

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА ТГ-1Б

1. НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

Теплогенератор ТГ-1Б предназначен для воздушного отопления и вентиляции животноводческих помещений, ремонтных мастерских, складов, теплиц, гаражей промышленных зданий, бытовых и подсобных помещений, а также для сушки строящихся зданий при внутренних отделочных работ и активного вентилирования сельскохозяйственных культур (зерна, льна и т.д.)

Шкаф управления ШОА5933-2974У3 предназначен для автоматического и ручного управления теплогенератором ТГ-1Б, работающим в режимах «Отопление» и «Вентиляция», а также для его защиты при аварийных режимах.

Шкаф управления имеет климатическое исполнение У, категорию размещения 3 по ГОСТ 15150-69 при температуре от -2 °С до +40 °С, допустимую высоту размещения над уровнем моря – 2000 м.

Исполнение шкафа допускает содержание в воздухе пыли не более 0,013 г/м³, аммиака не более 0,026 г/м³, сероводорода не более 0,012 г/м³; углекислого газа не более 0,004 г/м³. Допускается обработка шкафа управления дезинфицирующими растворами в соответствии с ГОСТ 19348-82.

Техническая характеристика

Напряжение силовой цепи, В.....	380
Ток силовой цепи, А.....	6,3
Напряжение цепи управления, В.....	220
Допустимое отклонение напряжения, %.....	-7,5...+10
Частота тока силовой цепи и цепи управления, Гц.....	50
Присоединяемая мощность, кВт.....	4,7
Потребляемая мощность шкафа не более, Вт.....	65
Управление:	
в режиме «Отопление».....	автоматическое
и ручное	
в режиме «Вентиляция».....	ручное
Параметры режима «Отопление автоматическое»:	
пределы регулирования температуры, °С.....	+5...+35
точность задания температуры, °С.....	±2
Показатели надежности:	
срок службы, лет.....	10
среднее время наработки на отказ, ч.....	> 4000
Степень защиты.....	IP 32
Масса, кг.....	20

2. УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

Элементы системы автоматики, за исключением измерительных преобразователей (датчиков), исполнительных механизмов (электродвигателей) и регулирующих органов (форсунки и вентилятора), расположены в шкафу управления, который представляет собой металлический ящик защищенного исполнения. Провода и кабели, соединяющие шкаф с размещенными вне его элементами системы автоматики, вводятся через сальник и разъем.

Внутри шкафа установлена панель, на которой размещены автоматический выключатель АП50Б-3МТ, магнитные пускатели ПМЕ-111 и ПМЕ-071 с тепловыми реле, программное реле ВЛ-58 УХЛ4, диоды, резисторы, предохранитель, блок зажимов, реле напряжения. На передней панели шкафа (рис. 1) установлены аппараты управления и сигнализации: регулятор температуры ТЭЗПЗМ, переключатель режимов работы, тумблер, кнопка, сигнальные лампы, толкатели автоматического выключателя. Назначение каждого элемента указано на табличках. Панель запирается при помощи замка специальным ключом.

Система автоматики теплогенератора (рис. 3) состоит из командного прибора, программного блока, трансформатора высокого напряжения, температурного реле ТР-200, блоков контроля горения факела (рис. 4) и блока сигнализации (рис. 5).

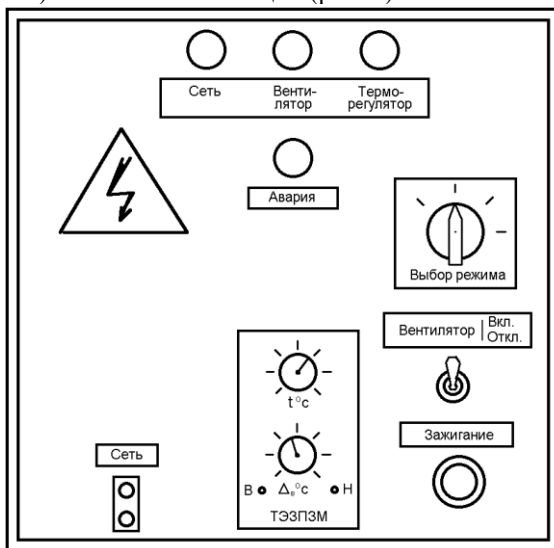


Рис. 1. Общий вид передней панели шкафа управления
ШОА5933-2974УЗ

Командным прибором служит регулятор температуры ТЭЗПЗМ, который предназначен для двухпозиционного регулирования температуры в диапазоне от 0 °С до +40 °С. Терморегулятор обеспечивает автоматическое включение теплогенератора, когда температура воздуха в отапливаемом помещении снизится ниже заданной, и отключение при повышении температуры выше заданной. Измерительным преобразователем (датчиком) температуры служит терморезистор, располагаемый в середине отапливаемого помещения и подключаемый к терморегулятору.

