемой управления, повышают безопасность системы за счет того, что их наличие создает требования к выполнению представленных ниже условий.

Давление азота

Давление азота должно присутствовать на всем протяжении цикла очистки, а также при работах с непосредственным применением водорода. В случае неполадок, связанных с азотом, подача водорода автоматически прекращается, водородный цикл отменяется, с выдачей при этом предупредительной индикации на дисплее. Только после восстановления давления азота на прежнем уровне возможен перезапуск цикла.

Давление водорода

Давление водорода должно присутствовать на всем протяжении цикла очистки, а также при работах с непосредственным применением водорода. В случае неполадок, связанных с водородом, соответствующий цикл отменяется, с подачей затем потока азота, сопровождающейся выдачей предупредительной индикации на дисплее. Только после восстановления давления водорода на прежнем уровне возможен перезапуск цикла.

Воспламенитель

Элемент (-ы) воспламенителя водорода должны начинать работу в момент начала операции по сжиганию водорода, и работать непрерывно как в условиях цикла задержки, так и при нахождении в состоянии равновесия. Печь изготавливается из расчета два (2) воспламенителя на одну трубу. В случае выхода из строя обоих воспламенителей в отдельно взятой трубе, цикл отменяется, с одновременной выдачей при этом предупредительной индикации на дисплее. Для повторения цикла требуется осуществить ручной повторный запуск. Если только один воспламенитель выходит из строя, то отмены технологического процесса не происходит, однако при этом производится выдача сигнала тревоги.

Давление уплотнения или пленумного пространства

При обнаружении недостаточного количества уплотнительных деталей, создающих давление, аппарат переводится в режим останова нагрева, с выдачей при этом предупредительной индикации на дисплее.

9.7.4 Регулирование расхода газа

Регулирование расхода газа осуществляется вручную при помощи расходомеров с переменным сечением. Для запуска системы медленно откройте клапан во избежание повреждений. Клапаны управления поворачивают по часовой стрелке для уменьшения расхода, и против часовой стрелки – для его увеличения.

Стандартная методика по снятию показаний с расходомера с переменным сечением заключается в нахождении наивысшей точки наибольшего диаметра на поплавке, с последующим ее совмещением относительно гипотетического центра деления шкалы. Если поплавок невозможно совместить с делением, то оператору требуется провести экстраполяцию местонахождения поплавка относительно его местоположения между двумя ближайшими делениями.

Расходомеры печи откалиброваны для работы при следующих стандартных условиях:

Стандартное давление, Р_{ст} = 14,7 фунт/кв. дюйм (абс.) (101,3 кПа)

Стандартная температура, $T_{ct} = 70^{\circ}F(21,1^{\circ}C)$

При отклонении от стандартных условий потребуется внесение корректив в схему калибровки, чтобы последняя оставалась пригодной для использования. На практике, показания, которые были считаны со шкалы расходомера, требуется откорректировать для соответствия стандартным условиям, при которых можно будет использовать единицы шкалы. Самым подходящим местом для измерения фактического давления и температуры является точка на выходе из расходомера. Уравнение для корректировки полученных от расходомера показаний с приведением их к стандартному расходу, Q_{ст}, выражаемому в станд. куб. фут/час.

$$Q_{ct} = Q_a \times SQRT [(P_a \times T_{ct}) / (P_{ct} \times T_a)]$$

Где:

Р_{ст} = Стандартное давление = 14,7 фунт/кв. дюйм (абс.)

 T_{ct} = Стандартная температура = 70°F + 460 = 530 R

Q_a = Наблюдаемое показание расходомера в виде делений

Р_а = Давление на выходе расходомера, (манометрическое давление + 14,7 фунт/кв. дюйм (абс.))

T_a = Температура на выходе расходомера (использовать 100°F + 460 = 560 R)

Пример 1: Расходомер выхлопной трубы со шкалой 10-200 станд. куб. фут/час воздуха. Поплавок неподвижно располагается на отметке 100 делений на шкале расходомера. Предположим, что на выходе расходомера давление составляет -2,0 дюйма H₂O, а температура равна 100F.

