

MÓDULO SIETE INSTALACIONES DE
PRODUCCIÓN DE CALOR

U.D. 9 INSTALACIÓN DE UN HORNO DE SECADO
DE PINTURA

M 7 / UD 9

ÍNDICE

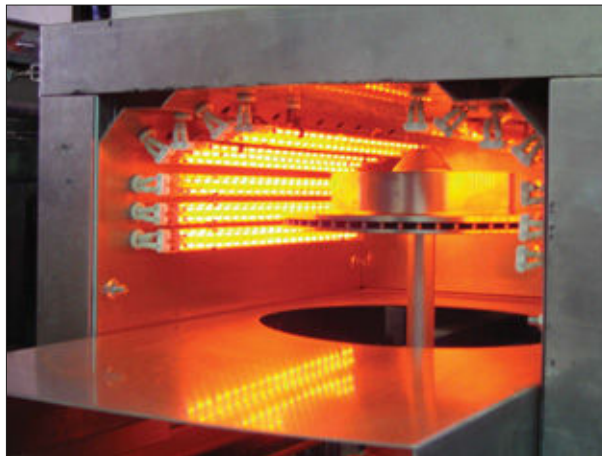
Introducción.....	397
Objetivos.....	399
1. Descripción general del aparato.....	401
2. Circuito de gas (rampa de gas)	403
2.1. En el piloto de encendido	403
2.2. En el quemador.....	403
2.3. Cámara de combustión.....	404
2.4. Salida de gases de combustión	405
3. Quemador	406
3.1. Potencia y características del quemador.....	406
4. Sistema de aportación de aire	408
5. Ficha técnica del quemador y la rampa de gas.....	409
6. Tipo de gas a utilizar.....	410
7. Pruebas y ensayos reglamentarios.	412
7.1. Prueba de estanqueidad	412
7.2. Prueba de correcto funcionamiento durante la puesta en marcha	412
7.3. Prueba de correcto funcionamiento en la situación de servicio	412
8. Seguridad.....	414
Resumen	417
Bibliografía.....	419

INTRODUCCIÓN

Las aplicaciones de los hornos en la industria son muy amplias: se utilizan en funciones de secado, cocción, tratamientos térmicos de metales, etc.

Además de las funciones que se asignan a los hornos están los materiales y procesos sobre los que intervienen; no es lo mismo un horno de cocción de cerámica con temperaturas muy elevadas que uno de cocción de pintura de temperaturas más moderadas. Básicamente, todos los hornos cuentan con un habitáculo en el cual se introduce calor y un elemento calefactor, eléctrico o de combustión.

En esta unidad didáctica estudiaremos las características de un horno de cocción de pintura, su habitáculo, su sistema de aportación de calor y el sistema de renovación de aire.



Horno de infrarojos

OBJETIVOS

Dar una idea general del funcionamiento de un tipo de horno y hacer llegar la idea de que existen muchos tipos de hornos aplicados a la industria.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL APARATO

Se trata de un horno de secado industrial de pinturas, fabricado exclusivamente para esta aplicación, que utiliza para el calentamiento y la consiguiente producción de aire caliente, la energía calorífica producida por la combustión de un quemador de combustible gas.



Vista exterior horno de secado de pinturas

Consta de un recinto por el que las piezas húmedas son introducidas por un sistema de carrusel automático, un sistema calefactor, una instalación de impulsión de aire caliente, un sistema de retorno de aire húmedo, un mecanismo de renovación de aire saturado y un equipo de filtrado.

El aire utilizado como fluido calefactor es reciclado (renovado y filtrado) constantemente para evitar excesivas concentraciones del disolvente de la pintura que pudieran dar lugar a mezclas explosivas o insalubres.