Программный блок выполнен на основе реле времени ВЛ-58УХЛ4 и обеспечивает все операции при включении теплогенератора (продувка, подача топлива в горелку, подача искры зажигания, предварительный прогрев камеры сгорания), а также при его отключении (отсечка топлива, выключение вентилятора и т.д.).

Температурные реле ТР-200 (рис. 2) обеспечивают автоматическое управление работой вентилятора и защиту теплообменника от перегрева. Принцип действия реле основан на использовании разности коэффициентов линейного расширения латуни и инвара (специального сплава металлов с ничтожно малым температурным расширением). При нагревании латунная трубка 2 и связанная с ней ось 4 перемещается относительно инварной пружины 3. Это приводит к уменьшению зазора δ , устанавливаемого в зависимости от требуемой температуры срабатывания.

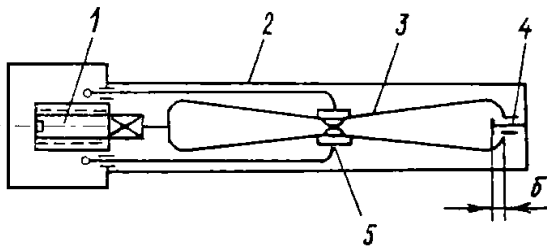


Рис. 2. Схема температурного реле ТР-200
1 – винт регулировочный; 2 – латунная трубка;
3 – инварная пружина; 4 – ось; 5 – контакты

При достижении заданной температуры зазор выбирается, дальнейшее ее повышение вызывает растяжение пружины и размыкание электрической цепи. При понижении температуры

уменьшается длина трубки, освобождается пружина и замыкаются контакты 5.

Блок зажигания. Для подачи высокого напряжения к электродам зажигания форсунки служит трансформатор зажигания. Он питается напряжением 220 В, вторичное напряжение – 10 кВ, ток в первичной цепи – 1,4 А, во вторичной – 0,23 А. Число витков первичной и вторичной цепей составляет 750 и 17000×2 (две секции) витков.

Блок контроля нагрева теплогенератора обеспечивает включение вентилятора после прогрева и его отключение после охлаждения теплообменника. Блок состоит из реле напряжения KV3 и температурных реле BK2 и BK3 типа TP-200. Измерительный преобразователь BK2 обеспечивает запуск программы включения теплогенератора в режиме «Отопление автоматическое». Реле аварийного перегрева BK3 обеспечивает отключение форсунки при чрезмерном нагреве теплообменника, что может случиться при отказе главного вентилятора, перекрытии воздухопровода и других неполадках.

Уставка температурных реле осуществляется на температуру 40 °С для BK2 и 85...90 °С для BK3. Реле настраивают в термостате или в воде с температурой на 2...3°С выше уставки реле согласно инструкции завода-изготовителя реле путем вращения винта 1 (рис. 2).

Блок контроля горения факела (рис. 4) обеспечивает выключение системы зажигания после воспламенения топливной смеси в камере сгорания и включение ее в случае погасания факела. Блок состоит из реле KV4 и KV5, резисторов, фоторезисторов BL1, BL2, диодов VD1 и VD2.

Электромагнитный клапан YA состоит из электромагнита и клапана. Он обеспечивает подачу топлива в распылитель форсунки при пуске теплогенератора и перекрытие топлива при выключении либо в случае погасания факела.

Блок сигнализации (рис. 5) состоит из приборов световой сигнализации HL1...HL4, контактов KM1:2 магнитного пускателя KM1 и контактов KT:1 реле времени KT. Назначение приборов световой сигнализации следующее:

HL1 «Сеть» – сигнализирует при подаче напряжения в схему управления;

HL2 «Вентилятор» – лампа загорается при включении главного вентилятора;

HL3 «Терморегулятор» – лампа загорается при замыкании контактов A1:1 терморегулятора;

HL4 «Авария» – лампа загорается при отключении теплогенератора по причине неисправности. Одновременно включается сирена HA.