P_a = 14,7 фунт/кв. дюйм (абс.) + (-2 дюйм H₂O / 27,68 дюйм / фунт/кв. дюйм) = 14,6 фунт/кв. дюйм (абс.)

Q_a = 100 делений х SQRT [(14,6 х 530) / 14,7 х (100+460)] = 96,95 станд. куб. фут/час

Пример 2: Расходомер какой-либо из зон со шкалой 10-400 станд. куб. фут/час воздуха. Поплавок неподвижно располагается на отметке 200 делений на шкале расходомера. Предположим, что на выходе расходомера давление составляет 55 фунт/кв. дюйм (изб.), а температура равна 100F.

P_a = 14,7 + 55 фунт/кв. дюйм (изб.) = 67,9 фунт/кв. дюйм (абс.)

Q_a = 200 делений х SQRT [(69,7 х 530) / 14,7 х (100 + 460)] = 897,5 станд. куб. фут/час

Осторожно! Запрещается полностью отвинчивать шток клапана. Результатом его снятия в процессе эксплуатации является попадание потока газа или жидкости из передней части корпуса клапана, что может привести к нанесению тяжелых травм персоналу.

9.7.5 Требования к установке

Водород представляет собой горючий газ, который при определенных условиях может быть взрывоопасным. Пользователем данного оборудования должны приниматься надлежащие меры предосторожности, направленные на предотвращение утечки водорода в воздух помещения, а также на удаление потенциальных источников возгорания из производственной среды. Общепринятой практикой является проветривание верхней части помещения с находящейся в нем печью в районе потолка, а также установка системы обнаружения утечек водорода.

Помещение, где располагается печь, должно быть организовано таким образом, чтобы в нем не допускалось наличия прямых сквозняков, в зону действия которых попадала бы печь. Прямой сквозняк на входе или выходе из печи является причиной разбалансирования газонепроницаемого занавеса, что может привести к попаданию водорода внутрь помещения либо к созданию взрывоопасной смеси из воздуха и водорода внутри печи.

ОПАСНО! Расходомеры, установленные на панели управления, рассчитаны на давление не более 70 фунт/ кв. дюйм; при эксплуатации в условиях, когда давление превышает 70 фунт/кв. дюйм, для оператора создается опасность получения травм.

9.7.6 Инструкции по эксплуатации, программное обеспечение и органы управления печи

Регуляторы экрана технологического процесса (H₂)

Перейдите на экран "Process" («Технологический процесс») и нажмите на кнопку <u>H2</u>. Нажмите на <u>Warm-Up</u> («Прогрев»). Дождитесь момента, когда начнет мигать индикатор запуска технологического процесса, а затем нажмите на <u>Process Start</u> («Запуск технологического процесса»). После этого запустится процесс автоматической хронометрированной очистки азотом, продолжительность которого составляет от 5-ти до 30-ти минут. После завершения цикла очистки, нажмите на кнопку <u>Combustible Gas On</u> («Подача горючего газа»). Подача азота будет затем прекращена, с дальнейшим переходом на подачу водорода.

Водород / азот (формир-газ)

Перейдите к экрану "Process" («Технологический процесс»). Нажмите на кнопку Forming («Формирование»). Нажмите на <u>Warm-Up</u> («Прогрев»). Дождитесь момента, когда начнет мигать индикатор запуска технологического процесса, а затем нажмите на <u>Process Start</u> («Запуск технологического процесса»). После этого запустится процесс автоматической хронометрированной очистки азотом, продолжительность которого составляет от 5-ти до 30-ти минут.

После завершения цикла очистки нажмите на кнопку <u>Combustible Gas On</u> («Подача горючего газа»), что приведет к началу подачи водорода. Это является началом автоматического хронометрированного наполнения (с настройкой вручную).

ПРИМЕЧАНИЕ: Термин «Наполнение» обозначает то количество времени, которое требуется для поступления горючего газа и заполнения им замкнутой полости камеры. Время наполнения на заводе-изготовителе устанавливается на 5 минут, с возможностью изменения данной величины пользователем в будущем.

Отмена

Нажмите на кнопку <u>Cooldown</u> («Охлаждение») (это обеспечит возврат к операциям с применением азота), либо перейдите на экран "Recipe" («Набор параметров») для загрузки нового набора параметров.