Vista interior horno de secado de pinturas

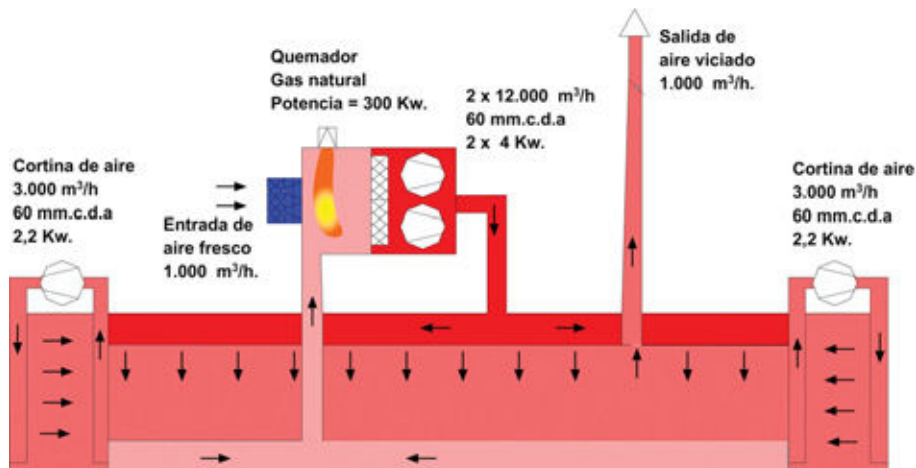
El aire calentado es impulsado a través de conductos sobre el recinto del horno con toberas de impulsión.

La aspiración de aire se hace por la parte inferior por una apertura donde se alojan los filtros de alta temperatura, para evitar la salida de aire hacia el quemador.

Este sistema genera una fuerte recirculación de aire para aumentar la superficie de intercambio entre el aire y la humedad de las piezas, facilitando su secado.

Características técnicas	
Dimensiones exteriores (aproximadas):	
Largo	10.000 mm.
Ancho	1.800 + 1000 mm.
Alto	3.050 mm.
Tiempo de secado	6' 30" min.
Aislamiento	Planchas de lana de roca. Centitrés BX623 de 100 mm de espesor.
Densidad del aire	70 Kg/m ³ .
Temperaturas	Regulable, según la necesidad.
De trabajo	110°C.
Aporte calorífico	gas natural.
Potencia calorífica instalada	300 Kw.
Caudal de aire en recirculación	24.000 m ³ /h.
Potencia de los ventiladores de recirculación aire	2 de 4 Kw.
Presión estática disponible en los ventiladores	60 mm.c.d.a.

Diagrama renovación y circulación aire en horno.



2. CIRCUITO DE GAS (RAMPA DE GAS)

2.1. En el piloto de encendido

El piloto es una pequeña llama que se mantiene encendida mientras el quemador está en servicio, sirve para iniciar la combustión cada vez que el quemador necesita hacer un arranque y asegurar el correcto encendido y propagación de la llama.

El circuito del piloto está formado por dos electroválvulas de seguridad en serie.

El piloto de encendido incorpora una bujía para la ignición por arco eléctrico.

Si no existiese la llama piloto, cada vez el quemador se pusiera en marcha, los ventiladores tendrían que realizar un barrido con aire nuevo de todo el horno, provocando su enfriamiento y haciendo inviable su funcionamiento.

2.2. En el quemador

El circuito de gas dispone, a la salida del grupo de regulación, de dos electroválvulas de seguridad dispuestas en serie con la válvula de regulación de caudal de gas de accionamiento eléctrico. Existe un by-pass de la válvula de regulación con una electroválvula para el encendido del quemador.

Un control visual de hermeticidad instalado inmediatamente después de la 1ª electroválvula de seguridad controla las fugas de gas de la 1ª electroválvula de seguridad.

Si se desea controlar la hermeticidad de las dos electroválvulas será necesario instalar un control electrónico de hermeticidad, que resulta opcional hasta 300 kW y obligatorio para potencias superiores.

En la entrada del circuito de gas, delante de la 1ª electroválvula de seguridad, está ubicado el presostato de control de mínima presión de gas (siempre) y, en su caso, después de la válvula de regulación de caudal de gas, el presostato de máxima.



Quemador y rampa de gas

2.3. Cámara de combustión

Es el lugar donde se aloja el quemador; este quemador permite la utilización del gas natural y propano para el calentamiento directo de grandes volúmenes de aire, y está diseñado para obtener una combustión extremadamente limpia.

El volumen de aire a calentar se mezcla con los gases producidos por la combustión del equipo, calentándose de una forma uniforme antes del oído de aspiración del ventilador de recirculación de la máquina sin ningún tipo de intercambiador, lo que mejora el rendimiento térmico del conjunto, porque no hay pérdidas en los humos.

Se realiza un control proporcional de la potencia para evitar las paradas y arrancadas del quemador, estabilizándose la potencia a las necesidades térmicas del horno y consiguiendo una temperatura más uniforme y ajustada.

La llama es de forma lineal y se genera en el espacio que forman los deflectores de acero inoxidable que en forma de V distribuyen el aire del cajón posterior donde se inyecta el aire total preciso para la combustión, con un exceso y presión suficientes para que la estabilidad y forma de la llama no se vea afectada por las condiciones del conducto, o zona de mezcla a que va aplicado el quemador.

Dimensiones cámara	
Largo	2.000 mm.
Ancho	900 mm.
Alto	2.850 mm.



Vista exterior cámara de combustión

2.4. Salida de gases de combustión

Se dispone de una chimenea de salida de los gases que se producen en el interior del horno para evacuar gases de combustión, vapor de agua y vapores de disolventes.

Chimenea de extracción	
Cantidad:	1
Diámetro:	200 mm
Tiro:	Natural
Caudal total de extracción:	1.000 m ³ /h
Registros de ajuste:	Sí

3. QUEMADOR

El quemador instalado en este horno pertenece a la familia de los “Quemadores en Vena de aire” y funciona en el interior de la corriente de aire a calentar. Es de tipo modular formado por múltiples quemadores pequeños que disponen de una brida para montar sobre una placa preparada para insertar el conjunto en el interior de la cámara de combustión.

La mezcla de aire y gas se produce en la propia cabeza del quemador situado en la corriente de aire a calentar.

Cada quemador está formado por un esqueleto modular con bases de fundición gris que soportan unos deflectores de acero inoxidable, una caja envolvente de acero con brida de fijación y un motor ventilador. Los deflectores están provistos de orificios por cuyas secciones el gas inyectado desde las bases recibe el oxígeno para la combustión.

3.1. Potencia y características del quemador

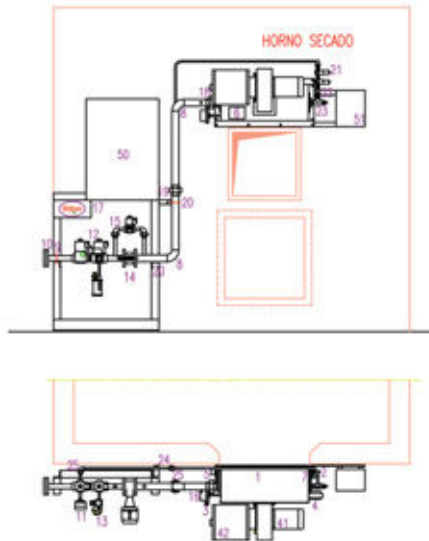
El horno va dotado de un quemador de gran elasticidad y muy estable.

- Fabricante Quemamax.
- Marca..... Quemamax 1.
- Potencia nominal..... 310 kW

Sus características generales son:

- Combustible: gas natural, GLP, aire propanado, etc.
- Elevado rendimiento: 100% sobre el PCI del combustible.
- ΔT máxima 400° C.
- Índice de exceso de aire, $n= 1,5$ a 3.
- Capacidad: de 20 a 210kW.
- Longitud de la llama aprox. 500 mm nominal.
- Rango de regulación 20:1 estándar.
- Piloto de gas.
- Detección de llama por célula ultravioleta UV o electrodo de ionización.
- Emisiones (ΔT 50° C quemador).
 - CO < 10 ppm vol. (Típico < 5 ppm)
 - NO_x < 5 ppm vol (Típico < 3 ppm)

- CO₂. Aumento de la concentración a la salida del quemador en función del salto térmico: ΔCO_2 (ppm vol.) $\approx 37 \times \Delta T$ (°C)
- Presión de la cámara de combustión: de -6 a +1 mbar.



1	QUEMADOR VAC-300 7663 V2.0	J-1622
2	ELECTRODO I20-1/4"/153/5	
3	PRESOST.KROMS DL-3A (0,3-3mb)	1/4"x1/8" REF.07-0781
4	TRAFD.ENCEND.E-820-P;CON PATAS CONEC.1,5Mts;SIN SILC;ETILECSA	
5	MIRILLA 1"VAC S/PL.7663/30	J-1660
6	PLACA ECLIPSE CARAC.ESP.80x110	
7	BUJIA ENC.AH/RAH/TAH	SPARK PLUG 00.0013047.00
9	ABARCON GALVANIZADO 1"	
11	PRESOST.DUNGS GWS04H 2,5-50mb	
12	ELECTV.DUNGS MVD 210/5 1"	
13	VISOR FUGAS 1/4" C/GLICERINA	
14	SERVOMOT.SAUTER AR30W23 F001	
15	ELECTV.DUNGS MVD 205/5 1/2"	
16	TOMA PRESION 1/8" ROSCADA	
17	PLACA ECLIPSE 100x260mm	
21	ELECTV.DUNGS MV 502 CON	
22	VALV.DETENTOR RECTO 3/8" MxH	
23	TOMA PRESION 1/8" ROSCADA	
41	VENTILADOR CMP 616 ZT 0,5cv.	
42	FILT.Nº2 7663/1 VAC-300 J-1696	
50	CUADRO ELECTRICO	
51	CAJA HIMEL DA-25/20	

Leyenda quemador

4. SISTEMA DE APORTACIÓN DE AIRE

El aire total para la combustión se incorpora en el cajón que rodea a los deflectores del quemador. Este aire es nuevo siempre y su caudal se mantiene fijo cualquiera que sea la potencia a que está trabajando el equipo.

Este equipo va destinado a la aplicación de secado de pintura. Estos procesos obligan a una renovación importante de los gases que se producen, ya sea para evacuar el vapor de agua o vapores disolventes.

Ello significa que la aportación de aire nuevo que se precisa es de niveles muy superiores al necesario para la combustión.

Al propio tiempo, el poder disponer del aire total de combustión a presión constante y normalmente bastante superior al del circuito del horno, da las ventajas siguientes:

- La llama es totalmente estable a cualquier potencia.
- Las variaciones de presión o caudal del horno, no influyen en el proceso de combustión ni en la forma y regulación de la llama.

Se controla la seguridad del suministro de aire de combustión mediante un presostato diferencial.

El aire o gases de recirculación son controlados por un presostato diferencial que asegura su circulación a través del horno.

Un termostato de temperatura máxima se sitúa en el circuito para evitar sobrecalentamientos.

Un regulador de temperatura PID posiciona la válvula de combustible según las indicaciones del punto de consigna.

5. FICHA TÉCNICA DEL QUEMADOR Y LA RAMPA DE GAS

ELEMENTO A AUTORIZAR APLICACIÓN DE UN QUEMADOR ECLIPSE VAV V2.0 150 EN UN HORNO DE SECADO	FABRICANTE HORNO SECADO														
CAMPO DE APLICACIÓN HORNO DE SECADO USOS: SECADO DE PIEZAS A PINTAR	CARACTERÍSTICAS DEL APARATO TIPO DE COMBUSTIBLE: GAS PROPANO/GAS NATURAL Nº QUEMADORES: 1 TIPO QUEMADOR: VAC V2.0 – 300 MARCA QUEMADOR: QUEMAMAX POTENCIAS: 210 – 20 Kw CONSUMOS: 20 – 2 Nm ³ /H PRESIÓN DE TRABAJO: 20 – 40 mbar														
FABRICANTE QUEMADOR	(Continúa en el campo de aplicación)														
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">02P2</td> <td>PRESOSTATO GAS MÍNIMA</td> </tr> <tr> <td>03EV9-03EV10</td> <td>ELECTROVÁLVULA SEGURIDAD</td> </tr> <tr> <td>03EV5-03EV6</td> <td>ELECTROVÁLVULA SEGURIDAD PILOTO</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>VÁLVULA REGULACION ACCIONADA POR SERVOMOTOR</td> </tr> <tr> <td>03EV7</td> <td>ELECTROVÁLVULA DE ENCENDIDO</td> </tr> <tr> <td>03P14</td> <td>PRESOSTATO AIRE COMBUSTION</td> </tr> <tr> <td>03EV11</td> <td>ELECTROVÁLVULA DE PUESTA AL AIRE CON BORBOTEADOR</td> </tr> </table>		02P2	PRESOSTATO GAS MÍNIMA	03EV9-03EV10	ELECTROVÁLVULA SEGURIDAD	03EV5-03EV6	ELECTROVÁLVULA SEGURIDAD PILOTO	S	VÁLVULA REGULACION ACCIONADA POR SERVOMOTOR	03EV7	ELECTROVÁLVULA DE ENCENDIDO	03P14	PRESOSTATO AIRE COMBUSTION	03EV11	ELECTROVÁLVULA DE PUESTA AL AIRE CON BORBOTEADOR
02P2	PRESOSTATO GAS MÍNIMA														
03EV9-03EV10	ELECTROVÁLVULA SEGURIDAD														
03EV5-03EV6	ELECTROVÁLVULA SEGURIDAD PILOTO														
S	VÁLVULA REGULACION ACCIONADA POR SERVOMOTOR														
03EV7	ELECTROVÁLVULA DE ENCENDIDO														
03P14	PRESOSTATO AIRE COMBUSTION														
03EV11	ELECTROVÁLVULA DE PUESTA AL AIRE CON BORBOTEADOR														
OBSERVACIONES:															
APROBADO POR LA DELEGACIÓN GENERAL DE INDUSTRIA	FECHA AUTORIZACIÓN														

6. TIPO DE GAS A UTILIZAR

Los gases que se podrán utilizar como combustible, serán cualquiera de los gases de la primera, segunda o tercera familia, es decir será un aparato multigas.

Gas natural distribuido normalmente por las redes de Enagas

COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS				
Metano % Vol.	98,6	87,08	85,97	91,88
Etano % Vol.	0,44	5,56	12,88	6,78
Natural % Vol.	0,07	2,11	0,37	0,64
Butano % Vol.	0,03	0,81	0,05	0,09
Pentanos% Vol.	0,01	0,22	-	-
Hexanos % Vol.	0,001	0,08	-	-
Dióxido de carbono % Vol.	0,7	1,15	-	-
Nitrógeno % Vol.	0,15	2,95	0,75	0,61
P.C.S. Kcal/m ³ (N)	9,504	10,106	10,462	10,084
P.C.I. Kcal/m ³ (N)	8,549	9,140	9,468	9,088
Peso específico kg/m ³ (N)	0,73	0,83	0,81	0,77
Densidad relativa	0,56	0,64	0,63	0,6
CO ₂ total en humos m ³ /m ³ gas	1,01	1,1	1,13	1,08
N ² total en humos m ³ /m ³ gas	7,56	8,06	8,32	8,02
Vol. Tot. humos secos m ³ /m ³ gas	8,57	916	9,45	9,09
Indice de Wobbe	12,638	12,593	13,230	13,037

Gas propano suministrado por Repsol butano

El propano comercial es una mezcla de hidrocarburos que se obtienen a partir de la destilación fraccionada de petróleo crudo. Por ser este producto, muy variable, en función de su procedencia, lo es asimismo el propano comercial obtenido de aquel.

Un análisis de una muestra, dio la siguiente composición, que puede darse como típica:

Etano	0,4 %
Propano.....	93,0 %
Isobutano	0,5 %
Butano	6,2 %
Mercaptanos	0,0015 g/m ³
Humedad	0,30 g/m ³

Los valores medios de características físicas, pueden tabularse como sigue:

Tensión de vapor absoluta a 200 C.....	9 Kg/m ²
Tensión de vapor absoluta a 500 C.....	18 Kg/m ²
Masa específica del líquido a 200 C.....	0,506 Kg/dm ³
Masa específica del líquido a 500 C.....	0,4548 Kg/dm ³
Masa específica del gas a 200 C y p. atm.	1,85 Kg/m ³
Poder calorífico inferior	11.000 Kcal/Kg
Poder calorífico superior.....	11.800 Kcal/Kg
Poder calorífico inferior	20.400 Kcal/m ³
Poder calorífico superior.....	24.000 Kcal/m ³
Temperatura de ebullición (aprox.)	-450 C
Temperatura de inflamación	5350 C
Temperatura máxima llama (aire)	1.9200 C
Temperatura máxima llama (oxígeno).....	2.8200 C
Contenido de CO ₂ en los humos.....	13,1 %

7. PRUEBAS Y ENSAYOS REGLAMENTARIOS

Previamente a la puesta en marcha definitiva de los aparatos se realizarán las pruebas necesarias, así como las operaciones de regulación y ajuste precisas para garantizar su correcto funcionamiento y el de todos sus dispositivos de seguridad y control.

Entre las pruebas deberán figurar:

7.1. Prueba de estanqueidad

Se comprobará la estanqueidad del circuito de gas entre la llave del aparato y el quemador, a la presión máxima de utilización con una solución jabonosa.

Asimismo, se comprobará que no existe fuga interior a través de las válvulas de corte.

7.2. Prueba de correcto funcionamiento durante la puesta en marcha

Verificando que:

- El barrido de la cámara de combustión es eficaz.
- El encendido de la llama del quemador piloto es correcto.
- El encendido de las llamas del quemador principal es correcto.
- Se cumplen las secuencias y maniobras del programador.
- Los tiempos máximos de seguridad no sobrepasan los establecidos.

7.3. Prueba de correcto funcionamiento en la situación de servicio

Verificando que:

- La eficacia del dispositivo de control de llama.
- La eficacia de presión de tarado del dispositivo de control de la presión de gas.
- La eficacia y presión de tarado del dispositivo de control de la presión del aire.
- El gasto calorífico del quemador.
- La temperatura y el análisis de los productos de la combustión al gasto calorífico nominal del quemador.

- Los tiempos máximos de seguridad en la actuación de las válvulas automáticas de paso de gas cuando se produce fallo detectado por alguno de los dispositivos de seguridad.

Una vez efectuadas las pruebas de funcionamiento, se comprobará, de forma visual, que los materiales y órganos del aparato, tanto el elemento receptor como el equipo de combustión, no presenten deformaciones anormales ni deterioros que puedan influir de forma negativa.

8. SEGURIDAD

Se recomienda para garantizar al máximo la seguridad del personal, de las instalaciones y de la producción seguir las recomendaciones descritas en las normas NFPA. Otras normas que pueden ser consideradas son EPA, TA-Luc, etc.

Las tres condiciones básicas que deben cumplirse para minimizar los fallos son:

- Aplicación y localización apropiada del equipo.
- Formación de los operadores.
- Programa de mantenimiento.

a. Localización y aplicación del equipo

Deben considerarse especialmente:

- Tomar las máximas precauciones frente a la posibilidad de incendio por sobre calentamiento o por escape de combustible.
- Localizar los materiales inflamables lo más lejos posible. Distancia mínima: 0,6 metros.
- Garantizar la ventilación adecuada del local.
- Deben tomarse precauciones especiales e implantar las seguridades a que obligue la legislación local en caso de utilizar combustibles gaseosos más pesados que el aire (GPL).
- Minimizar la exposición del personal ante la posibilidad de fuego, explosión, asfixia o materiales tóxicos. Las salidas de emergencia no deben quedar nunca obstruidas.
- Deben separarse convenientemente los materiales de stock, equipo energético y otra maquinaria, con el fin de asegurar una mínima interrupción y su máxima protección en caso de accidente.
- La instalación debe quedar protegida de ambientes o procesos externos potencialmente corrosivos.
- Accesibilidad a sprinklers automáticos, puertas o válvulas de expansión, puertas de inspección o mantenimiento, etc.
- Proteger cables o tubos que puedan ser afectados por superficies calientes o por fugas de gases calientes en uniones de conductos.
- Proteger con dispositivos de seguridad los elementos que lo requieran para evitar daños al personal por calor, vibración o equipo mecánico.

- El equipo debe incorporar un visor adecuado que permita observar el encendido del quemador.
 - Puesta a tierra del equipo y del cuadro para evitar descargas eléctricas.
 - Los paneles o puertas de seguridad antiexplosión (en su caso) deben estar localizados de modo que no se exponga el personal a ningún daño.
- b. Formación de los operadores
- Los nuevos operadores deben ser formados para que conozcan el equipo y su funcionamiento.
 - El operador debe tener acceso a las instrucciones de funcionamiento en cualquier momento.
 - Las instrucciones básicas que deben conocer son: Arranque, Paro y Procedimientos de emergencia.
 - Los esquemas básicos son el Diagrama de Proceso e Instrumentación (P+ID) (en su caso), el plano mecánico y el esquema eléctrico. Se recomienda que esta documentación se encuentre accesible en cada equipo.
 - Es conveniente que en la información de los operarios se incluyan datos sobre:
 - Cuándo mezclas aire/combustibles son inflamables.
 - Riesgos de explosión.
 - Fuentes de ignición y temperatura de ignición.
 - Funciones de control y elementos de seguridad.
 - Deben seguirse las indicaciones de mantenimiento preventivo suministradas por el fabricante.
 - Ante la detección de un escape de combustible importante o un problema de seguridad debe procederse inmediatamente:
 - Desconectando la alimentación eléctrica.
 - Cerrando la válvula manual de corte de combustible.
 - El equipo portátil antiincendios (extintores) deberá ser de un tipo aprobado y estar disponible en el área según normas específicas. Debe seguirse el programa propio de inspección y mantenimiento.
 - No está permitido fumar o encender fuego fuera del área de seguridad controlada o destinada a tal efecto en la planta.
 - Cualquier trabajo de reparación o soldadura deberá ser vigilado por personal de seguridad con disposición de extintores.

c. Programa de mantenimiento

Las comprobaciones básicas pueden resumirse en:

- Comprobar que la ventilación de la zona es correcta.
- Verificar que el tiempo y las condiciones de barrido de la cámara donde está el quemador son correctos.
- Verificación del estado del sistema para suministro de aire fresco, del sistema de extracción así como del ratio de ventilación necesario en procesos en que se evaporan disolventes.
- Verificar que no existe fuga de gas al ambiente. Se percibirá por el olor característico del gas y puede localizarse mediante un spray de agua jabonosa.
- Verificar la estanqueidad de las válvulas de gas mediante el sistema incorporado al equipo.
- Comprobar que el encendido del quemador es seguro y que la llama que se forma es estable.
- Sustitución periódica de la célula para la detección de llama.
- Comprobación periódica de las distintas seguridades del equipo.
- No debe anularse ninguna seguridad ni debe cambiarse su valor de tarado sin autorización expresa del fabricante.
- Ante un paro prolongado de la instalación se recomienda el cierre de las válvulas manuales de corte de combustible.