Для выбора режимов работы и ручного управления теплогенератором используются следующие устройства: переключатель режимов SA1 (пакетно-кулачковый переключатель), переключатель SA2 ручного управления приводом форсунки и электромагнитным клапаном, кнопку SB «Зажигание» управления трансформатором зажигания TV. Положение контактов переключателя SA1 при различных режимах работы теплогенератора приведены в таблице.

Положение контактов переключателя SA1 («+» - замкнут)

Контакты	Положение рукоятки			
	-45°	0	+45°	+90°
SA1:1	+	+	+	-
SA1:2	+	+	+	-
SA1:3	+	+	-	-
SA1:4	-	-	+	-
SA1:5	-	-	+	-
SA1:6	-	+	+	-
Режим работы	«Продувка, запуск, руч. режим»	«Работа в ручном режиме»	«Отопление автоматич.»	«Откл.»

3. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

В зависимости от времени года теплогенераторы могут использоваться для вентиляции или отопления помещений. Принципиальная схема системы автоматики (рис. 3) предусматривает работу теплогенератора в трех режимах: «Вентиляция ручная», «Отопление ручное» и «Отопление автоматическое». В режиме «Отопление автоматическое» система управления теплогенератором рассчитана на работу в автоматическом режиме без постоянного наблюдения персоналом.

«Вентиляция ручная». Автоматический выключатель QF необходимо поставить в положение «Вкл.». О том, что система подключена к сети, сигнализирует лампа HL1. Переключатель работы SA1, который имеет несколько пар контактов SA1:1...SA1:6, должен находиться в положении +90° «Отключено». При различных положениях рукоятки переключателя SA1 замыкаются его контакты согласно диаграмме переключения контактов. В этом режиме теплогенератором управляют при помощи переключателя SA2 «Вентилятор», имеющего две пары контактов. При замыкании замыкающих контактов запитывается катушка KM1 магнитного пускателя, который силовыми контактами KM1:1 пускает в работу

электродвигатель вентилятора М1. Загорается сигнальная лампа HL2 «Вентилятор». При размыкании переключателем SA2 его замыкающих контактов обесточивается катушка KM1 магнитного пускателя, который останавливает работу электродвигателя М1 вентилятора. Одновременно гаснет лампа HL2.

«Отопление ручное». Для управления теплогенератором в этом режиме используются переключатель режима работы SA1, кнопка зажигания SB «Зажигание» и переключатель SA2 «Вентилятор».

Теплогенератор запускается в работу в следующем порядке. Автоматический выключатель QF ставится в положение «Вкл.», переключатель SA1 – в положение -45° «Продувка, запуск, руч. реж.». Ток протекает по следующей цепи: фаза С – предохранитель FU — контакты SA1:1 – узел 2 – контакты SA1:2 – узел 3 – контакты SA1:3 – узел 4 – размыкающие контакты BK3 температурного реле TP-200 – катушка KM2 магнитного пускателя – узел 5 – контакты KK1, KK2 тепловых реле – N. В результате срабатывает магнитный пускатель KM2, который силовыми контактами KM2:1 пускает в работу электродвигатель М2 форсунки, а блок-контактами KM2:2 подготавливает к включению электромагнит YA. Начинается продувка камеры сгорания. Одновременно загорается сигнальная лампа HL1 «Сеть».

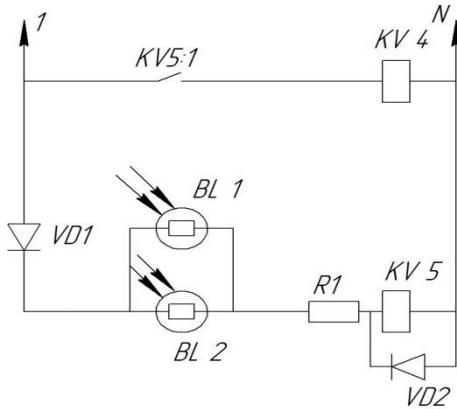


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема блока контроля горения факела

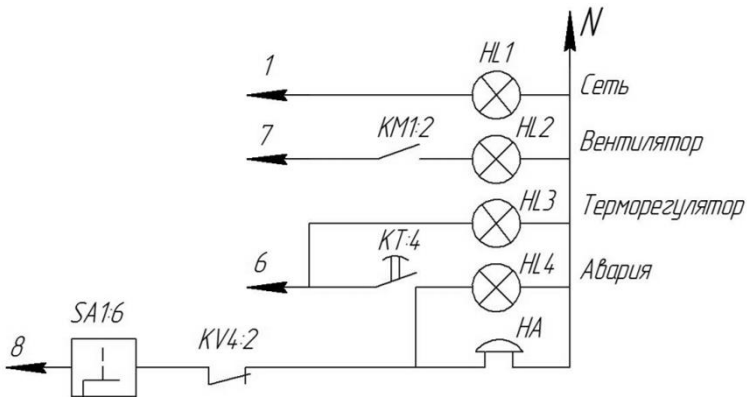


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема блока сигнализации теплогенератора ТГ-1Б