Давление азота или давление наддува, низкое

Индикация низкого давления азота организована в виде подачи сообщения и звукового аварийного сигнала. Цикл работы с использованием водорода отменяется, с последующим переходом аппарата в режим останова нагрева. Перезапуск данного цикла невозможен без восстановления давления азота на прежнем уровне.

Давление водорода, низкое

Индикация низкого давления водорода организована в виде подачи сообщения и звукового аварийного сигнала. Цикл работы с использованием водорода отменяется, с невозможностью его перезапуска в дальнейшем до тех пор, пока не будет восстановлено давление водорода.

Давление в пленумном пространстве, низкое

Индикация низкого давления уплотнения организована в виде подачи сообщения и звукового аварийного сигнала. Аппарат переходит в режим останова нагрева, а водородный цикл – прекращается.

Внимание! Низкое давление в пленумном пространстве может привести к повреждению ламп нагрева. При наличии признаков низкого давления в пленумном пространстве следует остановить работу аппарата. При наличии признаков низкого давления в пленумном пространстве следует обеспечить останов аппарата до обнаружения и устранения причины, вызвавшей данную проблему.

Выход из строя воспламенителя

Индикация неисправности воспламенителя организована в виде подачи сообщения и звукового аварийного сигнала. Если оба воспламенителя в отдельно взятой трубе выходят из строя, то водородный цикл отменяется и не может быть перезапущен до момента, пока данные воспламенители не будут отремонтированы. Если только один воспламенитель в отдельно взятой трубе выходит из строя, то отмены технологического процесса не происходит, однако при этом производится выдача сигнала тревоги.

9.7.7 Расходомеры водорода

Каждый расходомер водорода снабжается идентификационной наклейкой в зависимости от выполняемой функции, и может регулироваться от расхода нулевой величины до расхода по полной шкале показаний посредством интегрального регулирующего клапана.

Ручка управления

При повороте данной ручки по часовой стрелке расход уменьшается, против часовой стрелки – увеличивается.

9.7.8 Функциональная проверка с использованием гелия

В целях безопасности рекомендуется проводить функциональную проверку водородной системы с использованием для этого газообразного гелия. Также рекомендуется задействовать для проверки анализатор следов кислорода и детектор гелия.

Печь спроектирована таким образом, что она способна безопасно и надежно работать на водороде. Тем не менее, если расход газа не отрегулирован надлежащим образом, то возможно попадание воздуха внутрь аппарата, либо же возможен выпуск газовой среды печи через входное или выходное отверстия, что создает угрозу пожара. Если функциональная проверка с использованием при этом гелия невозможна, то рекомендуется, как минимум, применить анализатор следов кислорода и газосигнализатор горючих газов для выполнения окончательных настроек соответствующего технологического процесса.

Системная функциональная проверка печи

Сначала выполните рекомендуемую системную функциональную проверку печи. Перед тем, как продолжить работу, устраните, по мере необходимости, все неисправности.

Подача газообразного гелия

Временно обеспечьте поступление газообразного гелия в линию подачи водорода, а затем настройте входной регулятор на работу при давлении 50 фунт/кв. дюйм. Убедитесь, что расходомеры водорода полностью отключены на этот период времени.

Включение печи

Включите печь и приведите ее в полностью рабочее состояние, используя рекомендуемые настройки расхода газа, представленные в руководстве по эксплуатации.

Запуск водородного цикла

Отрегулируйте расходомеры водорода для их соответствия тем же величинам расхода, на которые были настроены аналогичные им расходомеры азота.

Проверка концентрации кислорода

Проверьте концентрацию кислорода внутри каждой из зон печи, используя для этого анализатор следов кислорода. Концентрация кислорода может варьироваться в значительном диапазоне, в зависимости от настроек расхода; однако при поддержании в печи кислорода в объеме 100 ч./млн или меньше, его взрыва не произойдет. Если концентрация кислорода превышает порог 100 ч./млн., увеличивайте расход гелия с небольшим шагом приращения, а затем перепроверьте уровень кислорода. Чтобы дать возможность анализатору стабилизировать свою работу, подождите несколько минут между операциями по корректировке расхода газа и кислородной проверкой.

