

# Кислородно-циркониевый СЕНСОР GOLD PROBE

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
M4501

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Алматы (7273)495-231  
Ангарск (3955)60-70-56  
Архангельск (8182)63-90-72  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Благовещенск (4162)22-76-07  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Владикавказ (8672)28-90-48  
Владимир (4922)49-43-18  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Коломна (4966)23-41-49  
Кострома (4942)77-07-48  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Курган (3522)50-90-47  
Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Ноябрьск (3496)41-32-12  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Петрозаводск (8142)55-98-37  
Псков (8112)59-10-37  
Пермь (342)205-81-47

Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Саранск (8342)22-96-24  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Сыктывкар (8212)25-95-17  
Тамбов (4752)50-40-97  
Тверь (4822)63-31-35

Тольятти (8482)63-91-07  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)33-79-87  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Улан-Удэ (3012)59-97-51  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Чебоксары (8352)28-53-07  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Чита (3022)38-34-83  
Якутск (4112)23-90-97  
Ярославль (4852)69-52-93

Россия +7(495)268-04-70

Казахстан +7(7172)727-132

Киргизия +996(312)96-26-47

Эл. почта: [sid@nt-rt.ru](mailto:sid@nt-rt.ru) || Сайт: <https://ssi.nt-rt.ru>

## Содержание

◆ Введение .....	1
◆ Спецификации .....	1
◆ Характеристики .....	2
◆ Теория по управлению .....	3
◆ Инсталляция .....	4
◆ Техническое обслуживание .....	5
◆ Устранение неполадок .....	7
◆ Системы управления .....	8
◆ Гарантия .....	10

## ВВЕДЕНИЕ

Выражаем Вам благодарность за выбор **Gold Probe™** для управления атмосферой.

Gold Probe™ представляет современный уровень развития в технологиях определения углерода. Прибор был разработан для использования в системах управления углеродом в отношении контроля углерода в атмосферных печах и температуры конденсации в эндогенераторах.

## СПЕЦИФИКАЦИЯ

- ◆ Полезный %C Уровень- .01 to 1.6%
- ◆ Диапазон температур - 1200°F к 2000°F (649°C к 1093°C)
- ◆ Стабильность - в пределах +/- 1 м VDC
- ◆ Импеданс- менее чем 10 кОм @ 1700°F (927°C)
- ◆ Полезная мощность - 0 к 1250 м VDC
- ◆ Длина - 21 1/2", 25 3/4", 35" (546мм, 654мм, 889мм)
- ◆ Вес - 3.7, 4.0, 5.8 фунтов
- ◆ Введение - 14.3", 18.6", 20"или 27.8" (363 мм, 472мм, 508мм, или 706мм)
- ◆ Крепление- 1" (25.4мм) NPT
- ◆ Оболочка диам.- 0.84" (1/2" труба) (21мм, 13мм труба)

## ХАРАКТЕРИСТИКИ

Типичный датчик для определения карбона состоит из трубки с закрытыми концами с контактирующей частью на наконечнике. Трубка может быть сделана из циркония или из пластинки циркония, прикрепленного на наконечник. На рис.1 показана модель Gold Probe™ с деталями, опущенными для понимания. Наконечником трубки является пружина, погруженная вместе в оболочку, которая также служит внешним электродом. Внутренним электродом является пружина, погруженная вместе с внутренней поверхностью из циркония. Термопара расположена близко к внутренней поверхности электрода и исходным воздушным термостатом контактирующей поверхности.

Для инженеров по приборам: зонд выглядит как батарея (см. Рис.2.) Он отображает напряжение  $E$ , по которому можно просчитать потенциал углерода. Термопара зонда показана рядом с контактирующим электродом.

Значение внутреннего сопротивления может измеряться, как показано на Рис. 3, если поместить параллельный резистор через зонд, измеряющий результирующее напряжение,  $E$  и выполняющий простые вычисления.



РИС. 1

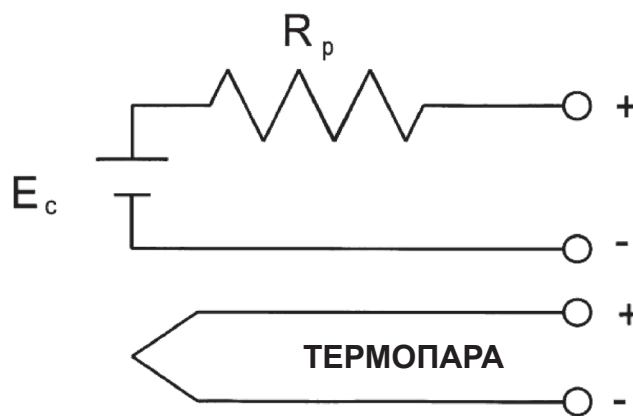
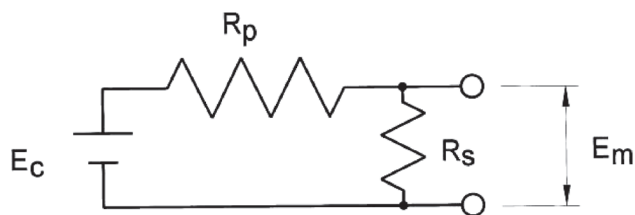


РИС. 2



$$R_p = ((E_c / E_m) - 1) \times R_s$$

РИС. 1

## БАЗОВАЯ ТЕОРИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ

**Потенциал углерода атмосферы** конвенциональной печи определяется как С в процентном соотношении, достигнутом в контрольной пластинке щупа из углеродистой стали, уравновешенной в атмосфере печи. К сожалению, время равновесия является длительным процессом, поэтому невозможно контролировать непрерывно атмосферу на основе измерений щупа. Однако, циркониево-оксидный датчик может использоваться для того, чтобы точно измерять и контролировать потенциал углерода и на постоянной основе.