По истечении времени продувки, равного 36 с, нажимается кнопка SB «Зажигание». При этом подается напряжение на трансформатор зажигания TV и электромагнит YA, который управляет работой клапана подачи топлива. Первичная обмотка трансформатора зажигания запитывается в результате протекания тока по цепи: фаза С – FU – SA1:1 – узел 2 – SA 1:2 – узел 3 – SB – размыкающие контакты KV4:1 – первичная обмотка трансформатора TV – узел 5 – КК1, КК2 –

N. Катушка электромагнита YA запитывается током, протекающим по следующей цепи: C – FU – SA1:1 – узел 2 – SA1:2 – узел 3 – SB – KM2:2 – катушка YA электромагнита – узел 5 – KK1, KK2 – N.

В результате одновременно подается топливо в камеру сгорания теплогенератора и искра зажигания от вторичной обмотки высоковольтного трансформатора TV. После воспламенения топлива кнопку SB отпускают. Срабатывает реле контроля пламени KV5, которое замыкающими контактами KV5:1 запитывает катушку KV4 промежуточного реле. Размыкающие контакты KV4:1 обесточивают первичную обмотку трансформатора TV, размыкающие контакты KV4:2 – электрическую цепь системы аварийной сигнализации, а размыкающие контакты KV4:3 – реле времени КТ. Затем переключатель режимов SA1 необходимо поставить в положение 0° «Работа, руч. реж.».

После прогрева камеры сгорания переключателем SA2 включают электродвигатель M1 вентилятора, о чем сигнализирует лампа HL2. Подогретый воздух подается в отапливаемое помещение.

Теплогенератор отключают в следующей последовательности. Переключатель SA1 ставят в положение +90° «Отключен». При этом контактами SA1:1 обесточиваются цепи катушек KM2 и YA, прекращается подача топлива, гаснет факел, останавливается двигатель M2 привода форсунки. После остывания камеры сгорания переключателем SA2 выключают двигатель вентилятора M1.

«Отопление автоматическое». В этом режиме система автоматики обеспечивает:

автоматическое включение и отключение теплогенератора;

сигнализацию нормальной работы теплогенератора и аварийных отключений;

повторную продувку и подачу зажигания при погасании факела в нормальном и аварийном режимах работы.

Автоматическое включение производится, если температура воздуха в отапливаемом помещении ниже заданной. Включение происходит в следующем порядке:

1. Включается электродвигатель форсунки для продувки камеры сгорания;

2. Подается топливо и зажигание;

3. После прогрева камеры сгорания включается вентилятор.

Автоматическое отключение теплогенератора происходит в следующих случаях:

1. Если температура воздуха в отапливаемом помещении достигла заданной;
2. Если факел не зажигается при включении или погас во время работы теплогенератора;
3. При перегреве теплогенератора свыше допустимой температуры;
4. При срабатывании защиты от перегрузок или коротких замыканий.

Командным прибором системы автоматики является полупроводниковый двухпозиционный терморегулятор А1. Его выходное реле (на рисунке не показано, терморегулятор в сборе изображен условно в виде прямоугольника) имеет замыкающие контакты, которые замыкаются при понижении температуры.

Система автоматики в режиме «Отопление автоматическое» работает следующим образом. Переключатель режимов SA1 устанавливается в положение +45° «Отопление автоматическое». Ток проходит по следующей цепи: FU – SA1:1 – узел 2 – контакты BK2 температурного реле – катушка KV3 реле напряжения – KK1, KK2 – N. Реле KV3 размыкает контакты KV3:1, предотвращая включение вентилятора и подачу неподогретого воздуха в отапливаемое помещение. Одновременно ток проходит по цепи: FU – SA 1:1 – SA 1:4 и включается питание терморегулятора А1.

При понижении температуры воздуха в отапливаемом помещении замыкаются замыкающие контакты терморегулятора. Ток проходит по следующей цепи: FU – SA1:1 – узел 2 – замыкающие контакты А1:1 выходного реле терморегулятора – контакты KV4:3 – катушка реле времени КТ – KK1, KK2 – N. Включается реле времени КТ, отработавшее программу запуска теплогенератора.