Проверка на предмет утечек газа

Проверьте печь у каждого ее торца с помощью детектора гелия на предмет наличия каких-либо утечек газа из печи. В случае утечки печного газа увеличивайте расход для соответствующего эдуктора с небольшим шагом приращения, а затем выполните повторную проверку.

9.7.9 Смешивание азота / водорода

В случае выбора для работы газовой среды в составе азота / водорода, с нахождением при этом печи в водородном режиме, происходит разбалансирование соотношения подаваемого и выпускаемого газа. Это происходит потому, что подача азота производится в дополнение к тому объему водорода, который уже поступает в печь. Перед тем, как приступить к смешиванию азота / водорода, необходимо выполнить следующие операции:

- 1. Рассчитайте объем гелия, поступающего в печь, когда аппарат работает в равновесном состоянии.
- 2. Примите решение о том, какое соотношение гелия и азота будет применяться, а также о том, какой объем каждого из этих газов потребуется.
- Выберите режим работы в азотной среде для возврата печи к работе с использованием азота.
- 4. Отрегулируйте объем азота с учетом значений, рассчитанных выше. Отключите расходомеры водорода.
- 5. Выберите режим работы в водородной газовой среде, после чего выберите режим смешивания азота / водорода до завершения цикла очистки.
- Затем выполните регулировку расходомеров водорода. Аппарат к этому моменту уже должен функционировать в равновесном состоянии, при надлежащем объеме азота / водорода.
- 7. Проверьте уровень кислорода в печи, а также наличие гелия по краям печи, а затем внесите необходимые коррективы.

На этом функциональная проверка считается завершенной.

<u>ГАЗ</u>	<u>УД. ПЛОТН.</u>
Аргон (А)	1,38
Моноксид углерода (СО)	0,966
Диоксид углерода (CO ₂)	1,51
Гелий (Не)	1,38
Водород (H ₂)	0,070
Хлорид водорода (H₂Cl)	1,59
Сульфид водорода (H ₂ S)	1,39
Метан (Ме)	0,553
Природный газ	0,55 – 0,66
Азот (N ₂)	0,966
Закись азота (N ₂ O)	1,52
Кислород (O ₂)	1,103
Пропан (C ₂ H ₂)	1,56 – 1,99
Перекись натрия (SO ₂)	2,2 – 2,26
N-бутан	2,4
Изобутан	1,99
Table 9-4: Газовые корректировочные	коэффициенты

9.8. Проверка среды на наличие утечек

Если печь оборудована для работы в регулируемой газовой среде, то такое опциональное оборудование, как анализатор кислорода уже также, по всей видимости, установлено и подлежит использованию, чтобы облегчить задачу по определению того, был ли обеспечен сбалансированный расход газа. Ниже представлены некоторые базовые критерии, к которым пользователи могут обращаться для проверки безопасности и исправности функционирования газовых сред печи.

- Проверьте **скосы** (ограждения на входе и на выходе) на наличие признаков подгорания. Если скосы постепенно меняют цвет на коричневый, то, вероятно, происходят утечки газовой среды из печи.
- Дым, выбивающийся с любого конца печи, служит явным признаком утечки ее газовой среды. Наличие плотных паров поблизости от скосов также указывает на это.
- Небольшой источник дыма рядом со входом или же выходом печи указывает на то, втягивается ли воздух в печь либо вытесняется ли он из печи в данный момент. Дым, поднимающийся вертикально, указывает на то, что расход газа – сбалансирован. Небольшой клочок папиросной бумаги или легкая нить, закрепленная клейкой лентой к карандашу, также подойдут для целей данной проверки.

9.9. Расход газа в пленумном пространстве

Лампы ИК-нагрева не создают герметичного уплотнения по сторонам камеры нагрева. Ввиду этого, азот либо чистый сухой воздух (**ЧСВ**) закачивается насосами в пленумные пространства, где он проникает через уплотнения ламп нагрева и попадает в камеру. Данная методика служит для предотвращения утечки технологического газа через уплотнения ламп нагрева. Объем газа, поступающего в камеру через пленумные пространства, является минимальным, и не влияет на общие расчеты расхода газа.