Собственно говоря, циркониево-диоксидный зонд вовсе не считывает карбон. Он является кислородным датчиком с устройством вывода м VDC, описанным Формулой уравнения (1).

К счастью, существуют эмпирические (экспериментальные) соотношения между концентрацией кислорода и потенциалом углерода, и данное соотношение использовалось для инструментов контроля углерода с начала 70-х годов. Уравнение, используемое большинством управляющих производителей, на сегодняшний день иллюстрируется Уравнением (2), которое указывает, что есть только три переменные, влияющие на измеренное миллинапряжение. Так как действительное уравнение является отчасти комплексом, данный процесс не воспроизводится здесь. Полное описание теории зонда будет в техническом бюллетене T4401 (Теория по Циркониево-оксидному датчику).

Все конкурентоспособные зонды будут постоянно согласовывать один или два мВ при воздействии той же атмосферы условиях равновесия. Различия в значениях, указанных производителями зонда, относятся к различиям исходных данных у производителей, но достоверное значение циркониевого зонда является его повторяемостью.

### O<sub>2</sub> ОТВЕТ ЦИРКОНИЯ

$$E_c = 0.0276 T_R \log (P_f / P_a) \text{ милливольт} \quad (1)$$

### Zr АЛГОРИТМ ЗОНДА

$$\%C = \Phi : ( E_c, \% CO, T_R ) \text{ mVDC} \quad (2)$$

Где:  $\Phi$ : означает 'функцию'  
 % C потенциал углерода  
 % CO процент угарного газа  
 $T_R$  это абсолютная температура по шкале Rankine (уровень. F + 460)

и  $E_c$  это устройство вывода в милливольтках

## ИНСТАЛЛЯЦИЯ

Если ваш новый зонд устанавливается в существующее устройство спуска, знайте, что ваша гарантия требует того, чтобы зонд был помещен в камеру печи на расстоянии не более чем 4" (101мм). Это происходит потому, что при рабочих температурах оболочка может прогнуться, что приведет к неисправности контактирующего циркониевого элемента.

Для новых инсталляций монтаж входа должен выполняться на стенке печи для того, чтобы зонд мог проникнуть от 2" до 4" (51 мм до 101 мм) в камеру печи. Здесь представлены некоторые условия, которые следует принять во внимание при выборе позиции для монтажа входа. Большинство из условий допускают некоторый компромисс и представляют собой, в лучшем случае, рекомендации.

Монтажный набор использовался для того, чтобы обеспечить размер резьбы 1" (25.4 мм) с резьбой NPT. Самым простым является соединение 1 1/2" (38мм), как показано на РИС. 4.

Печь подготавливается путем сверления отверстия диаметром 1 1/2" (38 мм) через стену и экранирование. Отверстие должно быть сделано под прямым углом к печи для того, чтобы избежать влияния ввода шупа. Затем фитинг спаивается или прикрепляется к стене для того, чтобы предоставить газонепроницаемый приток.

**Ваше устройство Gold Probe™** транспортировался обжимным фитингом с кольцевым уплотнением, который позволяет вам регулировать процесс монтажа. Крепления колпачка вручную является подходящим способом для бокового монтажа. Ключ следует использовать при вертикальном монтаже для того, чтобы обеспечить неподвижность зонда. При инсталляции в горячей печи введите первые четыре дюйма, затем из расчета 2" (51мм) в минуту для того, чтобы избежать разрушения, вызванного термоударом.

### ПРИМЕЧАНИЕ:

Ваш прибор Gold Probe™ был тщательно протестирован под наблюдением в нашей атмосферной печи. Таким образом, оболочка демонстрирует доказательство термального выгорания.

### РАСПОЛОЖЕНИЕ ВХОДНОГО ФИТТИНГА

- ◆ В верхней трети рабочей зоны...
- ◆ Близко к контрольной термопаре...
- ◆ На расстоянии от радиационных труб...
- ◆ Вдали от притока газа-носителя...
- ◆ Чистота рабочих корзин...

### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

**Цирконий чувствителен к тепловому удару.  
Помещайте в накалившую печь  
не быстрее, чем на 2" (51 мм) в минуту  
(после первых 4 дюймов или 101 мм)**

## ИНСТАЛЛЯЦИЯ

Если у вас уже есть системы управления датчиком для определения углерода, вы обеспечены исходной подачей воздуха и, возможно, также системой кондиционирования зонда (см. Рис. 6). Важно подчеркнуть, что исходный воздух должен быть **чистым и сухим**. Какие-либо горючие вещества или влажность в исходном воздухе будут являться причиной того, что датчик будет считывать медленно в результате излишнего науглероживания. Избегайте использования сжатой воздушно-масляной смеси. Подключение воздуха к датчику следует выполнять при помощи кремниевой трубки для того, чтобы избежать проблем относительно высоких температур, столкнувшихся в блоке соединения датчика. Окончательно установленное оборудование должно выглядеть так, как показано на рис. 4.