Реле времени работает с фиксированными выдержками времени 6, 36 и 48 с. Через 6 секунд замыкаются контакты КТ:1 реле времени КТ, ток проходит по следующей цепи: FU – SA 1:1 – узел 2 – А1:1 – КТ:2 – КТ:1 – SA1:5 – контакты BK3 температурного реле – KM2 – узел 5 – KK1, KK2 – N. Срабатывает магнитный пускатель KM2 и запитывает электродвигатель форсунки M2, начинается продувка камеры сгорания. Замыкаются также блок-контакты KM2:2, подготавливая к пуску электромагнитный клапан YA.

По истечении времени продувки, равного 36 с, замыкаются контакты КТ:3. Ток протекает по цепи: FU – SA 1:1 – узел 2 – А1:1 – КТ:2 – КТ:1 – SA1:5 – узел 4 – КТ:3 – КМ2:2 – обмотка YA электромагнитного клапана – узел 5 – КК1, КК2 – N. Электромагнитный клапан получает питание, одновременно ток протекает по следующей цепи KV4:1 – TV – узел 5 – КК1, КК2 – N, запитывая первичную обмотку трансформатора зажигания TV. В камере сгорания воспламеняется топливо, резко уменьшается сопротивление фоторезисторов BL1, BL2, что приводит к срабатыванию реле контроля факела KV5 и реле KV4. Замыкающие контакты KV4:1 обесточивают трансформатор зажигания, а KV4:3 – реле времени КТ, замыкающие контакты KV4:4 и KV4:5 шунтируют соответствующие контакты реле времени.

На камере сгорания установлены два температурных реле TP-200, которые имеют размыкающие контакты ВК2 и ВК3 и срабатывают при определенной степени нагрева камеры сгорания. При нагреве свыше 40°C размыкаются контакты ВК2, срабатывает реле KV3, контакты KV3:1 которого замыкаются и запитывают катушку КМ1. Включается двигатель М1 вентилятора, и нагретый воздух подается в отапливаемое помещение. Запуск теплогенератора на этом заканчивается.

С течением времени температура в отапливаемом помещении повышается и достигает значения, установленного на шкале терморегулятора. При этом терморегулятор подает команду на отключение теплогенератора следующим образом. Сигнал от измерительного преобразователя ВК1 поступает по цепям в терморегуляторе А1 (электрическая схема регулятора температуры ТЭПЗМ не приводится), в результате размыкаются контакты А1:1, обесточиваются катушка КМ2 магнитного пускателя и электромагнитный клапан YA. В камере сгорания гаснет факел.

При понижении температуры в отапливаемом помещении до нижнего заданного значения, установленного на шкале терморегулятора, подается команда на включение теплогенератора. Сигнал от ВК1 поступает по цепям терморегулятора, контакты А1:1 замыкаются и теплогенератор снова включается в работу.

В системе автоматики предусмотрена защита теплогенератора, которая действует в следующих случаях нарушения нормального режима его работы:

1. Если при запуске теплогенератора топливо не воспламеняется, реле времени обрабатывает программу до тех пор, пока контакты КТ:1 и КТ:2 не возвратятся в исходное состояние. При этом катушки КV5 и КV4 не запитываются и обесточиваются цепи, питающие катушку пускателя КМ2, электромагнит клапана подачи топлива YA и трансформатор TV. Запуск теплогенератора прекращается, через контакты КТ:4 загорается лампа НЛ4 «Авария» и включается сирена НА. Повторно теплогенератор запускается обслуживающим персоналом после устранения причин невоспламенения топлива путем поворота переключателя SA1 в положение $+90^\circ$ «Отключено» и возврата его снова в положение $+45^\circ$ «Отопление автоматическое»;

2. Если факел погас во время работы теплогенератора, реле КV5 и КV4 обесточиваются. Реле КV4 своими контактами КV4:3 включает реле времени КТ. Запуск теплогенератора начинается сначала. Если факел восстанавливается, то теплогенератор продолжает нормальную работу. В противном случае происходит отключение теплогенератора и включение аварийной сигнализации. Защита от срыва факела действует в ручном и автоматическом режимах;

3. Если во время работы теплогенератор нагрелся свыше допустимой температуры ($85\dots 90^\circ$), контакты ВК3 температурного реле размыкаются и обесточивают цепь катушки КМ2. Контакты КМ2:2 размыкают цепь питания электромагнитного клапана YA, гаснет факел, что приводит к обесточиванию реле КV5 и КV4 блока контроля горения факела. Запитывается реле времени КТ, которое контактами КТ:4 включает лампу НЛ4 и сирену НА аварийной сигнализации.