9.10. Экран расхода газа

После определения инженером-технологом расхода газа, соответствующие значения следует сохранить в наборе параметров. Тем самым создается учетная запись выверенных настроек технологического процесса, и в дальнейшем указанные настройки могут применяться оператором после извлечения из памяти соответствующего набора параметров.

₽

Нажмите на кнопку Gas Flow («Расход газа»). Gas Flow

Для регистрации настроек, относящихся к расходу газа, предусмотрено использование экрана расхода газа.

Примечание: Если в состав оборудования печи не включен регулятор массового расхода, то органы управления на указанном экране никак не воздействуют на фактическую величину расхода газа. При наличии регулятора массового расхода, имеется возможность обеспечивать контроль величины расхода с указанного экрана посредством программного обеспечения.

Выполняйте регулировку выдвижных индикаторов до момента совмещения экранных расходомеров с фактическими расходомерами на внешней стороне печи. Нажмите на кнопку <u>Save Settings</u> («Сохранить настройки»).

Затем появляется всплывающее окно, где содержится запрос к пользователю на ввод имени набора параметров. Выберите желаемое имя для соответствующего набора параметров и нажмите на <u>Save</u> to <u>C</u> («Сохранить на диск С»).

Указанные настройки теперь приобщены к данному набору параметров. При извлечении оператором набора параметров из памяти компьютера, настройки, относящиеся к расходомерам, становятся доступными и подлежат регулировке после загрузки соответствующего набора параметров.

9.11. Регулятор массового расхода (опция)

В некоторых печах могут быть установлены опциональные электронные клапаны регулирования массового расхода, позволяющие оператору или инженеру напрямую контролировать величины расхода газа в камере нагрева.



Рисунок 9-6: Экран настроек клапана регулировки массового расхода

9.12. Программное приложение "PC Anywhere"

Если у изготовителя возникает необходимость доступа к ПК печи для проведения диагностики или техобслуживания, то перед тем, как произвести доступ внутрь аппарата, следует запустить программное обеспечение **pcANYWHERE**™.



Дважды нажмите на иконку pcANYWHERE™ <u>на рабо</u>чем столе Windows.

Либо нажмите на клавишу быстрого запуска

, которая находится в меню «Пуск» Windows.

После того, как приложение откроется, нажмите на кнопку <u>Be A Host PC</u> («Назначить главным ПК»).

₿Ø



Подключите телефонную линию от телефонного гнезда RJ11, расположенного на печи, к телефонному гнезду телефона с прямым городским номером. Убедитесь, что вызывающая сторона знает прямой городской номер телефона, подключенного к данному телефонному гнезду.

Глоссарий

Уровень доступа

По всей ширине ленты

Фактическая температура Пневмоскребок Выдаваемые во время входа в систему разрешения на выполнение определенных операций с меню.

Термин для указания на участок, перпендикулярный направлению прохождения продукции через печь; ширина конвейерной ленты.

Текущая температура в печи согласно данным от термопары.

Длинная, устанавливаемая по всей ширине ленты, трубка с равномерно расположенными на ней небольшими отверстиями.



Трубки воздушного регулятора

Створка

Пневмоскребки, заполненные воздухом либо N₂, устанавливаемые во входных и выходных перегородках и применяемые для создания регулируемой газовой среды.

Откидные заслонки на входе и выходе печи, способствующие предотвращению выхода газовой среды из в печи наружу. См. также рисунок под описанием термина «Каплесборники».



Скос

Полустационарное приемное ограждение на входе и на выходе печи. См. также «Затвор».



ЧСВ

Камера

Чистый сухой воздух – технологический газ, используемый в некоторых печах.

См. «камера нагрева».