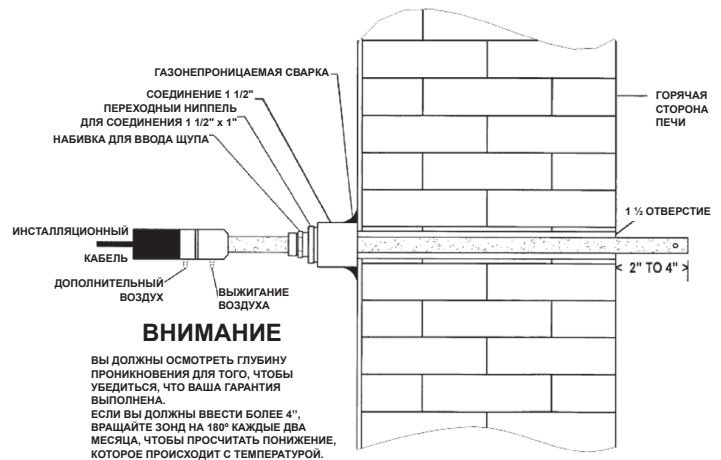


РИС. 4

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

**Кондиционирование печи:** разрушающее действие углерода и температуры на высоких уровнях допускается производителями, которые обычно сообщают о «нежном выжигании». Инженеры компании усовершенствовали стандартную программу, которая сокращает или исключает время, необходимое для того, чтобы «высушить» печь после того, как процесс выжигания завершен. Рекомендованная стандартная программа для выжигания существует для того, чтобы устанавливать температуру на уровне до 1500°F (815°C), прекращать газ-носитель и добавлять воздух на уровне, который не будет являться причиной большого увеличения температуры. Интенсивность подачи около 10 % от нормального потока газ-носителя считалась достаточной. В конечном итоге, у устройства **Gold Probe™** выход падает до 200 мВ. На этой стадии прекращается подача воздуха и наблюдается вывод зонда. Если устройство вывода поднимается выше 250 милливольт менее чем за 15 минут, впустите воздух и повторите стандартную программу до тех пор, пока mV уровень не останется ниже 250 более, чем за 15 минут.

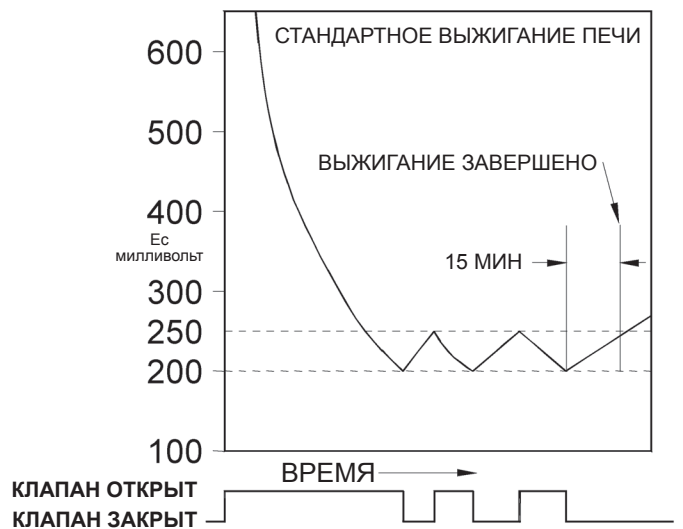


РИС. 5

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Причиной того, что данное оборудование превосходит то, в котором углерод находился в пустоте огнеупора, является продолжительная «выдержка». Полное выжигание, опять-таки щадящее, выводит данный углерод и требует того, чтобы углерод добавлялся в понедельник утром с определенным режимом выдержки для того, чтобы добиться рабочих уровней.

**Обработка зонда:** пока желательно периодически выжигать печь, процесс, при котором твердый углерод или сажа выделяются, остается в зонде, а углерод и сажа должны удаляться более часто, чтобы зонд был всегда готов к работе. Технический персонал компании SSi первыми исследовали данный метод с целью добиться данного результата. Слой сажи появляется в двух важных положениях: межтрубное пространство между оболочкой и измерительной поверхностью, а также при рабочем спазе между цирконием и точкой контакта с оболочкой, которая является измерительным электродом. Зонд выжигается при потоке воздуха в пространство через фитинг выжигания. Поток воздуха должен быть установлен по норме, которая позволит подняться температуре не более, чем 100 градусов по Фаренгейту (38 С). Если возможно, то поток воздуха следует устанавливать так, чтобы преодолеть воздействие вентилятора рабочей камеры и снизить напряжение на выход ниже 800 мВ, предпочтительно < 200 MV. Выполнение данного процесса за 90 секунд до или после каждой партии, или каждые шесть часов из 12 в печи непрерывного действия обеспечит соответствующее требуемого кондиционирования в большинстве случаев. См. рис. 6.

## СТАНДАРТНАЯ СИСТЕМА ВЫЖИГАНИЯ ЗОНДА

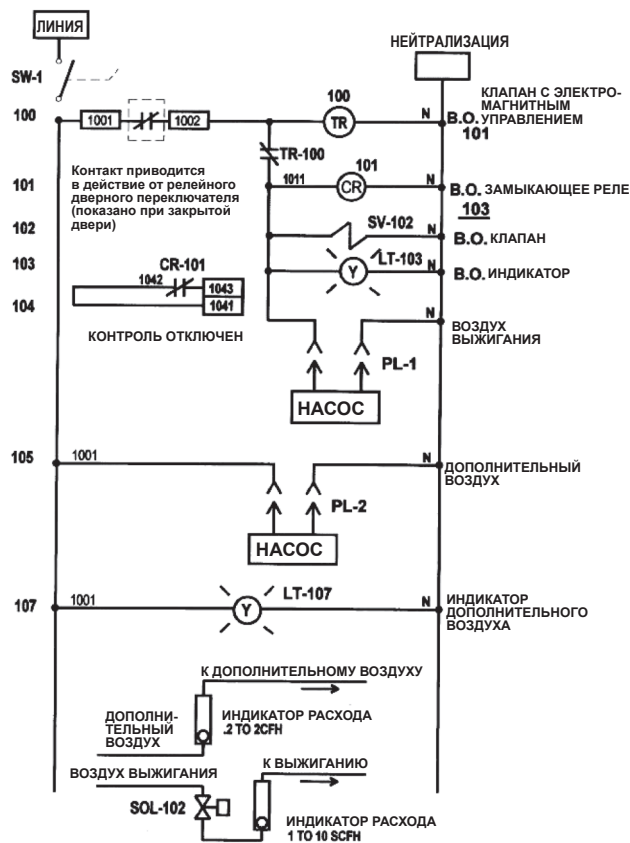


РИС. 6



## УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Если неполадки возникают с системой управления печи, важно установить, откуда исходит проблема; зонд линии передачи сигнала, регулирующий прибор или сама печь. Несколько простых тестов могут помочь выделить проблему быстро. Самое главное – это изначально понять источник проблемы. Независимо от неустойчивого поведения подобно чередованию или ошибке, чтобы стабилизировать заданное значение, самым простым признаком является несоответствие деталей спецификациям гарантии качества.

Для того, чтобы оценить неисправность, мы рекомендуем следующие приборы

1. хороший 3½ цифровой милливольтметр с 10 megΩ входным полным сопротивлением и 0 к 1999 к V уровню,
2. калибратор температуры и,
3. и устройство к выводу 0 до 1300 милливольт не менее, чем 50 мегаом выходное полное сопротивление.

**Устранение неполадок в работе зонда:** Для того, что установить источник неполадки при инсталляции, прежде всего не стоит передвигать **прибор Gold Probe** от печи. На все значимые ниже следующие вопросы должны быть получены ответы, пока Gold Probe (или какой-либо другой циркониево-оксидный датчик) находится в печи **при температуре** и открыт к уровню нормальной атмосферы при контроле вручную:

1. Alnoг показания (анализ щупа) температуры конденсации подтверждают указанное значение зонда? Если нет соответствующей корреляции, проблема НЕ в зонде.
2. Соединения от T/C удлинителя и кабеля датчика чистые и крепко прикреплены к соответствующему зонду и клеммам регулирующего прибора? Заметьте, что экранированный провод в кабеле датчика следует подсоединять к заземлению только к концу регулирующего прибора!

<u>ПРИЗНАК</u>	<u>ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА</u>
Высокий % C	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Низкое показание из-за:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокого сопротивления зонда</li> <li>• Треснутого циркония</li> <li>• Грязного воздуха</li> <li>• Неисправной изоляции кабеля</li> <li>• Калибровки средств измерения</li> <li>• Подсоса воздуха к фитингу расплавления</li> <li>• Утечки воздуха из печи в зонд</li> </ul> </li> <li>◆ Масляных частей или печи с большим содержанием сажи</li> <li>◆ Неправильный набор времени/температуры</li> </ul>
Низкий % C	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Высокое считывание из-за               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Зонда, закупоренного сажей</li> <li>• Калибровки средств измерения</li> </ul> </li> <li>◆ Неправильный набор параметров</li> </ul>
Неустойчивый	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Неверный сигнал из-за               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Плохого соединения датчиков</li> <li>• Электрического источника шума</li> <li>• Присоса воды через поврежденную радиационную трубу</li> <li>• Плохой атмосферы</li> <li>• Смешенной регулировки распределителя</li> <li>• Установка инструментов</li> <li>• Печи с большим содержанием сажи</li> </ul> </li> </ul>
Sooted fce	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Не треснувший (температура слишком низкая в генераторе или активатор неактивен)</li> </ul>

3. Регулирующий инструмент CO или H фактор установлен к действительному значению? Различные производители относят данный «фактор» как Фактор зоны, Фактор Процесса, Газ, Фактор печи, CO Фактор, Фактор калибровки и т.д. Данный фактор может требовать изменения, чтобы согласовать подсчитанный уровень % C или температуру конденсации с другими измерениями.
4. Действительная температура Gold Probe и O mV сигнал, как измерение калибровкой температуры, и цифровой вольтметр согласуются со значениями по регулирующему прибору, которые отображаются на экране как измерения? Если нет, вероятнее всего проблема как раз в калибровке инструмента.

## УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

5. Импеданс зонда менее, чем 50 кОм при температуре выше 1550°F (843°C)? Проведите тест, указанный на Рис. 3, при помощи параллельного резистора более, чем 50 кОм. Измерьте напряжение E перед параллельным включением, затем E при параллельном включении. Подсчитайте R. Если данное значение превышает 50 кОм, R приступите к шагу 8, указанному ниже.
6. Как быстро зонд реагирует на изменение концентрации O<sub>2</sub>? Снимите показания зонда при помощи регулятора или цифрового вольтметра. Выполните замыкание зонда в течение 5 секунд, извлеките зонд и засекайте время, необходимое, чтобы вернуться в пределы 1% первоначальных показаний. Если данное значение превышает 30 секунд, R приступите к шагу 8, указанному ниже.
7. Есть утечка в опорной пластине из циркония? Чтобы проверить данное свойство, отключите подачу воздуха за одну минуту. Измерьте мВ, как указано, при помощи регулятора или цифрового вольтметра. Включите подачу воздуха опять и измерьте мВ опять. Если есть отличие более, чем 25 мВ, замените зонд.
8. Если сопротивление зонда или время ответа ненадежное как указано в шагах 5 и 6, мы рекомендуем, выжечь зонд. Введите 10-15 CFH воздуха в прибор выжигания на период около 90 до 120 секунд, затем повторите тест. Если неполадка не устраняется, возможно, необходимо выполнить тщательное выжигание печи для того, чтобы прочистить печь от всего, что способствует накоплению грязи, включая Gold Probe. Сжигание зонда не наносит вреда данной продукции, если температура зонда не превышает 2000°F (1093°C) во время процедуры сжигания.
9. Если необходимо передвинуть Gold Probe из горячей печи, выполняйте это внимательно. **НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ** не следует передвигать Gold Probe быстрее, чем на 2" (51мм) в минуту.
10. Группа технической поддержки по проблемам осуществления контроля в атмосферной печи работает с ПН-ПТ с 07.00 – 17.00 с целью обслуживания наших заказчиков по термическому оборудованию. Обращайтесь к нам по телефону (800) 666-4330.

Если вы используете устройство Gold Probe как замену в существующей системе, вы считаете, что такое решение лучше, чем вы привыкли. Если вы планируете с помощью новой системы повысить контроль, вы можете смело положиться на компанию, которая предоставляет вам только то, что вам действительно необходимо от самых простых программ управления вкл./выкл. до тщательно разработанных программируемых PID систем контроля с компьютеризированным интерфейсом, записью данных, регулировкой продукции, планированием, отчетами, интегрированной регистрацией заказа и инвосирования.

Рис. 7 и 8 демонстрируют простое управление и кондиционирование зонда, обеспечиваемые компанией системой. Система позиционирована как система управления, которая обеспечивает функцию «подключи и работай», которая работает удобно. Такие компоненты как клапаны, измерители расхода, кабель и тубинг предоставляются компанией для того, чтобы заказчик при инсталляции не испытывал трудностей и не тратил время на поиск необходимых деталей.

# СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

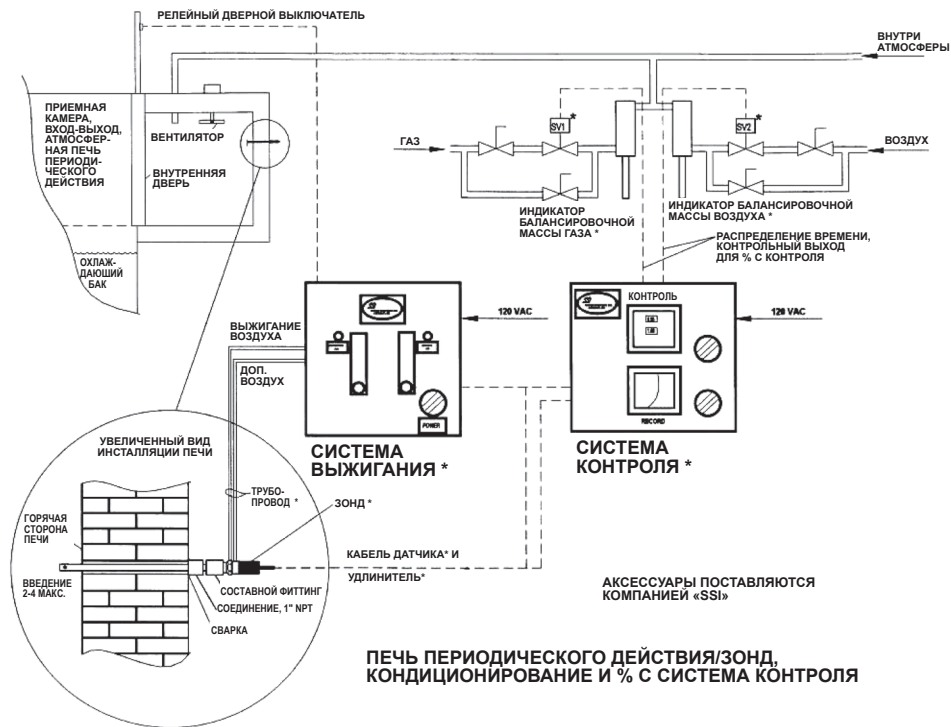
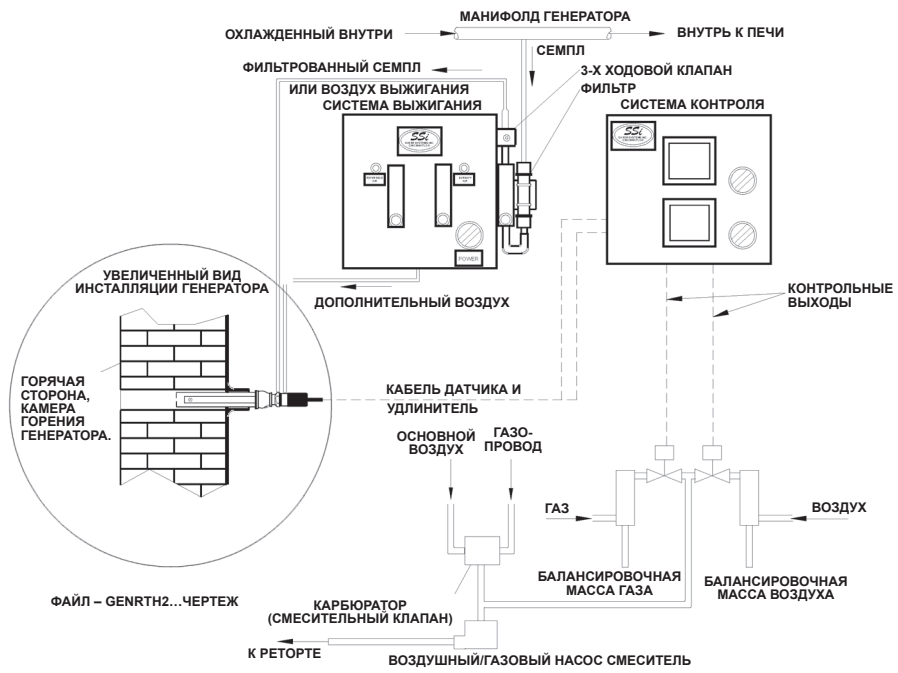


РИС. 7



ОТБОР БУРОВЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО НАГРЕВА ЭНДОТЕРМИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ

РИС. 8

## Гарантии

- Производитель торговой марки Gold Probe™, гарантирует, что оборудование без дефектов, а также гарантирует качество изделия для стандартного использования и обслуживания. Обязанности компании в соответствии с настоящей гарантией ограничиваются осуществлением ремонта или замены, по усмотрению компании, датчика, описанного в настоящем документе, в случае поломки в течение одного года гарантии. Гарантийный период начинается с инсталляции датчика, что подтверждается распиской в получении, которая прилагается к датчику. Если случается преждевременная поломка, датчик, наряду с отчетом по гарантийной рекламации, должен поступить назад в компанию в полной, оригинальной упаковке. По получении, компания изучает причину поломки, за какое время будут произведены надлежащие действия.
- Не существует гарантий, намеренных или скрытых, от дистрибьюторов или представителей для Gold Probe, кроме как гарантии от наличия дефектов, описанных выше. Не существует соответствующей гарантии в случае неисправности, вызванной механическим или тепловым ударом. Кроме того, не существует соответствующей гарантии на зонд, который использовался неправильно, небрежно или не по назначению.
- Для датчиков, работающих при повышенных температурах, гарантийный период распределяется пропорционально так, что полная гарантия допускается при работе с температурой ниже 1850°F (1010°C); гарантия 6 месяцев при работе с температурами между 1850°F (1010°C) и 1950°F (1065°C); гарантия три месяца между 1950°F (1065°C) и 2050°F (1121°C), и отсутствует гарантия при температуре свыше 2050°F (1121°C).
- Выполнение обязательств по настоящей гарантии не может быть выполнено, если Регистрационная Карточка не была получена компанией до отчета по рекламационной гарантии, а инсталляция производилась без соблюдения техник и процедур, описанных в руководстве по эксплуатации. Компания никоим образом не несет ответственности за или косвенные убытки в отношении использования данного датчика.

Мы полагаем, что Вы используете данное место для заметок, чтобы записать дату инсталляции, результаты испытаний и опыта работы с **Gold Probe™**.