Схемой системы автоматики предусмотрена защита силовой цепи от коротких замыканий при помощи автоматического выключателя QF, а также защита цепей управления при помощи предохранителя FU. Защита двигателей вентилятора и форсунки от перегрузки осуществляется тепловыми реле КК1 и КК2.

4. ПОДГОТОВКА И НАСТРОЙКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

После монтажа шкафа управления необходимо провести проверку и настройку системы автоматики для последующей ее эксплуатации. Для этого проводится внешний осмотр аппаратуры, мест соединений, заземления шкафа управления и электродвигателей. Без заземления

эксплуатация не разрешается. Необходимо очистить все аппараты и элементы шкафа от консервирующей смазки, проверить их крепление, затяжку всех винтов и гаек, свободу хода подвижных частей реле и магнитных пускателей. Правильность монтажа цепей проверяется осмотром, сравнением с чертежами и их прозвонкой.

Измерительный преобразователь ВК1 температуры воздуха монтируется в центре помещения и соединяется со шкафом управления любым экранированным проводом или прокладывается в заземленной трубе, выполняющей роль экрана. Сечение провода должно быть не менее $0,5 \text{ мм}^2$. Прокладка провода в одной трубе с силовыми цепями не допускается.

Температурные реле ТР-200 устанавливаются заводом-изготовителем в верхней части теплообменника и защищены от механических воздействий металлической коробкой.

Реле времени ВЛ-58 с фиксированными выдержками времени не требует настройки. Заводом-изготовителем установлены выдержки времени срабатывания контактов реле 6, 36 и 48 с.

Электроды зажигания должны быть установлены согласно рис 6. Высоковольтные провода, соединяющие электроды и трансформатор зажигания, должны быть надежно соединены и уложены таким образом, чтобы не мешать вращению вентилятора форсунки.

Перед запуском теплогенератора устанавливается требуемая температура воздуха в отапливаемом помещении. Для этого специальным ключом, прилагаемым к терморегулятору, снимают крышку прибора, вращением стрелок шкалы устанавливают требуемую температуру и дифференциал. Следует иметь в виду, что меньшее значение дифференциала на шкале соответствует большей точности поддержания заданной температуры в помещении, причем это будет достигаться за счет более частого включения теплогенератора. Рекомендуемая установка дифференциала – не менее $1,5...2 \text{ }^\circ\text{C}$.

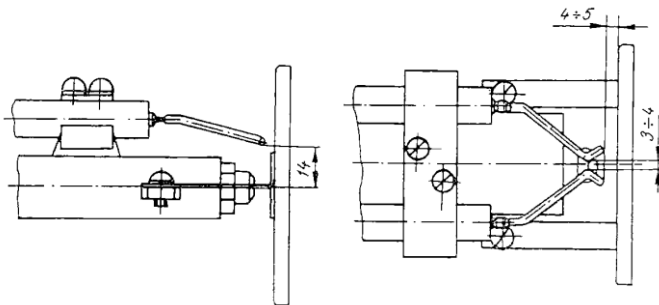


Рис. 6. Установка электродов зажигания форсунки теплогенератора ТГ-1Б

Шкаф управления опробуется под напряжением. Для этого подается номинальное напряжение и проверяется работа схемы шкафа во всех режимах. Одновременно проверяется действие световой и звуковой сигнализации.

Внимание! Опробование системы управления в режимах «Вентиляция ручная» и «Отопление ручное» ведется без топлива. Поэтому топливный насос не должен работать без перерыва более 30 с.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните устройство и принцип действия температурного реле, трансформатора зажигания, блоков сигнализации и контроля горения пламени.
2. Объясните загорание сигнальных ламп при различных режимах работы теплогенераторов.
3. Когда и как отключается система аварийной сигнализации в режиме «Отопление ручное»?
4. Какие операции обеспечивает система автоматики в режиме «Отопление автоматическое»?
5. Объясните отработку программы реле времени. В каком режиме это происходит?
6. Объясните работу системы автоматики в случае невоспламенения топлива.
7. Как и в каких режимах действует защита при срыве факела?

8. Как изменить программу работы реле времени?
9. С какой целью и когда необходима продувка камеры сгорания?
10. Объясните настройку системы автоматики на нужный режим работы.