Глоссарий

Просвет	Расстояние у входа в печь между конвейерной лентой и скосом. См. схему под термином «Скос».		
Загрязнители	Любые вещества, находящиеся в технологической секции, способные негативно повлиять на качество продукции; к ним относятся, помимо прочего, O ₂ , влага либо твердые частицы.		
Конвекция	Технологический процесс нагревания изделия путем опосредованной теплоотдачи от окружающего воздуха, нагретого до высокой температуры.		
Контроллер	Внутренний компьютер, который стабилизирует температуру, осуществляет непрерывный контроль скорости конвейерной ленты, условий срабатывания сигнализации и прочих функций. См. также «ПЛК».		
Регулируемая газовая среда	Газовая среда, формируемая из технологического газа, а также шаблонные модели расхода газа в пределах технологической секции.		
Секция охлаждения	Часть печи, в состав которой входит переходной туннель, при наличии, выходная перегородка, а также любые дополнительные модули, предназначенные для охлаждения продукции.		
Дифференциальная составляющая	Рассчитываемая скорость изменения температуры; используется в ПИД-уравнении.		
Очистка разжижением	Непрерывный процесс добавления чистого газа с одновременным отводом загрязненного газа.		
Доминирующая длина волны	Длина волны с наивысшей степенью повторяемости, испускаемой излучающим элементом		
	при определенной температуре, что описано в законе смещения Вина.		
Каплесборники	Лотки, расположенные под трубами, с подсоединенными к ним перегородками с затворами; применяемые для улавливания того конденсата или осадка, который образуется в ходе технологического процесса.		
	Каплесборник Перегородки с затворами		

Боковой нагреватель

Нагреватели, располагаемые по краям камеры и используемые для поддержания однородной температуры вдоль всей ширины ленты в определенной части камеры нагрева.

Эдуктор

Газовый выход, снабженный средствами измерения и используемый для вытяжки выхлопных газов из камеры и через трубу. См. также «Труба».



Загрязнители, отторгаемые от изделия в ходе термопроцесса. См. также «Летучие компоненты».

Аварийный переключатель.





Участок на входе в печь, где размещается трубка воздушного регулятора, подвесные затворы, а также выхлопная труба; используется для создания регулируемой газовой среды внутри технологической секции.



Ethernet-платаСетевая интерфейсная плата. Связь ПК с контроллером
осуществляется посредством использования Ethernet-
протокола.Выхлопной газОтработанный технологический газ.ПогрешностьРазность между фактической температурой и значением
уставки.ВспышкаТочка, при достижении которой пары органических соединений
достигают той температуры и концентрации, что необходимы

для самопроизвольного возгорания.

Выбросы

Входная перегородка

AOM

Руководство и дополнительные справочные материалы

Расходомер	Измерительный прибор с ручной регулировкой, используемый для контроля за расходом газа или жидкости в технологической секции.	
Формир-газ	Вид технологического газа, состоящий из смеси таких газов, как H_2 и $N_2. \label{eq:holocorrelation}$	
Длина печи	Полная длина печи. Совокупность длин технологической секции и станций загрузки и разгрузки.	
Составляющая приращения	Составляющая ПИД-уравнения, применяемая для расчета того, насколько сильно температура отличается от величины уставки.	
Затвор	Пластина, разделяющая печь на секции для улучшения контроля за технологической средой. См. фото в описании для терминов «Створка» и «Каплесборники».	
H ₂	Газообразный водород.	
Лампа нагрева	Излучатель или нагревательная лампа, двусторонняя, с металлической гильзой, выполненная из горного хрусталя, с инфракрасным (ИК) нагревом.	
Протяженность нагрева	См. следующий термин, «Камера нагрева».	
Камера нагрева	Пространство печи, где происходит нагрев. Также обозначается как «камера» либо «протяженность нагрев»а.	
Секция нагрева	Часть печи, включающая в себя входную перегородку и камеру нагрева.	
Водородный детектор	Служит для обнаружения утечки водорода из печи.	
Интегральная составляющая	Математическая операция, являющаяся одной из составляющих ПИД-уравнения.	
Интегральные блокировочные устройства	Переключатели, устанавливаемые на некоторых дверцах шкафов, которые служат для приостановки работы печи и отключения электропитания в случае открытия данных дверц.	
ИК	Электромагнитная волна. Волны электромагнитного спектра в диапазоне от 0,78 до 1000 мкм.	