**ПРИМЕЧАНИЯ**

УГЛЕРОД в сравнении с ТЕМПЕРАТУРОЙ КОНДЕНСАЦИИ

%CO = 20.0 % H2 = 40.0 Af = 1.00 **Примечание: температура конденсации указана в Фаренгейтах**

TEMP → % C ↓	1450F (788C)	1475F (802C)	1500F (815C)	1525F (829C)	1550F (843C)	1575F (857C)	1600F (871C)	1625F (885C)	1650F (899C)	1675F (913C)	1700F (927C)	1725F (940C)	1750F (954C)
0.05	142	137	133	129	124	120	117	113	109	106	103	99	96
0.10	117	113	108	104	101	97	94	90	87	84	81	78	75
0.15	103	99	95	91	88	84	81	77	74	71	68	66	63
0.20	93	89	86	82	78	75	72	69	66	63	60	57	55
0.25	86	82	78	75	71	68	65	62	59	56	53	51	48
0.30	80	76	73	69	66	63	60	57	54	51	48	46	43
0.35	75	71	68	64	61	58	55	52	49	46	44	41	39
0.40	71	67	64	60	57	54	51	48	45	43	40	37	35
0.45	67	63	60	57	53	50	47	45	42	39	37	34	32
0.50	64	60	57	53	50	47	44	41	39	36	34	31	29
0.55	60	57	54	50	47	44	41	39	36	33	31	28	26
0.60	58	54	51	48	45	42	39	36	33	31	28	26	24
0.65	55	52	48	45	42	39	36	34	31	28	26	24	21
0.70	53	49	46	43	40	37	34	31	29	26	24	21	19
0.75	50	47	44	41	38	35	32	29	27	24	22	19	17
0.80	48	45	42	39	36	33	30	27	25	22	20	18	15
0.85	46	43	40	37	34	31	28	25	23	20	18	16	14
0.90	44	41	38	35	32	29	26	24	21	19	16	14	12
0.95	42	39	36	33	30	27	25	22	19	17	15	12	10
1.00	41	37	34	31	28	26	23	20	18	15	13	11	9
1.05	39	36	33	30	27	24	21	19	16	14	12	9	7
1.10	37	34	31	28	25	22	20	17	15	12	10	8	6
1.15	36	32	29	26	24	21	18	16	13	11	9	6	4
1.20	34	31	28	25	22	19	17	14	12	10	7	5	3
1.25	33	29	26	24	21	18	15	13	11	8	6	4	2
1.30	31	28	25	22	19	17	14	12	9	7	5	2	0
1.35	30	27	24	21	18	15	13	10	8	6	3	1	-1
1.40	28	25	22	19	17	14	11	9	7	4	2	0	-2
1.45	27	24	21	18	15	13	10	8	5	3	1	-1	-3
1.50	26	23	20	17	14	11	9	7	4	2	0	-2	-5

## УГЛЕРОД vs. МИЛЛИВОЛЬТ С ТЕМПЕРАТУРОЙ

%CO = 20.0 % H<sub>2</sub> = 40.0 Af = 1.00 **Примечание: температура конденсации указана в Фаренгейтах**

TEMP → % C ↓	1450F (788C)	1475F (802C)	1500F (815C)	1525F (829C)	1550F (843C)	1575F (857C)	1600F (871C)	1625F (885C)	1650F (899C)	1675F (913C)	1700F (927C)	1725F (940C)	1750F (954C)
0.05	961	963	965	967	968	120	117	113	976	978	979	981	983
0.10	993	996	998	1000	1002	97	94	90	1011	1014	1016	1018	1020
0.15	1012	1015	1018	1020	1023	84	81	77	1033	1035	1038	1040	1043
0.20	1026	1029	1032	1034	1037	75	72	69	1048	1050	1053	1056	1059
0.25	1037	1040	1043	1046	1048	68	65	62	1060	1063	1065	1068	1071
0.30	1046	1049	1052	1055	1058	63	60	57	1070	1073	1076	1078	1081
0.35	1054	1057	1060	1063	1066	58	55	52	1078	1081	1084	1087	1090
0.40	1061	1064	1067	1070	1073	54	51	48	1086	1089	1092	1095	1098
0.45	1067	1070	1073	1076	1079	50	47	45	1092	1096	1099	1102	1105
0.50	1072	1075	1079	1082	1085	47	44	41	1098	1102	1105	1108	1112
0.55	1077	1080	1084	1087	1091	44	41	39	1104	1107	1111	1114	1117
0.60	1082	1085	1089	1092	1095	42	39	36	1109	1113	1116	1119	1123
0.65	1086	1090	1093	1097	1100	39	36	34	1114	1117	1121	1124	1128
0.70	1090	1094	1097	1101	1104	37	34	31	1119	1122	1126	1129	1133
0.75	1094	1098	1101	1105	1108	35	32	29	1123	1126	1130	1134	1137
0.80	1098	1102	1105	1109	1112	33	30	27	1127	1131	1134	1138	1141
0.85	1101	1105	1109	1112	1116	31	28	25	1131	1134	1138	1142	1146
0.90	1105	1109	1112	1116	1120	29	26	24	1135	1138	1142	1146	1149
0.95	<i>1108</i>	1112	1116	1119	1123	27	25	22	1138	1142	1146	1149	1153
1.00	<i>1111</i>	<i>1115</i>	1119	1123	1126	26	23	20	1142	1145	1149	1153	1157
1.05	<i>1114</i>	<i>1118</i>	<i>1122</i>	<i>1126</i>	1130	24	21	19	1145	1149	1153	1157	1160
1.10	<i>1117</i>	<i>1121</i>	<i>1125</i>	<i>1129</i>	<i>1133</i>	22	20	17	1148	1152	1156	1160	1164
1.15	<i>1120</i>	<i>1124</i>	<i>1128</i>	<i>1132</i>	<i>1136</i>	21	18	16	1151	1155	1159	1163	1167
1.20	<i>1123</i>	<i>1127</i>	<i>1131</i>	<i>1135</i>	<i>1139</i>	19	17	14	1155	1159	1162	1166	1170
1.25	<i>1126</i>	<i>1130</i>	<i>1134</i>	<i>1138</i>	<i>1142</i>	18	15	13	<i>1158</i>	<i>1162</i>	1166	1170	1174
1.30	<i>1128</i>	<i>1132</i>	<i>1136</i>	<i>1140</i>	<i>1144</i>	17	14	12	<i>1161</i>	<i>1165</i>	<i>1169</i>	1173	1177
1.35	<i>1131</i>	<i>1135</i>	<i>1139</i>	<i>1143</i>	<i>1147</i>	15	13	10	<i>1164</i>	<i>1168</i>	<i>1172</i>	<i>1176</i>	<i>1180</i>
1.40	<i>1134</i>	<i>1138</i>	<i>1142</i>	<i>1146</i>	<i>1150</i>	14	11	9	<i>1166</i>	<i>1171</i>	<i>1175</i>	<i>1179</i>	<i>1183</i>
1.45	<i>1136</i>	<i>1140</i>	<i>1144</i>	<i>1149</i>	<i>1153</i>	13	10	8	<i>1169</i>	<i>1173</i>	<i>1178</i>	<i>1182</i>	<i>1186</i>
1.50	<i>1139</i>	<i>1143</i>	<i>1147</i>	<i>1151</i>	<i>1155</i>	11	9	7	<i>1172</i>	<i>1176</i>	<i>1180</i>	<i>1185</i>	<i>1189</i>

**Примечание: значения, выделенные курсивом, соответствуют ограничению по предельному значению углерода в стали**

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

**Алматы** (7273)495-231  
**Ангарск** (3955)60-70-56  
**Архангельск** (8182)63-90-72  
**Астрахань** (8512)99-46-04  
**Барнаул** (3852)73-04-60  
**Белгород** (4722)40-23-64  
**Благовещенск** (4162)22-76-07  
**Брянск** (4832)59-03-52  
**Владивосток** (423)249-28-31  
**Владикавказ** (8672)28-90-48  
**Владимир** (4922)49-43-18  
**Волгоград** (844)278-03-48  
**Вологда** (8172)26-41-59  
**Воронеж** (473)204-51-73  
**Екатеринбург** (343)384-55-89

**Иваново** (4932)77-34-06  
**Ижевск** (3412)26-03-58  
**Иркутск** (395)279-98-46  
**Казань** (843)206-01-48  
**Калининград** (4012)72-03-81  
**Калуга** (4842)92-23-67  
**Кемерово** (3842)65-04-62  
**Киров** (8332)68-02-04  
**Коломна** (4966)23-41-49  
**Кострома** (4942)77-07-48  
**Краснодар** (861)203-40-90  
**Красноярск** (391)204-63-61  
**Курск** (4712)77-13-04  
**Курган** (3522)50-90-47  
**Липецк** (4742)52-20-81

**Магнитогорск** (3519)55-03-13  
**Москва** (495)268-04-70  
**Мурманск** (8152)59-64-93  
**Набережные Челны** (8552)20-53-41  
**Нижний Новгород** (831)429-08-12  
**Новокузнецк** (3843)20-46-81  
**Ноябрьск** (3496)41-32-12  
**Новосибирск** (383)227-86-73  
**Омск** (3812)21-46-40  
**Орел** (4862)44-53-42  
**Оренбург** (3532)37-68-04  
**Пенза** (8412)22-31-16  
**Петрозаводск** (8142)55-98-37  
**Псков** (8112)59-10-37  
**Пермь** (342)205-81-47

**Ростов-на-Дону** (863)308-18-15  
**Рязань** (4912)46-61-64  
**Самара** (846)206-03-16  
**Санкт-Петербург** (812)309-46-40  
**Саратов** (845)249-38-78  
**Севастополь** (8692)22-31-93  
**Саранск** (8342)22-96-24  
**Симферополь** (3652)67-13-56  
**Смоленск** (4812)29-41-54  
**Сочи** (862)225-72-31  
**Ставрополь** (8652)20-65-13  
**Сургут** (3462)77-98-35  
**Сыктывкар** (8212)25-95-17  
**Тамбов** (4752)50-40-97  
**Тверь** (4822)63-31-35

**Тольятти** (8482)63-91-07  
**Томск** (3822)98-41-53  
**Тула** (4872)33-79-87  
**Тюмень** (3452)66-21-18  
**Ульяновск** (8422)24-23-59  
**Улан-Удэ** (3012)59-97-51  
**Уфа** (347)229-48-12  
**Хабаровск** (4212)92-98-04  
**Чебоксары** (8352)28-53-07  
**Челябинск** (351)202-03-61  
**Череповец** (8202)49-02-64  
**Чита** (3022)38-34-83  
**Якутск** (4112)23-90-97  
**Ярославль** (4852)69-52-93

Россия +7(495)268-04-70

Казахстан +7(7172)727-132

Киргизия +996(312)96-26-47

Эл. почта: [sid@nt-rt.ru](mailto:sid@nt-rt.ru) || Сайт: <https://ssi.nt-rt.ru>