RESUMEN

Para la seguridad del personal y protección de la instalación, deben seguirse cuidadosamente las instrucciones dadas para la supervisión y/o monitorización de las condiciones que pueden causar o pueden inducir un riesgo real o potencial:

- Los equipos de combustión y unidades donde el combustible, gases o vapores inflamables están involucrados, deben disponer de todos los elementos de seguridad de acuerdo con las normas aplicables y la buena práctica de los fabricantes.
- Las consideraciones de seguridad deben extenderse a los equipos adyacentes y a otros equipos próximos para evitar la contribución adicional de riesgos.
- Un paro de seguridad del equipo de calefacción por cualquiera de las características o elementos de seguridad prescritos, requerirá indistintamente para un nuevo arranque:
 - Intervención manual de un operador o
 - Nuevo ciclo automático de encendido por un sistema programador aprobado.
- Las áreas principales de seguridad deben incluir, pero no deben estar limitadas a:
 - Barrido de aire fresco.
 - Aire de recirculación.
 - Aire de combustión.
 - Presencia de llama.
 - Presión de combustible.
- Debe tenerse siempre presente que:
 - La mera presencia de un elemento de seguridad en una instalación no puede por sí mismo asegurar la absoluta seguridad de operación.
 - No hay sustituto para un operador diligente, capacitado y bien formado.
 - Una alta repetición del ciclo de operación de cualquier seguridad puede reducir su vida.
 - Las válvulas de seguridad automáticas no son sustitutos de las válvulas principales de corte manual.
- Una inspección y mantenimiento programados regularmente de todos los elementos de seguridad debe efectuarse anticipadamente

contra los riesgos, reales o potenciales, que pueden presentarse en cualquier momento.

- Debe ser única responsabilidad del usuario el establecer y programar la frecuencia y extensión de los planes de inspección y mantenimiento (así como las acciones correctivas que deben tomarse) ya que sólo el usuario conoce cuales son las condiciones reales de operación.
- Es responsabilidad del fabricante del equipo el suministrar recomendaciones y/o sugerencias sobre los procedimientos de inspección y mantenimiento.
- Los elementos de seguridad deben ser adecuadamente instalados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante/s.
- Los elementos de seguridad así como la instalación de combustible debe estar protegida contra daño físico o manipulación accidental.
- Los elementos de seguridad no deben ser cortocircuitados ni by-pasados.

BIBLIOGRAFÍA

General

Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases combustibles y instrucción sobre instaladores autorizados de gas y empresas instaladoras. Orden de 17 de Diciembre de 1985.

Reglamento del servicio público de gases combustibles. Real Decreto 2913/73 de 26 de Octubre.

Equipos de combustión

Instalaciones receptoras y redes de distribución interior:

Instalaciones receptoras de Gas Natural UNE 60-620-

Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de Aparatos que utilizan gas como combustible-ITC-MIE-AG-20. Orden de 15 de Diciembre de 1988.

ITC MIE AG20 DEL Reglamento de Aparatos que utilizan gas como combustible.

Quemadores a gas - Parte 1: Quemadores atmosféricos. UNE 60-740-85/1.

Quemadores a gas - Parte 2: Quemadores con ventilador. UNE 60-740-85/2.

Reglamento de Aparatos que Utilizan Gas como Combustible. Real Decreto 494/1988 de 20 de Mayo (B.O.E. 25-5-88).