Микрон	Одна миллионная часть метра, 1,0 * 10 ⁻⁶ м, 1,0 мкм
ЧМИ	Инструментальное средство разработки программного обеспечения человеко-машинного интерфейса, применяемое с целью создания пользовательского интерфейса для сопряжения с контроллером ПЛК.
Модуль	Секция печи, спроектированная для выполнения заданной функции; длина может составлять 15, 30, 45 или 60 дюймов.
N ₂	Газообразный азот.
O ₂	Газообразный кислород.
Анализатор кислорода	Служит для обнаружения содержания кислорода в заранее заданных местах. Как правило, устанавливается для взятия показаний у источника технологического газа, а также в камере нагрева в количестве, не превышающем три штуки.
pcANYWHERE™	Программное обеспечение, предоставляющее возможность доступа к главному компьютеру через удаленный компьютер.
Запуск при разности фаз	Методика, при которой подача электропитания переменного тока производится только в определенное время на протяжении цикла переменного тока.
ПК	Персональный компьютер. ПК обеспечивает наличие главного операторского интерфейса для управления печью. ПК имеет связь с ПЛК.
пид	Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор. Управляющее уравнение закрытого контура из трех составляющих, которое регулирует подачу мощности к лампам нагрева. См. также «Составляющая приращения», «Интегральная составляющая» и «Дифференциальная составляющая».
плк	Программируемый логический контроллер. Промышленный компьютер, который обеспечивает контроль печи на входе и на выходе. Изолированный участок камеры с запорной арматурой, куда закачивается газ.
Пленумное пространство	Изолированный участок камеры с запорной арматурой, куда закачивается газ.
Пленумный короб	Участок под давлением, служащий для ограничения ламп нагрева по краям и являющийся частью опционального герметичного уплотнения.
Ч./млн.	Частей на миллион. Полезное соотношение для измерения небольшого количества одного газа в пространстве, где доминирует другой газ.
Технологический газ	Газ, который применяется при создании регулируемой газовой среды. Некоторые примеры: ЧСВ, N ₂ , H ₂ , формир-газ либо иные смеси N ₂ /H ₂ .

Глоссарий

Описание участка внутри печи, в любой момент времени включающее в себя температуру, шаблонные модели расхода, а также наличие либо отсутствие продукции, технологического газа, технологических выбросов или загрязнителей.
Физическое пространство внутри печи, от скоса на входе до скоса на выходе. Совокупность секции нагрева и секции охлаждения.
См. «Температурный профиль».
Температурный диапазон, применяемый в ПИД-уравнении в отношении подачи части имеющейся мощности к лампам нагрева и основанный на отклонении фактической температуры от величины уставки.
Инструкции, включая значения температуры и скорости ленты, которые выполняет печь.
Частота, с которой атомарная структура материала легко возбуждается с дальнейшим переходом к физической вибрации и образованием в результате этого отличных характеристик теплопередачи.
Стандартный кубический фут в час. Единица измерения объема расхода газа.
Кремниевый управляемый тиристор. Электронное устройство, используемое для регулирования подаваемой к лампам нагрева мощности посредством сигналов, отправляемых из контроллера ПЛК.
Целевая температура для той или иной зоны.
Высокопористые, металлокерамические трубки, наполненные технологическим газом; используются, как правило, в модулях охлаждения с регулированием газовой среды.
Выхлопная труба, снабженная эдуктором. См. также «Эдуктор».

 Температурный профиль
 Температура, регистрируемая на протяжении определенного периода времени.

 Термопроцесс
 Схематичное описание технологического процесса для отдельно взятого изделия по мере прохождения последнего через технологическую секцию, включая температурный профиль изделия и технологическую среду.

Профиль термопроцесса

Термопара

Горловина

Переходной туннель

Летучие компоненты

Вместе с лентой

Эмпирические зарегистрированные данные соответствующего термопроцесса.

Электронное устройство, которое служит для измерения температуры.

Горловиной печи определяется максимальная высота того или иного изделия, способность последнего попасть внутрь технологической секции.

Секция камеры, расположенная между секцией нагрева и охлаждения.



Углеводородные выбросы, исходящие от продукции. Указание на тот участок конвейерной ленты, который находится в пределах технологической секции.

Область в пределах камеры, где температуру можно регулировать автономно.

Зона

Для заметок: