

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA



“ ESTUDIO DE LA MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIÓN A
KEROSENE DE UN HORNO A UN SISTEMA DUAL CON GAS NATURAL ”

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO

FERNANDO OCHOA RIVERA

PROMOCIÓN 1999-II

LIMA – PERÚ

2010

CONTENIDO

PRÓLOGO	1
 CAPÍTULO I	
Introducción.....	4
1.1.- Antecedentes – Reseña Histórica.....	6
1.2.- Objetivo.....	7
1.3.- Utilidad de la Conversión.....	8
1.4.- Limitaciones	8
1.5.- Alcance	8
 CAPÍTULO II	
Marco Teórico del Sistema de Combustión	10
2.1.- Generalidades	10
2.1.1.- Proceso de Combustión	10
2.1.2.- Esquema Básico de la Combustión Industrial	12
2.1.3.- Tipos de Combustión	16
2.1.4.- Sistema de Combustión	17
2.2.- Gas Natural Descripción, campo de aplicación, propiedades	18
2.3.- Combustibles Líquidos	22
2.4.- Parámetros de Combustión	22
2.5.- Componentes y Accesorios	24
2.6.- Tipos de Quemadores	26
2.6.1.- Quemador Atmosférico	26
2.6.2.- Quemador Gas/Aire	28
2.7.- Características del Quemador	29

2.8.-	Análisis de los Procesos de Combustión	29
2.8.1.-	Energía Química	30
2.8.2.-	Calor de Reacción	30
2.8.3.-	Calor de Reacción Estándar	30
2.8.4.-	Calor de Combustión	30
2.8.5.-	Poder Calorífico	33
2.9.-	Entalpía	35
2.9.1.-	Entalpía de Formación	38
2.9.2.-	Cálculo de las Entalpías	40
2.10.-	Temperatura de la Llama Adiabática	41
2.11.-	La Segunda Ley y los Procesos de Combustión	42
2.12.-	Entropía	42

CAPÍTULO III

	Funcionamiento Actual del Sistema	44
3.1.-	Marco General de inicio del Proyecto	44
3.2.-	Datos de producción y capacidad	46
3.3.-	Planteamiento de la Conversión	47
3.4.-	Tecnología a Usar	50

CAPÍTULO IV

	Desarrollo de la Conversión	62
4.1.-	Selección del Quemador	62
4.2.-	Comparación Ventajas y Desventajas	63
4.3.-	Selección Accesorios Complementarios	68

CAPÍTULO V

Resultado de la Conversión	72
5.1.- Comparación de Curvas de Calentamiento	72
5.2.- Ahorro de Consumo de Energía	75
5.3.- Eficiencia de la Combustión	76
5.4.- Comparación de Eficiencia de Producción y de Combustión	82
5.5.- Otros	83

CAPÍTULO VI

Estructura de Costos	84
6.1.- Costos Comparativos de Combustibles	84
6.2.- Costos Operativos	85
6.3.- Costo de Conversión	85
6.3.1.- Costo de Equipos	86
6.3.2.- Costo de Instalación	87

CONCLUSIONES**RECOMENDACIONES****BIBLIOGRAFÍA****PLANOS****ANEXOS**

PRÓLOGO

El PAE comienza a impulsar los programas de Ahorro energético, con lo cual se da inicio a una serie de cambios, y se comienza a desarrollar en nuestra planta un Proyecto de ahorro de energía, el cual se divide en:

Energía Eléctrica

Energía de Térmica

En lo que respecta a la energía térmica, se elabora una lista de los principales consumidores de combustibles, de la cual, se obtiene como uno de los principales consumidores de planta a la zona de Recocido, la cual contribuye con un 30 % de la producción total de la planta.

Esta zona en total posee tres hornos de Combustión, los cuales tienen un consumo nominal de 9 GPH, el tipo de control es un ON / OFF.

Para el proyecto de Conversión de Gas natural considero dos etapas de implementación, la primera de ellas contempla el Tendido de la Línea Principal y sus derivaciones, la segunda etapa fue el proceso de Conversión.

Para lo cual algunas instalaciones tuvieron que ser modificadas, incluso para brindar el espacio adecuado para la instalación y verificación del sistema de Combustión, o tren principal de Válvulas, el cual contempla:

Sistema de Piloto

Sistema de Gas

Sistema de Kerosene.

Dentro los equipos de Combustión a implementar se contemplan solo dos alternativas:

Equipos North American

Equipos Hauck

La planta cuenta con varios equipos, de otras características y aplicaciones, básicamente de procedencia de estas dos marcas, las cuales siempre ha proporcionado la confiabilidad necesaria en nuestras líneas térmicas (Hornos).

El **Capítulo I**, contempla la parte de la introducción, la cual presenta como alternativa de Energía al Gas Natural, lo cual otorga ciertas ventajas, sobre los otros hidrocarburos, pero para ser usados requiere una implementación nueva de equipos de combustión, del tipo Duales.

Así mismo se presenta un alcance de los consumos específicos de nuestros hornos, elaborándose una tabla comparativa entre hornos eléctricos y hornos de combustión, los cuales reflejan el alto costo de los Hornos de combustión, lo cual se hace una necesidad imperiosa su reducción.

La conversión del sistema de combustión, es orientada al uso del Gas Natural, debido a su Bajo costo de energía, comparado con los otros combustibles, lo cual otorga un beneficio directo la conversión.

El **Capítulo II**, abarca la parte de las Generalidades del sistema de combustión, partiendo por una explicación de la combustión, así como los productos de la combustión. Además se explica en un diagrama el esquema básico de la combustión industrial lo cual recae sobre tres puntos fundamentales, relación Aire/Combustible; Mezcla y la ignición inicial y sostenida de la mezcla, las cuales aseguran el encendido.

Los tipos de combustión están explicados en este capítulo, las partes principales del sistema de combustión

Como segunda parte del capítulo abarcamos la comparación de los combustibles Líquidos y gaseosos, comparando propiedades, características.

La parte de Quemadores, los tipos de quemadores ha usar y las partes de cada uno de estos son explicados.

Como parte final tratamos el tema relacionado al análisis de los procesos de Combustión, para lo cual partimos de la ecuación de reacción, para cuantificar la eficiencia de la combustión, así como la eficiencia del proceso.

En el **Capítulo III**, se precisa el marco actual de funcionamiento del sistema de combustión, presentando un marco general de lo histórico, como se plantea el proceso de conversión, observando los pro y los contra, y evaluando el tipo de tecnología ha usar, así como la facilidad de operación.

En el **Capítulo IV**, se Desarrolla la conversión , dando inicio a la selección del quemador, comparando ventajas y desventajas de cada uno, así como el uso de accesorios complementarios al quemador, que son parte del Sistema de combustión.

En el **Capítulo V**, se expone el resultado de la conversión, los valores obtenidos, así como la comparación de la eficiencia de producción, consumo específico, ahorro de energía y otros aspectos.

En el **Capítulo VI**, se elabora la estructura de Costos, en los aspectos de Combustibles, Operación, Equipos y Eficiencia del Sistema de combustión.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente informe, es un estudio de los beneficios que se pueden alcanzar de la conversión del sistema de combustión a kerosene de un horno de 366 kW a un sistema dual con Gas natural. Este informe, presenta un escenario preliminar antes de la conversión, como se inicia este proyecto, el desarrollo de la propia conversión en cuanto a la selección de los equipos necesarios, para estimar el valor de la inversión y finalmente la evaluación final de los resultados que se obtienen, después de la conversión.

El estudio, evaluó las mediciones de consumo de combustible, ratios de producción, referido a la operación del horno, así como tablas, monogramas, principios, leyes, condiciones y parámetros que se deben manejar, para asegurar una combustión completa, de acuerdo al tipo de combustible ha usar, antes y después de la conversión

En lo que respecta al sistema de combustión, se contó con la asesoría de la empresa proveedora, la cual a través de sus catálogos, especificaciones técnicas, manuales y recomendaciones, se configura el sistema de combustión; así mismo nos ayuda para la puesta a punto y regulación de los parámetros de control, del sistema, con lo cual se obtienen los resultados que se presentan en este informe.

1.1 ANTECEDENTES

El Proyecto del Gas de Camisea se presenta como una alternativa de Energía para el desarrollo de nuestro País, brindando ventajas sobre los otros hidrocarburos, tales como:

Mejor Eficiencia de Combustión

Facilidad de Operación

Ayuda a conservar el Medio Ambiente (Menos Contaminación)

Estas ventajas del Gas Natural despiertan un interés mayor, no solo en nuestro país sino a nivel mundial, para lo cual revisemos los informes del consumo energético de los países industrializados y hacia donde están orientados.

Del total de la Energía consumida en nuestro planeta, el 21.2 % le corresponde a los combustibles GASEOSOS, en donde, el Gas Natural Líquido aporta un 6.5 %; el 34.5 % le corresponde al PETRÓLEO. Teniendo como principales productores a:

En lo que respecta al Petróleo

Arabia Saudita – 492 Millones de Ton / Año

Rusia – 456 Millones de Ton / Año

EE.UU. – 337 Millones de Ton / Año

En lo que respecta Gas

Rusia – 620 Mil Millones de Ton / Año

EE.UU. – 531 Mil Millones de Ton / Año

Canadá – 181 Mil Millones de Ton / Año

En lo que respecta Carbón

China	– 1956 Millones de Ton / Año
EE.UU.	– 933 Millones de Ton / Año
India.	– 373 Millones de Ton / Año

China de los cuales tiene como principales consumidores de energía a: EE.UU., Union Europea y China. Dentro de este marco energético , el Gas Natural ofrece ventajas, tanto en Costo como en Calidad, por lo cual se hace necesario e imprescindible, impulsar la conversión de los Sistemas de Combustión de las líneas térmicas, para lo cual se deberá de invertir , en la adquisición de nuevos equipos o sistemas de combustión duales. Así mismo se tendrá que modificar las instalaciones propias, de cada dispositivo consumidor.

Esta inversión traerá sus beneficios no solo en materia de costo (\$ / Ton Producidas), si no que contribuirá a la disminución de la Contaminación del Planeta por tratarse de un Combustible limpio.

Teniendo como marco histórico, esta breve reseña, se procede a realizar evaluaciones en el consumo de combustible de un horno, la eficiencia de combustión y la capacidad de producción, que son factores importantes a contemplar, dada la importancia de estos factores surge la necesidad de evaluar datos de consumo específico, de la línea de Recocido, la cual tiene hornos del tipo eléctrico y Combustión, dicho estudio se resume en la siguiente tabla:

Tabla N°1.1 Comparación Hornos Eléctricos y Combustión
(Costos Operativos)

HORNOS	PROD. Ton.	COSTO \$/ Ton.
ELÉCTRICOS	24,4	17,3
COMBUSTION	20,7	57,2

Debido a la diferencia en cuanto a los costos de producción (Tabla N° 1.1), los hornos eléctricos tienen la preferencia de ser usados siempre, como primera prioridad. Esto da lugar a la planificación de un programa de Ahorro de Energía, que tiene como objetivo disminuir los costos operativos de operación de los hornos de Combustión.

Dentro de este marco se estudian alternativas de mejora, lo cual trae como alternativa de mejora, la conversión de los hornos de combustión a Sistema Dual (Kerosene – Gas Natural).

Esto se puede ver en la siguiente tabla de resume de los costos de Energía de las diferentes fuentes de energía:

Tabla N°1.2 Comparación de Precios de Combustibles

COMBUSTIBLES	P.C. MJ/m ³	COSTO \$/ kJ	COSTO \$ x m ³
GAS NATURAL	37	3,79	0,1
G.L.P.	27017	13,26	358,3
KEROSENE	38755	9,98	387,0
DIESEL 2	38994	10,11	394,4
DIESEL IND.	40106	9,31	373,3
RESIDUAL 1			
RESIDUAL 2			
RESIDUAL 3			
RESIDUAL 4	40289	8,80	354,5
RESIDUAL 5	41459	6,92	286,7
RESIDUAL 6	42058	4,12	173,4
R500			308,4
(*) E. ELÉCTRICA		17,58	0,06

(*) \$ / kW-hr

1.2 OBJETIVO

Modificar el Sistema de Combustión a Kerosene de un horno de Recocido a Sistema Dual de GN, con el objeto de disminuir el costo Operativo del Proceso de Recocido, así como mejorar la eficiencia de la combustión.

A si mismo se hace mención que los costos operativos de los hornos de combustión, son el triple de los costos operativos de los Hornos eléctricos.

Estos costos también tiene relación con los costos propios de Energía, de cada combustible, según lo que se muestra en la tabla anterior, con lo cual tenemos un alcance mayor que nos direccional para obtener la solución.

Por otro lado, también debemos de precisar otras causas que originan dichos costos, las cuales pueden ser ineficiencias del sistema de combustión o proceso de recocido.

1.3 UTILIDAD DE LA CONVERSIÓN

La conversión nos proporciona una alternativa en el uso de combustible, en el cual, sin duda da un beneficio por diferencia de precio de energía.

Por otro lado otorga un proceso de combustión más eficiente en el cual se puede afirmar, que la combustión con Gas es más eficiente que la combustión a Kerosene u otros combustibles similares.

1.4 LIMITACIONES

El presente trabajo solo se dedica a tratar la parte del sistema de Combustión, especificar las características del sistema, así como encontrar por medio de tablas, los dispositivos compatibles a ser empleados, para lograr la Conversión.

Así mismo se hace mención, Después de una serie de evaluaciones o propuestas técnico económicas, se decidió por la compra de componentes de la Marca North American, un factor preponderante para esta decisión, fue la familiaridad que se tenía con estos equipos, que anteriormente se usaban en la planta.

Por otro lado cabe resaltar, que la selección de componentes se rige a las especificaciones del quemador lo cual desarrollo o enlaza una serie de componentes complementarios que trabaja con el Quemador, que es la base principal del Sistema.

1.5 ALCANCE

El presente trabajo mostrará los aspectos ha contemplar para la modificación del sistema de Combustión, tales como capacidad de carga , consumo específico de combustible, carga horaria y condiciones de Combustión.

Las cuales serán, el punto de partida para la selección de los Quemadores apropiados para la conversión del Sistema.

El presente trabajo, evaluara las condiciones iniciales del sistema de Combustión del Horno de Recocido, el cual procesa o recoce rollos de alambre trefilado de diferentes diámetros, siendo los mas representativos los diámetros 1.80 mm. y 4.20 mm. Así mismo se evaluara la curva de calentamiento del horno, la cual nos proporcionara información acerca de las características del propio horno.

Todos estos puntos mencionados, servirán de punto de partida, para la evaluación de los sistemas duales a implementar en el horno.

Así mismo se identificara los sistemas necesarios que se tendrán que implementar al horno, para la conversión a Sistema Dual.

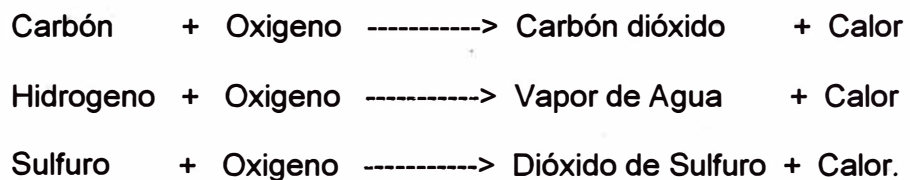
CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO DE LA COMBUSTIÓN

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Proceso de Combustión

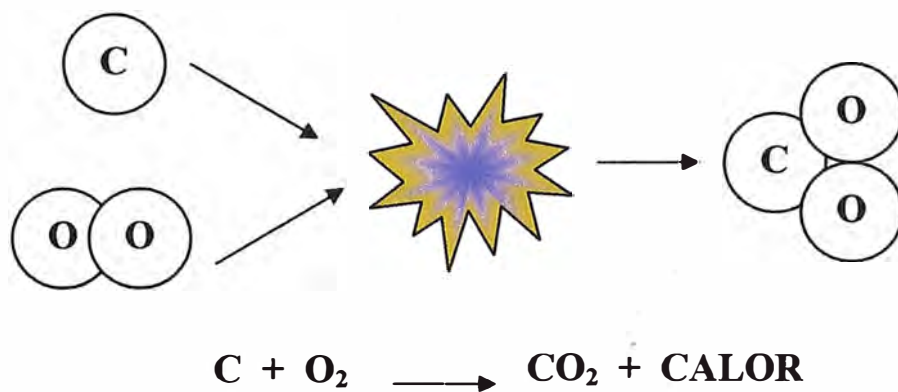
La combustión es una rápida combinación de oxígeno y combustible, que da como resultado calor. El oxígeno viene del aire, el cual es 21% Oxígeno y 78% Nitrógeno por volumen. La mayoría de los combustibles contienen Carbono, Hidrógeno y en algunos casos sulfuros. Como una simplificación, nosotros podemos decir que la combustión consiste de los siguientes tres procesos:



Los tres productos de la combustión son llamados compuestos químicos, cada uno de los elementos que da origen a esta formación, están presentes en cierta proporción. Por ejemplo una molécula de Dióxido de Carbono contiene un átomo de Carbono y dos átomos de Oxígeno; una molécula de vapor de agua contiene dos átomos de Hidrógeno más uno de Oxígeno.

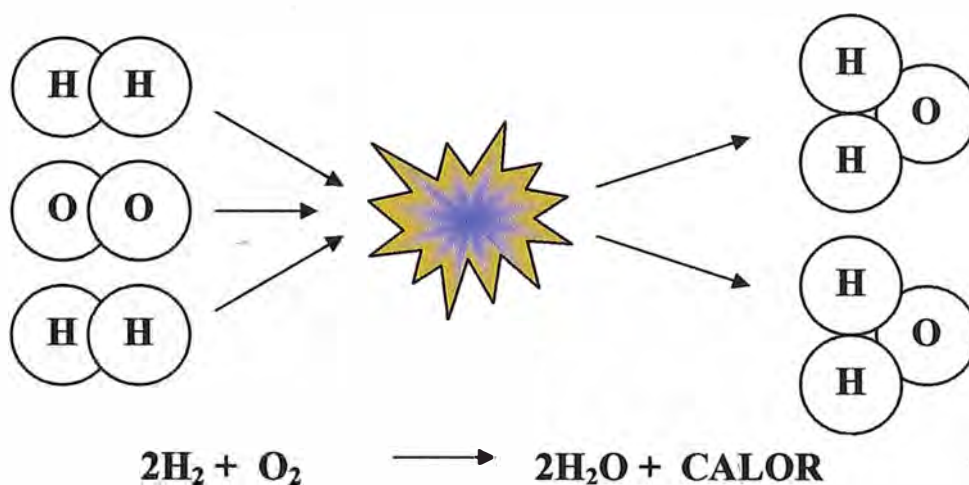
Una de las leyes de la termodinámica, establece que la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma. Por tal razón el calor que se entrega de los procesos de Combustión, es un exceso de energía, la cual, las nuevas moléculas están obligadas a liberar de acuerdo a su composición interna.

Ahora usaremos ecuaciones para describir como un átomo de Carbono más dos átomos de Oxígeno se queman para formar una molécula de Dióxido de Carbono más Calor:



Gráfica N° 2.1 Formación de Dióxido de Carbono

Lo mismo sucede, cuando dos átomos de Hidrógeno se queman, una molécula de agua es formada.



Gráfica N° 2.2 Formación del Agua

2.1.2 Esquema Básico de la Combustión Industrial

Los procesos de combustión en instalaciones industriales siempre obedecen a un esquema básico, cuyo conocimiento y comprensión resultan la llave maestra para acceder a cualquier proceso de combustión que se desee conocer y mejorar. En la figura 2.3 se muestra un esquema básico de la combustión industrial, en la cual se establece que una buena combustión requiere de tres puntos fundamentales:

a) Proporción correcta aire-combustible

El diseño del Quemador deberá asegurar el suministro de las cantidades adecuadas de aire y combustible en el sistema, estableciendo márgenes de regulación para ambos.

Para asegurar la combustión completa deberá proporcionarse un exceso de aire, procurando que sea lo mínimo que resulte posible.

El análisis de los gases de combustión permitirá conocer el exceso de aire y la eficiencia de la combustión.

En función del análisis de gases en forma manual o automatizada, se deberá efectuar ajustes en las variables de operación, controlando los resultados obtenidos.

Manejando los puntos anteriores se logra una combustión completa

b) Mezcla adecuada aire combustible

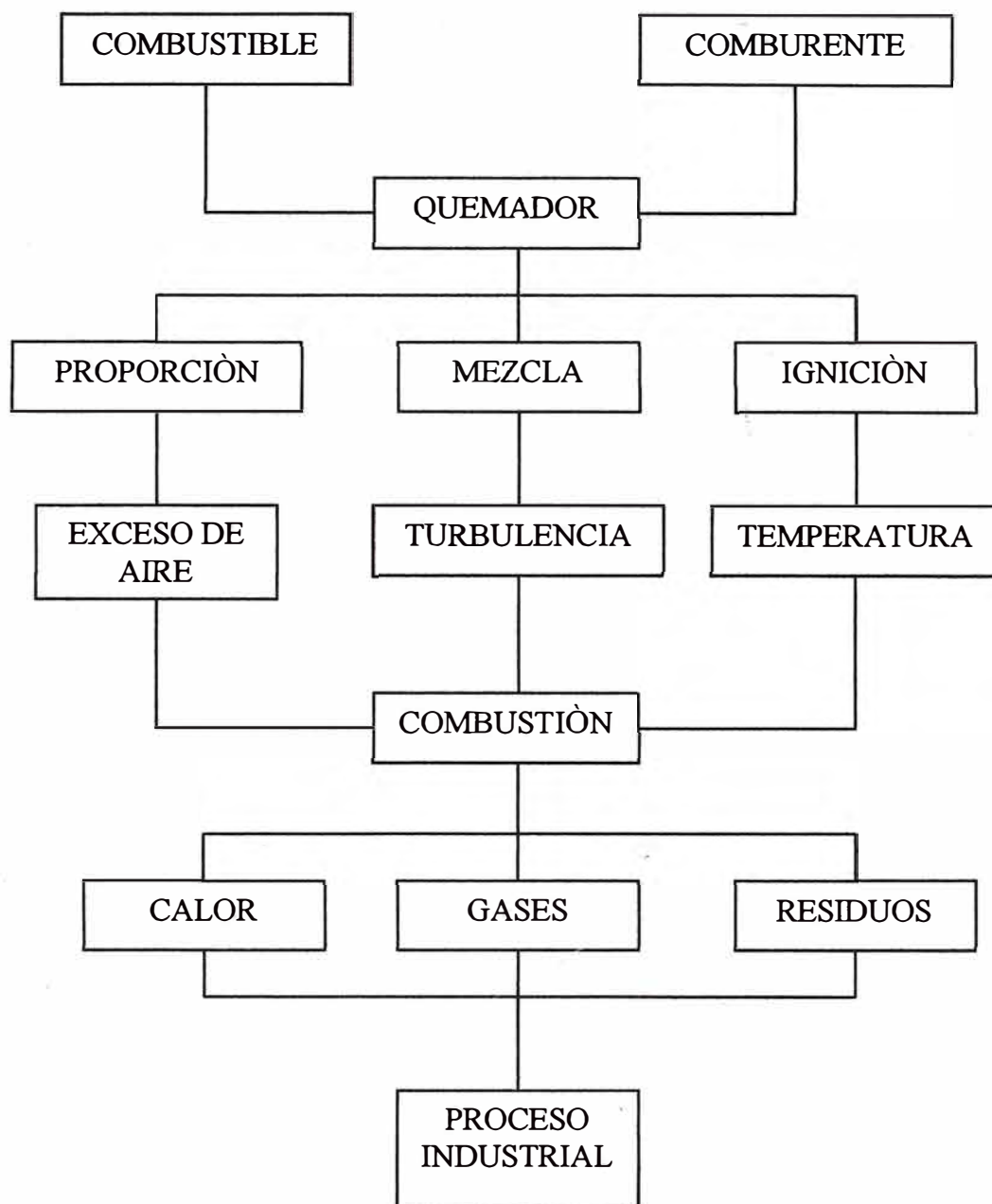
El diseño del quemador deberá proporcionar las condiciones de mezcla aire combustible más adecuada para cada caso.

La mezcla debe ser uniforme y permanente para cada punto de regulación dentro de los márgenes de operación.

El objetivo principal de la mezcla será el lograr el máximo contacto superficial entre Oxígeno y combustible.

El estado físico del combustible determinará las condiciones operativas que permitan preparar el combustible (pulverización, atomización, vaporización) en el caso de sólidos y líquidos, y efectuar la mezcla en forma conveniente para cada caso.

Manejando correctamente los puntos anteriores se logrará una combustión óptima.



Gráfica Nº 2.3 Diagrama esquemático de la Combustión Industrial

c) Ignición inicial y sostenida de la mezcla

El encendido o ignición inicial de la mezcla requiere el aporte de calor de una fuente externa. Resulta necesario aplicar mucho calor a un área localizada para acelerar la reacción.

La mezcla se encenderá sólo al alcanzar su temperatura mínima de ignición, variable para cada combustible. Al producirse las reacciones de combustión, más calor del que se pierde a los alrededores, se mantendrá la combustión sin necesidad de la fuente externa.

Manejando correctamente los puntos anteriores se logrará una combustión auto-sostenida y estable para las condiciones del proceso.

El cumplimiento de estos tres requerimientos permitirán el máximo aprovechamiento del poder calorífico del combustible utilizado. Aportar el calor requerido por el sistema con el menor consumo de combustible y las condiciones operativas técnica y económicamente más adecuadas.

Esta condición de máxima eficiencia, sin embargo, siempre resultará inestable por depender de una serie de variables interdependientes entre sí e influenciadas por factores externos, por lo cual el verdadero nivel de eficiencia del sistema dependerá de la existencia de un sistema de control adecuado y efectivo, orientado a mantener niveles permanentes de eficiencia del proceso.

2.1.3 Tipos de Combustión

Si los componentes, Oxígeno y el combustible, son mezclados en una proporción correcta, tal como muestra las Gráficas 2.1 y 2.2 , obtenemos una combustión perfecta, lo cual en la práctica esto no se da. Si mucho Oxígeno (Exceso de Aire) es suministrado , nosotros decimos que la mezcla es pobre y que la llama generada es **oxidante**

Si mucho Combustible es suministrado , nosotros decimos que la mezcla es rica y que la llama generada es **reductora**. Esto es comúnmente llamada combustión incompleta.

El Oxígeno suministrado para la combustión usualmente viene del aire, el cual suministra Nitrógeno, con lo cual el volumen de aire suministrado es mucho más grande que el Oxígeno puro suministrado. El Nitrógeno presente en el aire no toma parte del proceso de combustión, pero absorbe parte de Calor en el proceso de combustión.

El objetivo fundamental de la combustión es el de conseguir la oxidación total del carbono y del hidrógeno para formar dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) con lo cual se produce la máxima energía en forma de calor y se evita efectos contaminantes.

La combustión la podemos clasificar desde el punto de vista de la calidad de sus productos y por la forma en que se realiza. Se puede considerar los siguientes tipos de combustión:

Combustión perfecta (estequiométrica)

Combustión Completa (con exceso de aire)

Combustión Incompleta (con defecto de aire)

2.1.4 Sistema de Combustión

Es el encargado de suministrar calor al equipo o instalación (Horno, Cámara de secado, Caldero, etc.), mediante el proceso de combustión, para el presente trabajo describiremos el Sistema de Combustión Dual (Líquido y Gas), todo sistema dual deberá de contar con los siguientes sistemas:

- a) Quemador: Es el encargado de mezclar el combustible con el aire , en cantidades y presiones apropiadas ; iniciando y manteniendo las condiciones de ignición
- b) Linea de Aire Principal y Secundario: Es el encargado de suministrar el flujo aire necesario para la combustión (Aire principal), para la atomización (Aire Secundario) y para el encendido.
- c) Linea de Suministro de Gas: Es el encargado del suministro de Gas a través de tuberías las cuales deberán de contener dispositivos de medición de caudal y presión , para realizar la regulación del flujo.
- d) Linea de Suministro de Combustible Líquido: Encargado de suministrar el combustible líquido , para nuestro caso , Kerosene.
- e) Piloto de Encendido: Responsable del encendido del quemador , para lo cual deberá de proveer de una mezcla de gas y aire, así como también de la chispa de ignición
- f) Tren Principal de válvulas: Es el conjunto donde se ubican las válvulas principales de cada linea , gas y Kerosene, los manómetros de control , las válvulas de cierre automático, los sensores de caída de presión y los reguladores de Presión de la linea de Gas, Kerosene y del Piloto de encendido.

g) Sistema de Control: Es el encargado del manejo de los actuadores y sensores, del Tren principal, así como del manejo del controlador de Temperatura, el cual abrirá o cerrará la válvula de ingreso de aire principal, con lo cual se controlará la presión, como consecuencia de esta acción, se controlará la combustión.

Por otro lado el sistema cuenta con un programador de encendido el cual, administra la secuencia de encendido del Quemador, manejando el piloto de encendido y el sensor de flama.

2.2 GAS NATURAL DESCRIPCIÓN, CAMPO DE APLICACIÓN Y PROPIEDADES

El Gas Natural es una mezcla de hidrocarburos parafínicos, que incluye el Metano (CH_4) en mayor proporción, y otros hidrocarburos en proporciones menores y decrecientes. Esta mezcla generalmente contiene impurezas tales como vapor de agua, Sulfuro de Hidrógeno, Dióxido de Carbono, Nitrógeno y Helio.

Hasta el presente se presume que el petróleo y el gas se han formado como resultado de variaciones sufridas por la materia orgánica proveniente de animales y vegetales, debido de la acción bacteriológica y a elevadas temperaturas y presiones producidas durante millones de años, por efecto del asentamiento de las capas de sedimentos que la contienen.

El Gas Natural proviene de acumulaciones subterráneas, las cuales no solo comprende gas, si no que , en determinadas condiciones, algunos de estos gases se encuentran en forma líquida. Se puede decir que siempre el Gas Natural se presenta o en combinación con petróleo crudo, y entonces se conoce como gas asociado, o en ausencia de petróleo crudo, y es conocido como gas no asociado.

En el caso de que un yacimiento de petróleo contenga gas asociado, una parte del gas se halla disuelto en el petróleo crudo y entonces se le conoce como gas en solución. Sin embargo, una proporción del gas asociado forma una capa separada y superpuesta al petróleo crudo, pero es incapaz de filtrarse a la superficie de la Tierra por encontrarse cubierto por un denso estrato rocoso y forma una especie de gorra o casquete del yacimiento de petróleo.

El gas asociado comprende Metano, Etano, gases licuados del petróleo (GLP) y algunos compuestos más pesados. El Etano y los GLP se denominan conjuntamente gas natural líquido (GNL), mientras que los GLP comprenden fundamentalmente Propano y Butano. Tanto el gas asociado y no asociado se caracterizan por una alta proporción de Metano con relación al GNL, se puede decir que en el no asociado la proporción de Metano contenido es relativamente mayor y menor la de GNL, por lo que al gas no asociado se le conoce frecuentemente como " gas seco " y al asociado como " gas húmedo ". Sin embargo, si la parte de gases naturales líquidos que se presentan con Metano en ausencia de petróleo crudo es relativamente alta, los productos se llaman condensados.

El Gas Natural que se utiliza en plantas industriales es Metano con una pequeña proporción de Etano, lo que facilita mucho su caracterización, al permitir referirse a tales hidrocarburos para conocer sus principales características y propiedades.

En la Tabla N° 2.1 se presentan las propiedades físicas de los hidrocarburos gaseosos que se utilizan como combustibles industriales: Metano, Etano, Propano, Isobutano y Butano normal.

Las propiedades del Gas Natural se podrán calcular a partir de la proporción Metano-Etano y las del GLP tomando en cuenta su contenido de Propano, Isobutano y Butano normal, utilizando para todos los casos la siguiente fórmula:

$$P_m = \sum_{i=1}^j D_i x_i$$

Aplicando esta fórmula, podemos conocer las características de cualquier gas natural. Para el Gas Natural con 95% de Metano y 5% Etano obtenemos los siguientes nomogramas, que se visualizan en la Gráfica N° 2.4 y 2.5.

Tabla N° 2.1 Composición aproximada del Gas Natural de Diferentes Locaciones

PAÍS	LIBIA	FRANCIA		HOLANDA	GRAN BRETAÑA	ITALIA	ARGELIA
LOCACIÓN	Marsa el Brega	Lacq	St Faust Meillon	Groningen	Leman Bank	Corte-Maggiore	Arzew
Metano	66,2	69,2	77,8	81,5	92	95,9	82,1
Etano	19,8	3,3	3,6	2,7	3,5	1,4	12,4
Propano	10,6	1	1,2	0,5	0,7	0,4	3,7
Butano	2,3	0,6	0,9	0,1	0,3	0,3	1,4
Hidrocarburos Superiores	0,2	0,5	1,7		0,3		0,2
Nitrógeno	0,9	0,6	0,4	14,5	2,9	1,8	0,2
Anhidrido Carbónico		9,6	8,5	0,7	0,3		
Acido Sulfhídrico		15,2	5,9				

PAÍS	ALEMANIA OCCIDENTAL	VENEZUELA	U.S.A.	N. ZELANDA	U.R.S.S.	
LOCACIÓN	Ermsmündung	Maracaibo	Gulf Coast	Kapuni	Dachava	Kouiby-Chev
Metano	81,8	78,1	93,5	44,2	98	74,6
Etano	2,8	9,9	3,8	6,1	0,7	
Propano	0,4	5,5	1,2	3,4		10
Butano	0,2	2,8	0,6	1,6		10,5
Hidrocarburos Superiores		2,1		0,4		
Nitrógeno	14	1,2		0,1	1,2	3,1
Anhidrido Carbónico	0,8	0,4	0,5	44,2	0,1	0,2
Acido Sulfhídrico						1,6

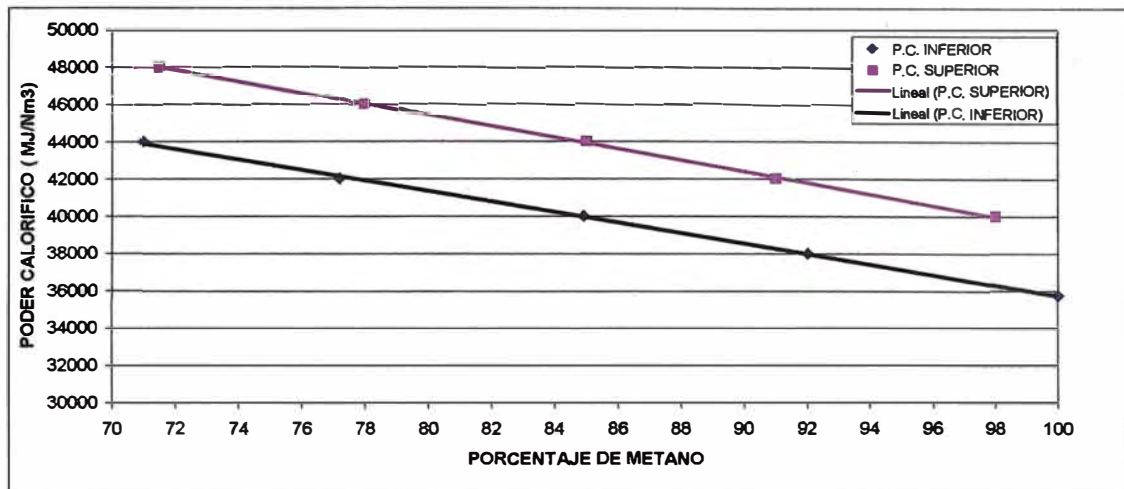


Gráfico N° 2.4 Poder Calorífico en Función del Contenido de Metano

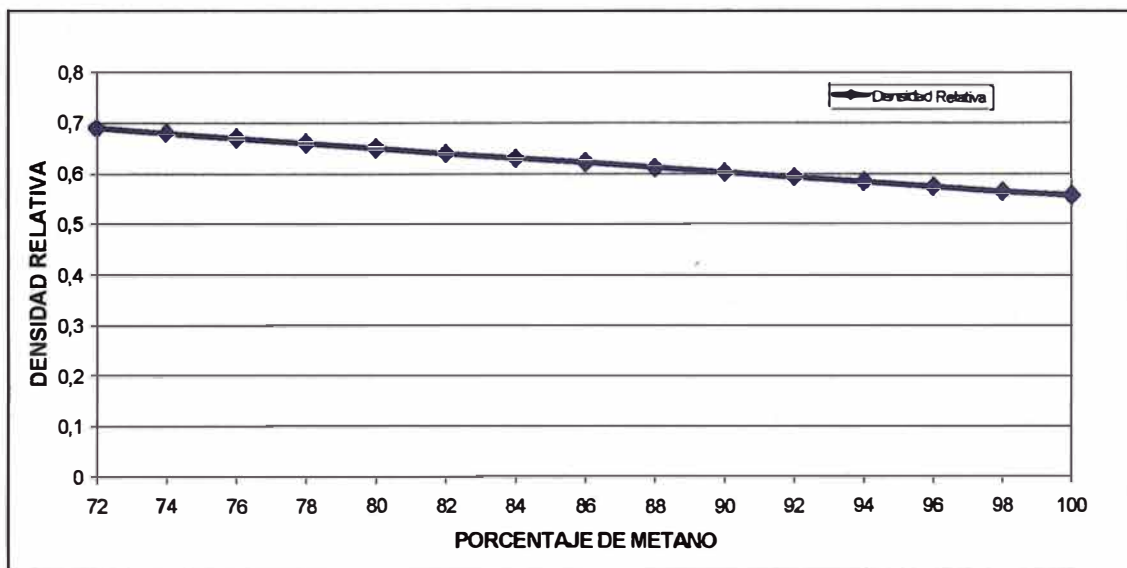


Gráfico N° 2.5 Densidad en función del contenido de Metano

2.3 COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

La mayoría de los combustibles líquidos, son mezclas de compuestos hidrocarbonados, los cuales se van clasificando de acuerdo a sus propiedades básicas. Para lo cual se hace uso del Grado API de cada uno de estos elementos , los cuales relacionan su gravedad específica

Dentro de la variedad de combustibles líquidos podemos mencionar el gasóleo, el queroseno o la gasolina, diesel N°1, diesel N°2, Kerosene, residual, etc.

La principal característica de un combustible es su poder calorífico, que es el calor desprendido por la combustión completa de una unidad de masa de combustible. Este Poder Calorífico, también llamado capacidad calorífica, se mide en Julio, Calorías, o BTU.

2.5 PARÁMETROS DE LA COMBUSTIÓN

Cuando tiene lugar una reacción química, los enlaces de las moléculas de los reactivos se rompen, y los átomos y electrones se reagrupan para formar los productos. En las reacciones de combustión, la oxidación rápida de los elementos reactivos del combustible trae como consecuencia la liberación de energía al formarse los productos de la combustión. Los tres elementos activos más importantes en los combustibles en los combustibles habituales son:

El Carbono, el Hidrógeno y el Azufre. En general, el Azufre contribuye poco a la energía liberada pero es la causa de problemas importantes de contaminación y corrosión. Se dice que un combustible se ha quemado completamente si todo su Carbono se ha transformado en dióxido de Carbono, todo su Hidrógeno en agua y todo su Azufre en Dióxido de azufre. Si estas condiciones no se cumplen la combustión es incompleta.

Para mantener el equilibrio entre la velocidad de los gases y la propagación de la llama, resulta fundamental la importancia de las tres Te's clásicas de la combustión, esto es: **Tiempo , Turbulencia y Temperatura**.

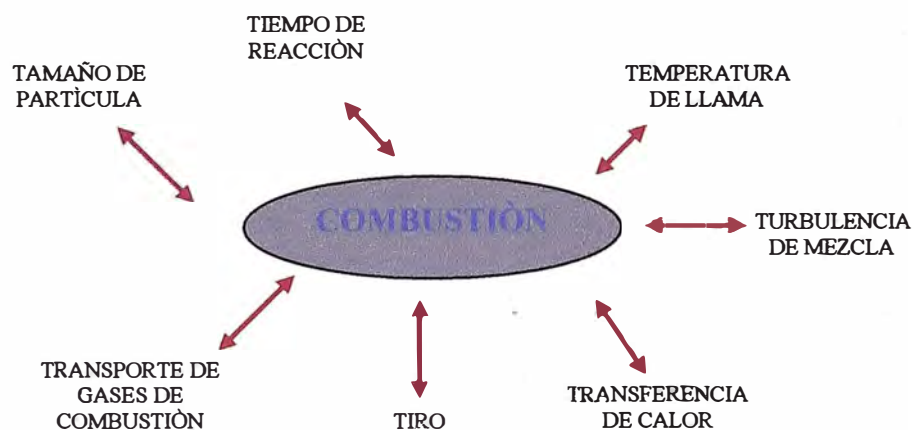
La estabilidad del frente de llama permite condiciones iniciales favorables, pero en el desarrollo de la combustión intervienen otros parámetros que determinan condiciones que podrían afectar la estabilidad inicial de la llama, que son: Transferencia de Calor y Transporte de Gases.

Además se tiene el Tiro que crea condiciones de circulación de Gases y la Tensión (presión) en el interior de la Cámara de combustión. Estos tres factores resultan de mayor importancia para mantener en equilibrio la reacción de combustión y por ende, las características de la llama.

El Tiempo determina la velocidad con la que se efectúa la reacción y resulta fuertemente determinado por el tamaño de la partícula de Carbón; si se eleva la temperatura de la llama aumentará la velocidad de reacción y con ella la generación de calor, así mismo aumentará el volumen de productos de combustión. Incrementándose la Turbulencia en el entorno de la llama, tomando en cuenta que las condiciones de mezcla también serán influenciadas por la trayectoria de la partícula de carbón, creada por su propio impulso y/o establecida por los flujos dominantes. La transferencia de calor desde la llama a su entorno variará la temperatura y por tanto la cinética de la reacción. El Transporte de los gases de combustión impulsados por el Tiro tendrán que asegurar la presión más conveniente en la cámara de combustión.

El aumento de la Turbulencia favorecerá la cinética de la reacción, disminuyendo el Tiempo de reacción; la mayor generación de calor producirá un incremento de Temperatura.

Esta constante influenciada por estos tres factores, determinará las condiciones del equilibrio de llama y en consecuencia, la eficiencia de combustión. La importancia que reviste la llama, por representar el espacio donde se realiza la combustión y constituir en la mayoría de casos una manifestación visible de la combustión, facilitando su adecuado manejo de control, determina la necesidad de analizar las características de formación de llama de sólidos, líquidos y gases, en forma individual y detallada.



Gráfica N° 2.6 Las 7 "Tes" de la Combustión

2.5 COMPONENTES, ACCESORIOS Y DESCRIPCIÓN

El Quemador representa el corazón de cualquier sistema de combustión industrial y su diseño, montaje y funcionamiento, factores determinantes para lograr el aprovechamiento del poder calorífico del combustible.

Todos los quemadores deben de cumplir con 5 funciones básicas:

- 1) Aportar combustible en las condiciones adecuadas, para el encendido y la combustión: En el caso del Gas Natural que llega con su propio impulso y no requiere pulverización ni atomización, esta función se limita al control y regulación del flujo a través de la presión del propio gas en función del impulso requerido a la salida de la tobera.

- 2) Aportar parcial o totalmente, el aire con el Oxígeno necesario para la combustión: Al disponer el Gas Natural de energía cinética los quemadores podría prescindir de aire primario, actuando el chorro de gas como flujo dominante succión del 100 % de aire secundario.

- 3) Mezcla aire y combustible, aportando la energía cinética para formar la llama que resulte adecuada a la cámara de combustión y el proceso: Esta es la principal función de los quemadores; en el caso del GN resulta particularmente importante, por que al contrario de los quemadores de carbón y petróleo, en los cuales la cinética de la reacción depende de la turbulencia y la intensidad de mezcla, en la combustión de gas se tiene que demorar la mezcla cuando se requiere aumentar la emisividad de la llama.

- 4) Encender y Quemar la Mezcla, se efectúa mediante un quemador auxiliar piloto o ignitor con Kerosene o Gas, que debe mantenerse hasta que el Calor liberado sea mayor que el absorbido por el medio, manteniéndose estable la llama por encima del punto de ignición.

- 5) Desplazar los productos de la combustión, cuando se trabaja con tiro

forzado. En el caso de GN, siendo mayor el volumen de gases de combustión, la exigencia de impulso será mayor.

2.6 TIPOS DE QUEMADORES

Los quemadores de Gas Natural se pueden clasificar de acuerdo a los siguientes parámetros:

✓ Presión de Trabajo

Baja Presión 0.86 a 2.15 kPa.

Media Presión : 3.45 a 13.7 kPa.

Alta Presión 13.7 a 1725 kPa.

✓ Forma de Incorporación del Aire

Atmosférico : Cuando el aire de la combustión es tomado en forma directa de la atmósfera

Aire a Presión : Cuando cuenta con un ventilador centrífugo para proporcionar el aire indispensable para producir la combustión

✓ Grado de Automatismo

Automático : Cuando están provistos de dispositivos de control de llama, encendido, mando y regulación de acción automática.

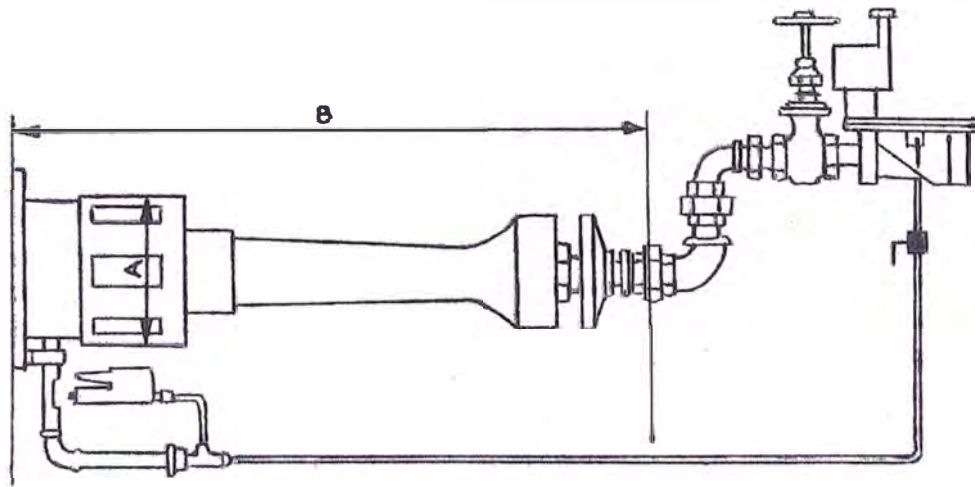
Semiautomático: El encendido se efectúa manualmente

Manual: la regulación y el encendido se efectúan manualmente.

2.6.1 Quemador Atmosférico

Este Quemador , cuenta con una tobera de inyección para el GAS en forma de tubo Venturí, aspirando el aire primario necesario para la combustión a través de los orificios de la parte posterior del quemador,

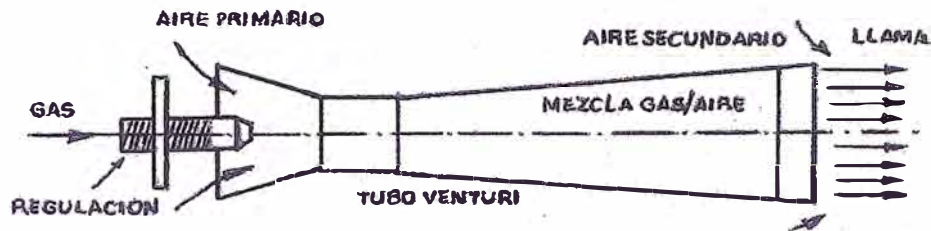
provocando una mezcla íntima de aire y gas. El modelo de este quemador no llega a inducir la totalidad del aire de la combustión, se introduce el aire secundario a través de un segundo registro, dispuesto en el frente del quemador.



Gráfica N° 2.7 Quemador Atmosférico

Tabla N° 2.2 Potencia Térmica y Dimensiones del Quemador Atmosférico

RENDIMIENTO	CONS. MÁX. GN	A	B
kW	m ³ /hr.	mm.	mm.
35	3,5	192 x 192	650
58	6	192 x 192	710
87	9	192 x 192	750
110	11	246 x 246	1050
145	15	246 x 246	1100
291	30	353 x 353	1560
581	60	353 x 353	1700
814	82	353 x 353	1800

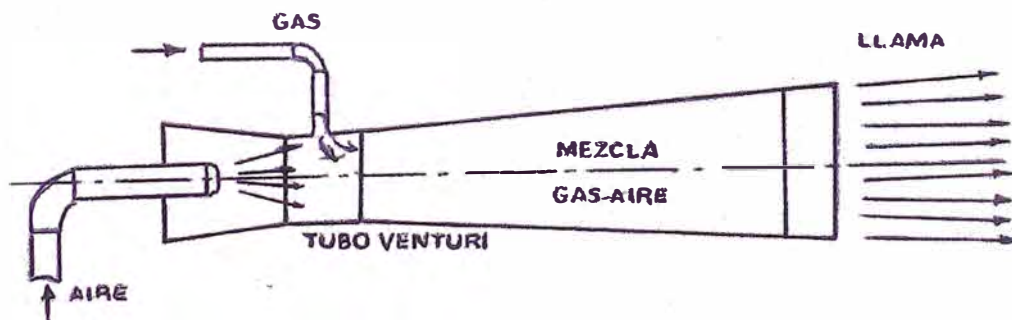


Gráfica N° 2.8 Diagrama de operación del Quemador Atmosférico

2.6.2 Quemador Gas/Aire

En este tipo de quemador, el aire se suministra a una presión adecuada superior a la del gas, de modo de formar la mezcla apropiada. El aporte del aire forzado representa el aire primario pudiendo incorporarse una cierta cantidad de aire secundario por aspiración manual.

En la Gráfica N° 2.7 se presenta el diagrama de funcionamiento del Quemador Gas/Aire.



Gráfica N° 2.9 Diagrama de Operación Quemador Gas/Aire

2.7 CARACTERÍSTICAS DEL QUEMADOR

Entre las principales características del quemador tenemos:

1) Forma de Flama

Esto lo da el propio quemador, que depende de la presión de mezcla y la cantidad de aire primario. Para la mayoría de los tipos de los quemadores, un incremento en la presión de mezcla aumentara la flama y un incremento en el porcentaje de aire primario acortara la flama. El espesor de flama es reducido por una alta presión del medio y la velocidad de quemado. El diseño del quemador, el cual determina la velocidad del combustible y gas, tiene un efecto mayor en la longitud y forma de la llama, que cualquier otra variable de operación. Una buena mezcla, producto del alto grado de turbulencia y velocidad, produce una corta y espesa llama, en el lado opuesto baja turbulencia y baja velocidad, da una tenue y débil llama.

2) Volumen de Combustión:

El espacio ocupado por el combustible y los productos intermedios de la combustión, varían considerablemente con el diseño del quemador, la presión y la corriente del fluido del combustible.

2.8 ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE COMBUSTIÓN

Siendo la combustión una reacción química, en la que están en juego diversas formas de energía, es importante, además del balance de materiales, hacer un balance de energías. Por lo tanto es muy necesario analizar las energías asociadas a la combustión.

La gran mayoría de procesos de combustión se dan en condiciones tales que pueden ser analizados como procesos de un sistema o como proceso de flujo y estado estables. Estos últimos son los más frecuentes para los que se considera que la presión es constante y los cambios de energía cinética y potencial son despreciables.

2.8.1 Energía Química

Es la energía que posee el combustible y es liberada en la combustión completa. Es fija para cada combustible y es independiente de las condiciones de los reactantes como de la naturaleza del proceso de la combustión.

2.8.2 Calor de Reacción

Es el calor que debe transferir los productos de cualquier reacción química para enfriarse hasta la temperatura inicial de los reactantes.

2.8.3 Calor de Reacción Estándar

Es el calor de la reacción a las condiciones estándar de presión y temperatura. La presión estándar es 1 atm. y las temperaturas utilizadas son 18 °C, 20 °C y 25 °C.

2.8.4 Calor de Combustión

Cuando se trata de combustibles y la combustión es completa, al calor de la reacción, con frecuencia se le denomina calor de combustión. Igualmente habrá un calor de combustión estándar que se determina para las condiciones de 1 atm. Y 25°C.

Según el tipo de proceso, el calor de combustión puede ser:

- 1) Calor de Combustión a Presión constante
- 2) Calor de Combustión a Volumen constante



- a) De acuerdo a la Gráfica N° 2.10 aplicando la 1era Ley de la Termodinámica :

$$Q_p = H_p - H_r \dots (a)$$

Donde:

H_p : Entalpía de los Productos

H_r : Entalpía de los Reactantes

Q_p : Calor de Combustión a presión constante

b) Si la combustión se realizará en un sistema (Volumen Constante) se tendrá:

$$Q_v = U_p - U_r \dots (b)$$

Donde:

U_p : Energía interna de los productos

U_r : Energía interna de los reactantes

Q_v : Calor de combustión a volumen constante

Para un combustible dado:

$$Q_p = H_p - H_r$$

$$Q_p = (U + pV)_p - (U + pV)_r$$

De las ecuaciones de a y b:

$$Q_p - Q_v = (U + pV)_p - (U + pV)_r - U_p + U_r.$$

$$Q_p - Q_v = (pV)_p - (pV)_r$$

Si los componentes gaseosos de los reactantes y productos pueden considerarse como gases ideales y siendo el volumen de los componentes líquidos y sólidos despreciable comparado con el de los gases, la ecuación puede escribirse :

$$Q_p - Q_v = (nRT)_p - (nRT)_r$$

$$Q_p - Q_v = (n_p - n_r)RT$$

Siendo:

n_p : Número de moles de los productos gaseosos

n_r : Número de moles de los reactantes gaseosos

R: Constante Universal de los Gases

T: Temperatura de los Reactantes o Productos.

2.8.5 Poder Calorífico

Es la máxima cantidad de calor que se puede transferir de los productos de la combustión completa, cuando éstos son enfriados desde la temperatura de la llama adiabática hasta la temperatura inicial de la mezcla aire-combustible. Se expresa por unidad de masa de combustible.

Debido a que la mayoría de los combustibles contienen Hidrógeno, durante la combustión se produce vapor de agua. Al enfriarse los productos, cierta cantidad de vapor de agua condensará liberando calor. El poder calorífico dependerá entonces de la cantidad de vapor condensado.

Por otro lado, de acuerdo al proceso, la combustión puede ser:

- a) A Volumen constante en un sistema
- b) A Presión constante en un sistema o a flujo y estado estable con

$$\Delta E_c = \Delta E_p = 0$$

En cada uno de estos casos, al enfriar los productos hasta la temperatura inicial de la mezcla aire-combustible, el calor transferido será diferente.

Por lo Tanto, según la cantidad de condensado y el tipo de proceso, podría obtenerse una infinidad de poderes caloríficos para un mismo combustible.

Para evitar esto, para los combustibles se determinan los siguientes poderes caloríficos:

- 1) Poder Calorífico Alto: Es el que se obtiene cuando el vapor de agua formado durante la combustión condensa totalmente, al enfriar los productos hasta la temperatura de los reactantes.

2) Poder Calorífico Bajo: Es el que se obtiene cuando el vapor de agua no condensa, al enfriar los productos hasta la temperatura de los reactantes.

Puede demostrarse que la diferencia entre el poder calorífico alto y bajo es igual al calor latente del vapor de agua formado en la combustión, a la temperatura inicial de la mezcla aire-combustible.

3) Poder Calorífico a Volumen Constante: Se determina en un proceso de combustión a volumen constante. Para el efecto, se realiza un ensayo en una bomba calorimétrica. Este método es usado para combustibles líquidos y sólidos.

4) Poder Calorífico a presión constante: Se determina en un proceso de combustión a presión constante en un sistema o en un proceso de flujo y estado estable. El ensayo se realiza en un calorímetro para gas del tipo de flujo continuo.

La diferencia de los poderes caloríficos a volumen constante y a presión constante es pequeña pues no pasa del 1%. Con frecuencia esta diferencia se desprecia para trabajos de Ingeniería.

Para la determinación del poder calorífico de un combustible se deben utilizar las condiciones de ensayo establecidas por la ASTM y la ASME. Por ello constituye una característica importante de los combustibles.

Las Normas recomiendan, por ejemplo, que se utilice oxígeno puro en los ensayos. No obstante, si la combustión es completa, el poder

calorífico no depende de que en ella se haya utilizado oxígeno puro o aire en exceso.

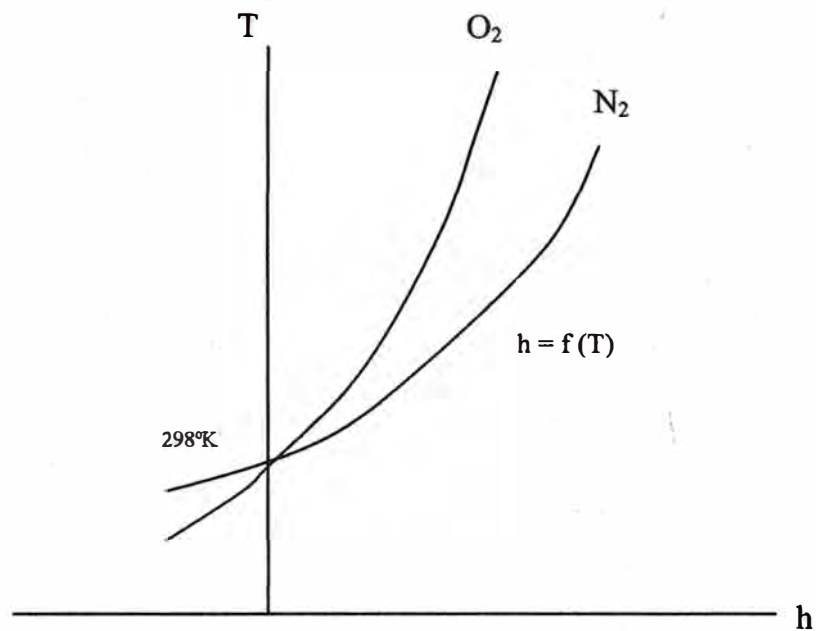
Para la combustión completa, el calor de combustión y el poder calorífico, tienen el mismo valor numérico, para la misma temperatura de los reactantes.

2.9 ENTALPÍA

Cuando se trata de procesos en los que la sustancia de trabajo mantiene su composición química, sabemos que la entalpía de las sustancia puede hallarse con relación a un nivel de referencia, que puede ser distinto para cada sustancia.

Cuando se trata de reacciones químicas, no puede aplicarse el mismo criterio debido a que existen cambios en la composición química de las sustancias durante el proceso. Ha sido necesario pues establecer un nivel de referencia a partir de los elementos, para determinar la entalpía de las sustancias que intervienen en la reacción. Por ello se ha establecido, como nivel de referencia , que:

La Entalpía de todos los elementos en estado Molecular o estable, es cero a 25 °C y 1 atmósfera.



Gráfica N° 2.11 Diagrama h vs. T para los elementos

De la Gráfica N° 2.11 cada una de las curvas mostradas es una gráfica de la función $h = f(T)$ para cada elemento. Si el elemento es un gas ideal, la entalpía a una temperatura T_A sería:

$$h_A = \int_{298}^{T_A} C_p dT$$

Donde:

h_A = Entalpía molar a la Temperatura T_A

C_p = Capacidad calorífica molar

Lógicamente, para temperaturas menores de 25 °C, se tendrá entalpías negativas para los elementos. Por otro lado definamos algunos conceptos:

Entalpía de reacción: Es la diferencia entre la entalpía de los productos y la de los reactantes, a las mismas condiciones de presión y temperatura, al ocurrir la reacción.

Entalpía de Combustión: Es la diferencia entre la entalpía de los productos y la de los reactantes, a las mismas condiciones de presión y temperatura, al ocurrir una combustión completa.

$$H_{rp} = H_p - H_r$$

Se puede determinar la entalpía de combustión para muchos hidrocarburos combustibles, a las condiciones estándar, designada como H_{rp} (h_{rp} si es por mol).

Por ser una propiedad (variable de estado), la entalpía de combustión es independiente del proceso para una combustión dada. Es oportuno puntualizar que la entalpía de los reactantes H_r está compuesta por dos formas de energía:

$$H_r = H'_r + E_q$$

Donde:

H'_r : Energía sensible de los reactantes, puesto que puede ser conocida a partir de las variables de estado.

E_q : Energía química de los reactantes que se libera en la combustión cuyo valor no es determinable por las variables de estado de los reactantes.

Tanto la Entalpía de los reactantes como de los productos dependen básicamente de la Temperatura, por lo que H_{rp} varía sustancialmente con la Temperatura más que con la Presión.

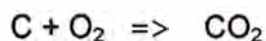
2.9.1 Entalpía de Formación

Sabemos que a las condiciones estándar, la entalpía de un elemento es cero, pero no sucede lo mismo con un compuesto.

Si se forma un compuesto a partir de sus elementos en una reacción química y a las condiciones estándar, se define como entalpía de formación a la Entalpía de reacción, correspondiente a dicho proceso, si se expresa por unidad de masa.

Si se trata de una combustión, la Entalpía de formación se define en términos de la Entalpía de combustión correspondiente al proceso de formación del compuesto.

Supongamos la formación de CO_2 , a condiciones estándar y a presión constante :



El calor transferido, por unidad molar :

$$q_p^\circ = -(h_p - h_r) = h_{rp}$$

$$q_p^\circ = -(h_{\text{CO}_2} - h_{\text{C}} - h_{\text{O}_2}) = h_{\text{CO}_2}$$

$$h_{\text{C}} = h_{\text{O}_2} = 0$$

De donde:

$$- h_{rp} = -h_{\text{CO}_2} = \text{Entalpía de Formación}$$

Dado que la entalpía de formación de un Conjunto se determina mediante el calor transferido durante la combustión, estas entalpías llevan el signo del calor. Así, midiendo el calor transferido para la formación del CO_2 a partir del C y O_2 se obtiene:

$$q_p^\circ = - 393522 \text{ kJ / kmol}$$

La nomenclatura a utilizar será:

Entalpía de Formación:

$$h_r = -393522 \text{ kJ / kmol}$$

Donde el subíndice f indica formación.

El signo negativo nos indica que la entalpía del CO_2 es menor que la entalpía de los reactantes C y O_2 .

La entalpía de formación de un compuesto, es su entalpía a las condiciones estándar. La entalpía de formación de un compuesto puede ser positiva o negativa según haya sido, positiva o negativa, la transferencia de calor correspondiente al proceso de formación.

También se puede escribir la siguiente ecuación :

$$Q = H_p - H_r$$

Donde:

$$H_p = \sum n h_p$$

$$H_r = \sum n h_r$$

$$\Rightarrow Q = \sum n h_p - \sum n h_r = H_{rp}$$

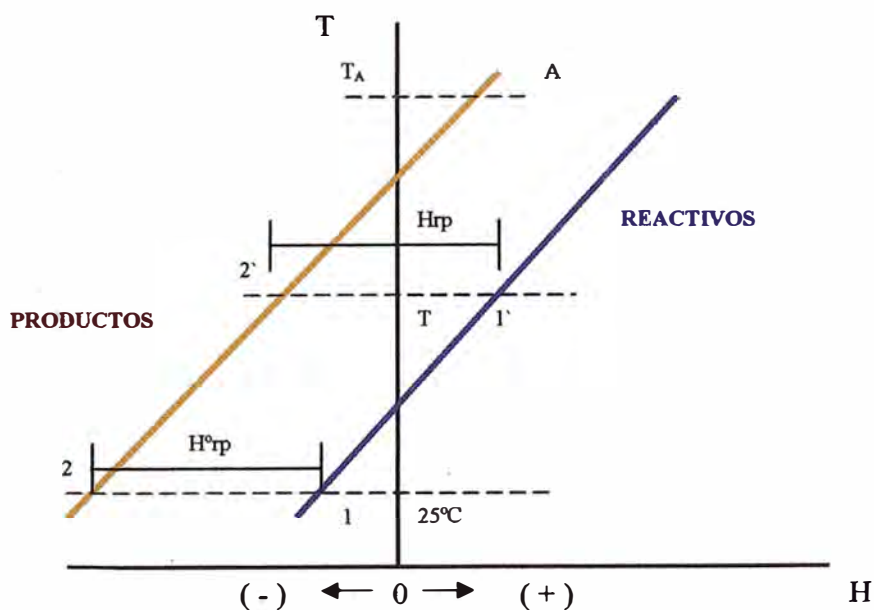
2.9.2 Cálculo de las Entalpías

La entalpía de un compuesto puede calcularse para una temperatura y presión dadas, de acuerdo a la función $h = f(T)$. Así, supongamos que la curva de Productos del diagrama h vs. T Gráfica N° 2.12 corresponde al CO_2 . Su Entalpía para la temperatura T_A se determinará por la siguiente función:

$$h_A = h_f + \Delta h$$

Siendo:

$$\Delta h = h_A - h_f$$



Gráfica N° 2.12 Diagrama T vs. H

En general, la entalpía de un compuesto $h_{T,p}$ a una temperatura T y una presión p dadas, puede calcularse por:

$$h_{T,p} = (h_f + \Delta h)_{T,p} - (h_f + \Delta h)_{T_0,p_0}$$

$$T_0 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_0 = 1 \text{ atm.}$$

La solución de esta ecuación requiere de la determinación de Δh . La entalpía de formación h_f es conocida para cada compuesto.

Para hallar Δh podemos considerar lo siguiente:

- 1) Si se trata de gases ideales, puede hallarse de dos maneras:
 - a) Usando el calor específico variable : $C_p = f(T)$
 - b) Usando las tablas que dan directamente los valores de Δh , en función de Temperatura T .

- 2) Si se trata de sustancias cuyo comportamiento es diferente al de un gas ideal, puede hallarse Δh así :
 - a) Usando las tablas de las propiedades de las sustancias
 - b) Usando los diagramas generalizados

2.10 TEMPERATURA DE LLAMA ADIABÁTICA

Si la combustión es adiabática y no hay producción de trabajo, la temperatura alcanzada por los productos es muy elevada y recibe el nombre de temperatura de la llama adiabática.

La temperatura de llama adiabática para una combustión depende del combustible, de la temperatura de los reactantes, del exceso de aire y del grado de completitud de la combustión. Esta temperatura se puede controlar mediante el exceso de aire.

Es evidente que para un combustible dado y para una temperatura T_1 dada, la máxima temperatura se alcanzará cuando la combustión completa se realice con una mezcla estequiométrica de los reactantes.

Las temperaturas teóricas de llama adiabática no se alcanzan nunca en la práctica.

2.11 LA SEGUNDA LEY Y LOS PROCESOS DE COMBUSTIÓN

La combustión, al igual que cualquier otra reacción química, es irreversible. La verificación de esta premisa puede hacerse determinando el cambio de entropía durante el proceso, el cual va acompañado siempre de un incremento de entropía.

2.12 ENTROPÍA

Se hace necesario poder conocer la entropía de las sustancias que intervienen en la combustión. El nivel de referencia se puede establecer en forma arbitraria, sin embargo, la Entropía de una sustancia pura en equilibrio termodinámico, es igual a cero en el cero absoluto de temperatura.

La entropía medida con relación a esta base, es la entropía absoluta. Con frecuencia será más útil determinar el cambio de entropía, que su valor absoluto.

Las tablas existentes para la entropía de las sustancias que intervienen en una combustión, consideran dos niveles de referencia:

0 °K , 1 atm

298 °K , 1 atm.

No obstante, consideraremos que la entropía de las sustancias puras (elementos o compuestos) es cero a 0 °K y 1 atm.

La entropía de una mezcla será mayor que cero a 0 °K por que los procesos de mezcla son irreversibles.

CAPÍTULO III

FUNCIONAMIENTO ACTUAL DEL SISTEMA

3.1 MARCO GENERAL DE INICIO DEL PROYECTO

La demanda de alambre recocido, poco a poco se va incrementado, lo cual con lleva a pensar y ha preocuparnos, por tres aspectos importantes:

- a) Costo Operativo
- b) Capacidad
- c) Calidad del Proceso.

Todo esto con el fin de consolidar y aumentar nuestra presencia en el rubro de alambres recocido. Por lo cual se trabajo en todos esos aspectos, pero como parte del presente informe solo nos limitaremos al estudio del costo operativo, el cual esta ligado con la conversión.

El costo operativo, es aquel que abarca todo el proceso productivo, en el cual se podrá identificar aquellos que tienen un valor preponderante en el resultado, estos costos estas referidos al proceso productivo, de trefilación y recocido. Dentro del Marco general se hace mención a estos dos Costos, puesto que el proyecto de conversión nace dentro de este contexto. Para efectos del presente informe, se hará una mayor incidencia en los costos del Proceso de Recocido.

Tabla N° 3.1 Costo Operativo de Energía

	TREFILADO	COSTO	RECOCIDO	COSTO
DIAM.	kW-hr. / Ton.	\$/ kW-hr.	\$/ Ton.	\$/ Ton.
1,65	168	0,0796	25,4	38,78
1,8	137	0,0796	23,88	34,79
4,2	34	0,0796	21,5	24,21

Tabla N° 3.2 Capacidad de Recocido (Al 100%)

HORNO	DIAMETRO	PROD x DIA	DIAMETRO	PROD x DIA	CARGAS x DIA	DIAMETRO	PROD x DIA
	mm	kg	mm	kg	#	mm	kg
ELÉCTRICO N° 1	1,8	6000	4,2	4800	4		
ELÉCTRICO N° 2	1,8	6000	4,2	4800	4		
ELÉCTRICO N° 3	1,8	6000	4,2	4800	4	R Chico 1,65	6000
		18000		14400			6000

EXSA	1,8	8640	4,2	7200	4,8
	R Chico 1,65	7200	R Chico 1,65	7200	4,8

CAMPANA	1,8	9000			3
	R Chico 1,65	9000			

BLOO1	1,8	8000	4,2	6400	5,3
BLOO2	1,8	8000	4,2	6400	5,3
		16000		12800	

NOO	
DIAMETRO	TON / DIA
1,8	51,6
4,2	34,4

Tabla N° 3.3 Características del alambre Recocido

ROLLO	DIAM.	TOL. DIAM.	RESIST. MECANICA		MEDIDAS DEL ROLLO		
	mm.	+/-	(kg./mm ²)		DIAM. EXT.	DIAM. INT.	ESPESOR
			mín.	máx.	cm	cm.	cm.
A	1,8	0,03	32	42	0,77 x 0,725	0,44 x 0,445	11,5
B	4,2	0,05	32	42	0,755 x 0,725	0,44 x 0,455	13,5

3.2 DATOS DE PRODUCCIÓN Y CAPACIDAD

Según la Tabla N° 3.4, podemos observar el nivel promedio mensual y diario, de la producción de los hornos de combustión, lo cual nos da una idea del nivel de ocupación.

Tabla N° 3.4 Producción Mensual y Diaria de H. Combustión
(Proceso de Recocido)

MESES	PRODUCCIÓN	
	MES (Ton.)	DIA (Ton.)
01-ene-04	443,7	14,3
01-feb-04	456,7	15,6
01-mar-04	461,6	14,9
01-abr-04	367,2	13,6
01-may-04	317,9	12,2
01-jun-04	111,0	6,9
01-jul-04	177,8	13,7
01-ago-04	330,7	12,2
01-sep-04	420,4	14,5
01-oct-04	315,3	12,1
01-nov-04	261,1	11,9
01-dic-04	330,2	15,0
PROMEDIO	333	13,1

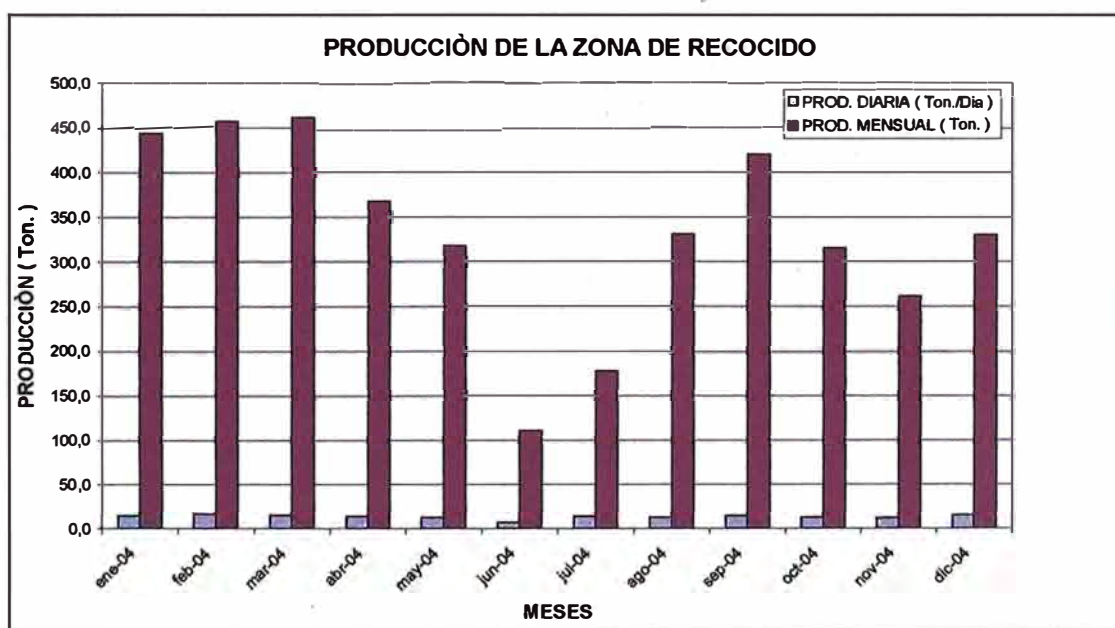


Gráfico N° 3.1 Producción anual de lo Hornos de Combustión

Tabla N° 3.5 Capacidad Actual Teórica - Hornos de Combustión

HORNOS	DIÁMETRO	PROD.	DIÁMETRO	PROD.	CARGAS
	mm.	kg. / Día	mm.	kg. / Día	#
ELCO N°1	1,8	8000	4,2	6400	5,3
ELCO N°2	1,8	8000	4,2	6400	5,3
		16000		12800	

EN RESUMEN:

Luego de analizar, las tablas anteriores podemos precisar cual es el nivel de producción promedio que se alcanza.

Tabla N° 3.6 Producción Diaria y Mensual de los Hornos de Combustión

DIÁMETRO	PROD.	PROD.
mm.	Ton./ Día	Ton./ Mes
1,8	25	384
4,2	12,8	76,8
		460,8

Consumo Específico

H. Combustión: 0.67 Glns / Ton

Costo \$ 26.01 / Ton.

3.3 PLANTEAMIENTO DE LA CONVERSIÓN

La Conversión se enfoca de dos puntos de vista:

- Costo de Energía
- Eficiencia de Combustión

La tabla N° 3.7, muestra el consumo de energía que consume cada uno de los Hornos de Combustión, con lo cual se hace una primera estimación del beneficio o ahorro que podemos alcanzar, con la conversión.

Tabla N° 3.7 Cuadro comparativo de costo de energía

H. COMBUSTIÓN	CONSUMO m ³ / Mes	ENERGÍA GJ	KEROSENE	GAS NAT.	AHORRO \$ / Mes
			COSTO \$ / Mes	COSTO \$ / Mes	
ELCO 1	16,5	640,343	6391	2428	3963
ELCO 2	14,2	548,739	5477	2080	3396
			\$ / Mes		7359

El Término Eficiencia de la Combustión abarca dos parámetros fundamentales:

% Dióxido de Carbono CO₂

% Exceso de Aire (O₂ + 3.76 N₂)

Un mayor porcentaje de CO₂, nos asegura que la combustión es completa, para lo cual, siempre deberá de haber exceso de O₂, el cual es aportado por el Aire.

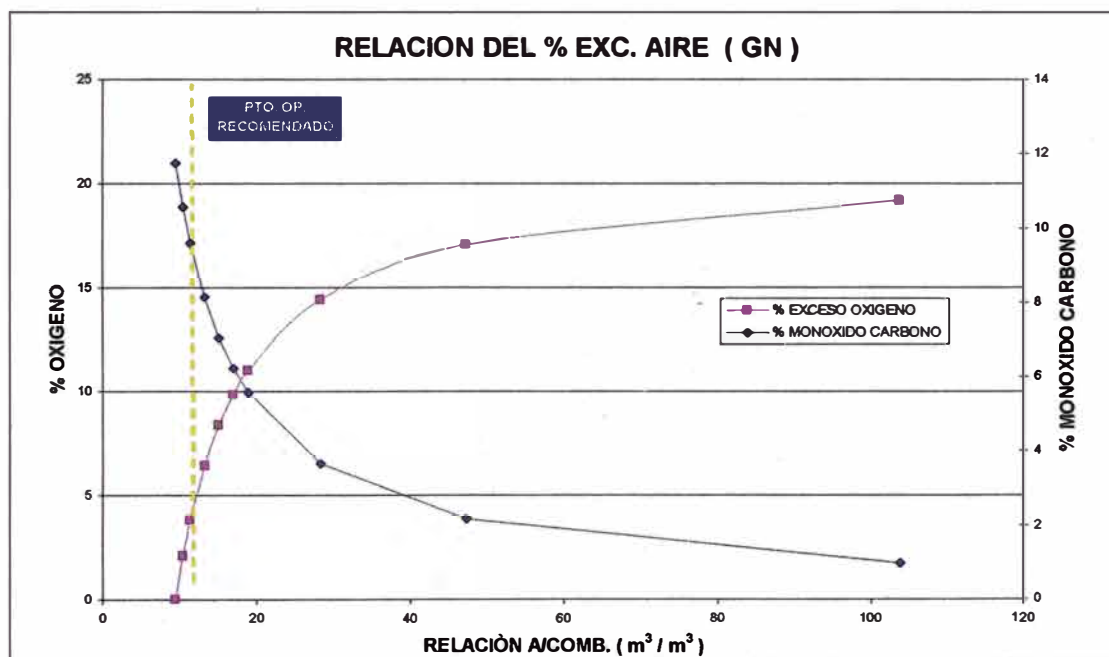
Demasiado % Exceso de Aire, es perjudicial para aprovechar la mayor cantidad de calor generado por Combustión, debido a que parte de este se evacuará con el exceso de aire.

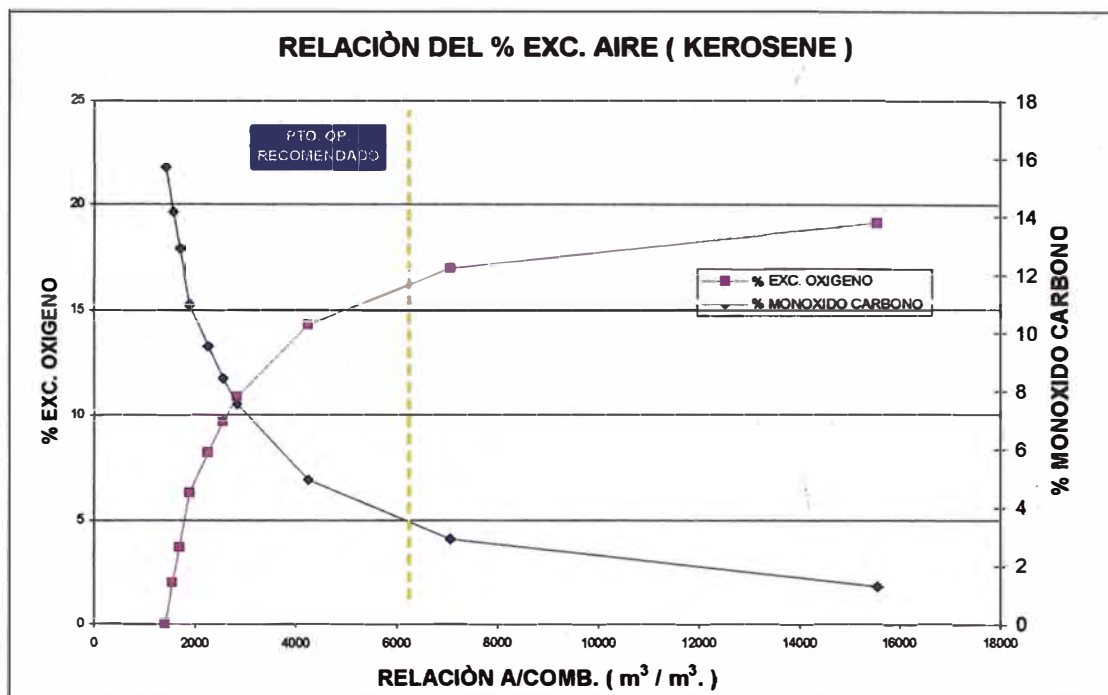
La tabla N° 3.8, compara estos parámetros, tanto para el Kerosene y el Gas Natural, con lo cual se puede apreciar el comportamiento de ambos.

Tabla N° 3.8 Comparación de eficiencia de la Combustión

GN	%O ₂	%	0	2,09	3,8	6,43	8,36	9,83	11	14,42	17,07	19,19
	%CO ₂	%	11,74	10,57	9,61	8,14	7,05	6,22	5,57	3,65	2,16	0,97
	RAire/ Comb.	m ³ /m ³ Comb.	9,44	10,38	11,33	13,22	15,1	16,99	18,88	21,32	24,72	28,8
KEROSENE	%O ₂	%	0	2,03	3,7	6,29	8,2	9,67	10,84	14,28	16,97	19,14
	%CO ₂	%	15,68	14,15	12,9	10,96	9,53	8,43	7,56	4,98	2,96	1,33
	RAire/ Comb.	m ³ /m ³ Comb.	1413	1555	1696	1897	2261	2544	2826	4240	7066	15546

En la siguiente gráfica se ilustra el comportamiento del % CO₂, con respecto al exceso de Oxígeno, tomando como referencia le relación aire/combustible.

Gráfica N° 3.2 %O₂ con relación % Exc. Aire (Comb. C/ Gas Natural)



Gráfica N° 3.3 %O₂ con relación % Exc. Aire (Comb. C/ Kerosene)

3.4 TECNOLOGÍA A USAR

Dentro de la Tecnología a usar , nos limitaremos a seleccionar los Productos de las empresas North American y Hauck, los cuales tienen un amplio Know how en cuanto a Sistemas de Combustión, con una amplia presencia a nivel mundial, así mismo brinda soporte en cuanto al manejo e instalación.

Así mismo provee asesoría técnica , proporciona innovaciones dependiendo del uso del sistema

Por otro lado, anteriormente se ha trabajado con cada una de estas marcas en cuanto a Sistemas de Combustión Diesel, por lo cual se tiene una mayor referencia en cuanto a la calidad de los productos.

A continuación se describen algunos de los modelos y tipos de Quemador que se ofrece.

1) BBC Gas/Oil Quemador Beta - HAUCK

El BBC de Hauck es diseñado para un uso continuo o intermitente de operación en hornos y secadores. La BBC esta bien acondicionada para aplicaciones de presión negativa. Esto opera en un rango de 730 a 29300 kW (2.5 a 100 MMBTU / hr,). El BBC esta disponible para operar con todo tipo de combustible industrial , incluye los pesados y con todos los combustibles gaseosos con o sin precalentamiento.

El Quemador puede quemar de una forma divergente o convergente , con velocidad de flama alta o baja.



Gráfica N° 3.4 Quemador Beta

2) EJC Enerjet de Alta Velocidad

El EJC de Hauck promueve una alta velocidad de recirculación de gases calientes para uniformizar la temperatura y optimizar la eficiencia. Esto quemara

gases limpias , de combustibles gaseosos o del diesel N°2, o una combinación, con igual performance.

El EJC esta disponible en 04 versiones de 108 a 1080 kW (0.37 a 3.7 MMBTU / hr.). Además disponible en versiones de aire precalentado a 425°C (800°F) y versiones de media velocidad.

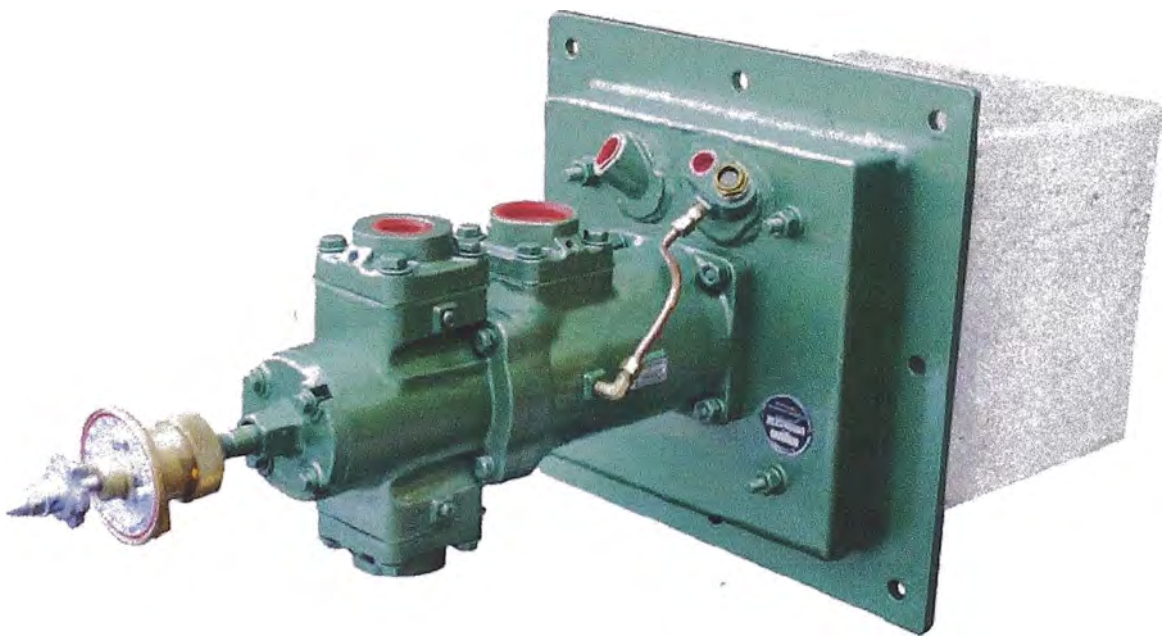


Gráfico N° 3.5 Quemador Enerjet de Alta Velocidad

3) ECO-STAR II Compacto de Baja emisión de NO_x

El ECO-Star II de Hauck continua con una alta responsabilidad de ofrecer la última generación de alternativa de Combustión para la industria. Mantener una excelente estabilidad como el precesor Eco Star. El Eco Star II ofrece ventajas de diseño y performance, en servicio para la accesibilidad y para la instalación. Este quemador soporta una variedad de combustibles tanto líquidos como gases ofreciendo flexibilidad en los costos de operación. El Eco Star II esta disponible

con una baja presión de atomización para combustibles livianos o alta presión de atomización para combustibles pesados. Emisiones de NO_x , CO y VOC_s son minimizadas efizcamente, estado del arte de la tecnología.



Gráfico N° 3.6 Quemador Eco Star

4) NMC Nozzle mix gas /oil

El Hauck NM nozzle mix son quemadores diseñados para aplicaciones que requieren un propósito general, de larga vida , mantenimiento bajo .



Gráfico N° 3.8 Quemador Nozzle Mix

5) NOVA STAR – Ultra baja emisión NO_x p/secado

El Quemador Ultra Nova Star de hauck continua con la política de responsabilidad de apoyar a las industrias para los procesos de secado , utilizando la última tecnología de premezcla (Patent pending) , el NovaStar ofrece ventajas en el diseño y su performance, tanto en operación e instalación.

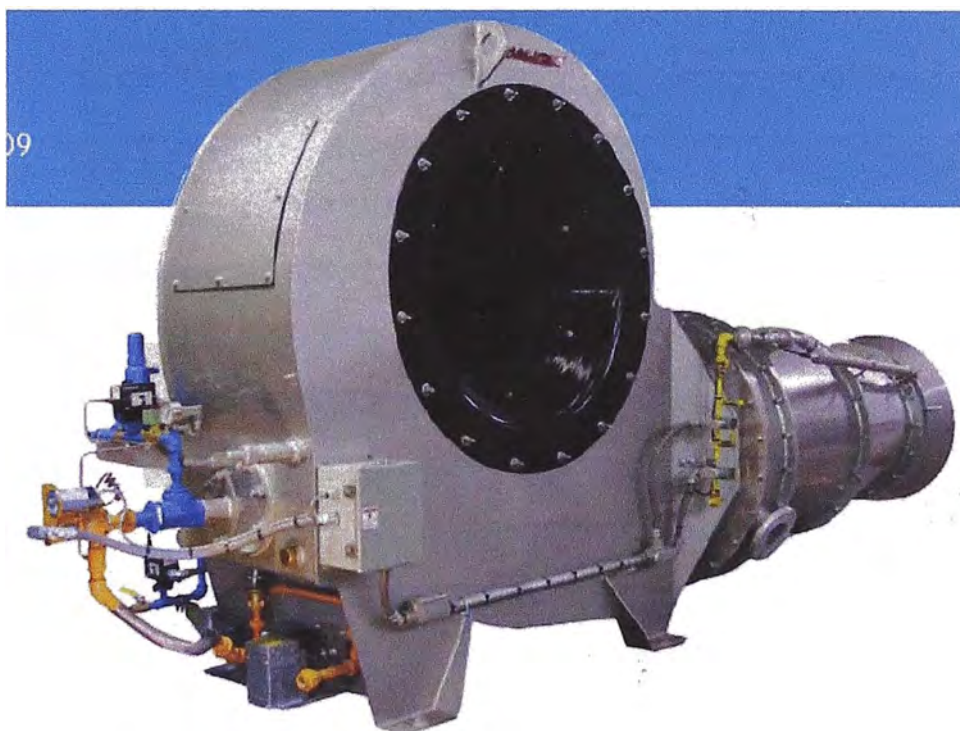


Gráfico N° 3.9 Quemador Nova Star

6) STARJET Fuego abierto multi combustible

El Quemador StarJet de Hauck es una de los más durables y eficientes quemadores, el StarJet ofrece una estabilidad de flame en su amplio rango de operación , eliminando la necesidad de su cubierta de refractario para la ignición en su pre-cámara de combustión.

El Quemador opera con toda la gama de grados comerciales de combustibles, pero requiere para los combustibles líquidos una presión del soplador de 15.5 kPa.



Gráfico N° 3.10 Quemador Star Jet

NORTH AMERICAN

Dentro de toda la gama de quemadores duales , North American ofrece una gama completa de sistema de Presición, para una optima Combustión , lo cual nos permitirá realizar un Control Preciso de la Temperatura y Atmósfera del Horno.

Dentro de la Variedad de Quemadores de North American tenemos lo siguiente :

7) Quemador dual 6422 – Todo fuego

Tiene una amplia gama de operación, para hornos de tratamiento térmico y de fundición de materiales no ferrosos, estufas, calentadores de aire. Secadoras y equipos de procesos químicos, y otras aplicaciones, donde se requiera un control preciso del horno.



Gráfica N° 3.11 Quemador 6422 Todo Fuego

8) Quemador Dual 6425 – P/Altas Temperaturas

Están especialmente diseñados para Hornos de forja , que particularmente operan en baja y alta temperatura, las cuales son propias del proceso.

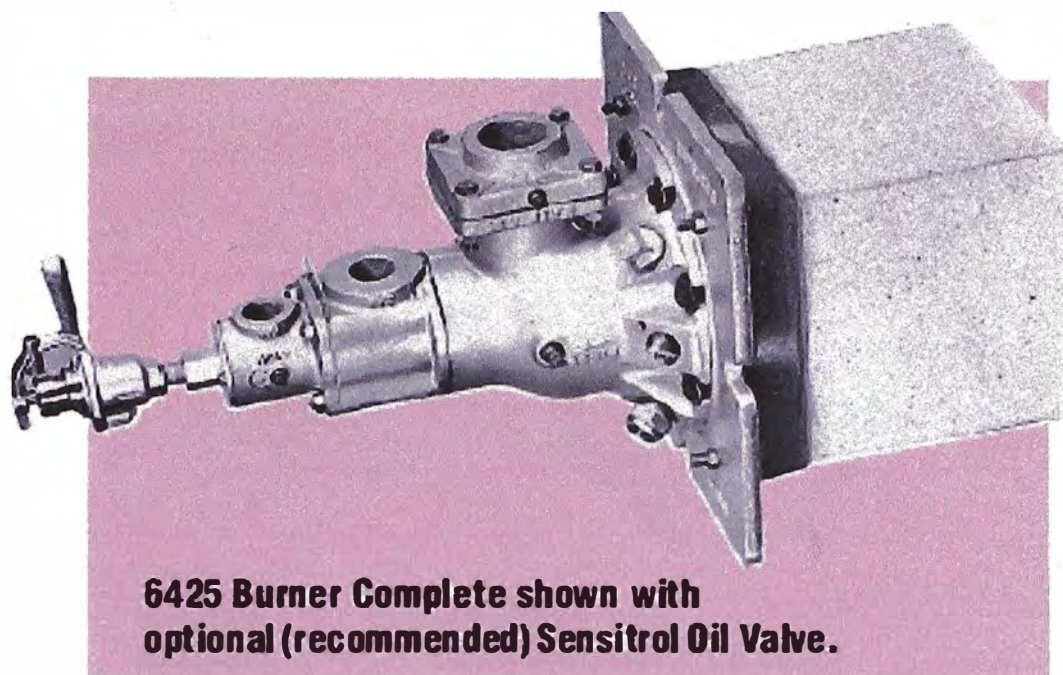
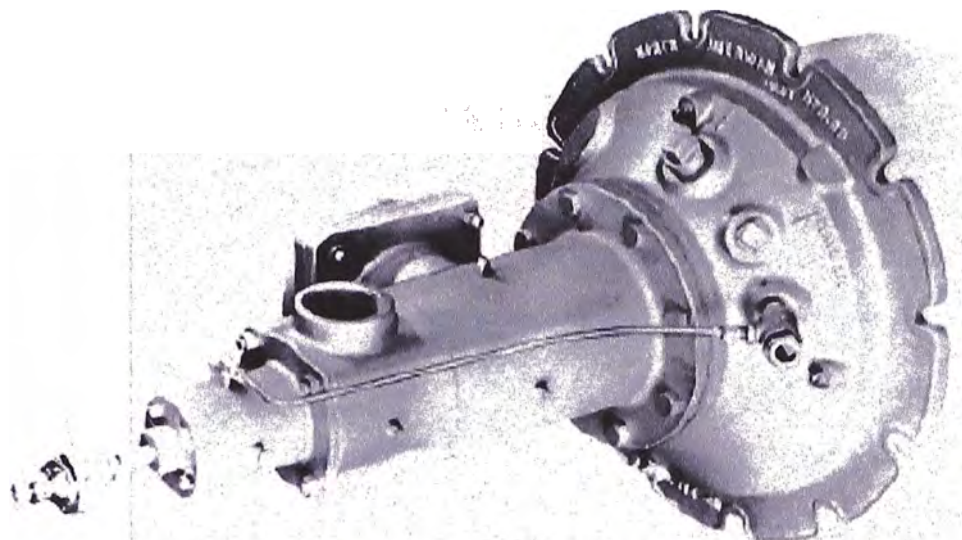


Gráfico N° 3.12 Quemador 6425

9) Quemador Dual 6514 – Todo fuego

Son quemadores para una amplio rango de operación, ideales para hornos de forja o fundición. Están compuestos por un mix de Boquillas, con lo cual pueden trabajar con combustibles livianos, pesados y gaseosos.

La viscosidad de los combustibles líquidos no debe exceder los 100 SSU, la presión de atomización debe ser 6 kPa para combustible ligero y 9.48 kPa para combustibles pesados. Los 6514 son quemadores capaces de trabajar al menos 100% exceso de Aire o pueden trabajar con exceso de Combustible, sin generar carbón.

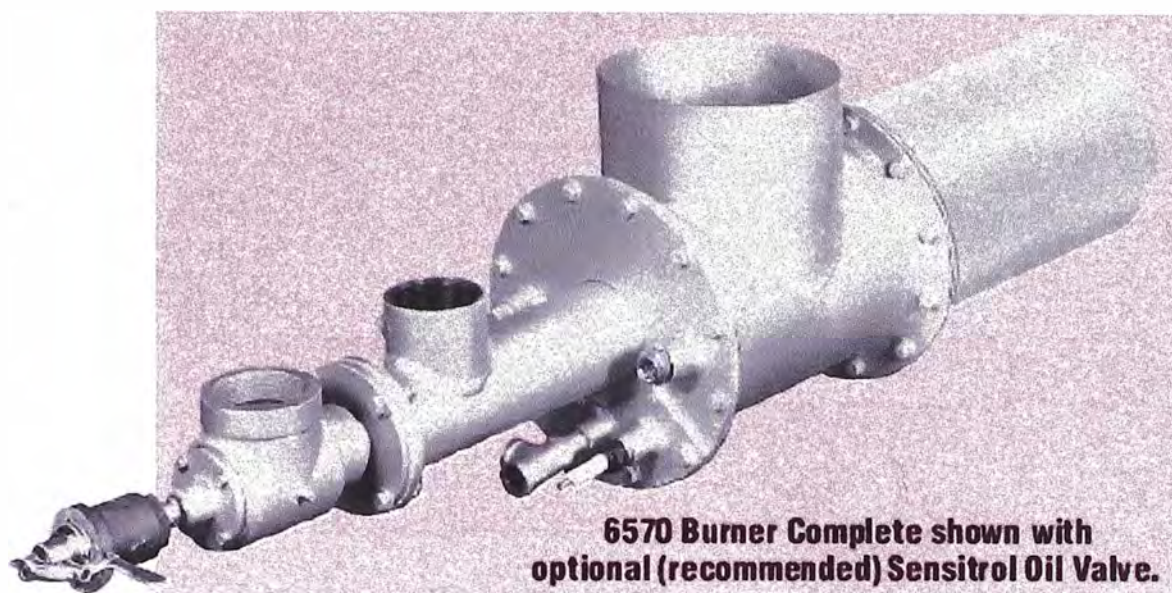


6514 Bumer Complete shown with optional (recommended) Sensitrol™ Oil Valve.

Gráfico N° 3.12 Quemador 6514 Dual Todo Fuego

10) Quemador Dual 6570 – HIVAM

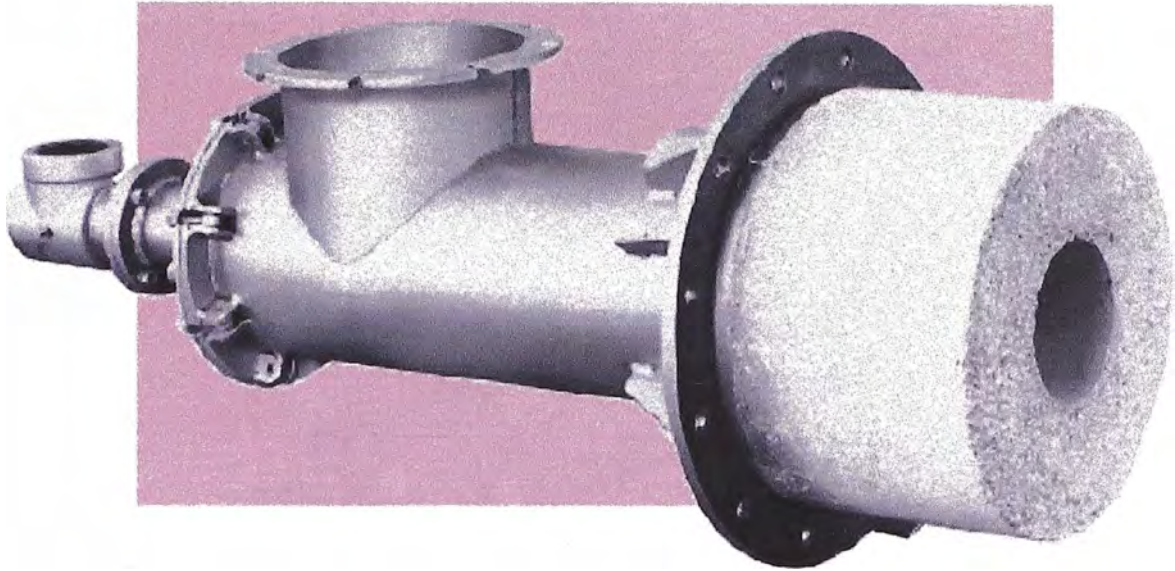
Especialmente diseñado para secadores, los cuales necesariamente tienen que operar con un 50% de Exceso de Aire. Para combustibles ligero se requiere 8.6 kPa de presión, para el aire de atomización. Para el caso del GN ofrece un amplio rango de operación estable Así mismo el aire principal y el combustibles pueden ser modulado junto.



Gráfica N° 3.13 Quemador de Alta Velocidad 6570 HiVAM

11) Quemador Dual 6575 – HiRAM

Son especialmente aplicables para hornos que operan con aleaciones de Aluminio, secadores, y hornos de atmósfera oxidante. Posee una alta velocidad de salida de Gases de 150 a 230 m/seg. Estos quemadores pueden ser usados una variedad de sistemas de Control, además puede ser usado con precalentadores de aire, por encima de los 315 °C. Rango de operación entre 1.76 y 4.7 MW.



Gráfica N° 3.14 Quemador de Alta Velocidad HiRAM

12) Quemador dual Tempest III 6435 – Alta velocidad

Trabaja con Combustibles livianos y Gas , quemador de alta velocidad , similares a los 4442 Tempest , amplio rango de uso y buena estabilidad (0.03 – 0.47 MW.). La atomización del Combustible lo realiza, utilizando aire del soplador a una baja presión. Fácil de instalar y de fácil mantenimiento.

También puede ser usado con precalentador de aire de combustión a 425 °C.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA CONVERSIÓN

4.1 SELECCIÓN DEL QUEMADOR

Determinar el quemador adecuado para equipar un horno o aparato térmico es una operación delicada e importante. La experiencia ha demostrado con demasiada frecuencia la inadaptación de uno al otro, que se traduce generalmente en una disminución de resultados. Por un lado, las características de combustión tienen una influencia directa en los intercambios térmicos con el recinto y bóveda y con los productos a tratar. Por otro lado las dimensiones de la **llama** son un factor importante de la isoterminia de la carga, a cuya desigualdad son imputables una parte importante de los defectos de cocción de ciertos productos.

Cuando se trata de convertir hornos existentes , que funcionan con carbón o fuel-oil, al funcionamiento con gas natural , se recomienda estudiar minuciosamente el tipo de quemador de gas o dual , cuyas características de llama se aproximen lo máximo posible a las de su funcionamiento actual.

Datos del Sistema de Combustión Actual

- ✓ Forma de Llama : Convencional
- ✓ Tipo de Recinto : Fibra Cerámica
- ✓ Velocidad de Salida de Gases : 10 m/s.
- ✓ Capacidad Térmica : 0.034 m³/hr.

Datos del Horno de Recocido

Luego de comparar las características de los Quemadores duales de las Gráficas N° 4.1 y 4.2, seleccionamos el Quemador Dual Tempest III , de North American , el cual tiene las siguientes características:

Alta Velocidad – Comparado con el 4442 Tempest I, quemador de Gas solamente

Sistema Dual, Gas y Petróleo Liviano

Amplio Rango de Estabilidad – Desde 15% de exceso de Combustible hasta 400% Exceso de Aire.

Cámara de Combustión esta asegurada al cuerpo del quemador, con lo cual no se requiere instalar un soporte extra.

Rango de Capacidad Útil (0.038 – 0.468 MW)

Fácil Inspección y Servicio

Capacidad de Usar un Pre calentador de Aire a 426 °C (800°F)

Tabla N° 4.1 Comparación de Quemadores Duales North American y Hauck

MODELO	FIRE ALL	FIRE ALL	TEMPEST III	TEMPEST III	MAGNA FLAME	FIRE ALL	QUICK TAKE APART	QUICK TAKE APART	SYNERJET	MAGNA FLAME
MARCA	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN
TIPO	6422 - 2	6422 - 3	6435 - 3	6435 - 2	6795 - 9 - A - 54	6514 - 6	6421 - 4	6421 - 5	S - 120	6795 - 10 - 43
CAPAC. min (kW)			7	5	1027	440	48	66		1392
CAPAC. max (kW)	76	120	100	67	2580	571	208	302	120	3926
T. Trabajo (°C)	1037	1037								
LONG. FLAMA (mm)	12,7	38	305	200		100 - 125	89	114		
N° QUEMADORES	5	3	3	5	0	1	2	1	3	0
C. Nominal STD (m³/hr.)			9,74			62				
PRESIÓN GAS (kPa)			8,6						3,44	
Ø AIR MAIN										
Caudal STD (m ³ /hr.)	59	101	117	85	2310	422	189	280		
Presión (kPa)	6,88	6,88	6,88	6,88	3,44	6,88	6,88	6,88	6,02	6,88
Ø AIR ATOMIZING (OIL)										
Caudal STD (m ³ /hr.)	18	18	6	5	171	104	12	11		
Presión (kPa)	10,32	10,32	12,9	12,9	6,02	10,32	6,02	6,02	6,88	6,88
Caudal STD (m ³ / hr)	73,62	116	122,3	90,3	2493,3	620	201,5	291,7		3794,5
Presión (kPa)	6,88	6,88	12,9	12,9	6,02	10,32	6,88	6,88	6,88	6,88

Tabla Nº 4.2 Comparación de Quemadores Duales North American y Hauck

MODELO	HIVAM	MAGNA FLAME	SNM NOZZLE	SNM NOZZLE	ENERJET EJC	SUPER VERSATILE	SUPER VERSATILE	SUPER VERSATILE	SUPER VERSATILE
MARCA	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	NORTH AMERICAN	HAUCK	HAUCK	HAUCK	HAUCK	HAUCK
TIPO	6570 - 9	6820 - 8	SNM 80	SNM 81	115	SVG 112/212	SVG 115/215	SVG 32 - E	SVG 40 - E
CAPAC. mín (kW)	176		29	57	128	11	10	8	9
CAPAC. máx (kW)	1553	532	65	120	143	73	120	73	108
T. Trabajo (°C)			1600	1600					
LONG. FLAMA (mm)	100	200				558	610	458	610
Nº QUEMADORES	0	1	5	3	2	5	3	5	3
C. Nominal STD (m ³ /hr.)					796,8				
PRESIÓN GAS (kPa)					8,6	1,51	3,01	0,65	2,58
Ø AIR MAIN									
Caudal STD (m ³ /hr.)	2350	538			17				
Presión (kPa)	6,88	1,12			8,6				
Ø AIR ATOMIZING (OIL)									
Caudal STD (m ³ /hr.)	74	85			119				
Presión (kPa)	6,02	6,88			8,6				
Caudal STD (m ³ / hr)	2792	623	68	127	293,9	73	120	76,3	114
Presión (kPa)	6,88	6,88	8,6	8,6	8,6	5,16	4,3	3,44	3,44

Tabla Nº 4.3 Rango de Capacidades del Quemador TEMPEST III

TABLA 1 : Capacidad del Aire Principal y de Atomización (STD m³/hr.)

QUEMADOR	COMB.	AIRE PRINCIPAL					AIRE DE ATOMIZACIÓN (6,88 kPa A/Principal)		Long. FLAMA (6,88 kPa) mm.
		0,1	0,43	1,72	3,67	6,88	3,44 kPa (Gas)	12,9 kPa (Liq.)	
6435 - 1	GAS	2	7	18	25	38	2,1	5,1	229
	LIQ.	2	7	19	25	35			
6435 - 2	GAS	5	15	32	49	67	0,8	4,0	203
	LIQ.	5	13	31	49	67			
6435 - 3	GAS	7	20	45	73	100	2,0	5,1	305
	LIQ.	9	19	42	68	93			
6435 - 4	GAS	19	37	83	127	177	4,5	11,0	508
	LIQ.	19	38	81	126	171			
6435 - 5	GAS	26	60	131	204	278	11,3@6,88 kPa	16,8	559
	LIQ.	26	62	139	218	293			
6435 - 6	GAS	29	103	208	331	445	10,7@6,88 kPa	13,3	965
	LIQ.	35	105	217	328	469			

TABLA 2: Aire principal y de Atomización (STD m³/hr.)

QUEMADOR	AIRE PRINC. DE ATOMIZACIÓN		
	6,88 kPa.	3,44 kPa.	12,9 kPa.
6435 - 1	38,2	2,5	5,1
6435 - 2	84,9	2,5	5,4
6435 - 3	116,7	2,8	5,7
6435 - 4	205,0	6,8	13,0
6435 - 5	342,8	12,2@6,88	16,7
6436 - 6	495,5	12,2@6,88	16,7

TABLA 3 : % XAIRE MÁX. (6,88 kPa. Aire Principal)

COMB.	TIPOS DE MEDIDAS DE QUEMADORES					
	1	2	3	4	5	6
GN	400	400	400	350	350	600
LIQ.	200	300	400	300	350	600

Controles de Seguridad: Los quemadores deben contar con sistemas de seguridad que dependerán del tamaño del quemador y sus características de funcionamiento . Básicamente la interrupción del funcionamiento del quemador debe efectuarse cuando:

- ✓ No se detecte llama
- ✓ en el piloto, o quemador principal (Control de llama o combustión)
- ✓ Interrupción de la corriente eléctrica interrupción del tiro a través de la cámara de combustión
- ✓ Interrupción en el suministro de Gas
- ✓ Presión excesiva o temperatura demasiado elevada en el proceso

- ✓ Presión excesiva o demasiado baja del gas de suministro (Control de Limite)
- ✓ Por ausencia de Ingreso de Aire (Falla del Soplador)

Los sistemas de seguridad tendrán la capacidad de la puesta fuera de servicio del equipo, mediante el bloqueo del pasaje del gas a los quemadores o conjunto de estos, utilizando para ello válvulas automáticas de cierre.

4.3 SELECCIÓN DE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS

Primero seleccionaremos el soplador que provee del Aire de Combustión y de Pulverización.

Según Tabla de las características del Quemador Tempest III tipo 6435 – 3,

Se tiene:

$$Q_{\text{AIRE}} = 122.4 \times 4$$

$$Q_{\text{AIRE}} = 489.6 \text{ STD m}^3/\text{hr.}$$

$$Q_{\text{AIRE}} = 8.16 \text{ m}^3/\text{min. a } 12.9 \text{ kPa. (288 CFM a } 30\text{psi)}$$

Según Catálogo de los Sopladores serie 2300, obtenemos :

2332 – 19/3 – T5D

T5.0 – C36T1L10.6C

Soplador serie 2300

Motor TEFC , 3600 RPM , Pot. 5HP

Nº Etapas 3

Ø Tubería = 4"

Los demás componentes los seleccionamos, siguiendo el diagrama de instalación, según Gráfica Nº 4.1

Gráfica N° 4.1 Diagrama Típico de Sistema de Combustión Dual



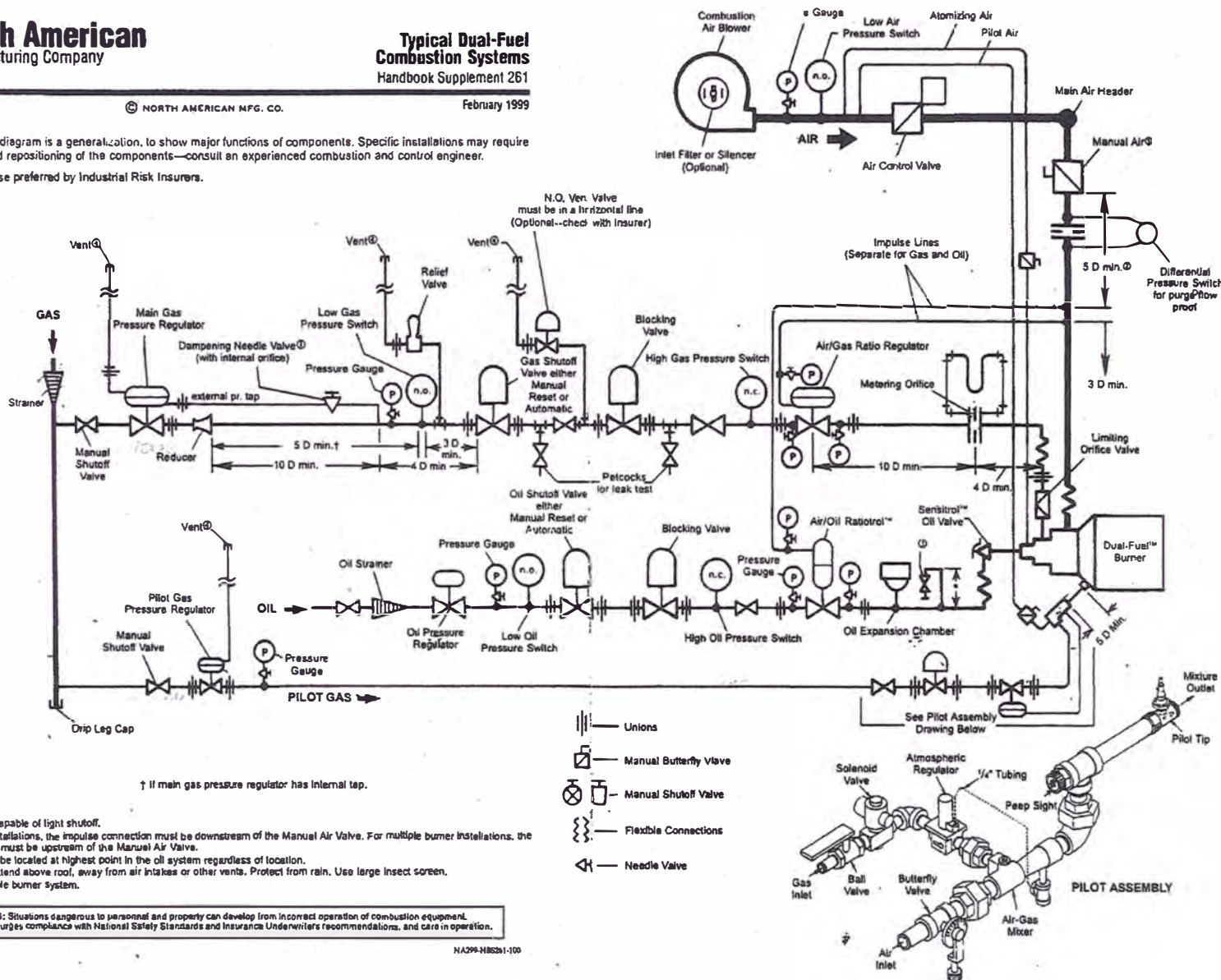
**Typical Dual-Fuel
Combustion Systems**
Handbook Supplement 261

© NORTH AMERICAN MFG. CO.

February 1999

This schematic piping diagram is a generalization, to show major functions of components. Specific installations may require additional features and repositioning of the components—consult an experienced combustion and control engineer.

Symbols used are those preferred by Industrial Risk Insurers.



- ⊙ Valve must not be capable of tight shutoff.
- ⊙ For single burner installations, the impulse connection must be downstream of the Manual Air Valve. For multiple burner installations, the impulse connections must be upstream of the Manual Air Valve.
- ⊙ Air bleed valve is to be located at highest point in the oil system regardless of location.
- ⊙ Gas vents should extend above roof, away from air intakes or other vents. Protect from rain. Use large insect screen.
- ⊙ Not required for single burner system.

WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters recommendations, and care in operation.

Por otro lado según las características del quemador tenemos:

- Caudal de Aire (STD m³/hr.) : 116.6 a 6.88 kPa --- Régimen Alto
- Caudal de Gas (STD m³/hr) : 9.74
- Diámetro Tubería Gas : 0.0254 m.
- Diámetro de Tubería de Aire Principal : 0.038 m.
- Diámetro de Tubería de Aire Secundario : 0.019 m.
- Sensitrol Correspondiente : 1813 – 03

Con cada uno de estos datos y siguiendo la secuencia de armado del sistema de Combustión según Gráfica N° 4.1 y los catálogos con las especificaciones de cada accesorio, se consigue armar el sistema de combustión para el Quemador Tempest III – 6435 – 3

Selección del Actuador 1199 según Bolletín 1199

Selección del Regulador de Combustible 7142 según Bolletín 7142

Selección del Ratiotrol 7052 – 01

Selección del Sensitrol 1813

Selección del Regulador de Presión de Gas 7349

Selección del Regulador de Alta 7345

Selección del Ratiogas 7216

Selección de la válvula limitadora 1807

Selección de la válvula de orificio 8697

Selección del Kit Piloto 4011 y 4012

Selección del Dtector de Flama 8832 serie R

Selección del Transformador de Ignición

Selección de las Válvulas de Shutoff 1826

Selección de los Accesorios Flexibles 8770

CAPÍTULO V

RESULTADO DE LA CONVERSIÓN

5.1 EVALUACIÓN DE CURVAS DE CALENTAMIENTO

Las gráfica de calentamiento, muestra el comportamiento de la Temperatura del horno, el cual muestra como es el proceso de calentamiento así como la inercia del Horno, la cual también depende de la masa ha calentar. Para nuestro proceso en mención siempre se trabaja con un carga de 1 500 kg.

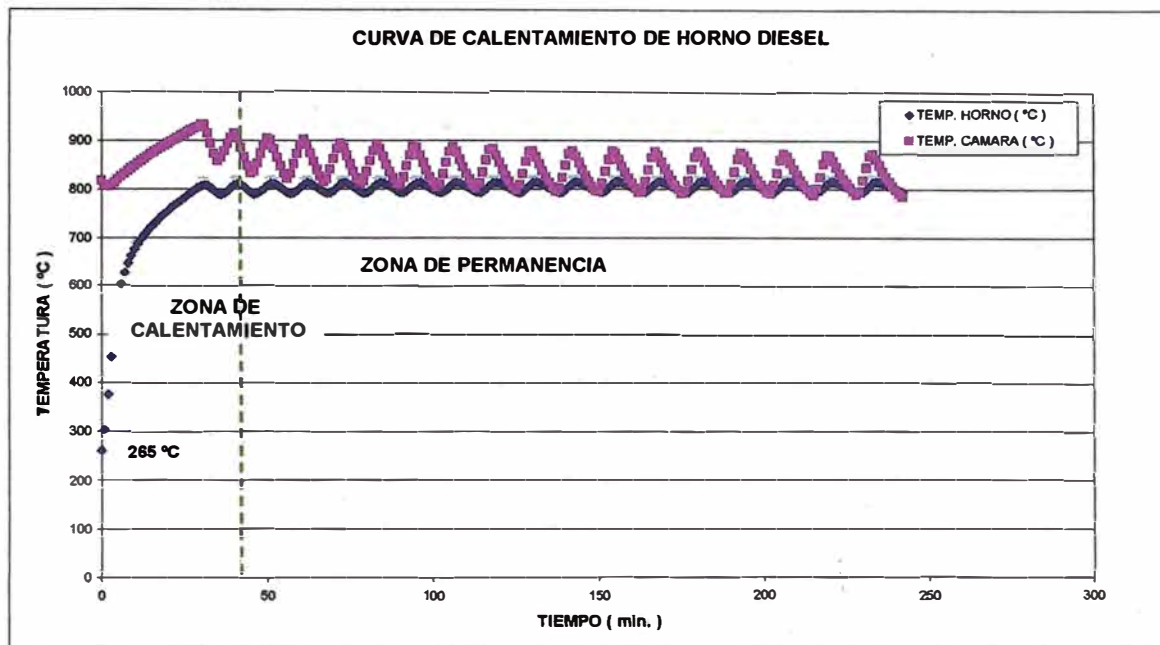
En esta gráfica se pueden distinguir claramente dos zonas de trabajo:

Zona de Calentamiento -- Tiempo 40 min.

Zona de Permanencia -- Tiempo 200 min.

Así mismo notamos que el proceso de calentamiento no empieza de la Temperatura ambiente, esto es debido, a que el horno cuenta con una pre-cámara de Calentamiento, la cual recupera calor de los gases de combustión, con lo cual la temperatura de inicio del proceso de calentamiento es mayor. (Temp. 265 °C).

La gráfica N° 5.1 nos muestra el proceso de Calentamiento del Horno de Recocido, cuando opera con Kerosene, por otro lado se puede visualizar el tipo de control que se emplea (On/Off).



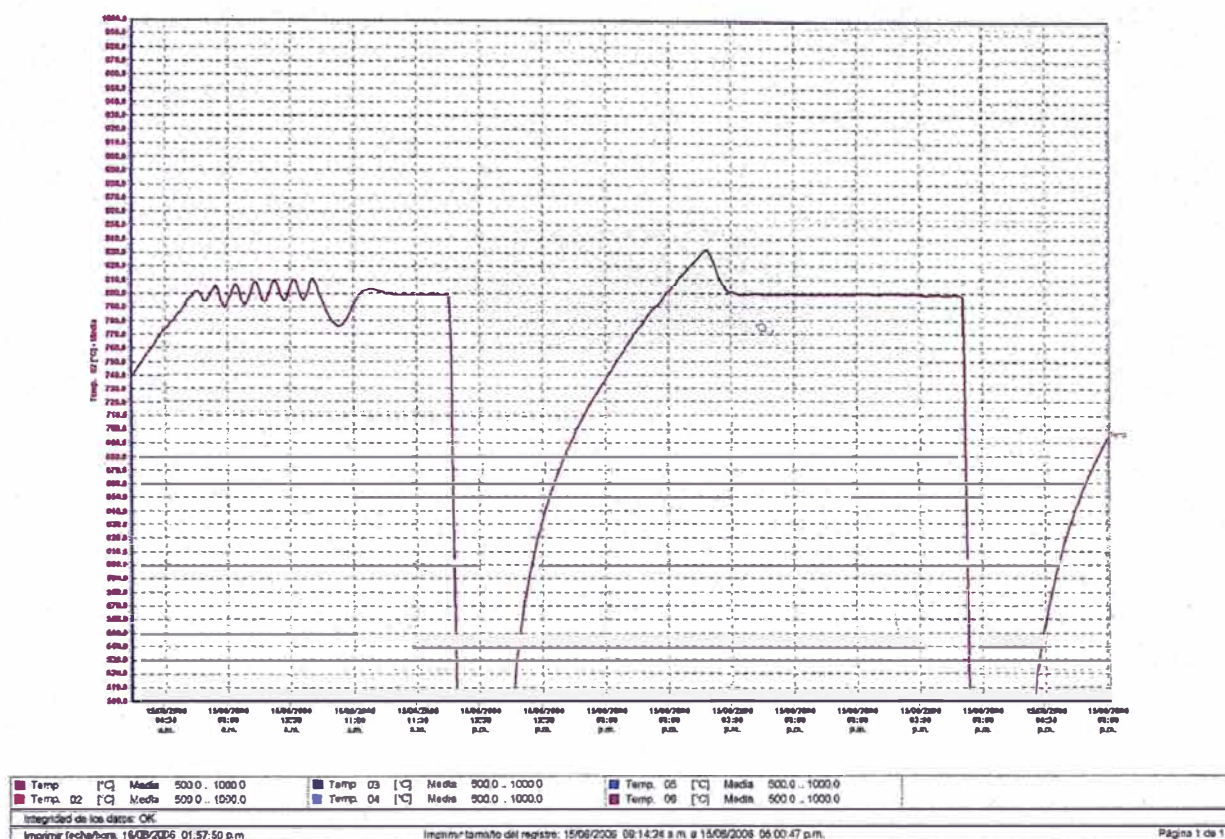
Gráfica N° 5.1 Curva de Calentamiento y Control del Horno Elco (Kerosene)

Después de la conversión, se registro el comportamiento del Horno de Combustión, con el sistema Dual, para cual se contó con un registrador de Temperatura (Ecograph). La gráfica obtenida se visualiza en la gráfica N° 5.2, la cual muestra un comportamiento más suave en cuanto a la temperatura, esto es debido, a que el tipo de control con el que cuenta el horno es del Tipo Modulante. (PID). En esta gráfica también se distinguen dos zonas de trabajo:

Zona de Calentamiento – Tiempo 89 min.

Zona de Permanencia (Temp. = constante) -- Tiempo 131 min.

Por otro lado la temperatura de inicio del proceso de calentamiento es de 205 °C.



Gráfica N° 5.2 Curva de Calentamiento y Control de Horno Elco (DUAL)

Cabe resaltar que en la zona de calentamiento el sistema de combustión trabaja a plena carga, es decir, al 100% de su capacidad; esto se da, para ambos tipos de controles (On/Off - Modulante PID) después que el proceso pasa a la zona de permanencia el régimen cambia, en el caso del Control On/Off, los quemadores estarán prendidos o apagados, en periodos cortos de tiempo, es propio del control.

En el caso del Control Modulante (PID), cuando nos encontremos en la zona de permanencia el sistema de combustión modulará su carga, de un régimen de 100% paulatinamente descenderá hasta llegar a un 5% o 10% de capacidad, con lo cual mantendrá el control de Temperatura.

5.2 AHORRO DE CONSUMO DE ENERGÍA

Realizando mediciones del Caudal de suministro de Gas Obtenemos un consumo horario de:

$$Q_{GN} = 22,66 \text{ m}^3/\text{hr.} \text{ -- Consumo del Horno}$$

Según Curva de Calentamiento :

$$\text{Consumo Total} = 22,66 \text{ m}^3/\text{hr.} \times (1.5 \text{ hrs.} + 2.16 \text{ hrs.} \times 0.4)$$

$$\text{Consumo Total} = 53,57 \text{ m}^3$$

$$\text{Poder Calorífico} = 37,04 \text{ MJ} / \text{m}^3. \text{ (Gas Natural)}$$

$$\Rightarrow \text{Energía Total} = 1\,984.23 \text{ MJ} \dots (\alpha)$$

Realizando la medición del Caudal de Kerosene Obtenemos un consumo horario de:

$$Q_{KEROSENE} = 0.034 \text{ m}^3/\text{hr.} \text{ --- Consumo Horario}$$

Según Curva de Calentamiento :

$$\text{Consumo Total} = 0.034 \text{ m}^3/\text{hr} \times 2 \text{ hrs.}$$

$$\text{Consumo Total} = 0.068 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow \text{Energía Total} = 2635.34 \text{ MJ} \dots (\beta)$$

De (α) y (β)

$$\Delta \text{Energía} = 651.11 \text{ MJ}$$

Esto representa un ahorro de 24.7 %, en consumo de Energía.

5.3 CÁLCULO DE EFICIENCIAS

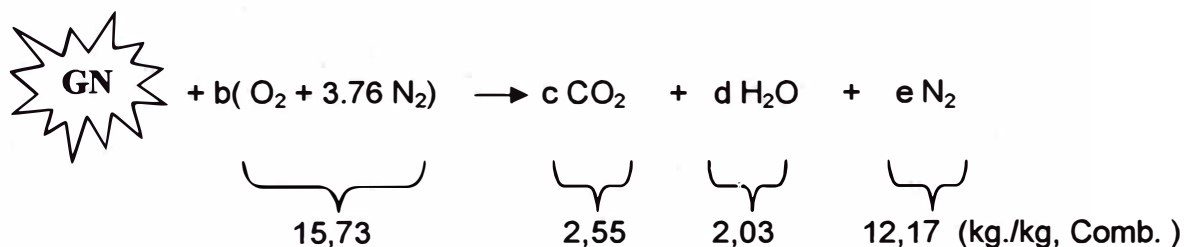
Para los hornos, la eficiencia de combustión es menor que 100% debido a las pérdidas a considerar, esto se calcula como :

$$\% \eta_{\text{COMBUSTIÓN}} = \frac{\text{Calor Neto}}{\text{Calor Entregado}} \times 100 \dots\dots (1)$$

Calor Entregado = 1 984, 23 MJ

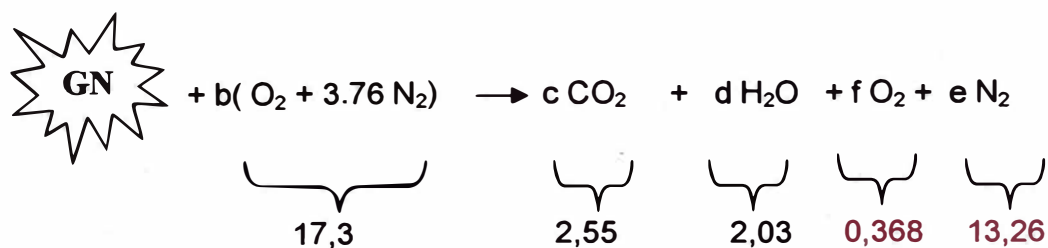
Ecuación de la Combustión :

Estequiométrica :



Considerando un 10% XAire se tiene :

Real:



Para un flujo de Gas de: 22,66 m³/ hr.

Se tiene : 14,276 kg. / hr.

=> Flujo de Productos será:

$$\begin{aligned} (\text{O}_2 + 3.76 \text{ N}_2) &= 15,73 \times 14,276 \\ &= 224,56 \text{ kg./hr.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &= 2,55 \times 14,276 \\ &= 36,4 \text{ kg. / hr.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O} &= 2,03 \times 14,276 \\ &= 28,98 \text{ kg. / hr.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{O}_2 &= 0,368 \times 14,276 \\ &= 5,25 \text{ kg. / hr.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{N}_2 &= 13,26 \times 14,276 \\ &= 189,3 \text{ kg. / hr.} \end{aligned}$$

Según Medición $T_{\text{GASES}} = 385 \text{ }^\circ\text{C} (725^\circ\text{K})$

Según Tabla 7.3^a North American (kCal / kg.)

$$Q_P = 90,7 \times 36,4 + 179,8 \times 28,98 + 88,8 \times 5,25 + 97,6 \times 189,3$$

$$Q_P = 27\,453,964 \text{ kcal / hr.} = 114\,908,56 \text{ kJ/hr} = 31,9 \text{ kW}$$

$$Q_R = 59\,258,58 \text{ kJ / kg.} \times 14,276 \text{ kg./ hr.}$$

$$Q_R = 845\,975,479 \text{ kJ / hr.} = 235 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{COMBUSTIÒN}} = Q_P - Q_R$$

$$Q_{\text{COMBUSTIÒN}} = -203,08 \text{ kW.}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_{\text{COMBUSTIÒN}} \times 2,36 \text{ hrs.}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = - 479,27 \text{ kW-hr} = -1\,725,375 \text{ MJ} \dots (\alpha)$$

$$\% \eta_{\text{COMBUSTIÒN}} = 86,95\% \text{ (Gas Natural)}$$

$$\% \eta_{\text{COMBUSTIÒN}} = 82,4\% \text{ (Kerosene)}$$

El Gas Natural es un 4.55 % más eficiente que el Kerosene, en la reacción de la combustión.

Evaluación de Pérdidas:

Pérdida a Través de las Paredes:

$$T_P = 65 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{Temp. Superficie})$$

$$T_\infty = 45 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{Temp. Del Medio})$$

$$\text{AREA SUPERFICIE} = 33,64 \text{ m}^2$$

Cálculo del Coeficiente Convectivo (Sistema de Convección Natural)

$$T_f = (T_P + T_\infty) / 2$$

$$T_f = 50 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (} 323 \text{ }^\circ\text{K)}$$

Evaluando las Propiedades del Aire ($T_f = 50 \text{ }^\circ\text{C}$)

$$K = 0,028135 \text{ W / m } \cdot \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\beta = 3,096 \times 10^{-3}$$

$$\nu = 18,225 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$$

$$\text{Pr} = 0,7025$$

$$\rho = 1,0877 \text{ kg. / m}^3$$

Cálculo del Grashof

$$\text{Gr} = \frac{g\beta(T_p - T_\infty)\delta^3}{\nu^2}$$

$$\text{Gr} = 5,606 \times 10^{10}$$

Verificando la condición de Placa Vertical

$$D_{\text{HORNO}} = 1,985 \text{ m.} \quad H_{\text{HORNO}} = 2,735 \text{ m}$$

$$D_{\text{CÁMARA}} = 1,460 \text{ m.} \quad H_{\text{CÁMARA}} = 2,735 \text{ m.}$$

$$\frac{D}{L} \geq \frac{35}{\text{Gr}^{3/4}}$$

$$\frac{D}{L} \geq 3,077 \times 10^{-7} \quad (\text{Cumple la Condición})$$

$$\text{De Tabla C} = 0,13 \quad m = 1/3$$

$$\text{Nu}_d = 0,13 (\text{Gr.Pr})^{1/3}$$

$$= 442,3$$

$$h = \text{Nu}_d \cdot K / x$$

$$= \frac{442,3 \times 0,028135}{2,735}$$

$$h = 4,55 \text{ W / m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Cálculo del Flujo de Calor a Través de la Superficie

$$q_{\text{PARED}} = h A (T_p - T_{\infty})$$

$$= 4,55 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 33,64 \text{ m}^2 \times (65 - 35) \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$q_{\text{PARED}} = 4591,85 \text{ W}$$

Para un Periodo de Operación de 4 hrs.

$$\text{Potencia Pérdida} = 18,3674 \text{ kW-hr. } (\beta)$$

Pérdidas a Través del Sistema de Refrigeración;

$$T_{\text{IN}} = 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{OUT}} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = 3 \text{ lt / min. (2,9644 kg / min)}$$

$$q^{\circ}_{\text{H}_2\text{O}} = m^{\circ}, C_p \cdot (T_{\text{OUT}} - T_{\text{IN}})^{\circ}$$

$$q^{\circ}_{\text{H}_2\text{O}} = 4,3477 \text{ kW}$$

$$= 17,391 \text{ kW-hr. } (\Theta)$$

En Resumen : De α , β y Θ

$$Q_{\text{PÉRDIDO}} = q_{\text{PAREDES}} + q^{\circ}_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$Q_{\text{PÉRDIDO}} = 35,7584 \text{ kW-hr}$$

$$Q_{\text{ÚTIL}} = Q_{\text{TOTAL}} - Q_{\text{PÉRDIDO}}$$

$$Q_{\text{ÚTIL}} = 443,5116 \text{ kW-hr.}$$

$$\% \eta_{\text{HORNO}} = 92.53 \%$$

Calculando la energía absorbida por el material:

En la Cámara

$$m = 1\,500 \text{ kg}$$

$$C_p = 0,465 \text{ kJ / kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{INICIAL}} = 275 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{FINAL}} = 800 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = m \times C_p \times (T_{\text{FINAL}} - T_{\text{INICIAL}})$$

$$Q_1 = 1\,500 \text{ kg} \cdot 0,465 \text{ kJ / kg} \cdot ^\circ\text{C} \times (800 - 275) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_1 = 366\,187,5 \text{ kJ}$$

En la Pre - cámara

$$m = 1\,500 \text{ kg}$$

$$C_p = 0,465 \text{ kJ / kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{INICIAL}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{FINAL}} = 275 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = m \times C_p \times (T_{\text{FINAL}} - T_{\text{INICIAL}})$$

$$Q_2 = 1\,500 \text{ kg} \cdot 0,465 \text{ kJ / kg} \cdot ^\circ\text{C} \times (275 - 25) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow Q_2 = 174\,375 \text{ kJ}$$

Calor Total Absorbido por la Carga a Recocer es:

$$Q_{\text{CARGA}} = 540\,562,5 \text{ kJ} = 150,156 \text{ kW-hr}$$

$$\% \eta_{\text{ PROCESO}} = 33.85 \%$$

5.4 COMPARACIÓN DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN Y DE COMBUSTIÓN

De las gráficas de Calentamiento N° 5.1 y 5.2, observamos que el tiempo total del proceso de Recocido disminuye cuando se trabaja con Gas Natural, en unos 20 minutos. (Tiempo Total del Proceso 220 min.).

Así mismo si observamos el capítulo 3 , la gráfica N° 3.2 nos damos cuenta que los hornos Elco preparan en promedio 5.3 cargas por día, cuando trabajan con alambre de diámetro 1,80 mm. Ahora después del cambio se podrán armar 5.76 cargas por día; esto representa un aumento de producción de 640 kg. / Día.

Del análisis realizado al proceso de combustión, tanto del Kerosene y del Gas Natural , nos damos cuenta que la combustión del Gas Natural es más eficiente.

$$\% \eta_{\text{COMBUSTIÓN}} = 86.95 \% \text{ (Gas Natural)}$$

$$\% \eta_{\text{COMBUSTIÓN}} = 82,4 \% \text{ (Kerosene)}$$

Esto es debido a que se emplea un mayor porcentaje de exceso de aire en la combustión del Kerosene, el cual traerá como consecuencia, que parte del calor generado se escape a través de los gases. Por otro lado, también es necesario de inyectar aire de pulverización para poder obtener una mejor mezcla de combustión la cual, tampoco es perfecta.

5.5 OTROS

Producto de los resultados anteriormente mencionados, y de la comprobación de los beneficios obtenidos tanto en:

Ahorro de Energía

Mejor Eficiencia de Combustión

Reducción de Tiempo del Proceso

La Gerencia da la aprobación para la fabricación y construcción de Hornos Combustión Duales, pero de mayor capacidad. Los cuales aumentarán la Capacidad de Producción de la zona de Recocido con un costo menor.

CAPÍTULO VI ESTRUCTURA DE COSTOS

6.1 COSTOS COMPARATIVOS DE COMBUSTIBLES

Dentro de la variedad de combustibles que se pueden usar en los procesos de combustión, se realiza una tabla de comparación de sus poderes caloríficos y costos de energía, todo esto se resume en la tabla N° 6.1

Tabla N° 6.1 Comparación de P.C. y propiedades de los Combustibles

COMBUSTIBLES	P.C. MJ/m ³	COSTO \$ / kJ	COSTO \$ x m ³
GAS NATURAL	37	3,79	0,1
G.L.P.	27017	13,26	358,3
KEROSENE	38755	9,98	387,0
DIESEL 2	38994	10,11	394,4
DIESEL IND.	40106	9,31	373,3
RESIDUAL 1			
RESIDUAL 2			
RESIDUAL 3			
RESIDUAL 4	40289	8,80	354,5
RESIDUAL 5	41459	6,92	286,7
RESIDUAL 6	42058	4,12	173,4
R500			308,4
(*) E. ELÉCTRICA		17,58	0,06

(*) \$ / kW-hr

6.2 COSTOS OPERATIVOS

Dentro del análisis de los costos operativos, se aprecia que el valor preponderante, que incide en los costos es el de energía, al cual hemos dirigido toda nuestra atención. En el gráfico N° 6.2 se visualiza la evolución de los costos operativos, en el cual se refleja el futuro, el cual contempla los Hornos nuevos a fabricar.

Tabla N° 6.2 Costo Operativo del Proceso de Recocido

	ANTES	ago-06
OPERARIO	1,38	1,33
ENERGIA (Prom. Ponderado)	26,01	6,34
Suministro y Repuestos	1,93	3,20
Mant. Interno	0,08	1
Gastos Indirectos	0,3	0,3

\$ / Ton. **29,70** **12,17**

6.3 COSTO DE CONVERSIÓN

Para identificar claramente donde tiene una mayor incidencia los gastos de inversión, estos serán agrupados en los siguientes grupos:

Costos de Equipos de Alimentación

Costos de Equipos de Combustión

Costos del Sistema de Control

Costos de la Instalación (Proceso de Conversión)

6.3.1 Costo de Equipos

Los equipos que se van a emplear están agrupados de la siguiente manera:

Sistema de Alimentación: Son los que corresponden al tren principal de alimentación, es decir, la unidad receptora, en la que se regulará y controlará el ingreso de Combustible (Líquido y Gas), a la presión de trabajo. Así mismo, en este sistema se instalarán los sensores de Presión de Alta y Baja para la línea de Gas, los cuales comandarán la válvula de cierre automático en caso de que se presentará algún imprevisto. Esto se visualiza en la tabla N° 6.3

Tabla N° 6.3 Relación de Accesorios del Tren Principal

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN				
	UNID	P.U.	CANT.	Sub-TOTAL
Cuerpo de Válvula 1 1/2" NPT R950 - 11061	Pza.	217	1	217
Actuador SOV C/POC R950 - 11200	Pza.	363	1	363
Válvula Plug Lubricada Ø 1"	Pza.	151	1	151
Switch de Presión 12 - 60" H2O	Pza.	103	1	103
Manómetro de 0 - 5 PSI	Pza.	75	1	75
Válvula Needle 1/4" NPT	Pza.	28	4	112
Válvula de Alivio 1" NPT	Pza.	197	1	197
Regulador de Presión Rango 15 a 33 " H2O de 1" NPT	Pza.	371	1	371
Filtro Tipo "Y" C/Malla Mesh 100	Pza.	67	1	67
Manómetro de 0 -60 PSI	Pza.	27	1	27
Válvula de Bola 1" NPT	Pza.	60	1	60
Válvula de Bola 1/2" NPT	Pza.	32	2	64
Switch de Presión 25 - 150 PSI	Pza.	255	1	255
Switch de Presión 10 - 50 PSI	Pza.	243	1	243
Regulador de Presión 1/2" NPT (90 a 20 PSI)	Pza.	351	1	351
Filtro C/Mesh 100 1/2" NPT	Pza.	200	1	200
Tren Principal de Tubería (C/Bridas)	Glb.	850	1	850
Armado del Tren Principal	Glb.	550	1	550
			TOTAL	4256

Sistema de Combustión: En este sistema están presentes todos los accesorios necesarios que actúan con el Quemador. Es decir se encuentra todos los accesorios que van a estar trabajando en conjunto con el Quemador. Todos los accesorios del sistema de combustión se visualizan en la tabla N° 6.4.

Sistema de Control: El cual contiene al tablero principal, los controladores de Temperatura, así como los sensores de flama y programadores de encendido. Además todos los accesorios necesarios para el armado del tablero.(Ver Tabla 6.5)

6.3.2 Costo de Instalación

La parte de la instalación contempla los trabajos de desmontaje del sistema de combustión actual, posteriormente la instalación del nuevo sistema dual de Combustión el cual comprende:

Armado y Montaje del Sistema Dual en el propio Horno

Montaje del Soplador y Válvula de regulación

Armado y Montaje de Tablero de Control

Cableado General

Armado y Montaje del Tren Principal

Los costos se detallan en la tabla N° 6.6.

Tabla N° 6.4 Relación de Accesorios del Sistema de Combustión

SISTEMA DE COMBUSTIÓN				
	UNID	P.U.	CANT.	Sub-TOTAL
Quemador Dual Tempest III North American	Pza.	1370	4	5480
Niple Flexible Ø 1 1/2" 8777-3	Pza.	56	4	224
Válvula Mariposa Ø 1 1/2" 1122 - 3	Pza.	74	4	296
Conector Flexible Ø 3/4"	Pza.	47	4	188
Válvula Mariposa Ø 3/4" 1122 - 0	Pza.	67	4	268
Válvula y Actuador (Servomotor) Ø 2" 1199 - 51 - 26	Pza.	1579	1	1579
Manómetro de 0 - 60 " H ₂ O y 0 - 35 osi	Pza.	64	1	64
Válvula Needle 1/4" NPT 1836 - 03	Pza.	28	1	28
Switch de Presión 2 - 20" H ₂ O	Pza.	103	1	103
Manga Flexible C/Abrazadera Ø 4"	Pza.	35	1	35
Soplador C/Motor TEFC 2332 - 19/3 - T5D	Pza.	3842	1	3842
Filtro lavable C/Adaptador	Pza.	293	1	293
Niple Flexible Ø 1" 8777-1	Pza.	31	4	124
Válvula Limitadora Ø 1/2" 1807 - 01	Pza.	66	4	264
Válvula de Bola Ø 1/2"	Pza.	32	4	128
Válvula Needle 1/4" NPT 1836 - 03	Pza.	28	4	112
Cuerpo de Válvula 3/4" NPT	Pza.	166	4	664
Actuador SOV C/POC R950 - 11200	Pza.	363	4	1452
Válvula Solenoide de Cierre 3/4" NPT	Pza.	206	4	824
Ratio Gas C/By pass 1/2" NPT	Pza.	305	4	1220
Placa Orificio 1/2" NPT	Pza.	115	4	460
Válvula de bola 1/2" NPT	Pza.	32	4	128
				0
Válvula Sensitrol 1/4" NPT	Pza.	165	4	660
Conector Flexible 3/8" NPT	Pza.	74	4	296
Válvula de Bola 1/4" NPT	Pza.	28	4	112
Manómetro 0 - 30 PSI	Pza.	27	4	108
Válvula Needle 1/4" NPT	Pza.	28	4	112
Ratiotrol C/Manómetros	Pza.	475	4	1900
Válvula Solenoide 3/8" NPT	Pza.	229	4	916
Válvula de Bola 1/2" NPT	Pza.	32	4	128
				0
Adaptador P/piloto 1/2" NPT	Pza.	58	4	232
Sensor de Flama	Pza.	189	4	756
Transformador de Encendido GE 9T58B	Pza.	108	4	432
Cable de Ignición	Pza.	25	4	100
Kit del Piloto de Encendido 3/4"	Pza.	203	4	812
Válvula de Bola 3/8" NPT	Pza.	28	4	112
Regulador Piloto	Pza.	54	4	216
Válvula Needle 1/4" NPT	Pza.	28	4	112
Válvula Solenoide de Corte 3/8"	Pza.	108	4	432
Regulador Atmosferico 1 - 2 PSI	Pza.	107	4	428
Válvula de Bola 3/4" NPT	Pza.	48	4	192
			TOTAL	25832

Tabla N° 6.5 Relación de Accesorios del Sistema de Control

SISTEMA DE CONTROL				
	UNID	P.U.	CANT.	Sub-TOTAL
Tablero 1,20 x 1,80 x 0,60 m.	Pza.	1150	1	1150
Interruptor Termomagnetico 3x 50 Amp.	Pza.	47	1	47
Interruptor Termomagnetico 3x 16 Amp.	Pza.	26	8	208
Transformador de Voltaje de 440 / 220 V 350 VA	Pza.	79	1	79
Transformador de Voltaje de 440 / 110 V 3,50 kVA	Pza.	282	1	282
PLC Logo Siemens	Pza.	119	1	119
Modulo de Expansiòn	Pza.	65	4	260
Controlador de Temperatura Honeywell UDC2500	Pza.	998	1	998
Limitador de Temperatura Honeywell UDC 2500	Pza.	850	1	850
Programadores de Encendido Honeywell EC7800	Pza.	550	4	2200
Pulsadores " Start "	Pza.	9	5	47
Pulsadores " Stop "	Pza.	9	5	47
Indicadores	Pza.	18	7	128
Pulsador de Purga	Pza.	9	1	9
Pulsador/Indicador P/Reset	Pza.	25	4	101
Hongo de Parada Emergencia	Pza.	20	2	39
Selector 1-0-2	Pza.	17	1	17
Selector 0 - 1	Pza.	14	4	55
Alarma Sonora (45 Db)	Pza.	327	1	327
Pulsador/Indicador P/Silencio de Alarma	Pza.	25	1	25
Bomeras 2,5 mm2	Pza.	1	100	57
Bomeras 4,0 mm2	Pza.	1	50	33
Bomeras 6,0 mm2	Pza.	1	50	38
Rele Encapsulados C/Base de 11 Pines	Pza.	12	12	144
Canaleta Ranurada	Pza.	11	4	43
Cable GPT # 16 Indeco	m.	0,2	800	171
Marcadores	Pza.	0	1000	100
Armado de Tablero	Glb.	1750	1	1750
			TOTAL	9325

Tabla N° 6.6 Costos de Instalación

INSTALACION				
	UNID	P.U.	CANT.	Sub-TOTAL
Desmontaje del Sistema Actual	Glb.	850	1	850
Montaje de Tren Principal	Glb.	250	1	250
Montaje de Tuberias de Alimentaciòn	Glb.	6732	1	6732
Armado del Sistema de Combustiòn	Glb.	2000	1	2000
Montaje del Soplador	Glb.	750	1	750
Cableado de Elementos de Campo	Glb.	4012	1	4012
Cableado del tablero de Control hacia el Hornò	Glb.	1600	1	1600
Otros	Glb.	1000	1	1000
Prueba Hermeticidad	Glb.	250	1	250
Puesta en Marcha	Glb.	250	1	250
			TOTAL	17694

En resumen, la inversión por el cambio del sistema de Combustión a Sistema Dual asciende a : **\$ 57100.**

Este es el valor que se obtiene de la suma de las Tablas anteriormente mostradas.

CONCLUSIONES

- 1) La conversión del sistema de Combustión, ha mejorado la eficiencia de la combustión en **4.55 %**.

- 2) Con el Gas Natural se obtiene una reducción de consumo de energía de **23.75%**

- 3) El costo de energía utilizado en el proceso de recocido se reduce en **75,62%**

- 4) Los costos operativos del Proceso de Recocido se reducen en un **59,02 %**.

- 5) La inversión del proceso de conversión asciende a \$ 57100, los cuales pueden ser recuperados en un plazo de 15 meses, el cual puede ser reducido a un periodo menor de recuperación, debido a que se puede priorizar el uso de los hornos Duales (Aumento del % de Utilización).

- 6) De la curvas de calentamiento de las Gráficas N° 5.1 y 5.2 , se observa un proceso de calentamiento y permanencia uniforme, Lo cual se traduce en una mejor homogeneidad del proceso de Recocido.

- 7) De las gráficas de calentamiento, se puede apreciar las diferencias entre el tipo de control On / Off y el PID.

RECOMENDACIONES

- 1) La Parte fundamental del Desarrollo de la Conversión, es identificar las características del Horno y Sistema de Combustión, con lo cual se seleccionara el Quemador más apropiado para nuestra necesidad.
- 2) Las Normas de la NFPA , para el uso de Sistema de Combustión deben de Contemplarse
- 3) Después de la puesta en marcha del Sistema Dual, se deberá de Regular el Control PID del Controlador, para que se sintonice con la inercia del Horno de Combustión.
- 4) Finalizada la etapa de Regulación, se deberá de Realizar un muestreo a los gases de Combustión.
- 5) Tener presente la Temperatura del Ambiente de Trabajo del Tren Principal y de los Componentes del Sistema de Combustión.
- 6) Verificar la Temperatura de las Paredes del Horno (Temp. Pared ≤ 65 °C)
- 7) Habilitar los venteos respectivos de cada Regulador (Tren Principal)
- 8) Verificar e inspeccionar que no exista fuga de Gas Natural, en el Sistema (Tren Principal y Horno)

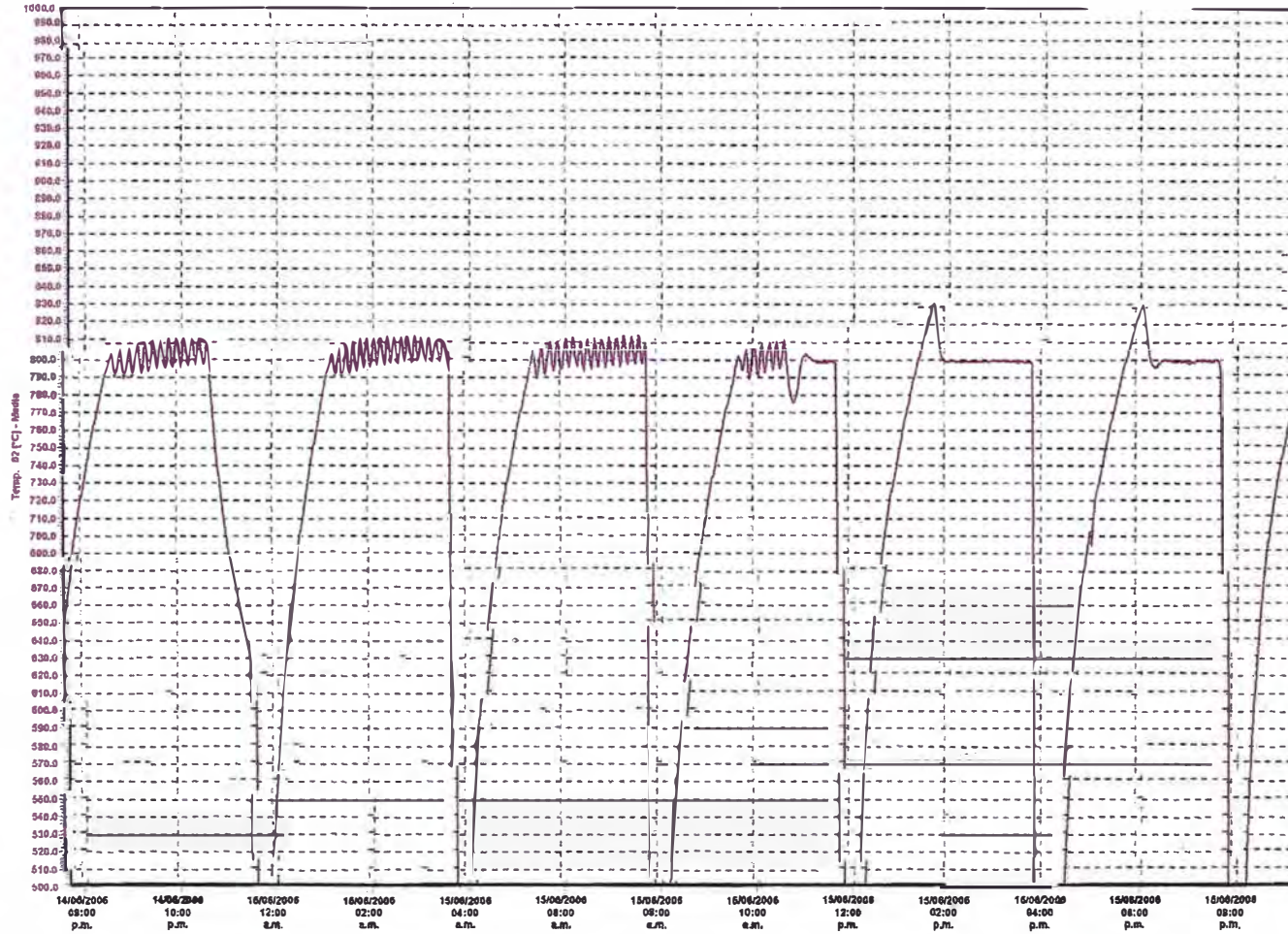
BIBLIOGRAFIA .-

- [1] Handbook : Combustión y Procesos Industriales
Le tour industriel belge sa –hv
Abril 1996
Bruselas Bélgica
- [2] Combustion Handbook (2nd. Edition) -- Tomo I y II
North American Manufacturing Company, Cleveland
2da Impresión 1983
- [3] Manual del Ingeniero Mecánico
Marx
3ra Edición 2001
- [4] Combustión Industrial del Gas Natural
Ing. Percy Castillo
Agosto 2003
- [5] Fundamentos de Termodinámica Técnica – Tomo II
M.J. Moran H.N. Shapiro
Editorial Reverté S.A.
Loreto,16 – 15 , Local B – Barcelona 1999
- [6] Termodinámica Aplicada
Jaime Postigo y Juan F. Cruz
2da Edición
- [7] Transferencia de Calor 8va Edición
J.P. Holman
Editorial Concepción Fernandez – McGraw-Hill
Madrid, España1997

ANEXOS

Evolución de la Curva de Calentamiento del Horno Dual

IDENTIFICACION UNIDAD: 01 00 1



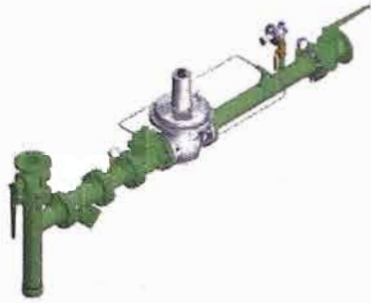
Temp. 01 [°C] Media 500.0 .. 1000.0	Temp. 03 [°C] Media 500.0 .. 1000.0	Temp. 05 [°C] Media 500.0 .. 1000.0	
Temp. 02 [°C] Media 600.0 .. 1000.0	Temp. 04 [°C] Media 500.0 .. 1000.0	Temp. 06 [°C] Media 500.0 .. 1000.0	
Integridad de los datos: OK			
Imprimir fecha/hora: 16/06/2006 01:53:27 p.m.		Imprimir tamaño del registro: 14/06/2006 07:36 52 p.m. a 15/06/2006 09:21:07 p.m.	
Página 1 de 1			

TECNOLOGÍA A USAR

News and Events

New Product Development - Regulator Gas Manifold (RGM)

Hauck's Regulator Gas Manifold (RGM) is a factory assembled and prepped gas train designed to provide overpressure protection and precise outlet pressure control. The RGM is an integral part of a fuel gas supply system that meets NFPA requirements.



Each component of the RGM has been optimally sized to provide for accurate and consistent gas pressure supply throughout the combustion system operating range. Overpressure protection guards against damage to downstream components in the event of a main gas pressure regulator failure.

The RGM consists of isolation valves, sediment trap, strainer pressure gauges, slam shut safety shutoff valve, main fuel gas regulator, a pressure relief valve and interconnecting piping.

Hauck Industrial Service Programs

Hauck service personnel are renowned in the asphalt industry for their professionalism and breadth of knowledge. Did you know that this same level of service is also available to Hauck's industrial customers?

The service experts at Hauck can ensure that your furnace application operates in a trouble-free, fuel efficient and safe manner while keeping maintenance costs at predictable, manageable levels.

NFPA 86 recommends an annual program of inspection, testing and maintenance of burner systems. Implementation of a Hauck Industrial Service Program is a cost effective way of ensuring that your combustion system is operating at peak efficiency and safety.

Services offered include:

- New equipment start-up/commissioning
- Troubleshooting and repair

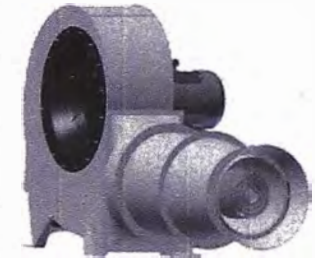


- Preventative maintenance
- Safety Audits
- Energy efficiency improvements
- Emissions reduction and compliance
- Combustion system tune-ups
- On-site and Hauck-based Service Schools and Training Programs

Contact Patrick Horn or Steven Weidman (717-389-0488) today to find out more about our Industrial Service Programs.

Hauck Launches New Burner for Aggregate Drying

Hauck has designed a new burner to meet ultra low NOx emission requirements for aggregate drying applications. Utilizing the latest lean burn premix technologies (patent pending), the NovaStar offers design and performance advantages without the added expense of flue gas recirculation (FGR) for NOx reduction.



Emission requirements on asphalt plants are becoming increasingly more stringent.

Traditionally, FGR has been used as an add-on to existing burners to reduce NOx emissions. FGR can be an expensive and complicated system to manage. The industry trend will be to require lower and lower emission levels, beyond the ability of most FGR systems to accomplish.

Hauck has utilized a completely different combustion technology to achieve the NOx reduction offered by the NovaStar. The lean burn premix method of combustion thoroughly mixes air and fuel before they reach the burner nozzle/flame holder. The fully and evenly mixed air-gas flow allows for complete combustion, while at the same time quenching the reaction, keeping the flame temperature low enough to prevent the formation of thermal NOx.

The NovaStar features:

- Ultra low NOx emissions of < 20 ppm without FGR
- Low pressure design
- Precise air flow control via VFD
- Compact flame
- Low maintenance design

Contact your Hauck sales representative for more information on this exciting new product for the aggregate drying market.

TriOx Burners Making Inroads in Steel and Aluminum Industries

Hauck's triple air staged ultra low NOx TriOx burner is experiencing a year of successful sales throughout the world in the aluminum and steel industries building on the burner's ever expanding installation base. The burner is also being used in thermal fluid heaters particularly in areas where stringent air quality standards must be observed.



Significant TriOx sales include:

Alcoa Aluminum (2 burners)

Allegheny Ludlum

- Steel Reheat Furnace (8 burners)
- Side-Fired Walking Hearth Furnace (8 burners)

Australia

- Aluminum Furnace (2 burners)

CMC Steel

- Steel Reheat Furnace (26 burners)

Belgium

CMI –Thermline

- Steel Reheat Furnace (24 TriOx & 12 WHI burners)

Evergreen Oil

- 2 Thermal Fluid Heaters (single burner)

Metalico Aluminum Recovery

- Well Charged Aluminum Melter (4 burners)

Mead Westvaco

- Thermal Fluid Heater (single burner)

Nucor Steel

- New York - Pusher Type Steel Reheat Furnace (22 burners)
- Texas – Pusher Type Steel Reheat Furnace (22 burners)

Qatar

Qatalum Aluminum

- 11 Aluminum Melter/ Holders (22 burners)

Turkey

Asil Celik

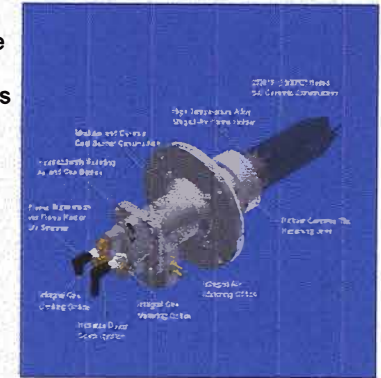
- Walking Beam Reheat Furnace (12 burners)

The New BIC..L Burner

Hauck has redesigned the Kromschroder BIC..L burner for production in the US. The BIC..L is now offered for sale world-wide through the Hauck and Kromschroder sales network.

Features of the redesigned burner include:

- SVG style high temperature alloy flame holder/burner head
- Independent air and gas bodies
- Flame rod or UV flame supervision
- Integral gas limiting orifice
- Integral air and fuel metering orifices
- Direct spark ignition
- Ceramic combustion tile rated to 2730°F (1500°C)



The BIC..L is designed for applications requiring precise temperature control and consistent product quality. It is ideal for use in tunnel kilns and intermittent systems such as those used in the ceramic industry.

Kromschroder Product Sales

In 2007, Hauck Manufacturing Company became the North American source for Kromschroder products. As of August 2008, the company's sales of Kromschroder products have exceeded expectations.

Kromschroder, a product brand of the Elster Group 

Kromschroder controls offer the most complete feature set available for flame safety and burner control components. Combined with traditional Hauck Manufacturing Company products, the company is able to offer one of the most comprehensive combustion system product lines in the world.

Significant orders for 2008 came from Swindell Dressler, Rogers Engineering, Harbor Metal, International Thermal Systems, TC Industries, Nutec Bickley (Mexico), Thermix (Canada), and Thermal Products and Solutions.

Manufacturer Reps Wanted

Hauck Manufacturing Company is seeking manufacturer reps for the west coast states of the US for our industrial and asphalt equipment lines.

Candidate firms should have at least 5 years of knowledge of the combustion and heating industry and be familiar with applications involving aggregate drying, heat treating, steel and aluminum melting, etc.

For more details, contact

Brian Kelly, General Manager, Sales
PO Box 90
Lebanon, PA 17042
bkelly@hauckburner.com
PH: 717-272-3051, FX: 717-273-9882



Hauck Manufacturing Company and Kromschroder, Inc. to Merge

The Elster Group is pleased to announce the merger of two of our companies in North America. As of January 1, 2008, Kromschroder, Inc. (Hudson, OH) will be merging its operations with Hauck Manufacturing Company (Lebanon, PA). Hauck will serve as the supplier for Hauck brand products, and Kromschroder burners and combustion controls for customers in the United States, Canada, and Mexico.



Kromschroder products will be stocked in Lebanon and will be available through the Hauck sales network and the Kromschroder dealer network. Kromschroder controls provide the highest quality and reliability with the most complete feature set available in the industry. High quality Kromschroder burners offer reliable performance and complement the industrial family of burners available from Hauck Manufacturing Company.

By integrating operations into a single organization, we will be able to provide a higher level of service and product selection.

Hauck to Market Kromschroder and LBE Burner Lines in North America

Hauck Manufacturing Company is the source for selected Kromschroder and LBE burner lines in North America. The Kromschroder burners will be sold under the Hauck label and join the Company's diverse family of well-respected products designed to meet the combustion needs of a wide variety of industries. Kromschroder, Inc., Hudson, OH is no longer marketing burners in North America.



Hauck will offer the BIO, ZIO and BIC series of Kromschroder burners. With a capacity range of 50,000 to 3.4 million Btu/hr, these gas burners offer a modular design using either alloy or ceramic firing tubes and can be side-mounted or downfired. They are ideal for industrial furnaces and kilns in the iron and steel industry; for non-ferrous metals and alloys; glass, clay and ceramics; plastics and paper; or dryers and hot air generators.

The Ecomax® burner from LBE is also being sold by Hauck. This unique self-recuperative gas-fired burner is ideal for direct and indirect fired applications. When equipped with an eductor system, it is capable of 100% exhaust gas removal. The Ecomax® is widely used in the heat treating industry for roller hearth and batch furnace applications.

According to Michael Shay, President of Hauck, "The addition of the Kromschroder and LBE burner lines provides our customers with direct access to several unique products backed by the combustion expertise of Hauck Manufacturing. We look forward to providing these new products and our support to established Kromschroder and LBE customers in North America and introducing these products to a wider customer base."

Hauck Manufacturing Company, Kromschroder and the LBE organizations are part of a family of companies within the Elster Group.

Hauck Unveils New Corporate Logo

Dear Valued Hauck Customers:

In September of 2005, Hauck Manufacturing Company became a part of the Elster Group, the world's leading manufacturer and supplier of metering and gas utilization strategies to the gas, electricity and water industries. The Group employs more than 9,000 individuals in 38 countries throughout the world. Hauck is an enthusiastic member of this fine organization representing over 170 years of dedication to the energy industries.



In recognition of our new ownership, the Hauck logo will now display our Elster connection. 'Elster Hauck' is indicative of the strength and resources Elster brings to Hauck Manufacturing, and the expertise in the combustion industry that Hauck brings to the Elster Group. The Hauck brand name remains a treasured asset to this new organization and will continue to be proudly displayed on Hauck products.

The Elster Group has already brought several new products to Hauck's industrial burner portfolio. The addition of the Kromschroder and Ecomax burner lines offer our customers significant new options for meeting their process heating needs. In addition, we are continuing our efforts to develop products which offer high efficiency, low emissions and unique control strategies for high temperature, low temperature and asphalt drying applications.

Hauck Manufacturing Company has met the process heating requirements of industry for more than 118 years. Though our ownership and logo have changed, the dedication of our employees to the customers we serve has not. The Hauck employees who have served you in the past will continue to do so and can be reached through the same addresses, phone numbers, and email addresses. Our combustion expertise, quality products and world-class customer service remain constant and strong.

Please continue to welcome Hauck Manufacturing Company represented by our new 'Elster Hauck' logo - your proud supplier of the latest in combustion technologies.

Michael Shay
President

Service Management Changes

Pat Horn and Steve Weidman have assumed new management roles in Hauck's Service Department.

Pat Horn has assumed the position of Service Manager. Pat has been with the Company since 1998 and has served as Assistant Service Manager since April 2005.

Steve Weidman is now the Assistant Service Manager. Steve has over 16 years of HVAC experience and has been with the Company since 2003.



Hauck Manufacturing Company Names New President

Michael Shay assumed the presidency of Hauck Manufacturing Company on July 1, 2006.

He has 30 years of experience in the industrial heating industry both with Hauck and as owner of his own firm. Most recently, Mr. Shay served as the Company's Vice President of Sales and Marketing.

After 13 years as the President of Hauck, Mr. Louis Etschmaier will serve in an advisory capacity.



Successful TriOx Startup at Nucor-Auburn

Hauck is pleased to announce a successful start-up for a collaborative effort between Nucor Steel and Alchas, Inc. and Bendotti S.p.A. engineers and furnace builders for a steel reheat pusher furnace installation with Hauck's newest ultra low NOx burner, the TriOx. The new furnace, approximately 60 feet long by 42 feet wide by 6.5 feet high, is equipped with six zones utilizing a total of 22 TriOx burners with a combined capacity input of approximately 150 MM Btu/hr firing natural gas. The furnace includes a large recuperator designed to preheat combustion air to approximately 800°F.



The TriOx's unique three-staged air injection design provides maximum production efficiency while minimizing NOx emissions common with high temperature preheated air. The burner is capable of low excess air operation, typically 5% with mass flow control, throughout its entire operating range, for ultimate fuel efficiency.

Hauck Announces New Product

Hauck has developed a new ultra low NOx gas burner, the TriOx. The TriOx utilizes a three-staged air injection design for maximum production efficiency while minimizing NOx emissions - as low as 20 ppm or less - even with high temperature



preheated air. The burner is capable of low excess air operation (5%) throughout its entire operating range, resulting in outstanding fuel efficiency. The TriOx is ideally suited for industrial heat processes in excess of 1600°F (870°C) including aluminum furnaces, steel reheat furnaces, thermal fluid heaters and other high temperature heat processes requiring ultra low NOx emissions. The burner is capable of efficient operation with a 10:1 on ratio turndown.

In addition to its operating efficiency, the TriOx offers excellent flame safety. The burner produces a visible, scannable pilot flame throughout its entire operating range, even when operating in the Invisiflame™ mode.

The TriOx is available in four sizes with capacities ranging from 5 to 20 million Btu/hour (1,300 to 5,900 kW). Contact Hauck for additional information on this outstanding new addition to the Company's line of burner products.

Hauck Manufacturing Company Opens Office in China

In recognition of the tremendous growth in sales the company has experienced in the Asian market, Hauck Manufacturing Company, Lebanon, PA, recently opened its Hauck Combustion, China factory office in Nanjing, China.



Hauck provides the latest in combustion technology with burners and controls for both direct and indirect-fired applications for the heat processing industry, including metals, ceramics, and asphalt production. These business segments will be the focus of activity of the newly established China office.

In addition to introducing proven US technologies to Chinese furnace and plant builders, as well as industrial end users, Hauck Combustion, China will support its worldwide customers with parts and start-up services for installations shipped to the Chinese markets. The office will be staffed with sales and trained service personnel.

Mr. Zhu He Ping will manage Hauck's China operations. He can be contacted at:

Hauck Combustion, China
16A8 No. 49
Zhongshan South Road
Nanjing, China 210000
Tel: 86 25 689-0210
86 25 689-0310
Fax: 86 25 689-0410

Email: hauck-china@hauckburner.com

Hauck Burners on Top of the World

... or at least at 15,400 feet (4700 meters)! Hauck Manufacturing Company has recently completed installation of a high altitude StarJet burner for an asphalt plant in one of the most remote corners of the world in Ali, Tibet. Located in western Tibet, Ali is known as the 'roof of Tibet' due to its high elevation. The average temperature is 37°F (3°C) with road construction temperatures ranging from 10°F – 59°F (-12°C to 15°C).



The plant was needed to produce paving materials for a 50 mile (80 kilometer) roadway from Ali to Kunsha in the western region of Tibet.

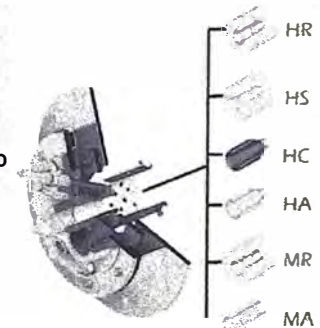
According to Mr. Jack Marino, Hauck Vice President, "Our dealer in China told us they needed a version of the StarJet for their largest plant builder for a road construction project at 15,400 feet elevation. They also needed a firm guarantee that it would work, since no other burner in the Chinese market would work under these conditions." For the SiKun Road department of the Tibet Tianlu Company, Ltd., Hauck sized a burner for the rarified atmosphere and designed a special atomizer to burn diesel oil (patent pending). The company guaranteed that the specially designed StarJet 520 would do the job – and it has!

Burning diesel oil, the plant is in operation for approximately 4 hours per day, producing 160 tons per hour of material.

For additional information on Hauck's ability to provide solutions for asphalt applications, contact Jack Marino at (717) 272-3051 or via email at jmarino@hauckburner.com.

SVG Super VersaTile Gas Burners - Announcing a New Gas Burner Product Line

Hauck Manufacturing Company announces a consolidation of 6 burner product lines into one consolidated family of burners – the



SVG Super VersaTile Gas Burners. The SVG family offers reliable and dependable high performance with unmatched versatility. Designed for applications that benefit from intensive combustion gas recirculation, increased efficiency, improved temperature uniformity, and substantially reduced emissions, the SVG family has the widest performance range of any burner available in the industry.

With six different tile options, your SVG burner can be equipped with the 'versa'tile that best suits your unique heating needs, and maintain all of the operational benefits you've come to expect from a modern high performance burner. They reliably and dependably fire any clean industrial fuel gas over a wide range from excess air to excess fuel. Available in a refractory, ceramic and alloy tile options, the SVG burner family includes medium and high velocity models.

For detailed information on this new family of burners, please visit the Products and Services section of our website. Select Gas Burners, then select SVG Family or contact your Hauck sales representative.

Larry Santana Appointed as Director of Asphalt Products Marketing

In recognition of the opportunities in the U.S. and export markets for its well-respected line of asphalt burners and components, Hauck is pleased to announce the appointment of Larry Santana as director of asphalt products marketing. Larry has 5 years of experience with Hauck as well as 15 years of experience in the combustion industry. He currently serves as Vice President of Operations and will continue in that function concurrent with his new responsibilities. Mr. Santana's key accomplishments with Hauck include direction of an ISO 9001 Compliance program, implementation of a company-wide integrated Enterprise Resource Planning system, and management of a program resulting in 50% reduction of lead-time on key products.

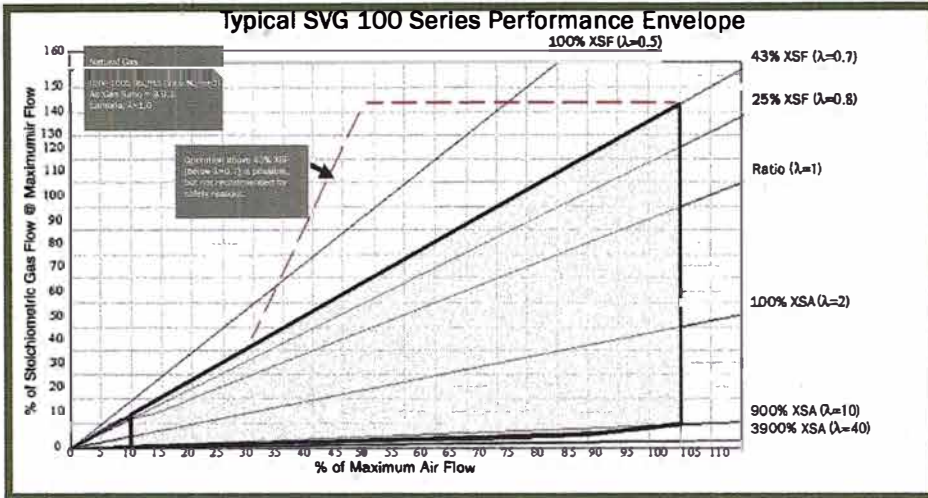


According to Mr. Santana, "Hauck has been a leader in this industry since the beginning of modern asphalt production. We are devoting significant new resources to maintain our leadership position in the asphalt marketplace with the Total Hauck Commitment - combustion expertise, proven products and outstanding customer service."

Hauck Announces New Product

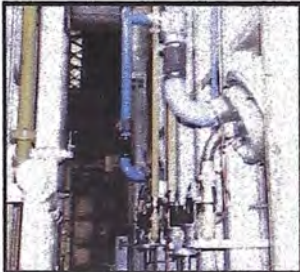
Hauck has developed a new radiant tube plug-in recuperator, the Radimax. With a finned, cast stainless recuperator and durable cast-iron flue gas body, the Radimax is designed for maximum heat transfer and fuel efficiency from radiant tube combustion systems. For use with 6 inch ID or larger tubes, the product can be installed in U tubes, W tubes and Trident® tubes. Supports exhaust temperatures to 1900°F (1038°C).



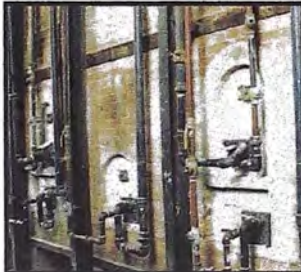


The above chart illustrates the excellent stability characteristics of the SVG 100 series, from very high excess air (XSA) to fuel rich (XSF) operating conditions, and the burner's wide turndown range (on ratio or with excess air).

Hauk's SVG burners offer reliable and dependable high performance with unmatched versatility. Your burner can be equipped with the tile option that best suits your unique heating needs for pulse operation—as well as other control methods—and maintain all of the operational benefits you've come to expect from a modern high performance burner.



Car Bottom Furnace



Brick Tunnel Kiln



Flame Shape

www.haukburner.com

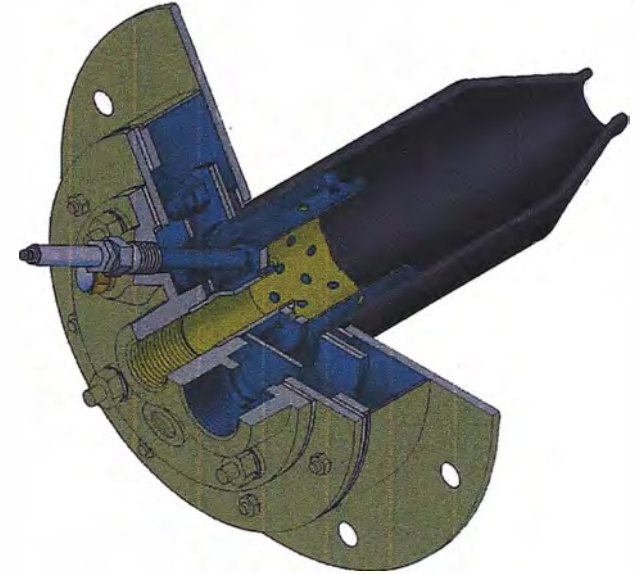


Features

- The widest range of performance capabilities available in the industry
- Available in 8 and 16 osig (3,450 and 6,900 Pa) Inlet air pressure
- High and medium velocity models
- Refractory, ceramic, and alloy tile options
- Highest exit velocities available - high velocity up to 570 ft/sec (170 m/sec), low velocity up to 250 ft/sec (76 m/sec)
- Low emissions (NOx, VOCs, aldehydes)
- Available with metric air/gas connections

Benefits

- Unmatched versatility to meet every application requirement
- Wide performance envelope allows unequalled operating flexibility
- Uniform exhaust gas temperature profile
- High excess air with the lowest CO and aldehydes
- Flame exposed components of high alloy stainless steel for increased durability



Hauk's modern SVG Super VersaTile Gas Burners are designed for applications that benefit from intensive combustion gas recirculation, increased efficiency, improved temperature uniformity, and substantially reduced emissions. Offered in three separate series. The 100 series has full capacity at 16 osig (6,900 Pa) while the 200 series reaches the same capacity at an air inlet pressure of 8 osig (3,450 Pa). The 'E' series has the rating of the 200 series with metric air and gas connections. Available in a variety of tile materials and configurations, the SVG burner family includes medium and high velocity models. SVG burners reliably and dependably fire any clean industrial fuel gas over a wide operational range from excess air to excess fuel.

HAUCK MANUFACTURING COMPANY

P.O. Box 90
Lebanon, PA 17042
Phone: 717-272-3051
Fax: 717-272-0882
www.haukburner.com

Combustion Excellence Since 1888

SVG SUPER VERSATILE GAS BURNER



Reliable every-time direct spark igniter

Integral air baffle for the most uniform exit flame temperature profile

Precision manufactured high temperature stainless steel flame holder for unparalleled durability

Staged air design for low NOx. Cool tube temperatures for long tube life.

Flame rod or UV scanner

Integral air orifice for simplified burner setup and tuning

SVG Burner Model		HR	HS	HC	HA	MR	MS	MA
		Capacity (10' Btu/hr) Capacity (kW)						
SVG 110/210	25-E	110 29.1	110 29.1	110 29.1	110 29.1	120 31.7	120 31.7	120 31.7
SVG 112/212	32-E	250 66.1	250 66.1	250 66.1	250 66.1	275 72.7	275 72.7	280 69.2
SVG 115/215	40-E	410 108	410 108	410 108	410 108	415 110	415 110	410 108
SVG 120/220	50-E	700 185	700 185	700 185	700 185	780 198	780 198	735 194
SVG 125/225	65-E	1,000 265	1,000 265	1,000 265	1,000 265	1,200 317	1,200 317	1,240 328
SVG 130/230	80-E	1,300 343	1,300 343	1,300 343	1,300 343	1,500 395	1,500 395	1,510 400
SVG 140/240	100-E	2,200 582	2,200 582	2,200 582	2,200 582	2,500 660	2,500 660	2,400 635
SVG 180	N/A	5,000 1,320	Not available	5,000 1,320	5,000 1,320	5,300 1,400	Not available	5,300 1,400
SVG 260	150-E	4,350 1,150	Not available	4,350 1,150	4,350 1,150	4,800 1,220	Not available	4,800 1,220
SVG 180	N/A	9,000 2,380	Not available	Not available	Not available	8,000 2,380	Not available	8,180 2,450
SVG 280	200-E	Pending	Not available	Not available	Not available	Pending	Not available	Pending

High Velocity Models

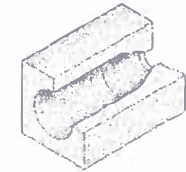


HR

High Velocity Round Refractory Tile

Ideal for hard and soft wall furnaces.

Temperatures to 2800°F (1540°C). Preheated air to 800°F (425°C).



HS

High Velocity Square Refractory Tile

For hard wall furnaces. Ideal drop-in replacement for many older, low performance burner models.

Temperatures to 2800°F (1540°C). Preheated air to 800°F (425°C).



HC

High Velocity Ceramic Tile

Silicon carbide tile is compact and light, ideal for easy retrofit or new soft wall furnaces.

Temperatures to 2500°F (1370°C). Preheated air to 800°F (425°C).



HA

High Velocity Alloy Tile

Cool design alloy tile ideal for soft wall furnaces using ambient air.

Temperatures to 2000°F (1090°C).

Medium Velocity Models



MR

Medium Velocity Round Refractory Tile

Ideal for hard and soft wall furnaces.

Temperatures to 2800°F (1540°C). Preheated air to 800°F (425°C).

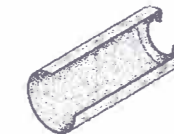


MS

Medium Velocity Square Refractory Tile

Ideal for hard and soft wall furnaces.

Temperatures to 2800°F (1540°C). Preheated air to 800°F (425°C).



MA

Medium Velocity Alloy Tile

Cool design alloy tile ideal for soft wall furnaces using ambient air.

Temperatures to 2000°F (1090°C).

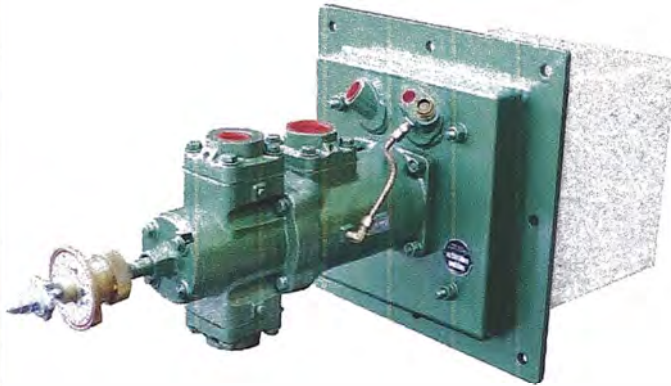
EJC

EnerJet High Velocity Gas/Oil/Combination Burners



Features

- Built-in flow metering of gas and air
- Excess air and fuel capability
- Manual or automatic control
- Operates on gas, oil or a combination of fuels



Benefits

- Simple design for low maintenance operation
- Wide turndown
- High velocity recirculation of furnace gases for maximum heat transfer and temperature uniformity

The Hauck EJC burner promotes high velocity recirculation of heated gases for temperature uniformity and efficiency. It will burn any clean industrial fuel gas, No. 2 fuel oil, or a combination of gas and oil with the same performance characteristics on oil as on gas. Turndown, excess air and excess fuel are excellent on either fuel. The EJC is available in four sizes from 370,000 to 3,700,000 Btu/hr (108 to 1,080 kW). Also available in preheated air versions to 800°F (425°C), and in medium velocity versions.

HAUCK MANUFACTURING COMPANY

P.O. Box 90
Lebanon, PA 17042
Phone: 717-272-3051
Fax: 717-272-9882
www.hauckburner.com

Combustion Excellence Since 1888

EJC-1

Hauck Manufacturing Company

EJC

ENERJET HIGH VELOCITY GAS/OIL/COMBINATION BURNERS



ADVANTAGES OF THE EJC

Simple Design for Low Maintenance Operation

Wide Turndown

High Velocity Recirculation of Furnace Gases

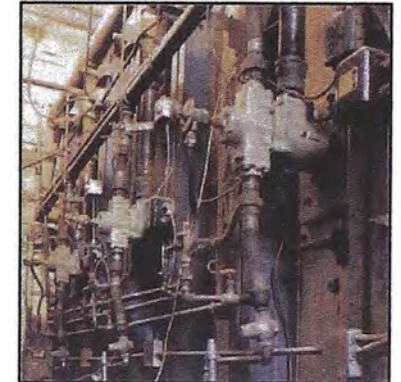
Maximum Heat Transfer and Temperature Uniformity

Hauck's EnerJet (EJC) series high velocity combination burners have been specially designed for application where high velocity recirculation of heated gases is desired for temperature uniformity and efficiency. The EJC's fast, efficient high velocity recirculation reduces the need for installing expensive high temperature recirculating fans or diluting flame temperatures with costly excess air. The EJC's high velocity 'jet energy' entrains and recirculates gases for maximum convection heat transfer and temperature uniformity - resulting in increased production at reduced fuel consumption and cost.

Efficient Operation. The EJC is stable over its entire operating range and will burn any clean industrial fuel gas, No. 2 fuel oil, or a combination of gas and oil.

A noteworthy feature of the EJC is its ability when firing on oil to maintain a similar range of performance characteristics experienced on gas firing in terms of turndown, excess air, and excess fuel operation.

The EJC can be controlled manually or automatically. A typical gas control system employs a Hauck Ratio Regulator for each control zone to properly maintain the air-to-fuel ratio. For oil firing, Hauck recommends an MRO regulator for each burner to properly maintain air-to-fuel ratio and simplify burner setup.



Construction. A simple design, with no moving parts, makes this burner virtually maintenance free. Parts subjected to heat are either of heat resistant cast iron or stainless steel. A special backplate/tile sealing arrangement completely eliminates overheating. The EJC's tile is made of a low cement castable refractory and runs at lower temperatures than typical combination fired pressurized tiles. Series 100 and 200 utilize a square tile design. Series 300 and 400 use a round tile.

Air-Fuel Metering. Flow metering orifices in the EJC air and gas supply connections give accurate readings of air and gas volumes entering the burner. This built-in flow metering provides the means for 'fine-tuning' and properly setting flow rates to achieve optimum performance with desired flame condition and at reduced cost. Optional oil flow meters are available to 'fine tune' the burner when firing No. 2 fuel oil.

Piloting/Flame Supervision. Provision is made for a spark ignited gas pilot. An ultraviolet (UV) type flame detector system - with constant purge - is available for use with gas, oil, or combination fuels.



NA-Stordy
Combustion



REGULATORS

- Pressure-reducing
- Fixed or variable ratios

ACCESSORIES

- Metering orifices
- Recuperators
- Gauges, transmitters

VALVES

- Air, oxygen, fuel
- Manual or motorized
- Control or shutoff valves
- Safety shutoff valves

BURNERS

- 185 standard models
- 50,000-400,000,000 Btu/hr
- Fuels: gas, oil, and combination
- Premix and nozzle mix
- Regenerative and recuperative
- Lowest emissions
- Custom burner design capability
- Oxidants: cold air, preheated air, oxygen, oxygen-enriched, direct-fired & radiant tube

BLOWERS

- Single- or multi-stage
- Direct, coupled, or belt drive
- Hot air
- Filters, silencers

Fives North American Combustion, Inc.



Combustion Engineering
Best-in-class combustion systems, furnace controls, engineering services, and installation support.



Combustion Products
State-of-the-art products from one of the most trusted names in combustion worldwide.



Guiding Solutions
Providing innovative engineered solutions for web and strip guiding.



North American
Manufacturing Company

Control Systems Business Group
MULTIPLE BURNER CONTROL SYSTEMS
Bulletin 8894/8895

April 2000



SNM - Features

- Wide turndown
- Low maintenance
- High excess air capacity
- Clean burn on all commercial gases
- Direct spark or pilot ignition option
- Facility for mounting UV scanner
- Robust construction
- Square or round ignition tiles
- Suitable for pre-heated air up to 350°C
- Excellent flame stability

The NA-Stordy range of SNM burners has been widely used on numerous applications over a period of many years. The robust cast iron construction without any moving parts proves ideal for industrial furnaces, forges and melting pots where low maintenance and a reliable heat source is a priority.

The SNM range covers capacities from 30kW to 1.5MW in six burner sizes.

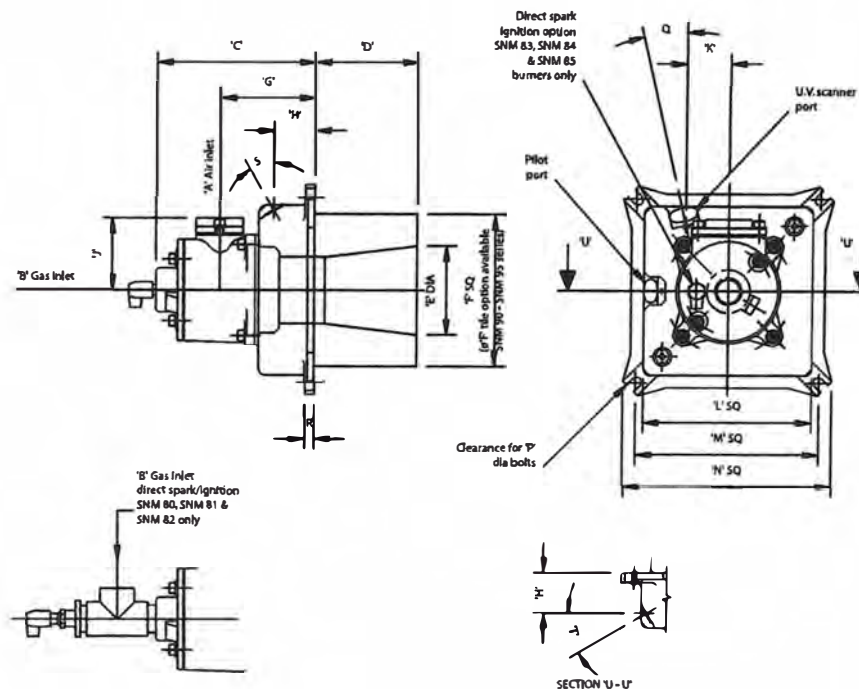
As standard all burners are fitted with castable refractory ignition tiles suitable for temperatures up to 1600°C, although for special applications higher temperature tiles can be supplied. Tiles can also be supplied with stainless steel shrouds which give support when the burners are being installed on applications with fibre walls.

Air and gas is supplied independently to the burner, which is sealed into the furnace wall. The air and gas are thoroughly mixed in the burner head before combustion takes place within the burner tile. This design provides an extremely stable flame with high turndown capabilities.

It is possible to operate the burner with up to 500% excess air or up to 50% excess gas with good stability. The burner will operate successfully on most clean industrial gases.

The degree of control that can be achieved is largely dependent on the design of the air and gas control equipment supplying the burner. Appropriate sizing of the supply lines and valves is important in achieving good burner performance (refer to NA-Stordy).

Dimensions



Model No	Part No	Dimensions mm																Weight kg		
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R		S	T
SNM 80	3.05.037	Rp 1	Rc 3/4	170	127	89	152	110	48	83	39	171	187	219	M10	15°	11	18°	15°	16.5
SNM 81	3.05.028	Rp 1	Rc 3/4	170	127	102	152	110	48	83	44	171	187	219	M10	15°	11	30°	30°	15.5
SNM 82	3.04.028	Rp 1 1/2	Rc 1	188	127	110	190	117	48	89	65	210	229	260	M10	13°	12	30°	30°	21.5
SNM 83	3.03.024	Rp 2	Rc 1 1/4	200	165	140	229	124	48	106	85	251	270	308	M12	15°	12	40°	47°	34
SNM 84	3.02.023	Rp 3	Rc 2	241	165	178	229	140	57	136	83	251	270	308	M12	15°	12	40°	47°	38
SNM 85	3.01.040	Rp 4	Rc 2 1/2	370	287	241	375	225	60	194	94	406	438	502	M16	15°	16	39°	56°	150.0

WARNING: The data outlined is for information only and does not form part of any contract. Our policy is one of continuous improvement and we therefore reserve the right to modify specifications or dimensions without prior warning. Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect installation and operation of combustion equipment. NA-Stordy urges compliance with International, National and Local Safety Standards and that installation is carried out by properly qualified personnel.

Capacities and Specifications

Model No.	Air Pressure									
	17.5 mbar		35 mbar		52.5 mbar		70 mbar		87.5 mbar	
	Air Nm ³ /h	Capacity kW	Air Nm ³ /h	Capacity kW	Air Nm ³ /h	Capacity kW	Air Nm ³ /h	Capacity kW	Air Nm ³ /h	Capacity kW
SNM 80	31	29	42	41	53	50	61	61	68	65
SNM 81	57	54	80	76	99	93	114	107	127	120
SNM 82	119	112	168	158	206	193	238	224	267	251
SNM 83	225	211	316	297	388	365	447	420	500	470
SNM 84	463	435	655	615	801	753	925	870	1034	972
SNM 85	702	660	991	932	1214	1141	1403	1318	1568	1474

Note: Minimum gas pressure at burner head = 5 mbar.



FM - Low and Medium Velocity Gas, Oil & Gas/Oil Combination Burners

NA-Stordy - an International Technology Group

Gas, Oil & Gas/Oil Combination Burners - FM Series



By utilising a removable flame stabiliser in the construction of the FM series, these large capacity burners offer a wide choice of duties in a given body size. The burner performance can therefore be optimised over a wide range of operations by simply designing the baffle flame stabiliser to suit the conditions. For example, combustion air pressures as low as 10 mbar can be accommodated without compromising mixing characteristics. These properties are important, for example, where low CV gases are to be burnt.

The burners are available in three design styles: RFM series, SFM series and AFM series. The RFM gas burner series comprises a refractory air baffle and a simple design that is useful for applications where simplicity and ruggedness are important. The SFM series of oil and gas burners incorporates a swirl type flame stabiliser and has been developed primarily for use with liquid fuels. Where combustion air pressures are low the AFM series of gas burners has been developed for use with gaseous fuels and offers an alternative to the RFM series, for applications where burner turndown and air/gas mixing are important. Each burner air baffle is individually designed to suit the application.

The RFM and AFM series are available with two gas lance options: the 'A' type gas lance is a simple tubular construction while the 'B' type gas lance comprises a moveable gas disc and is used to give on site adjustment of flame characteristics. The SFM series oil atomiser uses medium pressure compressed air and is easily inserted and withdrawn along the centre of a 'B' type gas lance for cleaning and maintenance.

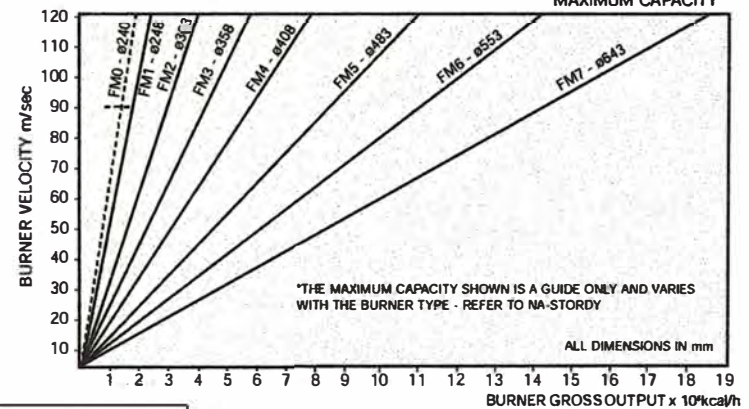
The FM series of burners, with the exception of the smallest, normally do not employ conventional quarls and these have to be formed in the furnace wall. The configuration will depend on the exhaust velocity required.

All the FM series burners have been designed to minimise NOx emissions. In particular the SFM burner with its staged combustion achieves low NOx levels. Typical NOx levels are shown on the data sheets.

Features:

- Choice of a low or medium velocity burner
- Suitable for all kinds of liquid and/or gaseous fuels
- Simple and quick conversion from gas to oil or oil to gas - no lance removal required
- Very low air and gas pressure requirements
- Pre-heated air operation to 600°C
- Low NOx

CAPACITY CHART



1. Exhaust velocity based upon exhaust temperature of 1400°C and a given quart outlet diameter shown.
2. Data shown is for Natural Gas or similar hydrocarbons with 10% excess air.



Tomorrow's combustion technology - today

NA-Stordy Combustion Limited
Heath Mill Road Wombourne Wolverhampton
WV5 8BD England
Tel: + 44 (0) 1902 891200 Fax: + 44 (0) 1902 895552
Email: salesuk@na-stordy.com Web: www.na-stordy.com

NA-Stordy Combustion Belgium
Witloofstraat 111 B-1130 Brussels Belgium
Tel: + 32 (0) 2 215 1825 Fax: + 32 (0) 2 245 2412
Email: salesbo@na-stordy.com Web: www.na-stordy.com

NA-Stordy Combustion (German Office)
Hoycastr 95 D-40625 Düsseldorf Germany
Tel: + 49 (0) 211 2093504
Email: salesde@na-stordy.com
Web: www.na-stordy.com

NA-Stordy Combustion France
11 Boulevard de LETZ 13 015 Marseilles France
Tel: + 33 (0) 4 91 21 40 40 Fax: + 33 (0) 4 91 21 40 44
Email: salesfr@na-stordy.com Web: www.na-stordy.com

NA-Stordy Combustion Netherlands B.V.
Jolweg 24 1435 ER Rijssenhout The Netherlands
Tel: + 31 (0) 297 380404 Fax: + 31 (0) 297 380438
Email: salesnl@na-stordy.com Web: www.na-stordy.com

NA-Stordy Combustion Italy
Palazzina Europa Via Bigatti 1 14100 Asti Italy
Tel: + 39 0 141 324 301 Fax: + 39 0 141 324 302
Email: salesit@na-stordy.com Web: www.na-stordy.com

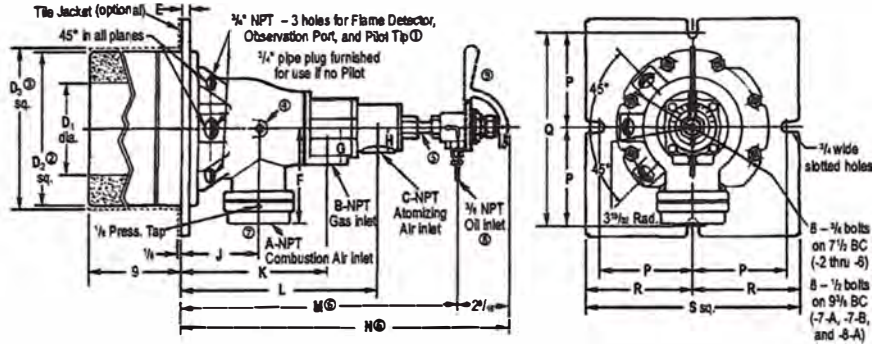
www.na-stordy.com

A North American Manufacturing Company subsidiary

The data outlined is for information only and does not form part of any contract. Our policy is one of continuous improvement and we therefore reserve the right to modify specifications or dimensions without prior warning. The improper use of combustion equipment can result in a condition hazardous to people and property. Users are urged to comply with national and local standards.

DIMENSIONS in inches

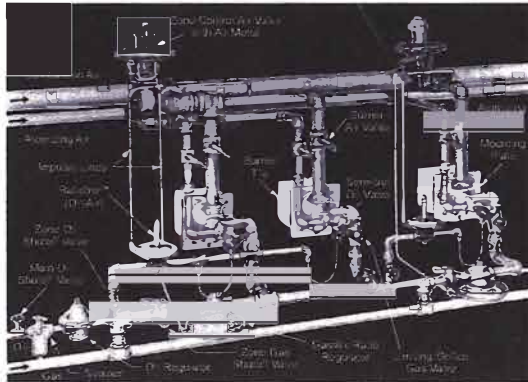
April 2002



DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSION(S) CRITICAL.

Burner designation	dimensions in inches																		
	A	B	C	D ₁	D ₂ ⊕	D ₃ ⊕	E	F	G	H	J	K	L	M⊕	N⊕	P	Q	R	S
6422-2	1 1/4	1	3/4	5	8 1/2	9 1/2	1/2	5 1/4	2	1 3/8	4 3/8	8 3/8	11 1/8	15 3/8	18 3/8	5 1/4	10 1/2	8	12
6422-3	1 1/2	1	3/4	5	8 1/2	9 1/2	1/2	5 1/4	2	1 3/8	4 3/8	8 3/8	11 1/8	15 3/8	18 3/8	5 1/4	10 1/2	8	12
6422-4	2	1 1/4	3/4	5	8 1/2	9 1/2	1/2	5 1/4	2	1 3/8	4 3/8	8 3/8	11 1/8	15 3/8	18 3/8	5 1/4	10 1/2	8	12
6422-5	2 1/2	1 1/2	1	5	8 1/2	9 1/2	1/2	5 1/4	2	1 3/8	4 3/8	8 3/8	11 1/8	15 3/8	18 3/8	5 1/4	10 1/2	6	12
6422-6	3	1 1/2	1	5	8 1/2	9 1/2	1/2	5 1/4	2	1 3/8	4 3/8	8 3/8	11 1/8	15 3/8	18 3/8	5 1/4	10 1/2	8	12
6422-7-A	4	2 1/2	1 1/4	7	10	11	1/2	6 1/4	2 1/2	2 1/2	5 1/2	11	15 1/2	20 1/2	22 1/2	8 1/2	12 1/4	6 1/4	13 1/2
6422-7-B	4	2 1/2	1 1/4	7	10	11	1/2	6 1/4	2 1/2	2 1/2	5 1/2	11	15 1/2	20 1/2	22 1/2	6 1/2	12 1/4	6 1/4	13 1/2
6422-8-A	6	2 1/2	2	7	10	11	1/2	10 1/4	2 1/2	1 3/4	5 1/2	11	15 1/2	20 1/2	22 1/2	6 1/2	12 1/4	6 1/4	13 1/2

Burner designation	wt, lb	Recommended Sensitrol™ Oil ValveⓄ	Recommended Pilot Size
6422-2	83	1813-02-A	
6422-3	83	1813-02-A	4011-11
6422-4	83	1813-02-A	(or)
6422-5	83	1813-02-A	4011-12
6422-6	83	1813-02-B	
6422-7-A	139	1813-02-C	4011-11
6422-7-B	139	1813-02-C	(or)
6422-8-A	145	1813-02-D	4011-12



Piping arrangement for single- and double-burner zones.

- Ⓛ Pilot, Flame Detector, and Observation Port positions are interchangeable, as long as pilot and flame detector are in adjacent holes.
- Ⓜ Opening in furnace shell should be about 1/2" larger than dimension D₃ to allow for fillets and draft on mounting plate.
- Ⓨ For 6422- -LC, -LA and -LS Burners only. Opening in oven shell should be about 1/4" larger than dimension D₃.
- Ⓩ 1/2" body air pressure tap on -2, -3, -4, -5, and -6. 1/4" body air pressure tap on -7-A, -7-B and -8-A.
- Ⓚ Pipe nipple not furnished by North American.
- Ⓛ Dimensions M and N assume the use of a 1/2" NPT close nipple between burner and Sensitrol Oil Valve.
- Ⓜ For 6422-8-A, air and gas connections cannot be piped in the same plane because the "flower pot" type air connection flange would interfere with the 2 1/2" gas line.
- Ⓨ Metal tubing is offered as an extra cost option (order as P.N. 3-0310-7).
- Ⓩ Optional (recommended) Sensitrol Oil Valve is not included as part of the burner assembly, and must be ordered separately.

ALTERNATIVE MODELS

6422 Burners for Fiber Lined Furnaces. For furnaces with ceramic fiber walls, special mounting/tile construction is available: 1 1/4" diameter tile, jacketed in RA330 expanded metal for all but 2" of its length; a circular mounting flange factory-installed from 2" to 8" (Z" dimension) from the hot face of the tile.

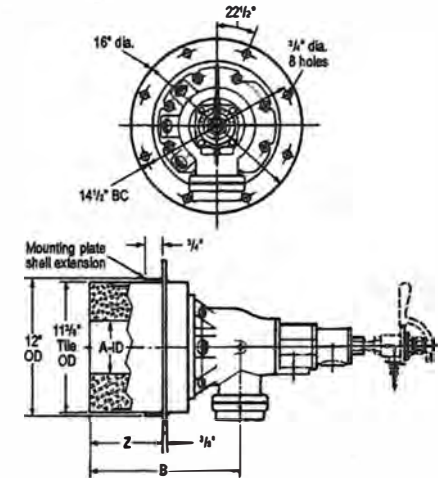
Customer must specify this dimension to nearest 1/2" so tile face is about flush with inside furnace wall.

This construction is suitable for 2000 F furnace temperature.

See Supplement DF-M2 for detailed tile installation recommendations for fiber-lined furnaces.

Dimensions in inches			
Size designation	A	B	Z
-2 thru -6	5	13 3/8	†
-7-A thru -8-A	7	14 7/8	†

† Z" dimension variable in 1/2" increments from 2" to 9".

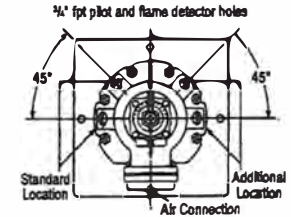


To order, specify: 6422-(code)-(A or B if applicable) (Z) Burner complete. (Order 1813 Sensitrol™ Oil Valve separately—it is not included in complete burner assembly.) Include Z dimension in the burner description: between 2" and 9", written to the nearest 0.5" as a decimal.

Example: Line Item 10 = 6422-7-AZ Burner complete with Z dimension of 6.0"
Line Item 20 = 1813-02-C Sensitrol Oil Valve.

6422 Burners with Extra Pilot and Flame Detector Location. The fixed relationship between 6422 Burner air connections and pilot/flame detector holes occasionally presents problems in mounting pilots and flame detectors clear of furnace buckstays or other structural members.

6422-2 through -6 Burners can be furnished with a 4-hole OC3-2042 burner body that has a set of pilot and flame detector holes on each side. Either set can be used and one on the other side used for an observation port--plug any unused holes.



To order, specify: 6422D-(code) Burner complete. (Order 1813 Sensitrol Oil Valve separately—it is not included in complete burner assembly.)

Example: Line Item 10 = 6422D-2 Burner complete with Special Double-Boss Body
Line Item 20 = 1813-02-A Sensitrol Oil Valve

WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters recommendations, and care in operation.

North American Mfg. Co., 4455 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5600 USA, Tel: +1.216.271.6000, Fax: +1.216.641.7852
email: sales@namfg.com • www.namfg.com

ACCESORIOS
COMPLEMENTARIOS

July 2002

- Direct coupled/package assembly--no linkage to adjust
- Easy setup
- Accurate, consistent response
- Wide selection of valve types and pipe sizes
- High resolution modulating accuracy



Application

The North American Mfg. Co. 1199 Motorized Direct Acting Valve is designed for highly accurate modulating control of industrial process heating applications. These prepackaged, motorized valves are engineered for precision and are ideal for combustion systems that require dependable, automated control. They are particularly well suited to applications requiring a high degree of modulating accuracy and repeatability and can cost effectively meet your unique flow control requirements. The versatility, performance, accuracy, and superior design of the 1199 motorized valve assemblies can significantly enhance quality and performance.

Description

The 1199 assemblies consist of a high resolution, precision actuator direct-coupled to a characterizable adjustable port or butterfly valve. The direct-coupled feature eliminates the use of valve to actuator linkage, allowing short setup time and eliminating flow changes due to mechanical variations associated with valve linkage. This direct-acting feature also helps improve performance by consistently positioning valves relative to the control signal. The compact, easy to install assembly reduces setup time and greatly simplifies replacement of existing control valves.

Features

Valves are precision built and designed for control of natural gas, oil, or combustion air. Externally visible position indication is standard on all valves and motors. Different valve styles are available in a variety of body and pipe sizes to accommodate system flow requirements and control needs.

Actuators equipped with the high-resolution option have modulating accuracies of up to 300 repetitions through 90 degrees of travel. Drive shaft play is limited to 0.3 degrees. These actuators provide a variety of advanced functions and features. They can accommodate control input signals of 4-20 mA, 0-135 ohm and 0-10 V dc, 0-20 mA. The available output signals include 4-20 mA, 0-135 ohm, 0-10 V dc, 0-20 mA and 0-1000 ohm. All actuators have easily accessible and adjustable auxiliary switches along with zero and span adjustment.

Additional Features

- ▲ Electronic linearization feature for butterfly valves
- ▲ Two limit switches, one auxiliary "closed-position" switch, plus three additional auxiliary switches
- ▲ 24 V and 120 V models approved to UL, CSA standards, and 220 V models approved to CE standards
- ▲ Field reversible
- ▲ Various running times
- ▲ Low hysteresis actuator and potentiometer gearing
- ▲ Selection of input and output signals
- ▲ Drive shaft and cam drum engagement clutches
- ▲ Field replaceable circuit boards
- ▲ Split range, parallel, master slave operation
- ▲ Adjustable input signal override function
- ▲ Auto/manual selector switch
- ▲ Manual forward/reverse toggle switch
- ▲ NEMA 1, 2, 3, 3R, 3S, 5, 12, 13

1199-04 Series

The 1199-04 adjustable port valve assemblies are designed for control of combustion air up to 3 psi and temperatures up to 300 F. They are not for tight shutoff and cannot be used for fuel gases. The 1199-04 series have an adjustable port feature. These low torque, rotary plug valves have a manually adjustable curtain design that can change the valve port area while still utilizing 100% of valve stroke. Turning the curtain adjusting knob changes port opening so valve can constitute optimum resistance in the system for preferred control characteristics without compromising resolution because control valve travel has not been reduced. This feature allows custom sizing of valve port relative to downstream resistances to match specific system requirements. For additional specifications and sizing information see 1004 literature*.

Selection:

Determine valve designation (see 1004 literature* for sizing information) and actuator model designation (see "Actuator Selection" section [see 1615 literature† for additional information]). After determining valve and actuator that is desired, use the following 1199-04 Selection Chart to designate the 1199-04 series motorized valve assembly.

1199-04 Selection Chart

1199	1615-AQ	1615-BQ	1615-DQ	1615-EQ	1615-FQ	1615-HQ	1615-JQ	1615-KQ	1615-LQ	1615-MQ
1004-3-BQ	1199-3-BA-04	1199-3-BA-04	1199-3-BA-04	1199-3-BA-04	1199-3-BA-04	1199-3-BA-04	1199-3-BA-04	1199-3-BA-04	1199-3-BA-04	1199-3-BA-04
1004-4-BQ	1199-4-BA-04	1199-4-BA-04	1199-4-BA-04	1199-4-BA-04	1199-4-BA-04	1199-4-BA-04	1199-4-BA-04	1199-4-BA-04	1199-4-BA-04	1199-4-BA-04
1004-4-CQ	1199-4-CA-04	1199-4-CA-04	1199-4-CA-04	1199-4-CA-04	1199-4-CA-04	1199-4-CA-04	1199-4-CA-04	1199-4-CA-04	1199-4-CA-04	1199-4-CA-04
1004-5-CQ	1199-5-CA-04	1199-5-CA-04	1199-5-CA-04	1199-5-CA-04	1199-5-CA-04	1199-5-CA-04	1199-5-CA-04	1199-5-CA-04	1199-5-CA-04	1199-5-CA-04
1004-6-CQ	1199-6-CA-04	1199-6-CA-04	1199-6-CA-04	1199-6-CA-04	1199-6-CA-04	1199-6-CA-04	1199-6-CA-04	1199-6-CA-04	1199-6-CA-04	1199-6-CA-04
1004-6-DQ	1199-6-DA-04	1199-6-DA-04	1199-6-DA-04	1199-6-DA-04	1199-6-DA-04	1199-6-DA-04	1199-6-DA-04	1199-6-DA-04	1199-6-DA-04	1199-6-DA-04
1004-7-DQ	1199-7-DA-04	1199-7-DA-04	1199-7-DA-04	1199-7-DA-04	1199-7-DA-04	1199-7-DA-04	1199-7-DA-04	1199-7-DA-04	1199-7-DA-04	1199-7-DA-04
1004-8-DQ	1199-8-DA-04	1199-8-DA-04	1199-8-DA-04	1199-8-DA-04	1199-8-DA-04	1199-8-DA-04	1199-8-DA-04	1199-8-DA-04	1199-8-DA-04	1199-8-DA-04

1199-04 Selection Example:

For a packaged assembly consisting of the 1004-5-CQ‡ valve size with a 1615-HQ‡ actuator select, 1199-5-CH-04.

* Specifications 1004-14: Adjustable port air valves—specities; Bulletin 1008: Adjustable port valves; Instructions & Parts List 1008-4-14: Instructions and parts list.

† Bulletin 1615: Actuator/Control Motor selection; Sheet 1615-1: 1615 Actuator/Control Motor Features/Benefits; Instruction Manual 1615: Installation and Operation Manual and specification.

‡ The 1004 designation suffix "Q" not found in the standard 1004 literature indicates the special direct-coupled model required with the 1199 assembly. The 1615 designation suffix "Q" not found in the standard 1615 literature indicates the special "face mounting" model required for the 1199 assembly.

1199-08 Series

The 1199-08 adjustable port valve assemblies are designed for control of natural gas and oil for pressures up to 125 psi and temperatures up to 400 F. They are not for tight shutoff. The 1199-08 series have an adjustable port feature. These low torque, rotary plug valves have a manually adjustable curtain design that can change the valve port area while still utilizing 100% of valve stroke. Turning the curtain adjusting knob changes port opening so valve can constitute optimum resistance in the system for preferred control characteristics without compromising resolution because control valve travel has not been reduced. This feature allows custom sizing of valve port relative to downstream resistances to match specific system requirements. For additional specifications and sizing information see 1008 literature§.

Selection:

Determine valve designation (see 1008 literature§ for sizing information) and actuator model designation (see "Actuator Selection" section [see 1615 literature† for additional information]). After determining valve and actuator that is desired, use the following 1199-08 Selection Chart to designate the 1199-08 series motorized valve assembly.

1199-08 Selection Chart

1199	1615-AQ	1615-BQ	1615-DQ	1615-EQ	1615-FQ	1615-HQ	1615-JQ	1615-KQ	1615-LQ	1615-NQ
1008-02Q	1199-02A-Q	1199-02B-Q	1199-02D-Q	1199-02E-Q	1199-02F-Q	1199-02H-Q	1199-02J-Q	1199-02K-Q	1199-02L-Q	1199-02N-Q
1008-01Q	1199-01A-Q	1199-01B-Q	1199-01D-Q	1199-01E-Q	1199-01F-Q	1199-01H-Q	1199-01J-Q	1199-01K-Q	1199-01L-Q	1199-01N-Q
1008-00Q	1199-00A-Q	1199-00B-Q	1199-00D-Q	1199-00E-Q	1199-00F-Q	1199-00H-Q	1199-00J-Q	1199-00K-Q	1199-00L-Q	1199-00N-Q
1008-1Q	1199-1A-Q	1199-1B-Q	1199-1D-Q	1199-1E-Q	1199-1F-Q	1199-1H-Q	1199-1J-Q	1199-1K-Q	1199-1L-Q	1199-1N-Q
1008-2Q	1199-2A-Q	1199-2B-Q	1199-2D-Q	1199-2E-Q	1199-2F-Q	1199-2H-Q	1199-2J-Q	1199-2K-Q	1199-2L-Q	1199-2N-Q
1008-3Q	1199-3A-Q	1199-3B-Q	1199-3D-Q	1199-3E-Q	1199-3F-Q	1199-3H-Q	1199-3J-Q	1199-3K-Q	1199-3L-Q	1199-3N-Q
1008-4Q	1199-4A-Q	1199-4B-Q	1199-4D-Q	1199-4E-Q	1199-4F-Q	1199-4H-Q	1199-4J-Q	1199-4K-Q	1199-4L-Q	1199-4N-Q
1008-5Q	1199-5A-Q	1199-5B-Q	1199-5D-Q	1199-5E-Q	1199-5F-Q	1199-5H-Q	1199-5J-Q	1199-5K-Q	1199-5L-Q	1199-5N-Q
1008-6Q	1199-6A-Q	1199-6B-Q	1199-6D-Q	1199-6E-Q	1199-6F-Q	1199-6H-Q	1199-6J-Q	1199-6K-Q	1199-6L-Q	1199-6N-Q
1008-7Q	1199-7A-Q	1199-7B-Q	1199-7D-Q	1199-7E-Q	1199-7F-Q	1199-7H-Q	1199-7J-Q	1199-7K-Q	1199-7L-Q	1199-7N-Q
1008-8Q	1199-8A-Q	1199-8B-Q	1199-8D-Q	1199-8E-Q	1199-8F-Q	1199-8H-Q	1199-8J-Q	1199-8K-Q	1199-8L-Q	1199-8N-Q

1199-08 Selection Example:

For a packaged assembly consisting of the 1008-5Q^Δ valve size with a 1615-HQ[†] actuator, select 1199-5H-08.

† Bulletin 1615: Actuator/Control Motor selection; Sheet 1615-1: 1615 Actuator/Control Motor Features/Benefits; Instruction Manual 1615: Installation and Operation Manual and specification.

Δ The 1008 designation suffix "Q" not found in the standard 1008 literature indicates the special direct-coupled model required with the 1199 assembly. The 1615 designation suffix "Q" not found in the standard 1615 literature indicates the special "face mounting" model required for the 1199 assembly.

§ Bulletin 1008: Adjustable Port Valves; Capacities 1008: Adjustable Port Valve capacities; Sheet 1008-1: High Pressure capacities; Instructions & Parts List 1008-4-14: Instructions and Parts List; Specifications 1008: Specifications; Sheet 1008-3: Lubrication.

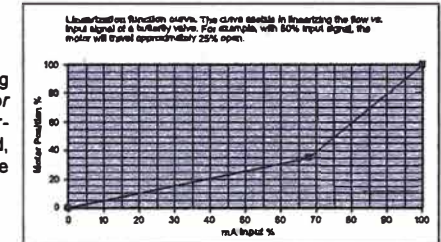
1199-26 Series

The 1199-26 butterfly valve assemblies are designed for control of natural gas as well as air for pressures up to 25 psi (depending on size) and temperatures up to 400 F. They are not for tight shutoff. Butterfly valves have no appreciable pressure drop when wide open in full size pipe allowing efficient handling of flows and velocities of normal combustion systems. For additional specifications and sizing information see 1126 literature□.

Electronic Linearization Function (available on the 1615-HQ and 1615-KQ models only). The circuit board electronically converts the input signal to match the flow characteristics of a typical butterfly valve. Consequently, the actuator will make smaller rotational movements when subjected to lower input signals and larger rotational movements when subjected to higher input signals. For example (based on a 90° modulating range), a change in input signal from 4 to 8 mA (25% increase) will cause a rotational movement of 11.25°. An equal signal change from 16 to 20 mA will cause a rotational movement of 45°. The linearization function can easily be enabled or disabled by re-positioning a jumper on the circuit board.

Selection:

Determine valve designation (see 1126 literature□ for sizing information) and actuator model designation (see "Actuator Selection" section [see 1615 literature† for additional information]). After determining valve and actuator that is desired, use the following 1199-26 Selection Chart to designate the 1199-26 series motorized valve assembly.



1199-26 Selection Chart

1199	1615-AQ	1615-BQ	1615-DQ	1615-EQ	1615-FQ	1615-HQ	1615-JQ	1615-KQ	1615-LQ	1615-NQ
1126-0Q	1199-0A-Q	1199-0B-Q	1199-0D-Q	1199-0E-Q	1199-0F-Q	1199-0H-Q	1199-0J-Q	1199-0K-Q	1199-0L-Q	1199-0N-Q
1126-1Q	1199-1A-Q	1199-1B-Q	1199-1D-Q	1199-1E-Q	1199-1F-Q	1199-1H-Q	1199-1J-Q	1199-1K-Q	1199-1L-Q	1199-1N-Q
1126-2Q	1199-2A-Q	1199-2B-Q	1199-2D-Q	1199-2E-Q	1199-2F-Q	1199-2H-Q	1199-2J-Q	1199-2K-Q	1199-2L-Q	1199-2N-Q
1126-3Q	1199-3A-Q	1199-3B-Q	1199-3D-Q	1199-3E-Q	1199-3F-Q	1199-3H-Q	1199-3J-Q	1199-3K-Q	1199-3L-Q	1199-3N-Q
1126-4Q	1199-4A-Q	1199-4B-Q	1199-4D-Q	1199-4E-Q	1199-4F-Q	1199-4H-Q	1199-4J-Q	1199-4K-Q	1199-4L-Q	1199-4N-Q
1126-5Q	1199-5A-Q	1199-5B-Q	1199-5D-Q	1199-5E-Q	1199-5F-Q	1199-5H-Q	1199-5J-Q	1199-5K-Q	1199-5L-Q	1199-5N-Q
1126-6Q	1199-6A-Q	1199-6B-Q	1199-6D-Q	1199-6E-Q	1199-6F-Q	1199-6H-Q	1199-6J-Q	1199-6K-Q	1199-6L-Q	1199-6N-Q
1126-7Q	1199-7A-Q	1199-7B-Q	1199-7D-Q	1199-7E-Q	1199-7F-Q	1199-7H-Q	1199-7J-Q	1199-7K-Q	1199-7L-Q	1199-7N-Q
1126-7-FQ	1199-7A-26F	1199-7B-26F	1199-7D-26F	1199-7E-26F	1199-7F-26F	1199-7H-26F	1199-7J-26F	1199-7K-26F	1199-7L-26F	1199-7N-26F
1126-8Q	1199-8A-Q	1199-8B-Q	1199-8D-Q	1199-8E-Q	1199-8F-Q	1199-8H-Q	1199-8J-Q	1199-8K-Q	1199-8L-Q	1199-8N-Q
1126-8-FQ	1199-8A-26F	1199-8B-26F	1199-8D-26F	1199-8E-26F	1199-8F-26F	1199-8H-26F	1199-8J-26F	1199-8K-26F	1199-8L-26F	1199-8N-26F
1126-9Q	1199-9A-Q	1199-9B-Q	1199-9D-Q	1199-9E-Q	1199-9F-Q	1199-9H-Q	1199-9J-Q	1199-9K-Q	1199-9L-Q	1199-9N-Q
1126-10Q	1199-10A-Q	1199-10B-Q	1199-10D-Q	1199-10E-Q	1199-10F-Q	1199-10H-Q	1199-10J-Q	1199-10K-Q	1199-10L-Q	1199-10N-Q
1126-12Q	1199-12A-Q	1199-12B-Q	1199-12D-Q	1199-12E-Q	1199-12F-Q	1199-12H-Q	1199-12J-Q	1199-12K-Q	1199-12L-Q	1199-12N-Q
1126-14Q	1199-14A-Q	1199-14B-Q	1199-14D-Q	1199-14E-Q	1199-14F-Q	1199-14H-Q	1199-14J-Q	1199-14K-Q	1199-14L-Q	1199-14N-Q
1126-16Q	1199-16A-Q	1199-16B-Q	1199-16D-Q	1199-16E-Q	1199-16F-Q	1199-16H-Q	1199-16J-Q	1199-16K-Q	1199-16L-Q	1199-16N-Q

1199-26 Selection Example:

For a packaged assembly consisting of the 1126-5Q[○] valve size with a 1615-HQ[○] actuator, select 1199-5H-26.

† Bulletin 1615: Actuator/Control Motor selection; Sheet 1615-1: 1615 Actuator/Control Motor Features/Benefits; Instruction Manual 1615: Installation and Operation Manual and specification.

○ The 1126 designation suffix "Q" not found in the standard 1126 literature indicates the special direct-coupled model required with the 1199 assembly. The 1615 designation suffix "Q" not found in the standard 1615 literature indicates the special "face mounting" model required for the 1199 assembly.

□ Bulletin 1123/24/26: Butterfly Valves.

Actuator Selection

Select desired running time, operating voltage, control/feedback options, and modulating accuracy to specify actuator designation. Use *Table B* to specify actuator designation (see 1615 literature† for additional information and specifications).

Table A.

NA designation (1)	Torque, in.-lb/ running time, sec. (2) (3)	Operating voltage V ac	Input control/ circuit board (5)	Feedback signal	Potentiometer, ohm/deg. travel (6)	Zero and span adjustment	Modulating accuracy (9)
1615-A	140 / 12	110-120	4 to 20 mA	none	1000 / 135	Yes	225
1615-B	140 / 25	110-120	4 to 20 mA	none	1000 / 90	Yes	225
1615-C	140 / 25	24	(4)	135 ohm	135 / 135	No	N/A (4)
1615-D	200 / 25	110-120	4 to 20 mA	none	1000 / 90	Yes	225
1615-E	200 / 25	110-120	4 to 20 mA	1000 ohm	1000 / 90	Yes	225
1615-F	310 / 37	110-120	4 to 20 mA	none	1000 / 135	Yes	225
1615-G	310 / 37	110-120	(4)	135 ohm	135 / 135	No	N/A (4)
1615-H	310 / 37	110-120	(5)	(7)	1000 / 135	Yes	300
1615-I	310 / 37	110-120	Floating	none	none / 160	No	N/A
1615-J	310 / 37	220-240	4 to 20 mA	none	1000 / 135	Yes	225
1615-K	310 / 50	220-240	(5)	(7)	1000 / 90	Yes	300
1615-L	310 / 50	110-120	4 to 20 mA	none	1000 / 135	Yes	225
1615-N	140 / 25	220-240	4 to 20 mA	none	1000 / 90	Yes	225

- (1) All 24 V ac and 110 V ac actuators are UL recognized and CSA certified. 220 V ac actuators are CE approved.
 (2) Actuator shafts are 3/16" square for torques at or below 310 in.-lb; 0.55" circular for a torque of 350 in.-lb.
 (3) All running times are based upon 60 Hz current usage at 90°. Multiply stated running time by 1.5 for 135° travel running time.
 (4) Position proportional control (i.e. AC voltage control).
 (5) All inputs/outputs, linearization, split ranging, and preset positioning.
 (6) All actuators will contain 2 limit and 4 auxiliary SPDT switches.
 (7) Actuators with the multi-function circuit board will have the following output signals: 4-20 mA, 0-10 V dc, and 0-20 mA.
 (8) All actuators will use red scale indication with the double switch cam indicators.
 (9) Stated as the number of actuator repositions during full span of travel.

Actuator Selection Example:

Select a 1615-H for a 120 V, 37 second, high resolution actuator with all input/output and multi function options.
 Note: add suffix "Q" to the 1615 model designation (example: 1615-HQ) to indicate the special "face mounting" model required for the 1199 assembly.

1615-HQ will be the actuator designation when using the 1199 selection chart (see 1199 Selection section).

† Bulletin 1615: Actuator/Control Motor selection; Sheet 1615-1: 1615 Actuator/Control Motor Features/Benefits; Instruction Manual 1615: Installation and Operation Manual and specification.

WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters recommendations, and care in operation.

North American Mfg. Co., 4455 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5600 USA, Tel: +1.216.271.6000, Fax: +1.216.641.7852
 email: sales@namfg.com • www.namfg.com

8773 Flexible hoses for gas, oil, steam, and compressed air are ideal for applications requiring a high degree of flexibility with absolute tightness and protection against bursting.

The overall length of each hose is sufficient for about 1/4" maximum vibration. It is suggested that a 8775 Quick Disconnect Coupling be used between the hose and a burner.

Hose designation	pipe size (mpt)	dimensions in inches			max. static offset of pipes	max. pressure psi		wt. lb	construction
		overall length	minimum bend radius	min. inside dia. of bend		at 70F	at 400F		
8773-03-TT/B24	1/4	24	2	—	7	3000	2250	1	Teflon hose,
8773-02-TT/B24	3/8	24	4	—	5 1/2	2500	1870	1 1/2	stainless steel braid,
8773-01-TT/B24	1/2	24	5.2	—	4 1/2	2000	1500	2	brass connections
8773-0-TT/B24	3/4	24	—	13	—	450	300	2 1/2	bronze hose,
8773-0-TT/B36	3/4	36	—	13	—	450	330	3 1/2	bronze braid,
8773-0-TT/B60	3/4	60	7.7	—	—	450	330	5 1/2	brass connections
8773-1-TT/B36	1	36	—	16	—	375	280	4 1/2	



Figure 1. Flexible hose with male pipe threads brazed on each end, normally connected to a pipe supply on one end and an 8775 Quick Disconnect coupling on a burner at the other end.

8775 Quick Disconnect Coupling for oil, compressed air, gas

Quick Disconnect Couplings for 8773 Flexible Hoses permit instant coupling or uncoupling of the hose by pulling back a knurled sleeve. An automatic shutoff in each half eliminates leakage when disconnected.

The coupling consists of a cadmium plated steel socket with female pipe threads and a cadmium plated steel plug with male pipe threads.

The seal is Viton A. The coupling is suitable up to 280 F with 50 psi gas or 500 psi oil or air.

ΔP psig	flow of 35 SSU #2 oil in gph			weight, lb
	120	240	360	
8775-02	0.49	2.30	5.50	0.5
8775-01	0.25	0.99	2.20	0.8
8775-0	0.08	0.28	0.64	1.3
8775-1	—	0.02	0.22	2.0



Figure 2. 8775 Socket and plug.

This model has a two-stage poppet valve to allow connection against pressure.

8777 and 8777H SST Flexible Pipe Nipples for low pressure air and gas

Flexible pipe nipples simplify and speed installation of piping by allowing some "give and take" in length and alignment. They also prevent damage to regulators, valves, blowers, burners, and accessories by eliminating stresses caused by vibration, misalignment, and thermal expansion. 8777 Nipples are made of corrugated, unbraided SST tubing with steel nipples brazed to each end.

Lengths offered are sufficient for about 3/16" maximum vibration or about 1/4" static offset of misaligned pipes. When 8777 Flexible Nipples are used to connect misaligned pipes, they should be bent to approximately the required shapes before installation to avoid stressing burner or piping when union or flange is tightened. Maximum temperature for 8777 Nipples is 800 F.

For temperatures up to 1100 F, specify 8777H, which has SST nipples assembled by welding (instead of brazing).

Note: These flex connections are not intended for use with fluids corrosive to 321 SST, especially fluids with high concentrations of fluorides and/or chlorides or fluids containing certain waste that may have a mixture of chemicals, that when combined with high temperatures, may produce corrosive effects. If the use of 321 SST cannot be determined by previous experience with the fluid in question, a metals handbook should be referenced to determine corrosion resistance with consideration to the principal corrosive(s) in the fluid, the concentration of the corrosive(s), any other known or suspected impurities, the temperature, the presence of oxygen or other gases and whether the corrosive will be present continuously or intermittently.

Working Pressure: Maximum working pressure for sizes up to 2" are based on a 4 to 1 safety factor. 2 1/2" through 6" sizes are based on a 3 to 1 safety factor. See table.

Test and working pressure for 8777 and 8777H

8777 and 8777H	max. test press. (psi at 68 F)	max. work press. (psi at 68 F)
-01 (1/2")	15	10
-0 (3/4")	15	10
-1 (1")	15	10
-2 (1 1/4")	15	10
-3 (1 1/2")	15	10
-4 (2")	15	10
-5 (2 1/2")	13	8.75
-6 (3")	11	7.5
-7 (4")	7.5	3
-8 (6")	5	3

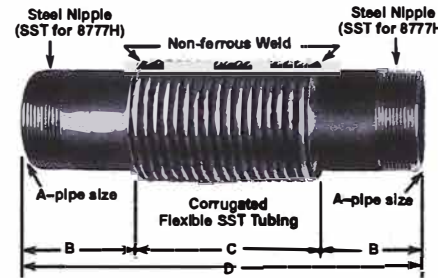


Figure 3. 8777 and 8777H Flexible Pipe Nipple

Nipple designation	dimensions in inches					equivalent pipe lengths, ft			weight, lb	
	A mpt	B	C	D	constant flexure	permanent bend	straight	45° bend, minimum radius		90° bend, minimum radius
8777 & 8777-01-H	1/2	1 1/2	4 1/4	7 1/4	10 1/2	2	4 1/2	7	10	1/4
8777 & 8777-0-H	3/4	1 1/2	4 1/4	7 1/4	10 1/2	2	4 1/2	7	10	3/4
8777 & 8777-1-H	1	2	5	9	12	3	5	8	11	1
8777 & 8777-2-H	1 1/4	2	7	11	10 1/2	3 1/2	6	9	12	1 1/2
8777 & 8777-3-H	1 1/2	2	7	11	12 1/2	4 1/2	6 1/2	—	—	2
8777 & 8777-4-H	2	2 1/4	9	13 1/2	11	5	7 1/2	—	—	3 1/2
8777 & 8777-5-H	2 1/2	2 1/4	10	14 1/2	13	5 1/2	8	—	—	4
8777 & 8777-6-H	3	2 3/4	11	16 1/2	15	6	9	—	—	5
8777 & 8777-7-H	4	2 3/4	14 1/2	20	23	11	11	—	—	10
8777 & 8777-8-H	6	3	14 1/2	20 1/2	39	20	14	—	—	19

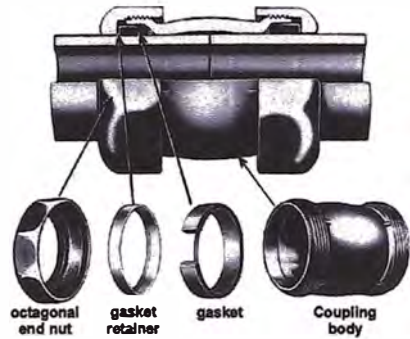
Note: for pipe sizes 8" through 30" refer to Sheet 8782A-1

8778 Pipe Couplings for high or low pressure air or gas

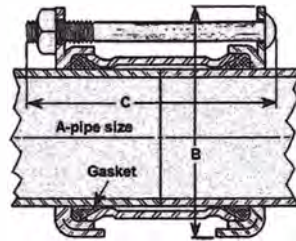
These Dresser type "no thread" fittings permit speedy piping assembly in spite of small variations in pipe length and alignment. Breaking into a pipe for maintenance is also simplified. A resilient gasket provides permanent flexibility unobtainable with screwed type unions.

Maximum temperature: 215 F.

Maximum operating pressure: 150 psi for sizes through 2", 600 psi for larger sizes.

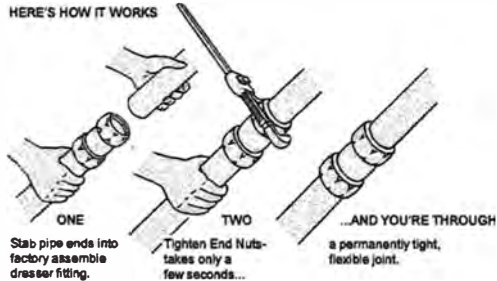


8778-01 thru -4



8778-5,-6,-7

HERE'S HOW IT WORKS



Coupling designation	dimensions in inches			weight, lb
	pipe size A	max. OD B	length C	
8778-01	1/2	1 11/32	5 9/16	0.4
8778-0	3/4	1 27/32	2 21/32	0.6
8778-1	1	2 1/16	2 11/16	0.8
8778-2	1 1/4	2 5/8	3 1/4	1.3
8778-3	1 1/2	2 9/16	3 9/16	1.6
8778-4	2	3 13/32	3 7/8	2.6
8778-5	2 1/2	7	8 1/2	13
8778-6	3	7 7/8	8 1/2	15
8778-7	4	8 3/4	8 1/2	19

8779 Pipe Connectors for low pressure air

These Morris type compression pipe couplings offer a simple, fast means of connecting two air pipes of the same size. They provide all the convenience of a flange or union without the necessity of cutting pipe threads and without carefully cut pipe lengths.

These connectors can be easily installed on plain end, threaded, or grooved pipe (or a combination of these) to provide a permanent joint. The band type construction holds the entire surface of the joint in uniform compression. The connector consists of a heavy gauge zinc-coated outer shell; a rust resistant steel inner sleeve with precision die-cut teeth that form a tight, complete seal when the outer shell tightened; and a precision die-cut gasket-liner of higher grade rubber.

Maximum temperature: 250 F

Maximum pressure: 10 psi

Connector designation	dimensions in inches			approximate weight, lb
	A	B	C	
8779-4	2	4	4 3/16	3
8779-5	2 1/2	4	4 11/16	3 1/2
8779-6	3	4	5 13/32	3 1/2
8779-7	4	4	6 13/32	4 1/2
8779-8	6	6	8 1/16	8 1/2
8779-9	8	8	11 1/2	13 1/2

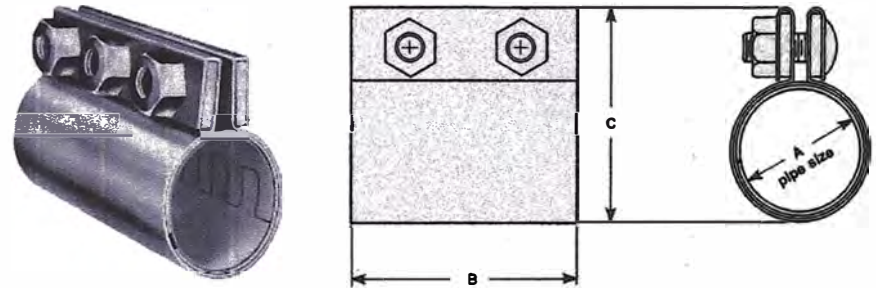


Figure 5. Pipe connector for convenient joining of low pressure air pipes

DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSION(S) CRITICAL.

WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters recommendations, and care in operation.

North American Mfg. Co., 4455 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5600 USA, Tel: +1.216.271.6000, Fax: +1.216.641.7852
email: sales@namfg.com • www.namfg.com

May 1999

Adapters simplify installation of standard flame detectors on North American burners. They also facilitate access to detectors for servicing.

Most adapters include a cooling air connection. All include a fitting that permits removal of detector without twisting or disconnecting wires, except 8836 and 8837 Adapters, which are used with detectors that have built-in unions.

Selection. From Table A (below): Determine adapter number (based on detector to be used). From Table C (page 2): Determine suffix letter (based on burner to be used).

Examples: For Honeywell C7027A on a 6514 Burner, specify 8836-D Adapter.

For Honeywell C7007A on a 4422-4 Burner, specify 8832-B Adapter.

Combinations not available: 8832-L and 8836-L, because 8832-P and 8836-D can be used with small detectors without the necessity of a long (L) adapter for clearance.

See Page 4 for Series R Adapters for smaller size Flame Detectors.



Table A. FLAME DETECTOR ADAPTER NUMBERS for various Flame Detectors

Flame Detector	Device Connection	Notes	Adapter No.
Honeywell C7007A	1/2" male	-	8832
Honeywell C7004B	1 1/4" female	Angle type, incl. obs. port	8833
Honeywell C7012A and E	3/4" female	Ultraviolet	8835
Honeywell C7027A	1/2" female	Ultraviolet	8836
Honeywell C7035A, C7012C and F	1" female	Ultraviolet	8837

NOTE: Some Honeywell flame detectors that do not fit or are not recommended with North American burners are: C7004B1002, 1010, and 1028, C7004B5, C7007A2, C7008A, C7009.

Table B. Flame Detector Adapter Numbers for various UV Flame Detectors

Following detectors have not been tested extensively in North American laboratories; thus, signal strengths and application suitability are not known. (Detector manufacturer can furnish much of this information.) The adapter listed physically fits detector to burner when appropriate suffix letter from Table C is specified.

Flame Detector	Device Connection	Adapter No.
Pyronics 4350B, 7150	1" female pipe thread	8837
PCI, PCII	3/4" female pipe thread	8835-R
Barber Colman 1291, 1292	3/4" female pipe thread	8835
Fireye 45UV1, 45UV5	1" female pipe thread	8839-R
UV-1A	1/2" female pipe thread	8836
UV-2	3/8" female pipe thread	8831-R
45UV2	3/4" pipe slip fit	8835
45UV3	(not pressure sealed)	
48PT1, 48PT2	3/4" female pipe thread	8836
Bailey Meter UF 10	2" pipe thread	consult North American

Adapters do not include detectors--order separately.

Table C. ADAPTER SUFFIX LETTERS for North American Burners

4343.....	⊙	4724.....	8838-E⊙	5514.....	D	8527-7.....	A
4422-2 thru -8.....	B	4725.....	8838-E⊙	5795.....	D	6562.....	H
4422-7-A thru -6-A.....	A	4726.....	C	5798.....	B	8570 Pilot.....	B
4423, 4424.....	B	4762.....	B	5819.....	G⊙	6570 Main Flame.....	D
		4777.....	H			6575.....	B
4425-2 thru -8.....	B	4795.....	D	6421.....	B		
4425-7-A thru -6-A.....	A	4796.....	B	6422-2 thru -6.....	B	6736.....	B
4431-6-A.....	B			6422-7-A thru -8-A.....	A	6758.....	B
4442, 4442A.....	A	4808.....	B	6423.....	B	6795.....	D
		4818.....	G⊙	6425-2 thru -6.....	B		
4514.....	D	4819.....	G⊙			6819.....	G⊙
4545-8 thru -6.....	D	4825.....	F⊙	6425-7-A thru -6-A.....	A	6820.....	G⊙
4545-9 UV only.....	A	4828.....	B	8427-8-A.....	B	6825.....	F⊙
4558/4558 -V.....	B	4831.....	B	6435.....	B⊙	6832.....	B
		4832, 4833, 4836.....	B	6514.....	D	6833.....	B
4630 w/4630-P.....	J	4841.....	B	8520.....	D	6836.....	B
4630 w/4021-15 or -18.....	M					6841.....	B
4659.....	B	5422-2 thru -6.....	B	6521.....	D	6843.....	B
4682.....	H	5422-7-A thru -8-A.....	A	6526.....	B	6855.....	B

⊙ Adapters do not include detectors--order separately.

⊙ Use only C7035A UV with 8837-F or -G Adapter because of ambient temperature considerations.

⊙ Or Series R. Also, R can be used in place of any A or B.

⊙ If flame supervision is mounted, Sansitrol® Oil Valve cannot be close-connected because of interference with handle.

⊙ See Sheet 4343-3 for TwinBed® II flame detector assemblies.

RADIANT TUBE BURNERS

Flame supervision can be used with 4724 and 4725 Radiant Tube Burners. The 8838-E-UV Adapter-Detector assembly includes a C7035A-1080 Detector and 8790-0 Observation Port.

The 8838-E-UV assembly is threaded into the back of a standard 4724 or 4725 Burner in place of its observation port. An integral observation port is mounted in the upper leg of the "Y", while the lower leg holds the C7035A Detector.

The "Y" fitting can be removed without disturbing the quartz sealing lens in the front of the adapter.

Since no burner modification is involved, an 8838-E-UV Adapter-Detector can be added to many existing burners.

A radiant tube burner flame supervision concept must take into account the fact the UV detector will not pick up the pilot flame. Sequence begins trial for ignition simultaneously with both pilot and main flame.

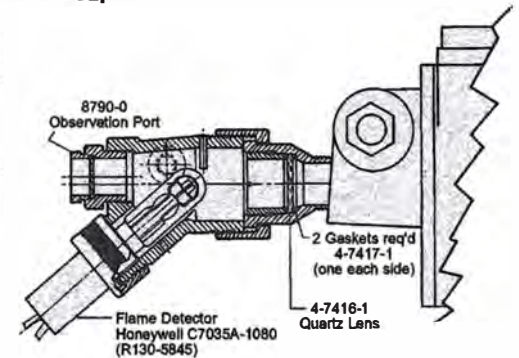
During operation, direct spark ignition or gas pilot must be interrupted after normal ignition interval. Pilot air can be left on under all normal operating conditions.

When replacing a UV detector in the field, remove black shield from C7035A-1080 UV tube to allow adequate signal strength. Position detector tube for maximum grid exposure with upright plates at sides.

8838-E-UV Adapter

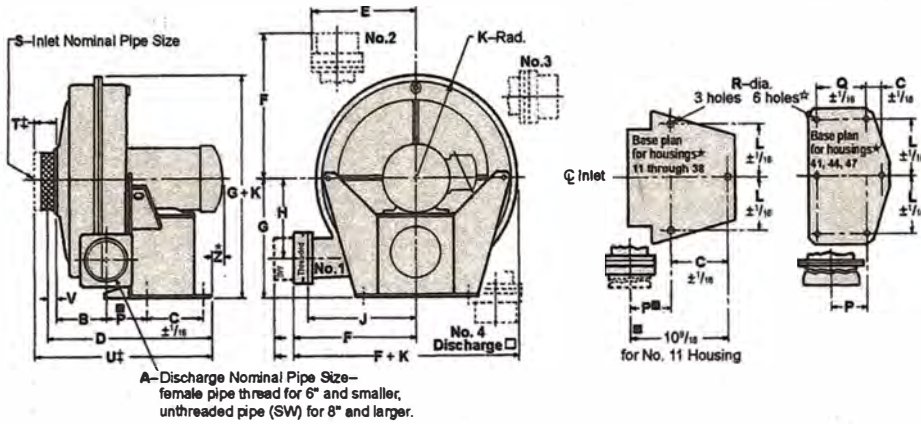


To order, specify: 8838-E-UV Flame Adapter-Detector including C7035A-1080 UV Detector, or 8838-E Flame Detector Adapter only.



Series 2300
DIRECT DRIVE TURBO BLOWERS
Dimensions 2300-D

December 2007

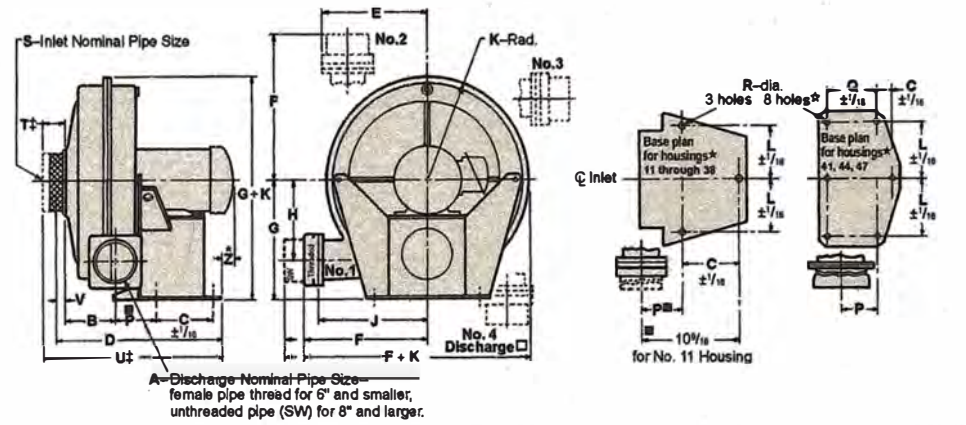


DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSION(S) CRITICAL.

All dimensions are in inches. Dimensions shown apply only to blowers with T-frame motors. Consult North American Mfg. Co. for dimensions of blowers with other motors.

Blower Designation*	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	P	Q	R	S	T	U	V	Z*	F+K	G+K
2304-11/1-3D	2 1/2	1 1/8	10 1/8	13 1/8	7 1/8	9 1/8	8 1/8	5 1/8	8 1/2	7	2 1/2	3	3/4	3	4	16 1/8	3/4	16 1/8	15 1/4	16 1/8	15 1/4
2304-44/1-10D	18 1/2	1 1/8	5 1/2	32 1/8	28	42 1/8	31 1/2	18 1/8	34	27 1/8	23 1/8	9 1/4	17 1/8	1	16	3 1/2	32 1/8	3 1/8	69 1/8	58 1/4	
2308-11/3-T5D	2 5/8	3/8	10 1/8	15 1/8	7 1/8	9 1/8	8 1/8	5 1/8	8 1/2	7	2 1/2	3	3/4	3	4	18 1/8	3/4	16 1/8	15 1/4	16 1/8	15 1/4
2308-14/1-5D	3 5/8	2 1/8	6	13 1/8	10 1/8	13 1/8	12 1/8	8 1/8	11 1/8	10 1/8	5 1/2	3 1/8	3/4	3	4	16 1/8	1 1/8	23 1/8	22 1/8	23 1/8	22 1/8
2308-14/1-7.5D	3 5/8	2 1/8	6	13 1/8	10 1/8	13 1/8	12 1/8	8 1/8	11 1/8	10 1/8	5 1/2	3 1/8	3/4	3	4	16 1/8	1 1/8	23 1/8	22 1/8	23 1/8	22 1/8
2308-14/1-1D	3 5/8	2 1/8	6	13 1/8	10 1/8	13 1/8	12 1/8	8 1/8	11 1/8	10 1/8	5 1/2	3 1/8	3/4	3	4	16 1/8	1 1/8	23 1/8	22 1/8	23 1/8	22 1/8
2308-17/1-1D	4 5/8	2 1/8	6	14 1/8	11	13 1/8	12 1/8	8 1/8	11 1/8	10 1/8	5 1/2	4	3/4	3	4	17 1/8	1 1/8	23 1/8	22 1/8	23 1/8	22 1/8
2308-17/1-1.5D	6 5/8	2 1/8	6	14 1/8	12	16 1/8	12 1/8	8 1/8	11 1/8	10 1/8	5 1/2	4	3/4	3	4	17 1/8	1 1/8	27 1/8	22 1/8	27 1/8	22 1/8
2308-24/1-2D	6 5/8	3 1/8	4 1/8	16	13 1/8	15 1/8	13 1/8	9	13 1/8	12 1/8	6	5 1/8	3/4	3	4	18 1/8	1 1/8	27 1/8	26 1/8	27 1/8	26 1/8
2308-24/1-3D	8 1/8	3 1/8	4 1/8	16	13 1/8	19 1/8	13 1/8	9	13 1/8	12 1/8	6	5 1/8	3/4	3	4	18 1/8	1 1/8	32 1/8	26 1/8	32 1/8	26 1/8
2308-31/1-5D	10 1/8	3 1/8	5 1/8	17 1/8	15 1/8	30 1/8	18 1/8	10 1/8	18	14 1/8	6 1/8	6 1/8	3/4	3	4	20 1/8	1 1/8	45 1/8	33 1/8	45 1/8	33 1/8
2308-31/1-7.5D	10 1/8	3 1/8	5 1/8	17 1/8	15 1/8	30 1/8	18 1/8	10 1/8	18	14 1/8	6 1/8	6 1/8	3/4	3	4	20 1/8	1 1/8	45 1/8	33 1/8	45 1/8	33 1/8
2308-31/1-10D	12 1/8	3 1/8	5 1/8	21 1/8	20 1/8	38 1/8	25 1/8	13 1/8	25	19 1/8	7 1/8	8 1/8	3/4	3	4	23 1/8	2 1/8	58 1/8	45 1/8	58 1/8	45 1/8
2308-44/1-10D	16 1/8	1 1/8	5 1/8	31 1/8	28	45 1/8	31 1/8	18 1/8	34	27 1/8	23 1/8	9 1/4	17 1/8	1	16	3 1/2	32	3 1/8	72 1/8	58 1/4	
2308-44/1-15D	16 1/8	1 1/8	5 1/8	31 1/8	28	45 1/8	31 1/8	18 1/8	34	27 1/8	23 1/8	9 1/4	17 1/8	1	16	3 1/2	32	3 1/8	72 1/8	58 1/4	
2308-44/1-20D	18 1/8	1 1/8	5 1/8	31 1/8	28	45 1/8	31 1/8	18 1/8	34	27 1/8	23 1/8	9 1/4	17 1/8	1	16	3 1/2	32	3 1/8	72 1/8	58 1/4	
2308-44/1-25D	18 1/8	1 1/8	7 1/8	33 1/8	28	45 1/8	31 1/8	18 1/8	34	27 1/8	23 1/8	9 1/4	17 1/8	1	16	3 1/2	32	3 1/8	72 1/8	58 1/4	
2308-44/1-30D	18 1/8	1 1/8	7 1/8	33 1/8	28	45 1/8	31 1/8	18 1/8	34	27 1/8	23 1/8	9 1/4	17 1/8	1	16	3 1/2	32	3 1/8	72 1/8	58 1/4	
2308-47/1-40D	24 1/8	1 1/8	8	39 1/8	33 1/8	54 1/8	35	20 1/8	38	31 1/8	28 1/8	13	22 1/8	1	24	6	40 1/8	4 1/8	85 1/8	66 1/8	
2308-47/1-50D	24 1/8	1 1/8	8	39 1/8	33 1/8	54 1/8	35	20 1/8	38	31 1/8	28 1/8	13	22 1/8	1	24	6	40 1/8	4 1/8	85 1/8	66 1/8	

* Explanation of designation: 2304-11/1-3D means Series 2300, 4 psi pressure, inner housing no. 11, 1 stage, 1/2 hp motor, direct drive.
 † With drip-proof motor, if dimensions are different from TEFC. † With TEFC motor, if dimensions are different from drip-proof.
 * Z = Motor overhang for TEFC motors. There is no overhang for drip-proof motors, except 2320-33/1-40D and 2324-33/1-40D which overhang 1/2".
 ‡ Listed T and U dimensions are for SW inlet. For threaded inlet where S = 3", T = 1 1/2"; S = 4", T = 1 1/2"; S = 6", T = 5". If S is greater than 6", threaded inlet is not available.
 † SW discharge (unthreaded pipe) is included in F. ‡ Discharge Q is 10 1/8" from farthest base hole, for inner housing no. 11.
 ‡ Female pipe thread. If SW discharge (unthreaded pipe) is specified, add 3/16" to F.
 ☆ 5 holes when No. 4 discharge is furnished.
 □ Number 4 discharge position, straight down, can be furnished on special order, a notch having to be cut out of the base at time of assembly, except for blowers with #11 or #35 cases, no modification is required.



All dimensions are in inches. Dimensions shown apply only to blowers with T-frame motors. Consult North American Mfg. Co. for dimensions of blowers with other motors.

Blower Designation*	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	P	Q	R	S	T	U	V	Z*	F+K	G+K
2310-11/4-T5D	2 5/8	4 1/8	10 1/8	16 1/8	7 1/8	9 1/8	8 1/8	5 1/8	8 1/2	7	2 1/2	3	3/4	3	4	20	3/4	16 1/8	15 1/4	16 1/8	15 1/4
2310-19/1-.75D	3 5/8	2 1/8	6 1/8	15 1/8	13 1/8	15 1/8	15 1/8	10 1/8	14	13 1/8	6 1/8	4 1/8	3/4	3	4	18 1/8	1 1/8	28 1/8	28 1/8	28 1/8	28 1/8
2310-19/1-1D	4 5/8	2 1/8	6 1/8	15 1/8	13 1/8	15 1/8	15 1/8	10 1/8	14	13 1/8	6 1/8	4 1/8	3/4	3	4	18 1/8	1 1/8	28 1/8	28 1/8	28 1/8	28 1/8
2310-19/1-1.5D	6 5/8	2 1/8	6 1/8	15 1/8	14 1/8	19 1/8	15 1/8	10 1/8	14	13 1/8	6 1/8	4 1/8	3/4	3	4	18 1/8	1 1/8	32 1/8	28 1/8	32 1/8	28 1/8
2310-19/1-2D	6 5/8	2 1/8	6 1/8	15 1/8	14 1/8	19 1/8	15 1/8	10 1/8	14	13 1/8	6 1/8	4 1/8	3/4	3	4	18 1/8	1 1/8	32 1/8	28 1/8	32 1/8	28 1/8
2310-26/1-.3D	6 5/8	3 1/8	5 1/8	16 1/8	15 1/8	17 1/8	16 1/8	11 1/8	16	14 1/8	7	5 1/8	3/4	3	4	19 1/8	1 1/8	32 1/8	31	32 1/8	31
2310-26/1-.5D	8 1/8	3 1/8	5 1/8	16 1/8	15 1/8	22 1/8	16 1/8	11 1/8	16	14 1/8	7	5 1/8	3/4	3	4	19 1/8	1 1/8	36 1/8	31	36 1/8	31
2310-35/1-7.5D	10 1/8	2 1/8	7 1/8	19 1/8	18 1/8	35 1/8	20 1/8	13 1/8	23	18 1/8	8 1/8	6 1/8	3/4	3	4	22 1/8	1 1/8	54 1/8	39 1/8	54 1/8	39 1/8
2310-21/1-10D	12 1/8	3 1/8	5 1/8	21 1/8	20 1/8	38 1/8	25 1/8	13 1/8	25	19 1/8	7 1/8	8 1/8	3/4	3	4	23 1/8	2 1/8	58 1/8	45 1/8	58 1/8	45 1/8
2310-47/1-40D	20 1/8	1 1/8	8	39 1/8	33 1/8	54 1/8	35	20 1/8	38	31 1/8	28 1/8	13	22 1/8	1	24	—	4 1/8	85 1/8	66 1/8	85 1/8	66 1/8
2310-47/1-50D	24 1/8	1 1/8	8	39 1/8	33 1/8	54 1/8	35	20 1/8	38	31 1/8	28 1/8	13	22 1/8	1	24	—	4 1/8	85 1/8	66 1/8	85 1/8	66 1/8
2312-11/4-T5D	2 5/8	4 1/8	10 1/8	16 1/8	7 1/8	9 1/8	8 1/8	5 1/8	8 1/2	7	2 1/2	3	3/4	3	4	20	3/4	16 1/8	15 1/4	16 1/8	15 1/4
2312-19/1-1D	3 5/8	2 1/8	6 1/8	15 1/8	13 1/8	15 1/8	15 1/8	10 1/8	14	13 1/8	6 1/8	4 1/8	3/4	3	4	18 1/8	1 1/8	28 1/8	28 1/8	28 1/8	28 1/8
2312-19/1-1.5D	4 5/8	2 1/8	6 1/8	15 1/8	13 1/8	15 1/8	15 1/8	10 1/8	14	13 1/8	6 1/8	4 1/8	3/4	3	4	18 1/8	1 1/8	28 1/8	28 1/8	28 1/8	28 1/8
2312-19/1-2D	6 5/8	2 1/8	6 1/8	15 1/8	13 1/8	19 1/8	15 1/8	10 1/8	14	13 1/8	6 1/8	4 1/8	3/4	3	4	18 1/8	1 1/8	32 1/8	28 1/8	32 1/8	28 1/8
2312-26/1-.3D	6 5/8	3 1/8	5 1/8	16 1/8	15 1/8	17 1/8	16 1/8	11 1/8	16	14 1/8	7	5 1/8	3/4	3	4	19 1/8	1 1/8	32 1/8	31	32 1/8	31
2312-26/1-.5D	8 1/8	3 1/8	5 1/8	16 1/8	15 1/8	22 1/8	16 1/8	11 1/8	16	14 1/8	7	5 1/8	3/4	3	4	19 1/8	1 1/8	36 1/8	31	36 1/8	31
2312-35/1-7.5D	8 1/8	2 1/8	7 1/8	19 1/8	18 1/8	35 1/8	20 1/8	13 1/8	23	18 1/8	8 1/8	6 1/8	3/4	3	4	22 1/8	1 1/8	54 1/8	39 1/8	54 1/8	39 1/8
2312-21/1-10D	10 1/8	2 1/8	7 1/8	19 1/8	18 1/8	35 1/8	20 1/8	13 1/8	23	18 1/8	8 1/8	6 1/8	3/4	3	4	22 1/8	1 1/8	54 1/8	39 1/8	54 1/8	39 1/8
2312-21/1-15D	12 1/8	3 1/8	5 1/8	22 1/8	20 1/8	38 1/8	25 1/8	13 1/8	25	19 1/8	7 1/8	8 1/8	3/4	3	4	23 1/8	2 1/8	58 1/8	45 1/8	58 1/8	45 1/8
2312-21/1-15D	12 1/8	3 1/8	5 1/8	22 1/8	20 1/8	38 1/8	25 1/8	13 1/8	25	19 1/8	7 1/8	8 1/8	3/4	3	4	23 1/8	2 1/8	58 1/8	45 1/8	58 1/8	45 1/8
2312-41/1-20D	16 1/8	1 1/8	8	36 1/8	34 1/8	48 1/8	38	25 1/8	37 1/8	33 1/8	29 1/8	11 1/8	19 1/8	1	16	3 1/2	36 1/8	3 1/8	82 1/8	71 1/8	
2312-41/1-25D	16 1/8	1 1/8	8	36 1/8	34 1/8	48 1/8	38	25 1/8	37 1/8	33 1/8	29 1/8	11 1/8	19 1/8	1	16	3 1/2	36 1/8	3 1/8	82 1/8	71 1/8	
2312-41/1-30D	16 1/8	1 1/8	8	36 1/8	34 1/8	48 1/8	38	25 1/8	37 1/8	33 1/8	29 1/8	11 1/8	19 1/8	1	16	3 1/2	36 1/8	3 1/8	82 1/8		

Blower Designation*	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	P	Q	R	S	T	U	V	Z	F+K	G+K
2316-21/1-15D	10 1/4	3 1/8	6 1/4	2 1/4	20 3/4	38 1/2	25 1/2	13 1/4	25	19 1/4	7 1/4	6 1/4	—	3/4	10	4	23	2 1/4	—	58 1/2	48 1/4
2316-21/1-15D	10 1/4	3 1/8	6 1/4	2 1/4	20 3/4	38 1/2	25 1/2	13 1/4	25	19 1/4	7 1/4	6 1/4	—	3/4	10	4	27 1/2	2 1/4	1/2	58 1/2	48 1/4
2316-35/1-16D	10 1/4	4 1/8	7 1/4	2 1/4	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	23 1/2	1 1/2	—	54 1/2	39 1/4
2316-35/1-15D	10 1/4	4 1/8	9	2 3/8	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	26 1/2	1 1/2	2 1/4	54 1/2	39 1/4
2316-21/1-20D	10 1/4	3 1/8	9 1/4	2 1/4	20 3/4	38 1/2	25 1/2	13 1/4	25	19 1/4	7 1/4	6 1/4	—	3/4	10	4	27 1/2	2 1/4	1 1/2	58 1/2	48 1/4
2316-41/1-20D	12 1/2	5 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	—	84 1/2	74 1/4
2316-33/1-25D	12 1/2	5 1/8	9 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	30 3/4	3 1/4	2 1/4	72 1/2	60
2316-41/1-25D	12 1/2	5 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	—	84 1/2	74 1/4
2316-33/1-30D	14 1/2	5 1/8	9 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	30 3/4	3 1/4	3 1/4	72 1/2	60
2316-41/1-30D	16 1/2	12 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	1/2	82 1/2	74 1/4
2316-41/1-40D	16 1/2	12 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	3/4	82 1/2	74 1/4
2316-41/1-60D	16 1/2	12 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	3	82 1/2	74 1/4
2320-19/2-1.6D	3 5/8	6 1/4	19 1/4	13 1/4	15 1/2	15	10 1/4	14	13 1/4	6 1/4	4 1/4	—	3/4	3	4	22 1/4	9 1/4	—	28 1/4	28 1/4	
2320-19/2-2.0D	4 5/8	6 1/4	19 1/4	13 1/4	15 1/2	15	10 1/4	14	13 1/4	6 1/4	4 1/4	—	3/4	4	4	22 1/4	9 1/4	—	28 1/4	28 1/4	
2320-19/2-3.0D	4 5/8	6 1/4	19 1/4	13 1/4	15 1/2	15	10 1/4	14	13 1/4	6 1/4	4 1/4	—	3/4	4	4	22 1/4	9 1/4	—	28 1/4	28 1/4	
2320-26/2-6D	6 5/8	7	5 1/4	19 1/4	15 1/4	17 1/4	16 1/4	11 1/4	16	14 1/4	7	5 1/4	—	3/4	6	4	22 1/2	1 1/4	—	32 1/4	31
2320-26/2-7.5D	6 5/8	7	5 1/4	19 1/4	15 1/4	17 1/4	16 1/4	11 1/4	16	14 1/4	7	5 1/4	—	3/4	6	4	22 1/2	1 1/4	—	32 1/4	31
2320-26/2-10D	6 5/8	7	5 1/4	19 1/4	15 1/4	17 1/4	16 1/4	11 1/4	16	14 1/4	7	5 1/4	—	3/4	6	4	22 1/2	1 1/4	—	32 1/4	31
2320-35/1-15D	8 1/4	4 1/8	7 1/4	2 1/4	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	23 1/2	1 1/2	2 1/4	54 1/2	39 1/4
2320-35/2-10D	8 1/4	7 1/4	7 1/4	2 1/4	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	26 1/2	1 1/2	2 1/4	54 1/2	39 1/4
2320-35/2-15D	8 1/4	7 1/4	7 1/4	2 1/4	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	26 1/2	1 1/2	—	54 1/2	39 1/4
2320-35/2-20D	8 1/4	7 1/4	7 1/4	2 1/4	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	26 1/2	1 1/2	2 1/4	54 1/2	39 1/4
2320-21/1-15D	8 1/4	3 1/8	6 1/4	2 1/4	20 3/4	38 1/2	25 1/2	13 1/4	25	19 1/4	7 1/4	6 1/4	—	3/4	10	4	23	2 1/4	—	58 1/2	48 1/4
2320-21/1-15D	8 1/4	3 1/8	9 1/4	2 1/4	20 3/4	38 1/2	25 1/2	13 1/4	25	19 1/4	7 1/4	6 1/4	—	3/4	10	4	27 1/2	2 1/4	1/2	58 1/2	48 1/4
2320-35/1-15D	8 1/4	4 1/8	7 1/4	2 1/4	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	23 1/2	1 1/2	—	54 1/2	39 1/4
2320-35/1-15D	8 1/4	4 1/8	9	2 3/8	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	26 1/2	1 1/2	2 1/4	54 1/2	39 1/4
2320-21/1-20D	10 1/4	3 1/8	9 1/4	2 1/4	20 3/4	38 1/2	25 1/2	13 1/4	25	19 1/4	7 1/4	6 1/4	—	3/4	10	4	27 1/2	2 1/4	2 1/4	58 1/2	48 1/4
2320-41/1-25D	12 1/2	5 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	—	84 1/2	74 1/4
2320-33/1-30D	12 1/2	5 1/8	9 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	30 3/4	3 1/4	3 1/4	72 1/2	60
2320-33/1-30D	12 1/2	5 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	—	84 1/2	74 1/4
2320-41/1-30D	12 1/2	5 1/8	9 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	1/2	84 1/2	74 1/4
2320-33/1-40D	14 1/2	5 1/8	9 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	30 3/4	3 1/4	3 1/4	72 1/2	60
2320-41/1-40D	14 1/2	5 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	—	84 1/2	74 1/4
2320-41/1-50D	16 1/2	12 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	1/2	82 1/2	74 1/4
2320-41/1-60D	16 1/2	12 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	4 1/4	82 1/2	74 1/4
2324-14/3-1.5D	3 5/8	8 1/2	6	19 1/4	10 1/4	13 1/4	12 1/4	8 1/4	11 1/4	10 1/4	6 1/4	3 1/4	—	3/4	3	4	22 1/4	9 1/4	—	23 1/4	22 1/4
2324-14/3-2D	3 5/8	8 1/2	6	19 1/4	10 1/4	13 1/4	12 1/4	8 1/4	11 1/4	10 1/4	6 1/4	3 1/4	—	3/4	3	4	22 1/4	9 1/4	—	23 1/4	22 1/4
2324-19/2-3D	4 5/8	6 1/4	8 1/4	19 1/4	13 1/4	15 1/4	16	10 1/4	14	13 1/4	6 1/4	4 1/4	—	3/4	4	4	22 1/4	9 1/4	—	28 1/4	28 1/4
2324-26/2-5D	6 5/8	7	6 1/4	19 1/4	15 1/4	17 1/4	16 1/4	11 1/4	16	14 1/4	7	6 1/4	—	3/4	6	4	22 1/2	1 1/4	—	32 1/4	31
2324-26/2-7.5D	6 5/8	7	5 1/4	19 1/4	15 1/4	17 1/4	16 1/4	11 1/4	16	14 1/4	7	5 1/4	—	3/4	6	4	22 1/2	1 1/4	—	32 1/4	31
2324-26/2-10D	6 5/8	7	5 1/4	19 1/4	15 1/4	17 1/4	16 1/4	11 1/4	16	14 1/4	7	5 1/4	—	3/4	6	4	22 1/2	1 1/4	—	32 1/4	31
2324-35/2-15D	8 1/4	7 1/4	7 1/4	2 1/4	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	25 1/2	1 1/2	2 1/4	54 1/2	39 1/4
2324-35/2-15D	8 1/4	7 1/4	7 1/4	2 1/4	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	26 1/2	1 1/2	—	54 1/2	39 1/4
2324-35/2-15D	8 1/4	7 1/4	9	2 1/4	18 3/4	35 1/2	20 1/2	13 1/4	23	18 1/2	8 1/2	6 1/4	—	3/4	8	4	26 1/2	1 1/2	2 1/4	54 1/2	39 1/4
2324-21/1-20D	10 1/4	3 1/8	9 1/4	2 1/4	20 3/4	38 1/2	25 1/2	13 1/4	25	19 1/4	7 1/4	6 1/4	—	3/4	10	4	27 1/2	2 1/4	2 1/4	58 1/2	48 1/4
2324-33/1-30D	12 1/2	5 1/8	9 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	2 1/4	72 1/2	60
2324-33/1-30D	12 1/2	5 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	—	84 1/2	74 1/4
2324-33/1-40D	12 1/2	5 1/8	9 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	1/2	84 1/2	74 1/4
2324-33/1-40D	12 1/2	5 1/8	8 3/8	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	—	84 1/2	74 1/4
2324-33/1-50D	14 1/2	7	12	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	1/2	82 1/2	74 1/4
2324-33/1-60D	14 1/2	7	12	3 1/4	17 1/2	34 1/2	25 1/2	13 1/4	37 1/2	33 1/2	29 1/2	11 1/4	19 1/4	1	18	3 1/2	36 1/2	3 1/4	4 1/4	82 1/2	74 1/4
2332-19/2-3D	4 5/8	10 1/4	6 1/4	22 1/4	13 1/4	15 1/4	15	10 1/4	14	13 1/4	6 1/4	4 1/4	—	3/4	4	4	26 1/2	9 1/4	—	28 1/4	28 1/4
2332-19/2-5D	4 5/8	10 1/4	6 1/4	22 1/4	13 1/4	15 1/4	15	10 1/4	14	13 1/4	6 1/4	4 1/4	—	3/4	4	4	26 1/2	9 1/4	—	28 1/4	28 1/4
2332-26/2-7.5D	6 5/8	8 1/4	7	2 1/4	17	21 1/4	20 1/4	12 1/4	20	16 1/4	7 1/4	6 1/4	—	3/4	8	4	26 1/2	1 1/2	1 1/2	38 1/4	36 1/4
2332-26/																					

A 4011 Pilot Set consists of tip, mixer, air valve, and gas valve. All sets are identical except for configuration of their 4021 tip:

Spark Ignited tips: 4021-12 (threaded) and 4021-14 or -16 (slip-fit).

Manually Ignited tips: 4021-11 (threaded) and 4021-13 or -15 (slip-fit).

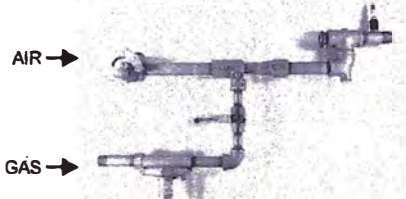
Capacity: 30,000 Btu/hr with 16 psi air, which provides 7"wc mixture pressure.

Flame lengths: see photographs below.

Maximum mixture pressures: 20"wc with 6000-volt transformer; 12"wc with 4057B Hot Rod.

Two of many possible piping configurations are shown at the right. A tip can be screwed directly into a 4031 Mixer. A 4021-11 or -12 threaded tip's discharge should be screwed only hand tight into a burner mounting, to allow it to be removed easily if required.

Multiple 4021 tips can be fed by a single 3065 Aspirator Mixer - see Sheet 4011-4 for details.

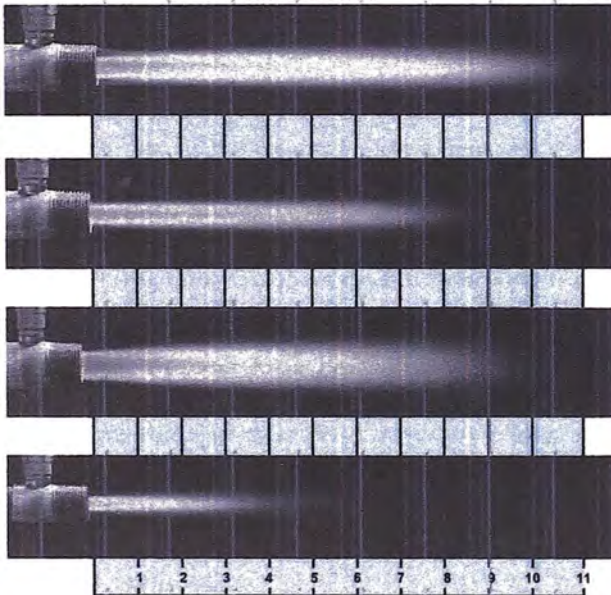


4011 Pilot Set with 4041 Universal Pilot Fitting, 7356 Regulator, and piping.



4011 Pilot Set with piping, including a union.

4021 Pilot Flames



Scale: length in inches

Stoichiometric ratio and 7"wc mixture pressure, produced by 16 psi air into 4031 Mixer - 30,000 Btu/hr.

The same 7"wc mixture pressure with air/gas ratio set at 25% excess air.

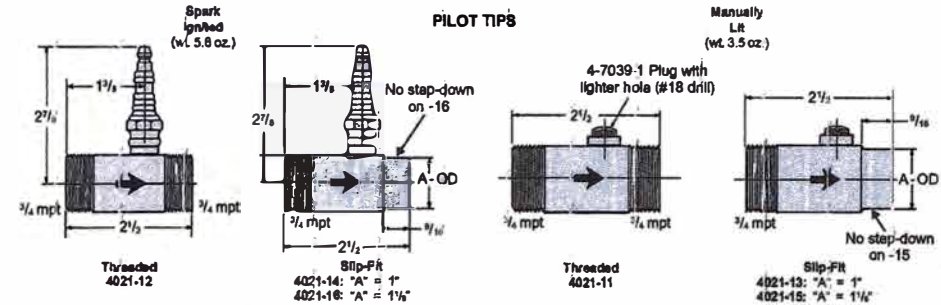
The same 7"wc mixture pressure with air/gas ratio set at 15% excess fuel.

Stoichiometric ratio and 1"wc mixture pressure (12,500 Btu/hr).

WARNING: Blasts are dangerous to personnel and property and can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters' recommendations, and care in operation.

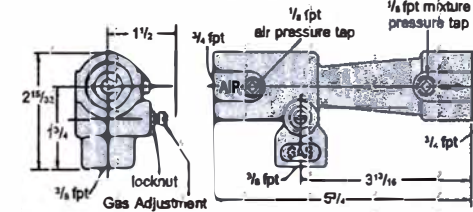
4011 SET COMPONENTS
(and optional universal fitting)

PILOT TIPS



Threads are 3/4" mpt; all inlets, discharges of 4021-11 and -12. A spark Ignited or manual tip can be converted to the other by changing plugs. Spark plug gap should be about 0.090" (electrode at 45° angle). Spark plug designation is R240-2465.

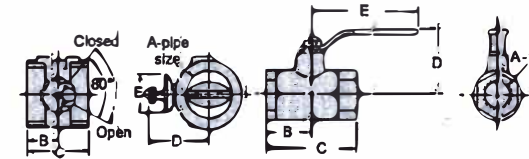
4031 MIXER
(wt. 27 oz.)



The 4031 Mixer's built-in gas adjustment is a precision needle valve, using 14 full turns from closed to open. It sets desired gas flow at pressures between zero and 24 psi. The 1120-0 Air Valve sets pilot firing rate.

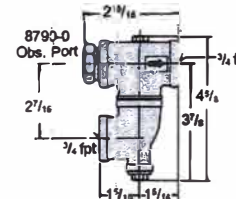
The inlet air tap or the air/gas mixture pressure tap on the 4031 mixer should be cross connected to the pilot gas regulator so that the pilot's air/gas ratio will not be affected by changes in backpressure at the pilot tip. The inlet pressure to the pilot gas regulator should be at least 2 psi greater than the connected pilot air or mixture pressure.

VALVES



Valve	A	B	C	D	E	wt. lb
1122-0 (air)	3/4"	1 1/16"	2 1/8"	2 3/4"	3	2
1821-02 (gas)	3/4"	1 1/32"	2 1/16"	1 3/4"	3 3/8"	0.5

4041 UNIVERSAL PILOT FITTING
optional (wt. 19.5 oz.)



A 4041 Fitting is piped between tip and mixer to allow mixer to be installed in a vertical or horizontal line regardless of pilot tip angle.

It also takes the place of a union for tip removal, and has an observation port for viewing. Pressure drop across it is negligible.

DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSION(S) CRITICAL.

North American Mfg. Co., 4455 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5600 USA, Phone 216-271-6000, Facsimile 216-641-7852
E-mail sales@namfg.com • www.namfg.com

Adjusting Pilots

In general, premix pilots are adjusted by sight. A 4021 Pilot Tip with air-gas mixture on stoichiometric ratio produces a sharp, forceful flame with a well defined light blue inner cone and a deeper blue outer flame envelope.

This flame produces a moderate amount of noise, which decreases when adjusted toward the rich limit. Also, a long, bushy, yellow or orange tipped flame envelope or a green colored flame denotes rich ratio.

A short, pale blue or violet flame indicates a lean ratio.

Rich or lean ratios may cause pilot to have insufficient flame length or drive to satisfy a flame detector and/or to ignite the main fuel.

To order pilot set, specify set designation with appropriate tip suffix.

Example: 4011-16 Pilot Set (with 4021-16 spark ignited, slip-fit tip)

Butterfly valves control and balance flow rates. They are not for tight shutoff.



1122 Butterfly Valves feature a knurled knob locking device that prevents accidental shifting of valve setting. It is easily released, then re-locked, if a new setting is desired. To discourage unauthorized tampering with the valve setting, the knob can be replaced with a socket head screw as the locking device. The socket head screw is conveniently supplied in the side of the knob.

Valves can be used on gas as well as air. The locking device makes them advantageous as limiting orifice valves, often preferable to fixed orifices, which are difficult to select in advance or change in the field.

Beveled discs minimize leakage through the valve in the closed position. Maximum pressure is 15 psig, maximum temperature 400 F. For fluid temperatures up to 700 F* an 1122- -H "HI-Temp." model is available.

Selection: In most cases, an 1122 Valve should be the same pipe size as the burner connection it serves and/or other items in the line. If valve capacity is critical, reducing fittings could create enough additional pressure drop to cause a problem.

Construction: Valve bodies are sturdy, thick-walled iron castings, short in length to facilitate piping. Threads or flanges are carefully machined to provide accurate alignment of valve throat with the piping.†

The 3", 4", and 6" valves are offered with either threaded or flanged connections. Flanged valves match ANSI 125 psi and are designated 1122- -F. Use flat face companion flanges and full face gaskets when installing this equipment. Raised face flanges may damage the valve body.

1122 Valves are designed to replace all versions of North American 1123, 1125, and 1127 Valves through 6" pipe size.

* 1122- -H has Grafoil packing seals.

† Shaft seals are "U" cup design, Viton material.

CAUTION: Use an approved plug, needle, or other valve or cock for shutoff. 1122 Butterfly Valves are not intended nor designed for this function.

LÍNEA DE KEROSENE

Ref: Dimensions 7142/52/77

OIL PRESSURE REGULATORS

7142 and 7152 Regulators reduce oil line pressures (up to 250 psig) to a reduced constant outlet pressure.

7142 Regulator (for light oil)

7142 Regulators are frequently installed upstream of North American 7052 Air/Oil Ratio/rols, which require 25-30 psig inlet pressures.

Standard 7142 Regulator spring range is 25-75 psig outlet--It is factory set for 30 psig. A 70-150 psig spring is available.

Body: cast iron with brass trim.

Diaphragm: neoprene.

Seat: neoprene.

Maximum temperature: 150 F.

7152 Regulator (for heavy oil)

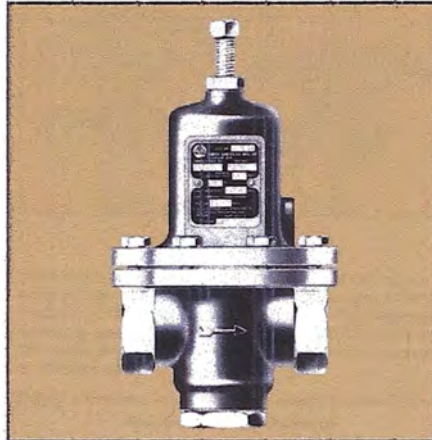
Standard spring range is 25-75 psig outlet, factory set for 70 psig. A 70-150 psig spring is available.

Body: cast iron with stainless steel trim.

Diaphragm: Viton.

Seat: Teflon.

Maximum temperature: 300 F.



7177 DIAPHRAGM RELIEF VALVES

These Relief Valves are used with or in place of 7142 and 7152 Oil Pressure Regulators.

Relief Valves avoid build-up of pressure upstream of regulators or other equipment, which can occur particularly when burners are turned down to low flows.

Relief valve selection usually is not critical since gph capacities (see table on back) exceed those of pumps encountered in normal piping systems.

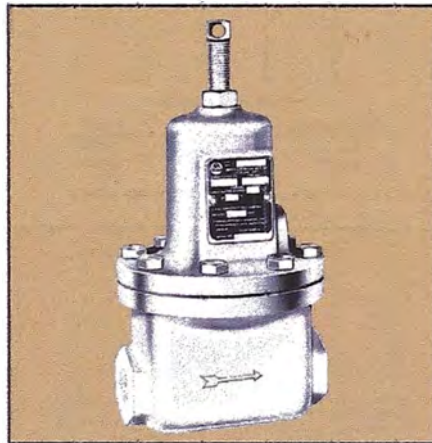
7177 Relief Valves have a 25-75 psig spring (35-75 for 7177-03).

Body: cast iron with stainless trim.

Diaphragm: neoprene.

Seat: nitrile.

Maximum temperature: 150 F.



Regulators and relief valves can be installed in any position. An arrow on the body indicates direction of flow. Outlet pressure is adjusted by loosening locknut and turning spring adjusting screw on top of regulator, then tightening locknut.

CAPACITIES

gph
0.85 sp gr oil at 48 SSU

7142 and 7152 Regulators

pressure, psig outlet	inlet	1/2"		3/4"		1"	
		10% droop gph	20% droop gph	10% droop gph	20% droop gph	10% droop gph	20% droop gph
30	60	240	360	840	1020	960	1080
	75	240	360	900	1140	1080	1260
	100	240	360	1200	1440	1440	1680
	150	240	360	1620	1800	1860	2100
50	60	240	360	660	840	780	1020
	75	360	480	840	1080	1020	1320
	100	360	480	1080	1360	1320	1680
	150	360	540	1500	1920	1800	2280
75	60	240	360	1020	1200	1200	1380
	75	360	480	1320	1500	1620	1800
	100	480	660	1500	1920	1800	2220
	150	480	660	1800	2280	2100	2700

viscosity/sp gr correction factors
Multiply gph in tables by factor†.

oil grade	viscosity SSU	factor
4.5-6	100	0.9
4	300	0.85
6	2000	0.5
5	4000	0.4
6	5000	0.3

† When choosing factors for heavier oils, make sure oil temperature required for desired SSU value does not exceed regulator temperature rating.

7177 Relief Valves

designation	size inches	spring part no.	relief pressure setting psig	flow at relief setting gph	pressure build-up over relief setting, psig							
					5 gph	7 gph	10 gph	15 gph	20 gph	30 gph	50 gph	75 gph
7177-03	1/4	R690-6807	35	90	168	240	300	348	360	444	—	—
			50	90	192	258	318	378	432	515	635	—
			75	90	252	312	384	480	540	625	740	815
7177-01	1/2	R690-6810	35	90	420	480	600	720	780	960	—	—
			50	90	480	540	660	840	900	1080	1320	—
			75	90	600	780	900	1080	1200	1320	1500	1680
7177-1	1	R690-6815	35	90	1200	1500	1680	1980	2220	2640	—	—
			50	90	1500	1860	2220	2520	2820	3120	3480	—
			75	90	2100	2460	2700	3000	3180	3480	3840	4080

Note: In 7177 Relief Valves initial flow or bubble point occurs at 5 psig below relief setting. Tight shutoff point occurs at 8 psig below relief setting.

LIGHT OIL PIPING SCHEMATIC
(See Bulletin 8563/64 for details.)

To order, specify: 7142 (or 7152)-(code)-(specify beginning of spring range) Regulator.

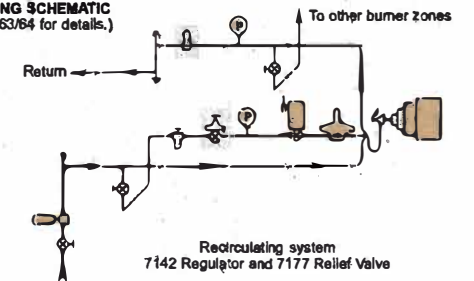
Examples: 7142-01-25 Regulator

7152-01-70 Regulator

To order, specify: 7177-(code)-(specify end of spring range) Relief Valve

Examples: 7177-03-75 Relief Valve

7177-01-150 Relief Valve



North American Mfg. Co., 4455 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5600 USA, Phone 216-271-6000, Facsimile 216-641-7852
E-mail sales@namfg.com • www.namfg.com

July 2000

7052 Ratiotrols proportion oil flow to combustion air flow in cross-connected control systems. Outlet oil pressure from the Ratiotrol is proportional to the impulse air signal. Therefore, as combustion air is turned up or down, the Ratiotrol causes oil to follow it in proportion. Desired air/oil ratio is set with a manual valve (1813 Sensitrol™ Oil Valve) at the burner.

MULTIPLE BURNERS

A single Ratiotrol can serve several burners when it is cross-connected downstream of the zone air control valve if burners are on one side of furnace and difference in their elevation is less than 12".

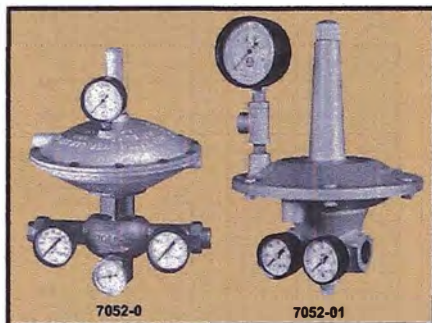


Table 1 CAPACITIES
gph (#2 oil)

Ratiotrol	air impulse pressure, osi			
	8	12	16	24
7052-01	55	67	78	95
7052-01-V	36	45	52	63
7052-0	161	197	227	274
7052-0-V	101	123	142	171

EXPANSION CHAMBERS

If Ratiotrol is in light oil line between valves that are closed when burners are shut off, radiant heat from furnace could expand oil trapped in the line, bursting Ratiotrol diaphragms and damaging gauges. Install one or more 8521-01 Expansion Chambers downstream of Ratiotrol to prevent this. See page 2 for selection data.

Maximum oil temperature: 180 F for standard 7052
300 F for 7052- -V (with Viton diaphragms)

Oil grades: 7052-01: light oils only
7052-0: #1 through #6. Heated #6 probably requires special construction and other provisions, e.g. -V Viton diaphragms.

Optional gauges (and thermometer):
7052-01: inlet and outlet oil pressure, air impulse pressure
7052-0: inlet and outlet oil pressure, air impulse pressure
Dial thermometer

SPECIFICATIONS

Recommended Inlet Pressures

Size	Air Impulse (osi)	Inlet pressure (psig)
7052-01	6-32	25
	36	30
	40	35
7052-0	6-16	25
	20	30
	24	35
	34	45

Multiplication Factor

Size	Low flow	Maximum flow
7052-01	9:1	7:1
7052-0	14:1	10.5:1

Spring Bias: 7052-01: +1.9/-1.5 psi
7052-0: +3.2/-2.5 psi

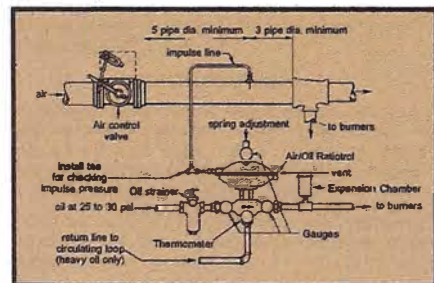


Figure 1. Piping of Ratiotrol used for several burners on light or heavy oil, or single burner on heavy oil.

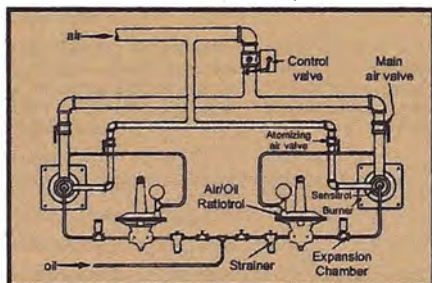
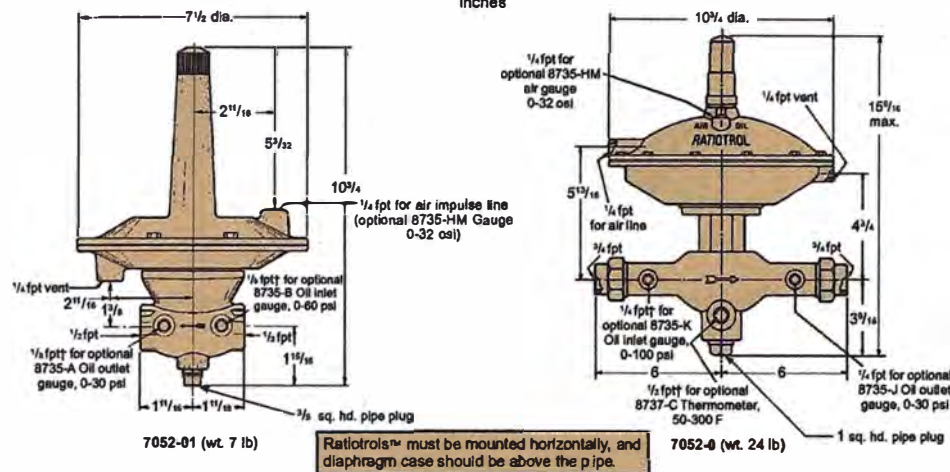


Figure 2. Arrangement for burning light oil with a separate Ratiotrol for each burner.

DIMENSIONS
Inches



Ratiotrols™ must be mounted horizontally, and diaphragm case should be above the pipe.

See photograph on front for actual vent and impulse locations. Thermometer and gauges not standard equipment. † On both sides of body.

DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSION(S) CRITICAL.

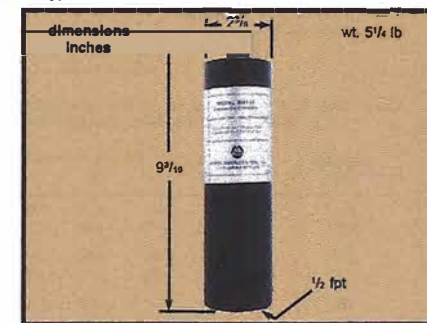
8521-01 Expansion Chamber
(for light oil only)

Oil that becomes heated after it is trapped in a line will expand and can build up enough pressure to rupture regulator diaphragms unless provision is made to absorb expansion. It is good practice to install 8521-01 Expansion Chambers downstream of Ratiotrols to protect them in light oil installations.

Heavy oil systems normally use recirculating loops in oil lines, with a relief valve to return oil to main tank.

This table of pipe lengths accommodated by one 8521-01 Expansion Chamber is based on a 10 F oil temperature rise on Schedule 40 pipe.

nominal pipe size	length, feet
1/4"	800
3/8"	435
1/2"	270
3/4"	155
1"	95
1 1/4"	55
1 1/2"	40



SPECIFICATIONS

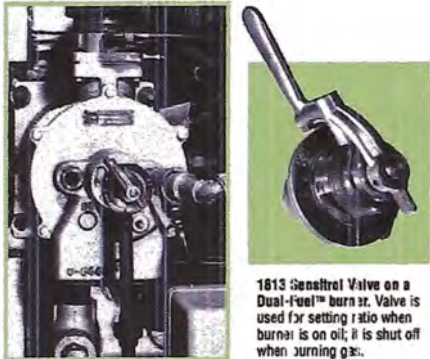
Design: For systems with oil pressures 30 psi or less cold. When heat causes system pressure to reach 50 psi, 8521-01 Chamber has absorbed 4 cu. in. of oil.

Maximum ambient temperature: 180 F
Maximum pressure: More than 300 psi.
Charged with 35 psi dry nitrogen (do not recharge).

Construction: Buna-N bladder.
Steel body.

WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters recommendations, and care in operation.

North American Mfg. Co., 4455 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5600 USA, Phone 216-271-6000, Facsimile 216-641-7852
E-mail: sales@namfg.com • www.namfg.com



1813 Sensitrol Valve on a Dual-Fuel™ burner. Valve is used for setting ratio when burner is on oil; it is shut off when burning gas.

1813 Sensitrol Oil Valves are precision built, factory-calibrated valves for manual or motorized control of oil flow to industrial burners.

1813 Sensitrols are manual valves used as limiting orifices in setting oil/gas ratio and as tight shutoff valves to prevent oil dribbling into burners during shutdown. An additional shutoff valve in the line which permits shutting off the burner without disturbing the Sensitrol's ratio setting position is recommended.

These valves have an adjustable detent mechanism that provides memory for desired valve operating position. A spring-loaded steel bell fits into a hollow in an adjustable collar, whose position is secured by a setscrew.

The handle can be pushed past the detent position easily to open the valve wide temporarily for light-off or clean-out.

1813-K Manual Sensitrols have cutdown handles to lessen chances of accidental changes in valve setting.

1813M Motorized Sensitrols, for automatic control of oil flow, are available with brackets and linkage for most standard control motors. Although these valves have ten dial positions, linkage geometry limits valve travel to seven positions (e.g., 0-7, 2-9, or 3-10).

CONSTRUCTION

1813-03 and -02 Valves have forged brass bodies, Viton U-cup, and precision ground, hardened stainless steel port seats. A V-port in the upper, rotating disc exposes varying areas of a circular port in the lower seat. The triangular opening is highly resistant to clogging or fouling.

1813-01 and 1813M-01 Valves have cast brass bodies and precision ground, lapped conical seats that form a clog-resistant triangular opening.

1813-K and 1813M Valves are UL Listed.

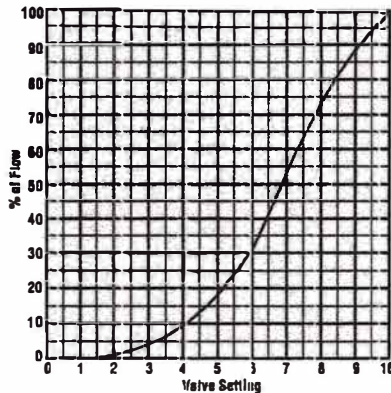


Figure 1. Typical oil flow vs. valve handle position at constant pressure drop. This generalized curve will not predict exact flow rates at handle positions other than #7, so do not use chart to set burner ratios.

CAPACITY

1813 Valves are factory calibrated for rated flow at No. 7 indicator position and can be used for metering at that setting only.

**Sensitrol Valve Capacities at #7 Indicator Position
10 psi Pressure Drop**

	Valve Size Designation					
	-03	-02-A	-02-B	-02-C	-02-D	-01
gph #2 Oil (40 SSU) at 10 psi ΔP	3	8	17	33	55	140
Cv Rating	0.013	0.037	0.077	0.16	0.26	0.66
Dial Color	Black	Red	Blue	Green	Brown	White
UL Dial Color	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Flow at #10 (wide open) position is about twice the #7 position capacity. Shutoff occurs between positions #1 and #2 (see Figure 1).

To size Sensitrol for best control, determine oil flow rate required and available pressure drop. Using square root flow law, correct flow to 10 psi pressure drop. From Table above, select the valve with a capacity, at #7 position, closest to the corrected flow.

Example:

Select valve for 25 gph at 30 psi pressure drop (high fire).

$$25 \text{ gph at } 30 \text{ psi} = 25 \times \sqrt{\frac{10}{30}} = 14.4 \text{ gph at } 10 \text{ psi.}$$

1813-02-B (17 gph at 10 psi) is closest size.

Capacities are listed for 40 SSU #2 oil. They are somewhat less for higher viscosity oils but well within suitable ranges for oil burners (varying less than 10% from figures shown).

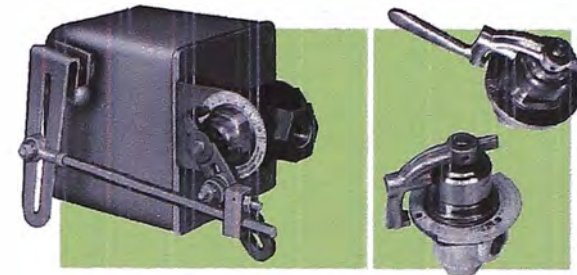
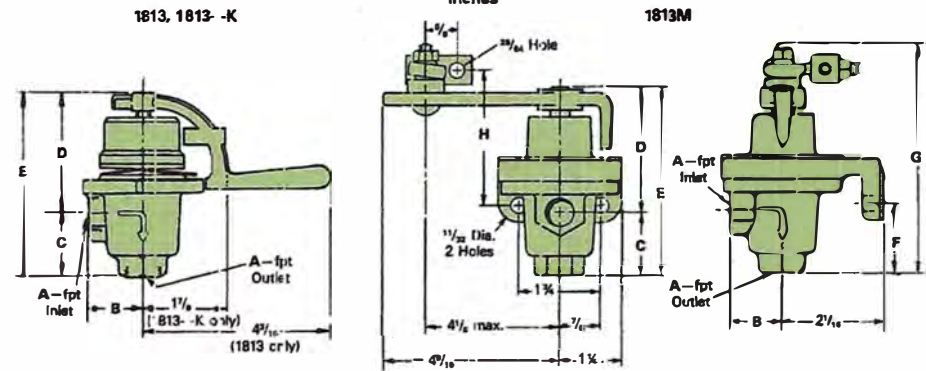


Figure 2. 1813M Motorized Sensitrol™ (left) with optional motor; 1813 Sensitrol (top right); 1813-K Sensitrol (bottom right) with cutdown handle.

Maximum inlet pressure is 250 psi for 1813-03, -02; 100 psi for 1813-01. Maximum temperature is 300 F for all sizes.

DIMENSIONS

Inches



DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSION(S) CRITICAL.

Valve Designation	Dimensions in Inches							Weight lb	
	A	B	C	D	E	F	G		
1813-03, 1813-03-K	1/4	1 1/8	1 5/8	2 9/16	3 7/8	—	—	2 9/16	1 1/2
1813M-03	1/4	1 1/8	1 5/8	2 9/16	3 7/8	1 1/16	4 1/4	2 9/16	2 1/4
1813-02, 1813-02-K	3/8	1 1/8	1 5/8	2 9/16	3 7/8	—	—	2 9/16	1 1/2
1813M-02	3/8	1 1/8	1 5/8	2 9/16	3 7/8	1 1/16	4 1/4	2 9/16	2 1/4
1813-01	1/2	1 3/8	1 5/8	3 1/16	4 11/16	—	—	2 7/8	3 1/4
1813M-01	1/2	1 3/8	1 5/8	3 1/16	4 11/16	2 1/16	5 1/8	2 7/8	3 3/4

To order specify: 1813-(code for pipe size)-(capacity letter where applicable) (K for cutdown handle, if applicable).

Examples: 1813-02-B Sensitrol Oil Valve
1813-02-BK Sensitrol Oil Valve

To order 1813M (Motorized) Sensitrol Valves: use a similar scheme and either specify B and L, or add an X to 3rd term to indicate without B and L.

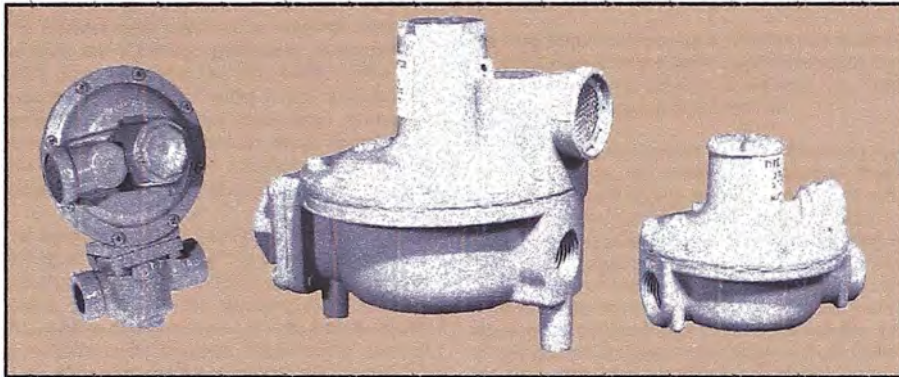
Examples: 1813M-02-B Valve with B & L for 1612-E
1813M-02-BX Valve w/o B & L

WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North America urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters recommendations, and care in operation.

North American Mfg. Co., 4455 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5800 USA, Phone 216-271-6000, Facsimile 216-641-7852
E-mail sales@namfg.com www.namfg.com

LÍNEA DE GAS

The 7345 High Pressure Regulators are self operated, spring loaded regulators that reduce high gas supply pressures to practical use levels. The outlet pressure ranges are higher for the type "H" regulators. 7345 Regulators include an internal relief valve for limited over pressure protection (see Operation on Page 3). They can be used with various gases including natural gas, propane and air,



7345A-01-H2

7345A-01, 7345A-01-H1, and 7345A-01-M

7345-02 and 7345-02-H

SPECIFICATIONS
**7345A-01, 7345A-01-H1,
7345A-01-H2, and 7345A-01-M**

Body Size: 1/2" x 1/2" fpt screwed
Maximum Operating Inlet Pressure:
 250 psig
 80 psig for 7345A-01-H2
Maximum Outlet Pressure: Emergency: 20 psig
 Maximum outlet pressure to avoid internal part damage:
 3 psi above outlet pressure setting
Outlet Pressure Ranges: See Table 1
Regulating Capacities: See Table 1
Temperature Range:
 -20 to 160 F
 -20 to 150 F for 7345A-01-H2
Spring Case Vent Connection: 3/4" fpt
Approximate Weight: 1.75 pounds
Dimensions: See Page 2

Materials:
Body: aluminum
 cast iron for 7345A-01-H2
Spring Case: aluminum
Diaphragm: dacron fabric reinforced nitrile
Trim Parts: stainless steel, plated steel
 plated steel for 7345A-01-H2

7345-02 and 7345-02-H

Body Size: 1/4" npt screwed inlet x 3/8" npt screwed outlet
Maximum Operating Inlet Pressure: 250 psig
Maximum Outlet Pressure: Emergency: 20 psig
 Maximum outlet pressure to avoid internal part damage:
 3 psi above outlet pressure setting
Outlet Pressure Ranges: See Table 1
Regulating Capacities: See Table 1
Temperature Range: -20 F to 160 F

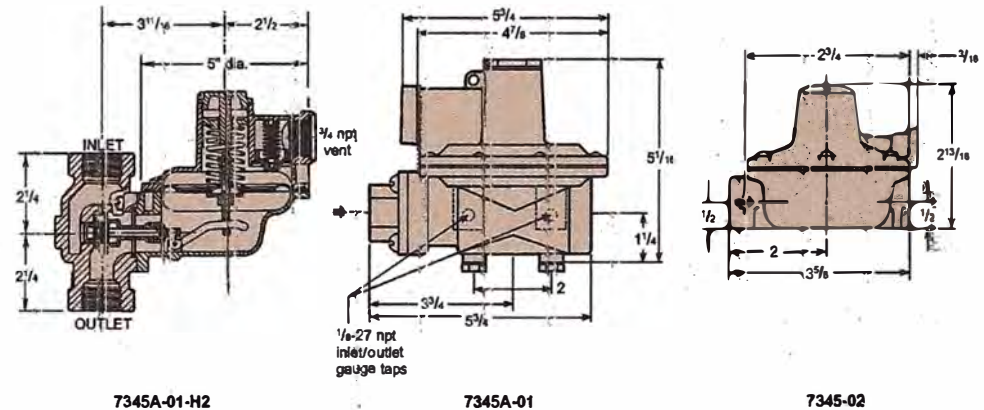
Spring Case Vent: 1/8" npt with removable screen
Approximate Weight: 1.3 pounds
Dimensions: See Page 2

Materials:
Body/Lower Casing: zinc
Spring Case: zinc
Diaphragm: natural rubber
Trim Parts: stainless steel and cadmium plated steel

(over)

TABLE 1. Outlet Pressures and Capacities for 7345 Regulators

Regulator designation	pipe size inches	outlet pressure range	offset	Capacities in cfm of natural gas (0.6 sp gr) with inlet pressure in psi											
				2	5	10	25	50	75	100	150	200	250		
7345-02	1/4 inlet x 3/8 outlet	9.25"wc to 13"wc	1"wc	-	-	75	140	155	155	155	155	155	155	155	
7345A-01	1/2 inlet x 1/2 outlet	9.5"wc to 13"wc	2"wc	133	257	372	608	785	810	1085	1055	1055	1055	1055	
7345-02-H	1/4 inlet x 3/8 outlet	0.5 psi to 2.7 psi	10% 20%	-	-	50	85	105	130	145	200	260	300	450	500
7345A-01-H1	1/2 inlet x 1/2 outlet	2.25 to 5.5	10%	-	-	525	950	1500	1600	2100	2625	2850	3150		
7345A-01-H2	1/2 inlet x 1/2 outlet	1-2 psi	10%	60	125	200	450	550	680	-	-	-	-	-	
7345A-01-M	1/2 inlet x 1/2 outlet	20"wc to 28"wc	10%	-	185	290	420	910	920	1160	1160	1160	1160	1160	

Dimensions In Inches


DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSION(S) CRITICAL.

OPERATION

7345 Regulators have an outlet pressure rating lower than the inlet pressure rating. An internal relief valve protects against excessive pressure buildup resulting from failure of the valve to seat properly due to worn internals or foreign material on the orifice.

The internal relief capacity is adequate only for relieving minor buildup which may be caused by chips or dirt blocking the seat partly open. The capacity of the internal relief is not sufficient to protect downstream equipment from overpressurization if the regulator falls open. Appropriate overpressure equipment should be installed to protect downstream equipment.

The outlet pressure of each 7345 Regulator is factory set at the mid-range of the control spring. If it is necessary to change outlet pressure, remove the closing cap and turn the adjusting screw counter-clockwise to decrease outlet pressure or clockwise to increase outlet pressure. Adjustments must be made with gas flowing. A pressure gauge is needed to determine outlet setting. Always replace the closing cap after adjustment.

INSTALLATION

Before installing the regulator, check for damage which might have occurred during shipment. Also, check for and remove any dirt or foreign matter which may have accumulated in the regulator body or pipeline. Apply pipe compound to the male threads of the pipe and use approved piping procedures when installing the regulator.

All 7345 Regulators may be installed in any position, however, make sure gas flow through the regulator is in the same direction as the arrow on the body. "Inlet" and "Outlet" connections are clearly marked.

The spring case vent should be pointed down on outside installations. For indoor installations or if gas escaping through the internal relief valve could constitute a hazard, the tapped vent should be piped to outdoors where escaping gas will not be hazardous. If the vent will be piped to another location, obstruction-free tubing should be used and a screened vent should be installed on the end of the vent pipe. Use pipe or tubing equal in size to the regulator's vent for the vent line. On all installations, the vent or end of the vent pipe must be protected from corrosive chemicals, debris, weather, condensation, insects, or anything else that might clog or enter the spring case.

NOTE: Refer to the *National Fuel Gas Code (ANSI Z223.1)* for complete installation requirements.



WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters recommendations, and care in operation.

North American Mfg. Co., 4455 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5600 USA, Phone 216-271-5000, Facsimile 216-641-7852
E-mail sales@namfg.com • www.namfg.com

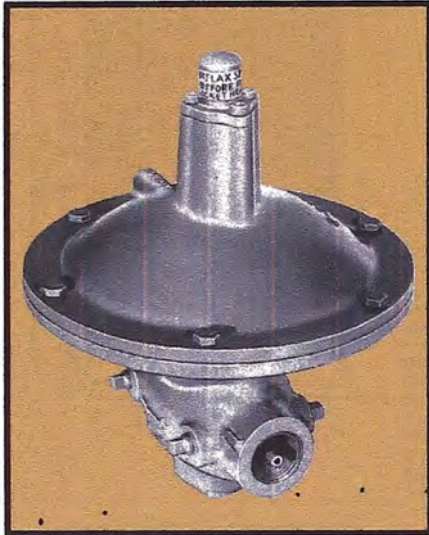


Figure 1. 7349 Pressure-Reducing Gas Regulator.

7349 Pressure-Reducing Gas Regulators deliver constant outlet pressure regardless of changes in inlet pressure (not pulsations). Large clearance internal guides eliminate friction that might cause time lag, yet minimize chatter. A soft valve seat provides nearly tight shutoff. Two basic models are available: 7349 with an internal impulse tap, and 7349-S with external impulse tap for maintaining pressures at remote downstream locations.

Pressures and Temperatures.

Inlet pressure--5 psig maximum.
Outlet pressure--available in 4 ranges, specify:

- "Y" Spring (yellow) for 1 to 4 osl range
- "A" Spring (aluminum) for 3 to 8 osl range
- "G" Spring (green) for 7 to 16 osl range
- "R" Spring (red) for 14 to 24 osl range

The standard 7349 Regulator is suitable for 180 F maximum ambient temperature. For ambients up to 300 F with cool gas flowing, the 7349-V Regulator is available with Viton-coated dacron diaphragms. For gases corrosive to brass, specify 7349-K, incorporating stainless steel internals in place of brass and with Viton diaphragms. Gas capacities of 7349-K and -V Regulators are same as corresponding standard versions.

Installation. Mount in horizontal lines with the adjustment spring either straight up or straight down (spring down mounting produces less outlet pressure because of the weight of internals). Figure 2 shows a 7349 Regulator with a cross-connected 7218 Regulator. To avoid interaction, allow a run of 15 or more pipe diameters between the regulators.

Adjusting instructions. Pull off the cap and, with a wrench, turn the adjusting screw clockwise to increased outlet pressure (counterclockwise for less pressure). The spring, not the screw, moves up and down. To avoid exceeding the spring range, make adjustments only under flow conditions with a pressure gauge on the outlet tap of the regulator. Turning the screw down too tightly can prevent the regulator from closing. Note: When changing springs, turn adjusting screw counterclockwise to relax spring before removing 3 socket head cap screws.

To order, specify: 7349-(code for pipe size)-(modifiers K, S, V) (spring code letter).

Example: 7349-4-SVY (for a 2" regulator with external impulse tap, Viton diaphragms, and 1 to 4 osl outlet range).

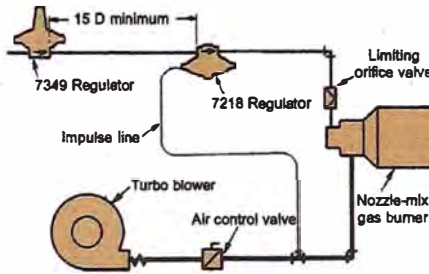


Figure 2. Pipe Arrangement for 7349 and 7218 Regulators.

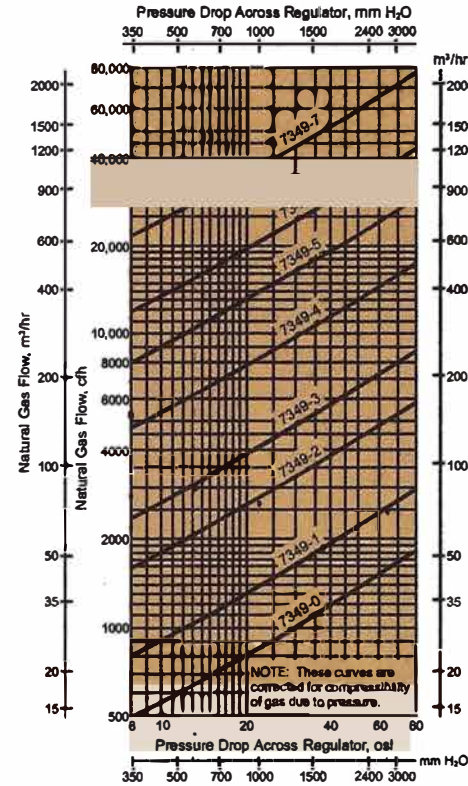


Figure 3. Capacities of 7349 and 7349-S Regulators.

Be sure pipe downstream of the regulator is adequately sized. Pipe of a larger size than the regulator connection is often necessary. To determine the pipe size needed, use Figure 4: Starting with the maximum cfm natural gas the pipe must handle, read across to the diagonal line corresponding to the pipe size of the regulator and read down to the pressure drop. This is the drop per 100 equivalent feet of pipe. For equivalent lengths of pipe fittings, see Table on Equivalent Lengths of Pipe Fittings in Part 5, North American Combustion Handbook, Third Edition, Vol. I. If the actual installation will have 50 equivalent feet downstream of the regulator, actual drop will be half the figure shown, and so on. If this drop is excessive, repeat the procedure for the next larger pipe size. See selection examples for more details.

When selecting a regulator for other than natural gas, divide required flow by the appropriate gas gravity factor (Table A) and use the resulting equivalent flow to size the regulator from Figure 3 and downstream pipe from Figure 4.

TABLE A. Regulator capacity correction factors for different gas gravities.

Gas (typical)	Coke oven	Natural Air	Propane	Butane
Gas Gravity	0.4	0.6	1.0	1.5
Factor	1.22	1.00	0.774	0.632

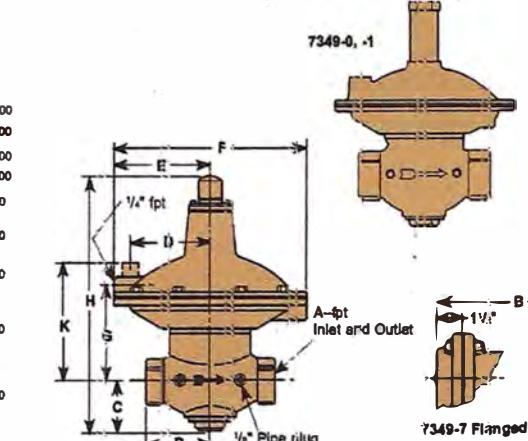
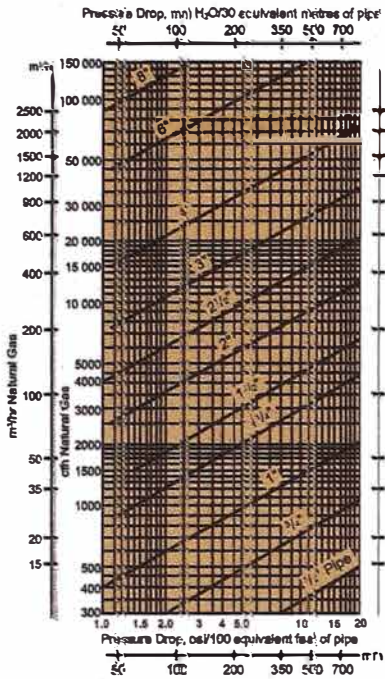
Example 1. Select a regulator and size downstream piping for 60 000 cfm natural gas with 5 psi (80 osl) inlet and 15 psi outlet pressure. Maximum drop permitted in 20 equivalent feet of downstream pipe is 2 osl.

Pressure drop across the regulator is 80 - 15 = 65 osl. From Figure 3, select a 7349-7-G (or 7349-7-SG).

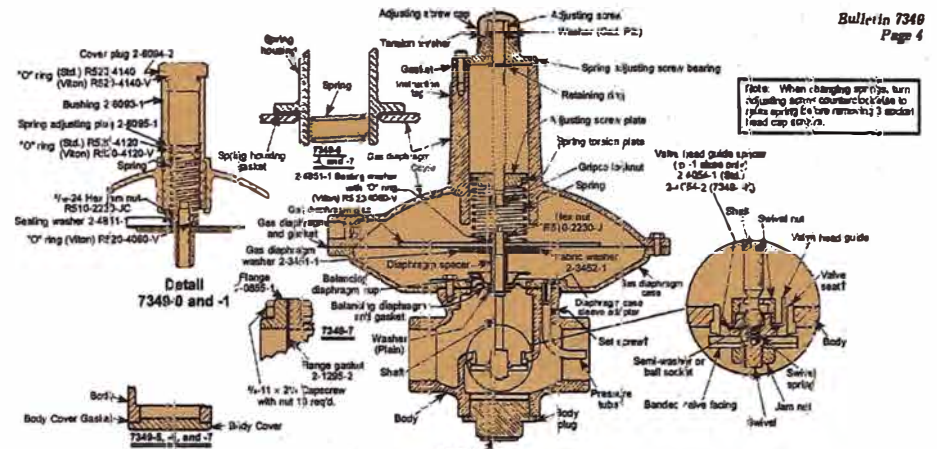
The permitted 2 osl drop in 20 ft is equivalent to 10 osl in 100 ft. From Figure 4, 100 equivalent feet of 4" pipe will pass 60 000 cfm natural gas with 14.5 osl drop, or 100 feet of 6" pipe will pass 60 000 cfm with 1.8 osl drop. Use 6" pipe and the pressure drop in 20 feet will be 1.8 x 20/100 = 0.36 osl.

Example 2. Select a regulator for 1950 cfm 0.4 sg coke oven gas with 15 osl inlet pressure. Assume 2 osl furnace back-pressure, 3 osl drop across downstream valves and burners, and 1 osl maximum drop in 10 equivalent feet of downstream piping.

Regulator outlet pressure required is 2 + 3 + 1 = 6 osl, so regulator drop is 15 - 6 = 9 osl. Natural gas flow equivalent to 1950 cfm coke oven gas is 1950 x 1.22 = 1600 cfm (from Table A). From Figure 3, a 7349-2-KA or 7349-2-SKA is required. From Figure 4, 1600 equivalent cfm of natural gas flowing through 10 feet of 1 1/2" pipe (same pipe size as regulator connections) will take a pressure drop of 3.3 + 10/100 = 0.33 osl, which is well within the originally assumed 1 osl.



Regulator designation	dimensions in inches										wt. lb
	A	B	C	D	E	F	G	H	K		
7349-0	3/4	2 1/2	1 7/8	2 1/8	—	7 1/2	—	8 1/4	3 1/4	7	
7349-1	—	2 1/4	2 1/8	2 1/8	—	7 1/2	—	8 3/16	3 1/4	8	
7349-2	—	2 1/4	2 1/2	—	5 1/4	10 1/2	3 3/8	13	—	13	
7349-3	—	3 1/4	2 1/4	—	5 1/4	10 1/2	3 3/8	13 1/2	—	14	
7349-4	2	3 1/8	3 1/4	—	6 1/4	13 1/2	4 1/2	18	—	18	
7349-5	2 1/2	4 1/2	4 1/4	—	9 1/4	18 1/2	6 1/2	21 7/8	—	40	
7349-6	3	4 13/16	4 1/4	—	9 1/4	18 1/2	6 1/2	22 1/8	—	43	
7349-7	4	8 7/8	5 1/4	—	9 1/4	18 1/2	8 7/8	23 1/2	—	87	

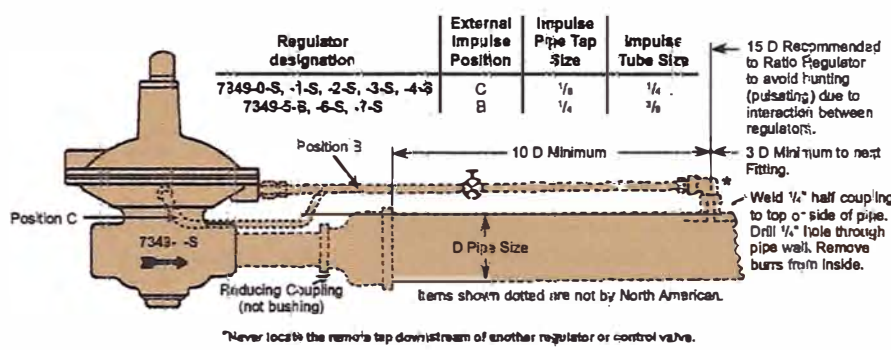


Part name	7349-0	7349-1	7349-2	7349-3	7349-4	7349-5	7349-6	7349-7
Adjusting Screw	2-3823-1	2-3823-1	2-3823-1	2-3823-1	2-3808-1	2-3808-1	2-3809-1	2-3812-1
Adjusting Screw Cap	See Detail for 0 and -1	2-3804-1	2-3804-1	2-3804-1	2-3804-1	2-3804-1	2-3804-1	2-3803-1
Adjusting Screw Flange	2-3823-3	2-3823-3	2-3823-3	2-3823-3	2-3828-3	2-3828-3	2-4978-1	2-4873-1
Balancing Diaphragm & Gasket Assem. (Std.)	2-6248-1	2-6248-1	2-6247-1	2-6247-1	2-6248-1	2-6405-1	2-6405-1	2-6405-1
Balancing Diaphragm Cup	2-1280-1	2-1280-1	2-1280-2	2-1280-2	2-1280-3	2-1280-3	2-1280-3	2-2733-1
Balancing Diaphragm V (Viton)D	2-4451-1	2-4451-1	2-4452-1	2-4452-1	2-4453-1	2-4454-1	2-4454-1	2-4455-1
Balancing Diaphragm Gasket (Viton)D	2-6743-25	2-6743-25	2-6743-25	2-6743-25	2-6743-25	2-6743-25	2-6403-25	2-6403-25
Body (Std.)	2-6253-1	2-6253-2	2-6253-9	2-6253-13	2-6253-17	2-6253-21	2-6253-21	2-6253-29
Body (7349-4K)	2-6253-2	2-6253-6	2-6253-10	2-6253-14	2-6253-18	2-6253-22	2-6253-26	2-6253-30
Body Cover Gas/W	2-2038-1	2-2038-1	2-2038-1	2-2038-1	2-2063-1	2-3840-1	2-3840-1	2-2733-1
Body Plug or Body Cover (Std.)	2-2038-1	2-2038-1	2-2038-1	2-2038-1	2-2063-1	2-3838-1	2-3838-1	2-2733-1
Body Plug (7349-4K)	2-2038-2	2-2038-2	2-2038-2	2-2038-2	2-2063-2	2-3840-2	2-3840-2	2-2733-2
Body Plug Valve Facing	2-3841-2	2-3841-2	2-3841-2	2-3841-2	2-3843-2	2-3844-2	2-3844-2	2-3845-2
Diaphragm Spacer	2-1228-1	2-1228-1	2-1228-1	2-1228-1	2-1228-2	2-1228-3	2-1228-3	2-1228-3
Diaphragm Case-Valve Adapter	2-6232-1	2-6232-1	2-6232-1	2-6232-1	2-6232-1	—	—	—
Gas Diaphragm (Std.)	—	—	—	—	—	2-4085-1	2-4085-1	2-4085-1
Gas Diaphragm V (Viton)D	—	—	—	—	—	2-4085-2	2-4085-2	2-4085-2
Gas Diaphragm Case	2-6664-1	2-6664-2	2-6748-1	2-6748-2	2-6852-1	2-3800-2	2-2113-4	2-3833-2
Gas Diaphragm Cover	2-6870-1	2-6870-1	2-3808-1	2-3808-1	2-3807-1	2-3808-1	2-3808-1	2-3808-1
Gas Diaphragm Disc	2-4489-1	2-4489-1	2-4084-1	2-4084-1	2-4084-1	2-4089-1	2-4089-1	2-4089-1
Gas Diaphragm 3 Gasket Assem. (Std.)	2-6250-1	2-6250-1	2-6251-1	2-6251-1	2-6252-1	—	—	2-6253-1
Gas Diaphragm (Std.)	—	—	—	—	—	2-4085-1	2-4085-1	2-4085-1
Gas Diaphragm Gasket (Std.)	—	—	—	—	—	2-6407-1	2-6407-1	2-6407-1
Gas Diaphragm 3 Gasket Assem. V (Viton)D	2-6250-2	2-6250-2	2-6251-2	2-6251-2	2-6252-2	—	—	2-6253-2
Gas Diaphragm V (Viton)D	—	—	—	—	—	2-4085-2	2-4085-2	2-4085-2
Gas Diaphragm Gasket (Viton)D	—	—	—	—	—	2-6407-2	2-6407-2	2-6407-2
Gasket	—	—	2-3830-1	2-3831-1	2-3830-1	2-3801-1	2-3801-1	2-3801-1
Gripco Locknut	Rt 10-6080-C	Rt 10-6080-C	Rt 10-6082-C	Rt 10-3808-C	Rt 10-6080-C	Rt 10-6160	Rt 10-6160	Rt 10-6160
Instruction Plate	2-3838-1	2-3838-1	2-3838-1	2-3838-1	2-3838-1	2-3800-1	2-3800-1	2-3800-1
Instruction Tag (2 req'd.)	2-3892-1	2-3892-1	2-3892-1	2-3892-1	2-3892-1	2-3892-1	2-3892-1	2-3892-1
Jam Nut	Rt 10-6080-C	Rt 10-6080-C	Rt 10-6082-JC	Rt 10-3808-JC	Rt 10-6082-JC	Rt 10-6089-JC	Rt 10-6233-JC	Rt 10-5089-JC
O' Ring V (Viton)D	Rt 20-4080-V	Rt 20-4080-V	Rt 20-4080-V	Rt 20-4080-V	Rt 20-4080-V	Rt 20-4080-V	Rt 20-4080-V	Rt 20-4080-V
Retaining Ring	—	Rt 40-7150	Rt 40-7150	Rt 40-7150	Rt 40-7150	Rt 40-6080	Rt 40-6080	Rt 40-6080
Semi-Washer or Ball Socket (Std.)	2-4087-1	2-4087-1	2-4087-1	2-4087-1	2-4087-1	2-4082-1A	2-4082-1A	2-4082-1A
Semi-Washer or Ball Socket (7349-4K)	2-4087-2	2-4087-2	2-4087-2	2-4087-2	2-4087-2	2-4082-2	2-4082-2	2-4082-2
Sheet (Std.)	2-4083-1	2-4083-2	2-4083-1	2-4083-1	2-4083-2	2-4083-1	2-4083-1	2-4083-1
Sheet (7349-4K)	2-4083-3	2-4083-4	2-4083-3	2-4083-3	2-4083-4	2-4083-2	2-4083-2	2-4083-2
(4 of Y - Yellow)	2-4087-1	2-4087-1	2-3817-1	2-3817-1	2-3818-1	2-3821-2	2-3821-2	2-3821-2
(8 of A - Aluminum)	2-4088-1	2-4088-1	2-3818-1	2-3818-1	2-3820-1	2-3822-2	2-3822-2	2-3822-2
(16 of G - Green)	2-4100-1	2-4100-1	2-4319-1	2-4319-1	2-4320-1	2-4321-1	2-4321-1	2-4321-1
(24 of H - Red)	2-4089-1	2-4089-1	2-4846-1	2-4846-1	2-4846-1	2-4847-1	2-4847-1	2-4847-1
Spring Adj. Screw Bearing	—	—	2-3826-1	2-3826-1	2-3825-1	2-3802-1	2-3801-1	2-3811-1
Spring Housing	—	—	—	—	—	2-3811-1	2-3811-1	2-3811-1
Spring Housing Gasket	—	—	—	—	—	2-3824-1	2-3824-1	2-3824-1
Spring Tension Plate	—	—	2-3822-2	2-3822-2	2-3828-3	2-3803-2	2-3803-2	2-3823-2
Servol	2-2313-6	2-3313-6	2-2116-1	2-2116-1	2-4050-1	2-4050-1	2-4050-1	2-4050-1
Servol Nut	2-2385-2	2-3385-2	2-2386-2	2-2386-2	2-2385-2	2-4083-1	2-4083-1	2-4083-1
Servol Spring	2-2314-1	2-3314-1	2-2314-1	2-2314-1	2-2314-1	—	—	2-2314-1
Tension Washer	—	—	2-4358-2	2-4358-2	2-4358-2	2-4359-3	2-4359-3	2-4359-3
Valve Head Guide	—	2-4063-1	2-4078-1	2-4078-1	2-4078-1	2-4066-1	2-4066-1	2-4066-1
Washer (Cadm. Pl.) Plated	—	—	Rt 70-7268-C	Rt 70-7268-C	Rt 70-7268-C	Rt 70-7370-C	Rt 70-7370-C	Rt 70-7370-C
Washer	2-0541-1	2-0541-1	2-0541-1	2-0541-1	2-2340-1	2-2340-1	2-2340-1	2-2340-1

Figure 4. Pressure Drop in Downstream Pipe.

Figure 5. Dimensions of 7349 Regulators.

Figure 6. Installation of 7349-S with External Impulse Tap



DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSIONS CRITICAL.

WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters recommendations, and care in operation.



7216 Variable Ratio Regulators are used with nozzle-mix burners to achieve temperature uniformity while using minimum excess air. Molded diaphragms ensure excellent tracking and repeatability, maximum flows, and superior turndown. A high quality stainless steel spring is used to bias 7216 Regulator air/gas ratio. As air rate is turned down towards low fire, gas rate drops faster, giving increasing percentages of excess air (see Figure 2). Reduced total air means greater fuel economy.

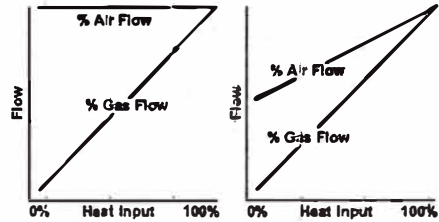


Figure 1. Constant air throttled fuel control.

Figure 2. 7216 Regulator control.

Adjustment. Regulators are set at zero bias as shipped. To set regulator bias, loosen locknut at base of spring cartridge, turn spring cartridge counterclockwise (do not remove cap), and tighten locknut. Set as negative as necessary to get temperature uniformity at low fire.

Where available gas pressure at the 7216 inlet is less than 2 osl above maximum combustion air pressure, use a bleeder in the air impulse line. See Bulletin 8654 or Instructions 7218-2.

If 1:1 ratio control is required at all firing rates, a 7218 Ratio Regulator is recommended, rather than a 7216. In some multi-purpose furnaces, 7216 and 7218 Regulators are piped in parallel with an isolation shutoff valve ahead of each. This



permits holding constant ratio from high fire to low using the 7218, or variable ratio operation with the 7216.

7216-BP By-Pass Option (shown in picture above)

The By-Pass Option provides a fixed low fire setting. Make sure any spring adjustments are done after the low fire flow rate has been set by adjusting the by-pass needle valve. This is to ensure that the spring force will counteract the weight of the parts as well as the low fire outlet pressure. If this is not done, the regulator will not track properly.

A By-Pass Kit is also offered for adding this option to a regulator already in the field. Order the appropriate kit by the following part number:

2-7168-1	By-Pass Kit for 7216-01, -0, -1
2-7168-3	7216-2
2-7168-4	7216-3
2-7168-5	7216-4
2-7168-6	7216-5
2-7168-7	7216-6
2-7168-8	7216-7

SPECIFICATIONS

Diaphragm Cover and Case: Aluminum
Body: Cast Iron
Seat: Brass
Shaft: SST
Balancing Diaphragm: BUNA/Nylon (Standard)
FKM/Polyester (7216-V)
Gas Diaphragm: BUNA/Nylon (Standard)
FKM/Nomex (7216-V)
Maximum Inlet Pressure: 2 psi

Maximum Shock Load: 5 psi
Maximum Ambient Temperature: 180° F (Standard)
350° F (7216-V)

Low Fire Accuracy at <3"wc Impulse:
Spring bias setting capabilities: +0.2"wc to -7"wc
Repeatability: ±0.05"wc

High Fire Accuracy at 3" to 41.5"wc Impulse:
Impulse/outlet pressure offset: 0.5 to 9% plus bias on regulator
repeatability: ±0.3"wc

7216 AIR/GAS RATIO REGULATORS

Table 1.

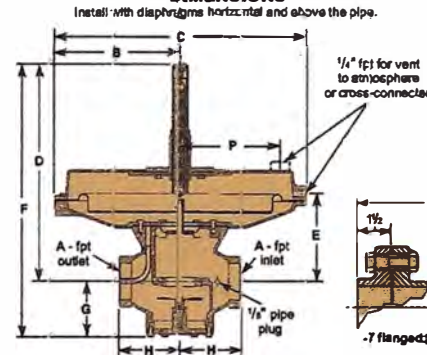
CAPACITIES
cfh
MAX/MUM WIDE OPEN
with 2 osl drop through regulator

Regulator designation	gas gravity			
	0.4	0.6	1.5	2
7216-01	348	285	180	158
7216-0	659	540	341	295
7216-1	854	700	442	383
7216-2	2110	1730	1090	948
7216-3	3420	2800	1770	1530
7216-4	5880	4800	3030	2630
7216-5	8420	6900	4380	3770
7216-6	11100	9100	5750	4980
7216-7	21470	17800	11200	9630

REGULATOR SELECTION

To size a regulator, determine required cfh of gas and pressure drop available at high fire. Divide required cfh by Table 2 factor for available pressure drop. Select smallest regulator with Table 1 (2 osl) capacity above this adjusted capacity. Never choose a regulator capacity based on more than 16 osl drop (even if more is available).

DIMENSIONS



DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSION(S) CRITICAL.

Regulator designation	dimensions in inches										wt, lb
	A	B	C	D	E	F	G	H	P		
7216-01	1/2	3/4	7/2	8 1/2	-	10 7/32	2 1/4	2 1/2	2 1/8	7.5	
7216-0	3/4	3/4	7/2	8 1/2	-	10 7/32	2 1/4	2 1/2	2 1/8	7.5	
7216-1	1	3/4	7/2	8 1/2	-	10 7/32	2 1/8	2 3/4	2 1/8	8	
7216-2	1 1/4	5/4	10 1/2	9 1/2	-	12 5/32	3	2 3/4	3 1/8	11.5	
7216-3	1 1/2	5/4	10 1/2	9 1/2	-	12 5/32	3 1/8	3 1/8	3 1/8	12	
7216-4	2	6 1/4	13 1/2	12 1/8	-	15 1/8	3 1/4	3 3/8	5 1/4	19.5	
7216-5	2 1/2	9 1/4	18 1/2	19 1/2	6 7/16	23 3/32	4	4 1/2	-	37	
7216-6	3	9 1/4	18 1/2	19 1/2	6 7/16	23 3/32	4 1/2	4 1/8	-	41	
7216-7	4	9 1/4	18 1/2	19 1/2	7 1/8	25 1/32	5 1/4	8 1/2	-	85	

† Threaded companion flanges included in regulator price.

WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters' recommendations, and careful supervision.

North American Mfg. Co., 4455 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5600 USA, Tel: 216.271.6000, Fax: 216.641.7852

Table 2.

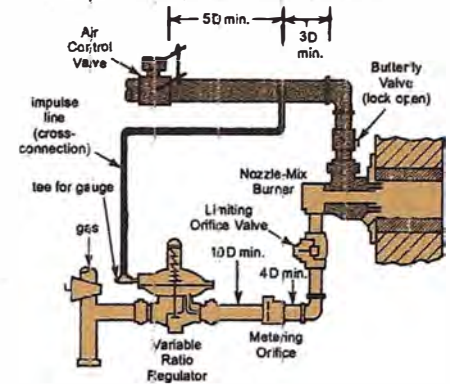
FACTORS

for capacities at other pressure drops

Pressure drop, osl	Factor	Pressure drop, osl	Factor
1	0.707	8	2.00
2	1.00	10	2.24
2 1/2	1.12	12	2.45
3	1.22	14	2.65
4	1.41	16	2.83
6	1.73		

RECOMMENDED INSTALLATION

Install with diaphragm horizontal and above the pipe.



ORDERING INSTRUCTIONS

7216 - Product No. | Pipe Code | Blank Standard
 V = Viton (FKM) diaphragms and O-rings
 BP = by-pass
 VBP = bypass option with Viton (FKM) diaphragms
 RK = repair kit
 VRK = repair kit (V series)
 UK = Upgrade kit for -5, -6, -7
 YUK = Viton (FKM) upgrade kit for -6, -6, -7



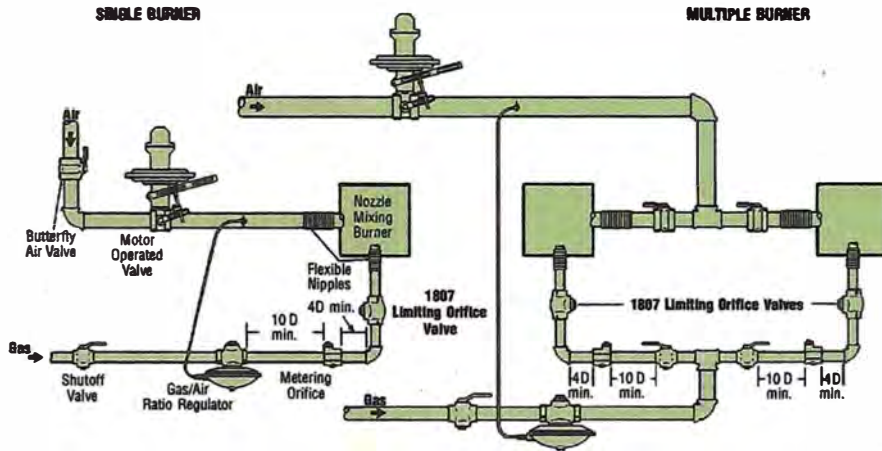
1807 Limiting Orifice Valves provide "fine tuning" for air/gas ratio adjustment.

An 1807 Limiting Orifice Valve is used to set air/gas ratio on a nozzle-mix burner. It has a V-port plug that can be adjusted sensitively and accurately with a screwdriver. Turning the screw counterclockwise increases flow. A cap conceals the adjustment and discourages tampering with the setting. If an adjustment is needed, replace top cap on valve body to reduce air or gas leaks.

The V-port adjustment is in a removable gas cartridge assembly, simplifying inspection or replacement. 1807 Valves have brass internals; 1807-*K* Valves have iron internals for coke gas and others corrosive to brass; 1807-*-TK* Valves are for hot gases.

Limiting Orifice Valves are not designed for shutting off gas. Use an approved plug valve or cock.

TWO TYPICAL PIPING ARRANGEMENTS FOR LIMITING ORIFICE VALVES



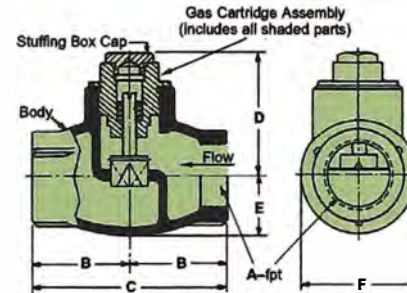
Install 1807 Valve as close as possible to burner. Normal practice is to select limiting orifice valve pipe size same as ratio regulator (North American #7218 or #7216), or as burner gas connection if several burners are fed by one regulator. There is no performance advantage in using the smallest possible 1807 for the flow and pressure drop available.

CAPACITIES: scfh Natural Gas (0.6 s.g.)

Capacity, scfh	Valve designation and pipe size								Specific Gravity	Capacity Factor
	1807-01 1/2"	1807-0 3/4"	1807-1 1"	1807-2 1 1/4"	1807-3 1 1/2"	1807-4 2"	1807-5 2 1/2"	1807-6 3"		
0.1	86	121	222	327	414	990	1 491	2 600	0.4	1.22
0.2	122	172	315	470	584	1400	2 110	3 675	0.6	1.00
0.3	149	210	386	564	715	1720	2 580	4 500	0.8	0.866
0.4	172	243	446	650	830	1980	2 982	5 200	1.5	0.632
0.5	192	272	500	730	925	2230	3 340	5 820	2.0	0.547
1.0	272	385	705	1030	1310	3150	4 720	8 220		
2.0	384	542	990	1460	1850	4450	6 680	11 590		
3.0	470	665	1210	1780	2270	5440	8 200	14 220		
4.0	544	770	1410	2060	2620	6300	9 440	16 440		
5.0	610	860	1580	2320	2930	7040	10 560	18 400		
6.0	668	940	1720	2550	3210	7700	11 570	20 150		

Capacities shown with 1 psig inlet pressure.
Maximum Pressure: 25 psig

DIMENSIONS
Inches



Valve designation	dimensions in inches						Wt, lb
	A	B	C	D	E	F	
1807-01	1/2	1 1/16	3 3/8	2 1/2	7/8	1 3/4	1 1/2
1807-0	3/4	1 1/16	3 3/8	2 1/2	1	2	1 3/4
1807-1	1	2 1/8	4 1/4	2 5/8	1 5/8	2 5/8	2 3/4
1807-2	1 1/4	2 1/8	4 7/8	2 7/8	1 7/8	2 7/8	4 1/4
1807-3	1 1/2	2 1/8	5 1/4	3 1/8	1 3/4	3 1/4	5 1/2
1807-4	2	2 1/8	5 7/8	3 1/8	1 3/4	3 3/4	7 1/2
1807-5	2 1/2	3 1/8	7 1/4	4 1/2	2 1/8	4 1/8	12 1/2
1807-6	3	4 1/8	9 1/4	5 1/8	2 1/8	5 1/8	20

DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSION(S) CRITICAL.

1807 and 1807-*-K* (All Iron Valve) PARTS LIST

Part Name	Valve designation							
	1807-01 1807-01-K	1807-0 1807-0-K	1807-1 1807-1-K	1807-2 1807-2-K	1807-3 1807-3-K	1807-4 1807-4-K	1807-5 1807-5-K	1807-6 1807-6-K
Body	2-3618-3	2-1676-3	2-1702-3	2-1677-3	2-1680-3	2-1682-3	2-3465-3	2-3468-3
Gas Cartridge Assem. (1807) (1807- <i>-K</i>)	4-6063-01 4-6064-01K	4-6063-0 4-6064-0K	4-6063-1 4-6064-1K	4-6063-2 4-6064-2K	4-6063-3 4-6064-3K	4-6063-4 4-6064-4K	4-6063-5 4-6064-5K	4-6063-6 4-6064-6K
Stuffing Box Cap (1807) (1807- <i>-K</i>)	4-6085-1 4-6085-2	4-6086-1 4-6086-2	4-6086-1 4-6086-2	4-6086-1 4-6086-2	4-6086-1 4-6086-2	4-6087-1 4-6087-2	4-6087-1 4-6087-2	4-6087-1 4-6087-2

⊙ Recommended spare part.
⊕ Included in Gas Cartridge Assembly, or can be ordered separately.

TO ORDER COMPLETE VALVE, SPECIFY Valve designation
Example: 1807-3 Valve

TO ORDER PARTS, SPECIFY: Part number, part name, and valve designation
Example: 4-6063-2 Gas Cartridge Assembly for 1807-2

WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters recommendations, and care in operation.

North American Mfg. Co., 4455 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5600 USA, Tel: +1.216.271.6000, Fax: +1.216.641.7852
email: sales@namfg.com • www.namfg.com

Ref: Sheets 8697-3 and -5, Bulletin 8736

May 1999

8697 Metering Orifices accurately measure gas flows to industrial burners. They are compact, inexpensive, and can be installed in individual burner gas lines to expedite adjustment of air/fuel ratio. They allow easy checking of operation while burners are firing.

Individual metering orifices are a great convenience on multi-burner furnaces, facilitating setting all burners the same or in desired gradients. Some installations add a larger 8697 Metering Orifice (upstream of the individual units) for continuous metering of total gas consumption in a zone or for the whole furnace.

Many plants also use 8697 Metering Orifices in burner air lines to enable precise matching flows of combustion air and gas.

FEATURES

8697 Sizes: 1/2" through 4" pipe size

Nominal flows: 90 scfh to 15,700 scfh natural gas

Flexibility: Each orifice holder offers a choice of seven or eight plates that can be exchanged without removing holder from pipe. This allows convenient on the job tailoring of the meter to fit its requirements.

ACCURACY

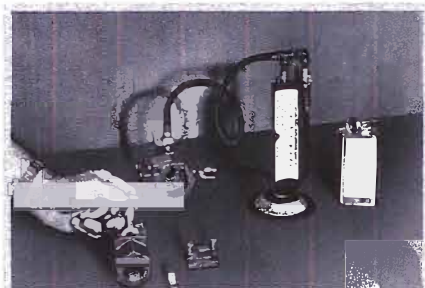
8697 Metering Orifices are accurate within 2% in a proper installation: 10 straight clean pipe diameters upstream, 4 diameters downstream, without valves or fittings.

With shorter straight pipe, flow error could rise to 5%.

For maximum accuracy, readings must be corrected for:

- gas (or air) line pressure
- gas (or air) temperature
- barometric pressure
- (also, gas Btu and specific gravity variations may be significant).

Sheets 8697-3 and 8697-5 deal with correction factors.



8697 Orifice Holders with 8636-A Manometer and can of unity oil.

INSTALLATION

Observe straight pipe runs mentioned in "Accuracy" section. Pressure taps should be on top or side of pipe to reduce problems with dirt or condensate collecting in taps or manometer hose.

When pressure is over 3 psi, use metal tubing, rather than hose, between metering orifice and manometer.

When metering oxygen, use specially cleaned pipe and oxygen approved differential-pressure gauge.

Models:

8697- -A: Standard meter for air and fuel gases up to 3 psi pressure.

8697- -B: Meter for air and gases from 3 to 25 psi pressure.

8697- -C: Meter specially cleaned for oxygen service at 25 psi pressure and below.

SELECTING AN ORIFICE

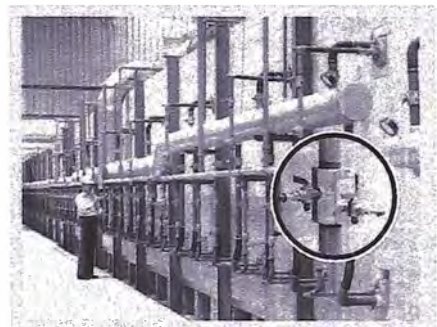
1. Determine high fire air flow rate at the burner.
2. Determine corresponding gas flow rate: (For typical natural gas, divide air flow by 11 to determine gas flow.) See table below for other air/gas volume ratios.
3. Select next smaller orifice plate capacity from Table B1 (realize that plate capacity is offered in a number of different pipe size holders).

Fuel Gases	Air/gas volume ratios (10% XS _{air} and typical fuels)
natural	11
propane	26.2
butane	33.6
coke oven	5.3

Example:

1. A 4422-7-A Burner passes 27,000 scfh air at 16psi (assuming 16 psi represents "high fire" for this example).
2. Corresponding natural gas flow is 2700 scfh.
3. A #2400 plate is preferred because its higher required pressure drop—approximately 4.5"wc—means low fire readings will be easier and more accurate.

The 4422-7-A Burner has a 2 1/2" gas connection; a #2400 plate is offered in the 8697-5 (2 1/2") holder (as well as in the -3 [1 1/2"] and -4 [2"] units), so an 8697-5-A2400 Metering Orifice may be the most convenient for this job.



8697 Metering Orifices on a tunnel kiln facilitate close setting of gas flows to each burner (with portable manometer) to maintain desired temperature gradient.

Flow Capacities and ID's of 8697 Metering Orifices

TABLE B1. Flow Capacities†, scfh with 3.5"wc drop

14.397 psia Inlet Pressure; 80 F Inlet Temperature

Plate No.*	Natural Gas ^o (0.6 sg)	Coke Oven Gas ^o (0.4 sg)	Propane (1.5 sg)	Butane (2.0 sg)	Air (1.0 sg)	Oxygen ^Δ (1.1 sg)
90	90	110	57	49	70	66
108	108	132	88	59	84	79
130	130	159	82	71	101	96
156	156	191	99	85	121	115
186	186	228	118	102	144	137
225	225	275	142	123	174	166
270	270	330	171	148	209	199
324	324	397	205	177	251	240
387	387	473	245	212	300	285
468	468	572	296	258	362	344
558	558	683	353	305	432	410
675	675	826	427	370	522	496
810	810	991	512	443	627	595
915‡	915‡				709‡	
972	972	1190	615	532	752	715
1160	1160	1420	734	635	897	853
1400	1400	1713	887	766	1083	1030
1870	1870	2040	1056	913	1292	1230
1890‡	1890‡				1485‡	
2000	2000	2450	1266	1095	1548	1472
2400	2400	2940	1518	1313	1858	1786
2880	2880	3530	1823	1578	2230	2120
2970‡	2970‡				2300‡	
3450	3450	4230	2190	1890	2670	2540
4150	4150	5080	2630	2270	3220	3050
4810‡	4810‡				3730‡	
4970	4970	6090	3140	2730	3850	3680
6000	6000	7350	3790	3290	4650	4410
7200	7200	8820	4550	3940	5580	5290
7940‡	7940‡				6125‡	
8640	8640	10550	5460	4730	6690	6350
10350	10350	12630	6540	5860	8010	7620
11950‡	11950‡				9250‡	
12450	12450	15190	7870	6810	9840	9160
15700‡	15700‡				12175‡	

TABLE B2. Orifice ID, inches

Pipe Size Code, 8697-	Pipe Size Code, 8697-									
	-01 (1/2")	-0 (3/4")	-1 (1")	-2 (1 1/4")	-3 (1 1/2")	-4 (2")	-5 (2 1/4")	-6 (3")	-7 (4")	
90	0.223									
108	0.243									
130	0.266									
156	0.290	0.289								
186	0.314	0.315								
241	0.342	0.344								
270	0.371	0.374	0.383							
346	0.408	0.419								
414	0.438	0.455								
500	0.476	0.496	0.503							
597		0.539	0.547							
722		0.586	0.600	0.604						
866		0.634	0.651	0.660						
		0.658‡								
1040			0.707	0.718	0.722					
1240			0.769	0.781	0.790					
1500			0.833	0.850	0.862	0.872				
1790				0.918	0.940	0.948				
				0.937‡						
2140					0.989	1.020	1.032			
2570						1.110	1.121	1.136		
3080						1.204	1.221	1.238		
3690						1.156‡				
							1.320	1.346		
4440								1.433	1.468	1.468
								1.475‡		
5310									1.994	1.604
6410									1.732	1.755
7700									1.672	1.914
								1.844‡		
9240										2.080
11100										2.272
										2.280‡
13300										2.460

(Identical capacity plates do not interchange among different size orifice holders because of physical differences.) 2.718‡

TABLE C. Gas Data

Kind of Gas	Gas Gravity	Btu per cu ft	Correct Air/Gas Ratio	Flow Factor [§]
Natural ^o	0.6	1060	10	1.00
Coke Oven ^o	0.4	570	5.45	1.22
Propane	1.5	2500	23.8	0.83
Butane	2.0	3210	30	0.55
Air	1.0	—	—	0.77
Oxygen ^Δ	1.1	—	—	0.74

- * 00 is a blank plate without orifice
- † For pressure and temperature conditions other than 14.397 psia and 80 F, see Sheets 8697-3 and -5.
- o Natural gas capacity is plate number.
- ‡ Normally used for air. 3% flow error is possible.
- Δ For oxygen, specify 8697- -C-plate #. Use oxygen-cleaned metal tubing and pipe to an oxygen-approved differential-pressure gauge. Use only for line pressure at or below 25 psig.
- § Capacity factor of a given orifice relative to same orifice with natural gas.
- Corrosive to brass.

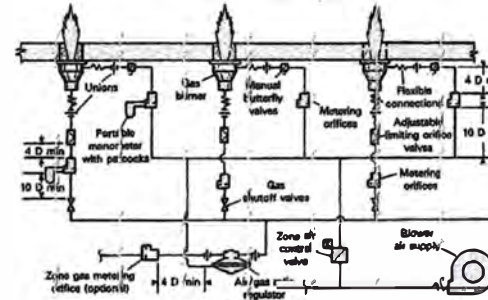
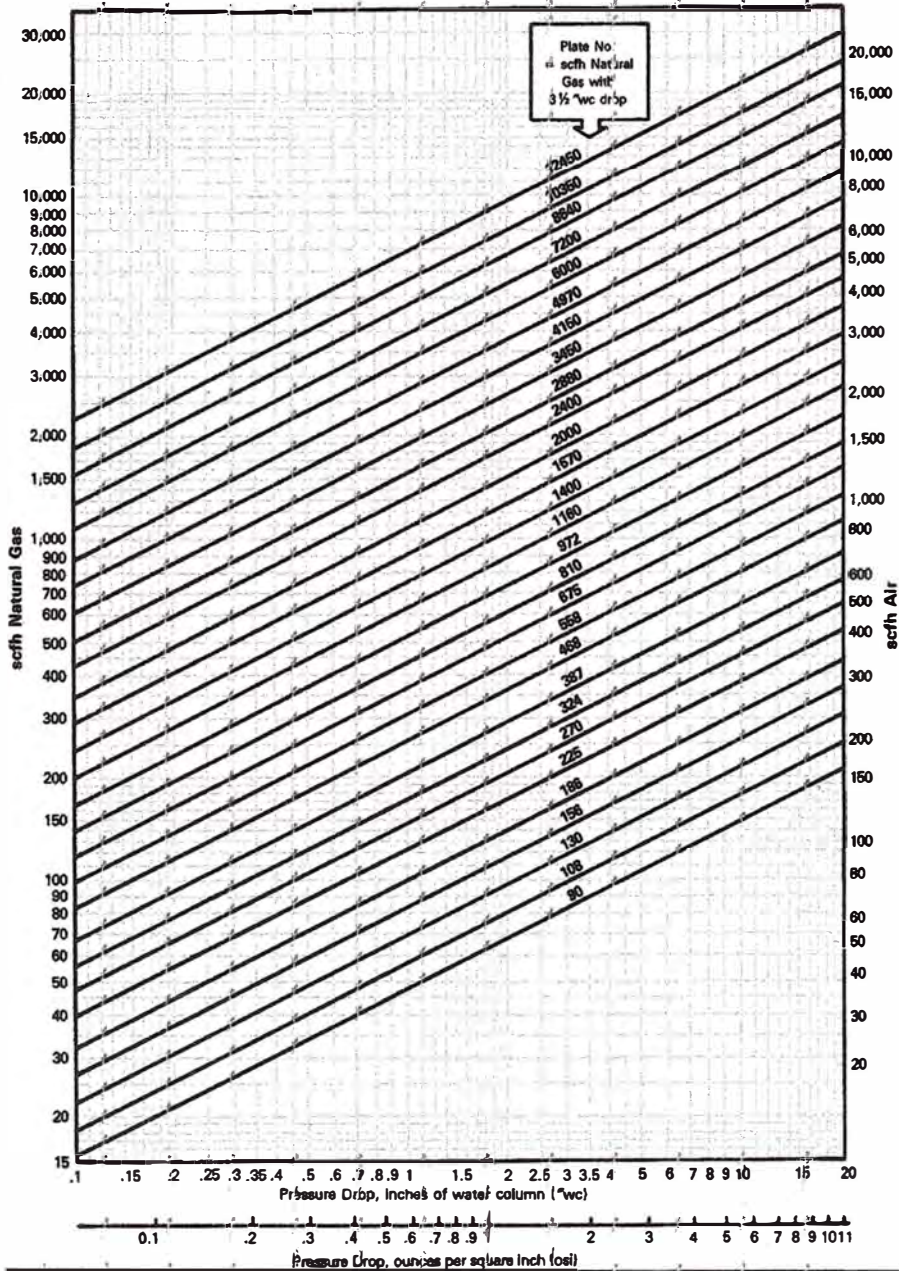
TABLE D. Average Recovery % of Tap Differential

ID	Average Recovery	Permanent Pressure Loss
1st	15	85
2nd	17	83
3rd	20	80
4th	23	77
5th	27	73
6th	32	68
7th	36	64

The pressure recovery for any specific orifice/holder combination depends on its position in the group of seven standard ID's available for its pipe size.

EXAMPLE: 36% pressure recovery is possible with an 8697-1-610 or with an 8697-7-12450 (as well as the 7th ID in all other pipe sizes). This means that when the pressure taps show a 3.5"wc pressure differential, the permanent pressure loss is (100 - 36) of 64% of 3.5 or 2 1/4"wc.

Capacities of 8697 Metering Orifice Plates



Piping for metering orifices with nozzle-mix burners (with pre-mix burners, install orifice holder between atmospheric regulator and mixer). One portable manometer can be used for all orifice differential readings.

CHANGING ORIFICES

1. Turn off gas.
2. Remove cover screws and cover.
3. Loosen internal screw; lift out plate; replace with new one; tighten screw.
4. Replace cover and cover screws.

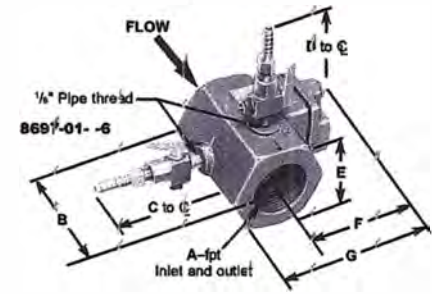
FIELD SETUP

1. Light burner. Adjust regulator and limiting orifice valve per their instructions.
2. Attach a manometer or quality air pressure gauge to burner air connection. Set burner air valve for desired pressure.
3. Open each orifice holder pressure tap momentarily to flush out condensate and dirt.
4. Connect a manometer, with its equalizing valve open, to orifice holder taps. Slowly open these taps; then slowly close the equalizing valve, taking care not to "blow" the manometer.
5. Adjust limiting orifice valve for proper gas flow reading.

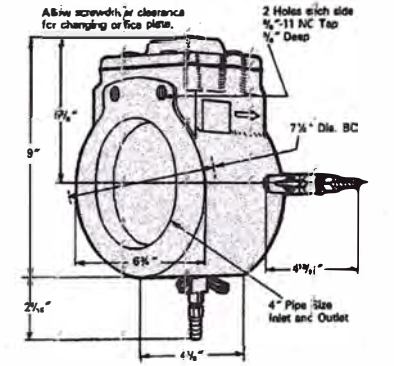
Using example (from "Selection," page 1):
If actual high fire air pressure on gauge is 14 psi, air flow is $27,000 \times \sqrt{14/16} = 25,260$ scfh and corresponding natural gas flow should be 2526 scfh.
Adjust limiting orifice gas valve until manometer across the #2400 plate shows 3.88"wc: $(2526/2400)^2 \times 3.5$. (If using an 8736-A Manometer, its right hand scale [specifically for 8697 Metering Orifices] could be used-- in this case $2526/2400 = 1.05$ scale factor.)

DIMENSIONS

DIMENSIONS SHOWN ARE SUBJECT TO CHANGE. PLEASE OBTAIN CERTIFIED PRINTS FROM NORTH AMERICAN MFG. CO. IF SPACE LIMITATIONS OR OTHER CONSIDERATIONS MAKE EXACT DIMENSIONS CRITICAL.



Orifice Holder designation	dimensions in inches							wt in lb
	A	B	C	D	E	F	G	
8697-01	1/2	2 13/16	3 1/8	3 1/4	1 3/8	1 13/16	2 1/2	1 3/4
8697-0	3/4	2 1/8	3 1/8	3 1/4	1 1/8	1 13/16	2 1/4	1 3/4
8697-1	1	3 1/8	4	3 1/8	1 1/8	1 13/16	3	2 1/2
8697-2	1 1/4	3 1/8	4 1/8	4 1/8	2 1/8	2 1/8	3 1/2	2 1/2
8697-3	1 1/2	3 1/8	4 1/8	4 1/8	2 1/8	2 1/8	3 1/4	4
8697-4	2	3 1/8	4 1/8	4 1/2	3 1/8	2 1/2	4 1/4	5 1/2
8697-5	2 1/2	3 1/8	5 1/8	4 1/2	3 1/8	3 1/8	5 1/8	9 1/2
8697-6	3	3 1/8	5 1/8	4 1/2	3 1/8	6 1/8	6 1/8	12 1/4



8697-7 Orifice Holder is identical in operation to smaller sizes, but it is mounted between flanges instead of being threaded onto pipe. Standard ANSI 125 psi flanges and gaskets must be supplied separately.
Holder fits within bolt circle of flanges: Two top bolts on each side screw into the holder to ensure correct alignment.
Weight: 25 pounds

CONSTRUCTION

Orifice plates: stainless steel. Accurately centered and ground to size with close tolerances. Plate is stamped with its number, which is its capacity in scfh of 0.6 s.g. gas at 3.5"wc pressure drop. Orifice holders: cast iron. Cadmium plated steel springs, neoprene gaskets, brass hose cocks—alternate cocks available for gases corrosive to brass (coke oven gas).

WARNING: Situations dangerous to personnel and property can develop from incorrect operation of combustion equipment. North American urges compliance with National Safety Standards and Insurance Underwriters recommendations, and care in operation.

North American Mfg. Co., 4450 East 71st Street, Cleveland, OH 44105-5600 USA, Phone 216-271-6000, Facs/mile 216-541-7852
E-mail sales@namfg.com • www.namfg.com

PLANOS

CONFIDENCIAL

DERECHOS RESERVADOS DE PRODUC S.A. NO SE DEBE NI COPIAR, NI REPRODUCIR, NI COMUNICAR DE CUALQUIER MANERA A TERCEROS, NI EL USUARIO PARA FABRICAR FUERA DE PRODUC S.A. SIN NUESTRA PREVIA AUTORIZACION ESCRITA. CADA INFRACCION DE ESTOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELLECTUAL, PRODUC S.A. DARÁ LUGAR A PROCESOS JURIDICOS.

ESCALA

PLANO
CANTIDAD
MATERIAL
UNIDADES

UBICACION DE QUEMADORES HORNO DE COMBUSTION
PROCESO
SISTEMA
SUB SISTEMA
RECOCIDO
HORNO DE COMBUSTION ELCO
CAMARA Y PRECAMARA

1
2
3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Nº PLANO
Nº BAAN

CAD
REVISADO
APROBADO
RUTA EN RED

F.OCHOA
F.OCHOA
F.OCHOA

FECHA
FECHA
FECHA

8

2

3

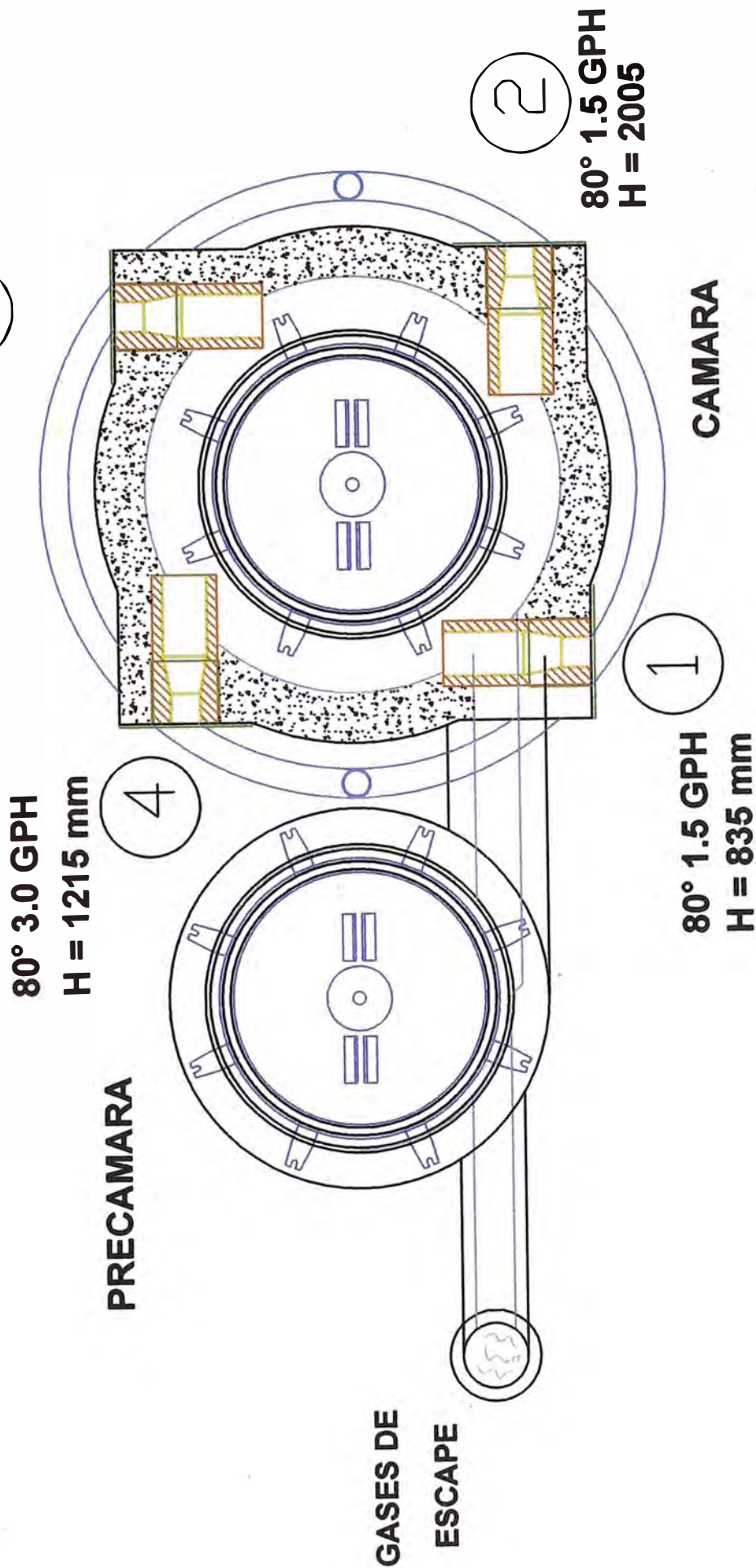
4

5

6

7

8



80° 3.0 GPH
H = 1622.5 mm

80° 1.5 GPH
H = 2005

CAMARA

PRECAMARA

GASES DE
ESCAPE

8

2

3

4

5

6

7

8

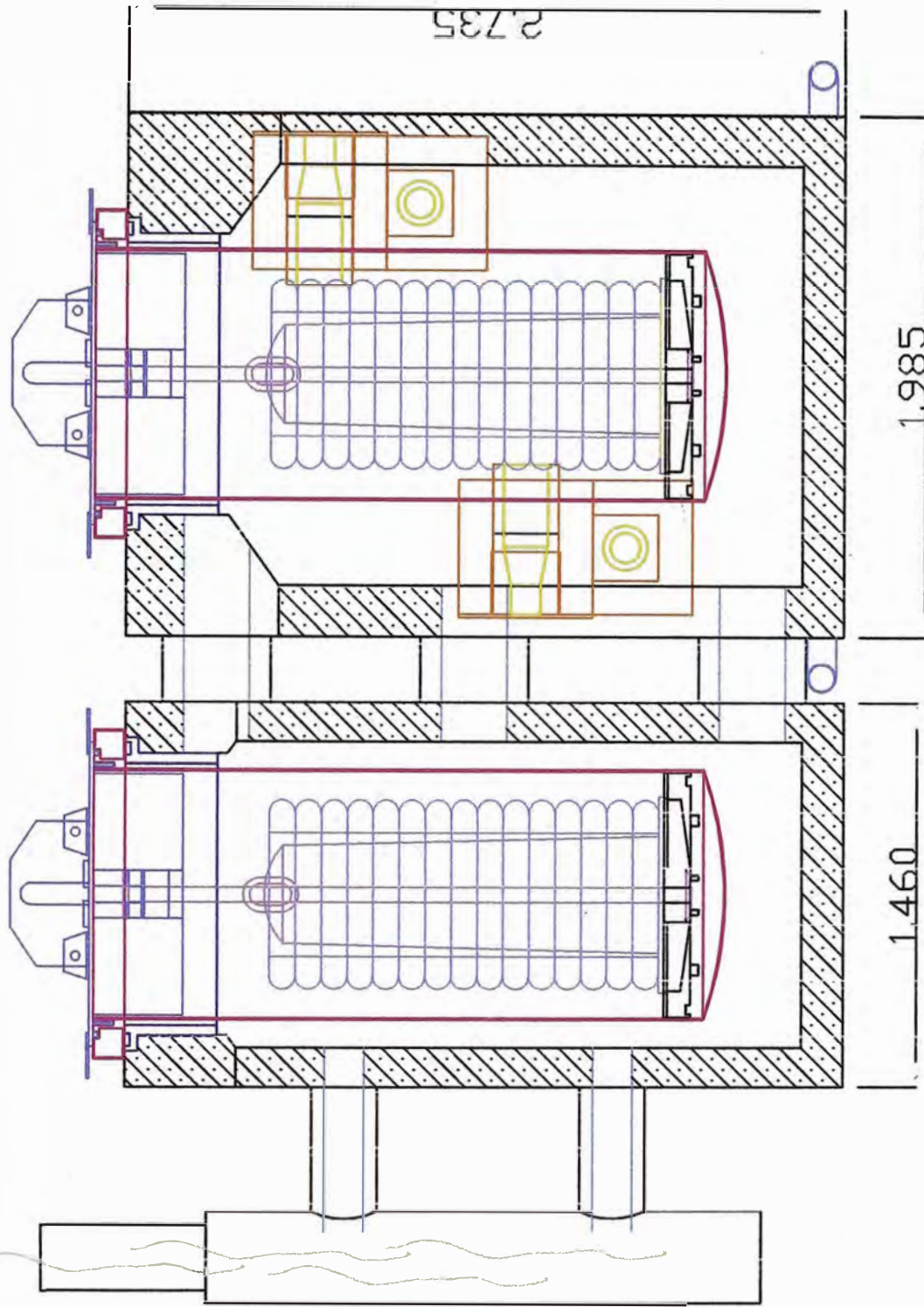
CONFIDENCIAL

ESTE DIBUJO Y LA INFORMACION RELACIONADA ES Y SIQUE SIENDO LA CARACTERISTICA EXCLUSIVA DE PRODACC SA, NO SE DEBE NI COPIAR, NI REPRODUCIR, NI COMUNICAR DE CUALQUIER MANERA A TERCEROS, NI EL USUARIO PARA FABRICAR FUERA DE PRODACC SA, SIN NUESTRA PREVIA AUTORIZACION ESCRITA, CADA INFRACCION DE ESTOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELLECTUAL, PRODACC SA, PARA LUGAR A PROCESOS JURIDICOS.

GASES DE ESCAPE

PRECAMARA

CAMARA



PLANO	VISTA DE COR	HORNO DE COMBUSTION CON CARGA
CANTIDAD	PROCESO	RECOCIDO
MATERIAL	SISTEMA	HORNO DE COMBUSTI N
UNIDADES	SUB SISTEMA	CAMARA Y PRECAMARA
1	2	3

CAD	F.O.CI-OA	FECHA
REVISADO	F.O.CI-OA	FECHA
APROBADO	F.O.CI-OA	FECHA
RUJA EN RED		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Nº PLANO
Nº BAAN

TABLAS

Table 2.1a. Comparative data (by weight) for some typical fuels

	Analysis, in % by weight			Constituents						
	C available	H available	Specific gravity relative to water ⁹ - Gas gravity relative to air ³	C, available/total	H, available	S	O	N	Ash	Moisture
Blast furnace gas	56		1.02	5.6/15.8	0.1	⁵	27.3	56.8	⁵	⁵
Coke oven gas	1.81		0.40	41.1/48.3	22.7	⁵	16.0	13.0	⁵	⁵
Producer gas ¹	4.94		0.86	8.4/17.1	1.7	⁵	23.3	57.9	⁵	⁵
Natural gas ²	3.08		0.60	69.4/69.4	22.5	¹¹	0	8.1	0	0
Propane, natural	4.43		1.55 ⁸	81.6/81.6	18.4	0	0	0	0	0
Butane, refinery	5.10		2.00 ⁸	83.6/83.6	16.4	0	0	0	0	0
Methanol	1.50		0.793	18.8/37.5	12.5	—	50.0	—	—	—
Gasoline, motor ⁶	5.94		0.733	85.5/85.5	14.4	0.1	0	0	0	0
#1 Distillate oil	6.51		0.814	86.6/86.6	13.3	0.14	—	—	—	—
#2 Distillate oil	6.98		0.865	87.3/87.3	12.5	0.21	—	—	—	—
#4 Fuel oil	7.45		0.910	86.4/86.4	11.6	1.99	—	—	0.018	0.2 ¹²
#5 Residual oil	8.29		0.951	88.7/88.7	10.7	0.57 ⁷	—	—	0.02	0.4 ¹²
#6 Residual oil	9.49		1.013	88.3/88.6	9.3	0.85 ⁷	0.7	0.3	0.04	0.2 ¹²
Wood, non-resinous	5.26	CH ratio	.4-.8	/37.9	7.2	0	53.8	0.1	1.0	⁹
Coal, bituminous	16.0	C total / H avail	.6-.9	/80.1	5.0	1.0	5.2	0	7.2	3.1
Coal, anthracite	33.6		.7-.9	/80.6	2.4	1.1	5.9	0	9.5	5.2
Coke	106		.4-.5	/85.0	0.8	1.0	1.2	1.3	10.7	0.8

¹ From a Wellman-Galusha producer using bituminous coal.

² Birmingham, AL.

³ Multiply this figure by 0.0765 to obtain lb/ft³, by 1.226 to obtain kg/m³.

⁴ Multiply this figure by 62.43 to obtain lb/ft³, by 8.34 to obtain lb/gallon, by 1000 to obtain kg/m³.

⁵ Varies with type of coal or coke used, equipment and process.

⁶ From page 269 of Reference 2.f. See list of references at end of part 2.

⁷ Sulfur content may vary from 0.4 to 3.5%, depending on source, refining, and blending.

⁸ In the liquid state, specific gravity relative to water is 0.509 for propane, 0.582 for butane.

⁹ Seasoned.

¹⁰ Multiply gross Btu/scf air by 8.90 to obtain gross kcal/m³ of standard air.

¹¹ Sulfur content may be 1 to 2 percent at the gas well, but this is usually reduced to less than 8 ppm by weight before distribution.

¹² See bottom sediment and water, Table 2.11.

Table 2.1b. Comparative data (by weight) for some typical fuels

	Heating value				Gross Btu per scf air ¹⁰	Wt air req'd per unit wt fuel (and scf/gal)	Weight of combustion products per wt of fuel (and ft ³ /gal)				Ultimate vol % CO ₂ in dry flue gas
	Btu/lb (and Btu/gal)		kcal/kg (and kcal/l)				CO ₂	H ₂ O	N ₂	Total	
	Gross	Net	Gross	Net							
Blast furnace gas	1 179	1 079	665	599	135.3	0.57	0.58	0.01	1.08	1.67	25.5
Coke oven gas	18 595	16 634	10 331	9 242	104.4	13.63	1.51	1.81	8.61	11.93	10.8
Producer gas ¹	2 614	2 459	1 452	1 366	129.2	1.55	0.61	0.15	1.72	2.48	18.4
Natural gas ²	21 830	19 695	12 129	10 943	106.1	15.73	2.55	2.03	12.17	16.75	11.7
Propane, natural	21 573	19 886	11 986	11 049	107.5	15.35	3.01	1.62	12.01	16.64	13.8
	(91 500)	(84 345)	(6094)	(5617)		(850.8)	(108.11)	(144.39)	(682.06)	(934.57)	
Butane, refinery	20 810	19 183	11 562	10 658	106.1	15.00	3.04	1.53	11.82	16.39	14.3
	(102 600)	(94 578)	(6833)	(6299)		(949.0)	(124.27)	(146.92)	(747.18)	(1018.4)	
Methanol	9 700	8 400	5 389	4 667	106.4	6.47	1.38	1.13	4.97	7.48	15.0
	(64 150)	(55 550)	(4272)	(3700)		(559.5)	(78.4)	(156.8)	(445.3)	(681)	
Gasoline, motor	20 190	18 790	11 218	10 440	104.6	14.80	3.14	1.30	11.36	15.80	15.0
	(123 361)	(114 807)	(8216)	(7646)		(1183)	(165.1)	(166.8)	(940.3)	(1272)	
#1 Distillate oil	19 423	18 211	10 791	10 118	102.1	14.55	3.17	1.20	11.10	15.48	15.4
	(131 890)	(123 650)	(8784)	(8235)		(1292)	(185.7)	(171.0)	(1020)	(1377)	
#2 Distillate oil	18 993	17 855	10 553	9 920	101.2	14.35	3.20	1.12	10.95	15.27	15.7
	(137 080)	(128 869)	(9130)	(8583)		(1354)	(199.1)	(170.6)	(1070)	(1440)	
#4 Fuel oil	18 844	17 790	10 470	9 884	103.0	13.99	3.16	1.04	10.68	14.92	15.8
	(143 010)	(135 013)	(9524)	(8992)		(1388)	(206.7)	(166.1)	(1097)	(1472)	
#5 Residual oil	18 909	17 929	10 506	9 961	104.2	13.88	3.24	0.97	10.59	14.81	16.3
	(149 960)	(142 190)	(9987)	(9470)		(1439)	(221.0)	(161.4)	(1137)	(1520)	
#6 Residual oil	18 126	17 277	10 071	9 599	103.2	13.44	3.25	0.84	10.25	14.36	16.7
	(153 120)	(145 947)	(10 198)	(9720)		(1484)	(236.4)	(149.0)	(1172)	(1558)	
Wood, non-resinous	6 300		3 500		98.4	4.90	1.39	0.65	3.47	5.51	20.3
Coal, bituminous	14 030		7 795		99.3	10.81	2.94	0.49	8.26	11.71	18.5
Coal, anthracite	12 680		7 045		97.8	9.92	2.96	0.22	7.58	10.78	19.9
Coke	12 690		7 051		96.2	10.09	3.12	0.07	7.73	10.94	20.4

FUELS—see also Tables 2.11, 2.12

FUELS

Footnotes are on Table 2.1a.

Table 3.7c. Heat contents of combustion gases,* in kcal/kg

kcal/kg	Air†	CO	CO ₂	H ₂	H ₂ O‡	N ₂	O ₂	SO ₂
15.6	0	0	0	0	0	0	0	0
100	20.3	20.9	17.9	292.9	37.6	20.8	18.6	13.0
200	44.8	46.1	40.6	640.3	83.5	46.0	41.4	29.4
300	69.8	71.9	65.0	989.1	130.9	71.5	64.8	46.8
400	95.3	98.3	90.7	1339.6	179.8	97.6	88.8	65.1
500	121.3	125.1	117.7	1692.3	230.1	124.1	113.5	84.1
600	147.8	152.5	145.8	2047.7	282.0	151.1	138.6	103.8
700	174.7	180.3	174.9	2406.3	335.4	178.5	164.2	124.1
800	202.1	208.6	204.8	2768.5	390.3	206.4	190.1	144.7
900	229.8	237.3	235.3	3134.9	446.8	234.7	216.4	165.7
1000	258.0	266.5	266.2	3505.8	504.7	263.5	242.9	186.8
1100	286.5	296.1	297.5	3881.8	564.2	292.7	269.6	207.9
1200	315.4	326.0	329.0	4263.4	625.3	322.3	296.5	229.0
1300	344.6	356.3	360.5	4651.0	687.8	352.4	323.4	249.9
1400	374.2	387.0	391.9	5045.2	752.0	382.8	350.3	270.6
1500	404.0	418.0	422.9	5446.3	817.6	413.7	377.1	290.7
1600	434.2	449.3	453.6	5854.8	884.9	445.0	403.8	310.4
1700	464.6	480.9	483.6	6271.3	953.7	476.7	430.4	329.4
1800	495.2	512.7	512.8	6696.2	1024.0	508.8	456.6	347.6
1900	526.1	544.8	541.2	7130.0	1095.9	541.3	482.6	365.0
2000	557.2	577.2	568.5	7573.1	1169.5	574.1	508.2	381.3
2100	588.5	609.7	594.5	8026.0	1244.5	607.4	533.4	396.5

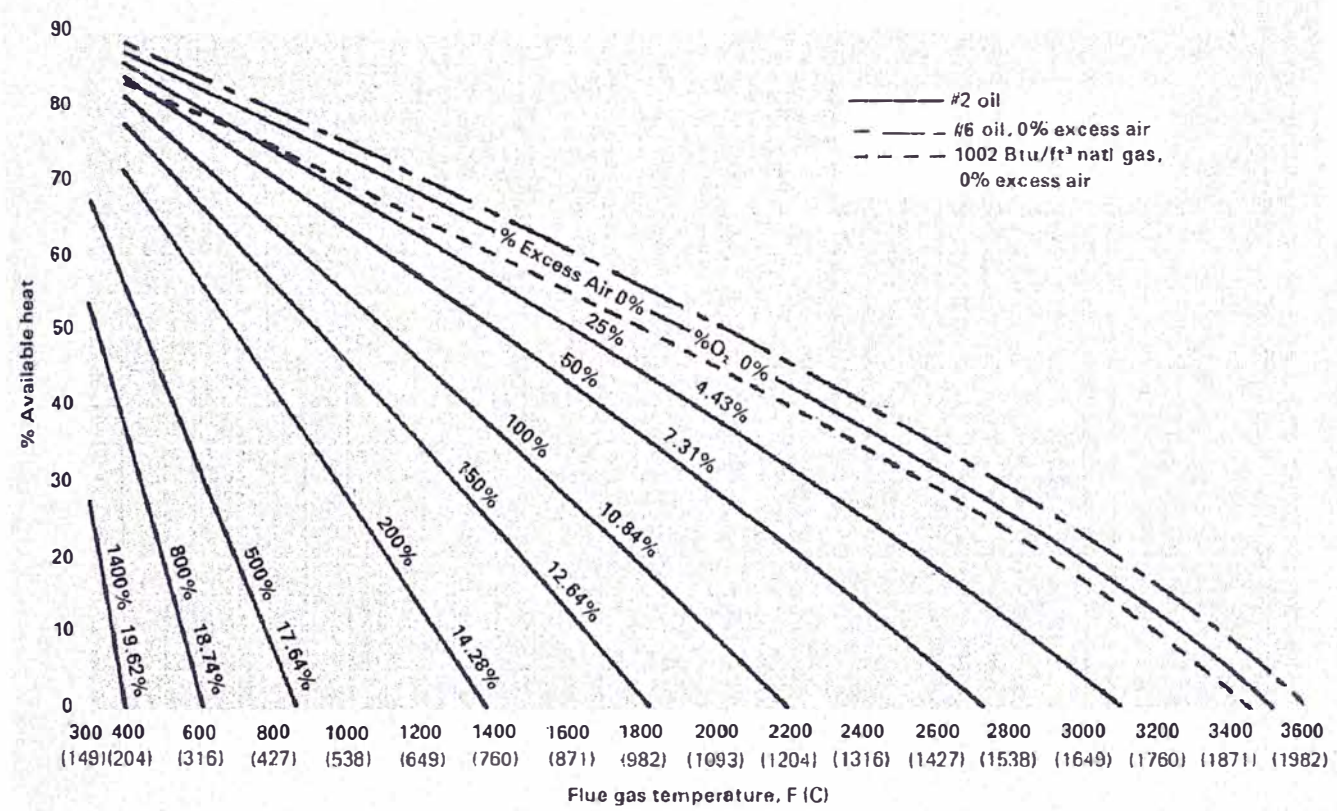
Table 3.7d. Heat contents of combustion gases,* in kcal/m³Δ

kcal/m ³	Air†	CO	CO ₂	H ₂	H ₂ O‡	N ₂	O ₂	SO ₂
15.6	0	0	0	0	0	0	0	0
100	24.7	24.7	33.2	24.7	28.6	24.6	25.2	35.1
200	54.7	54.5	75.5	54.1	63.5	54.3	55.9	79.4
300	85.2	85.0	120.7	83.5	99.5	84.6	87.6	126.5
400	116.4	116.2	168.6	113.1	136.6	115.4	120.1	175.9
500	148.1	147.9	218.8	142.9	174.9	146.8	153.3	227.4
600	180.5	180.3	271.0	172.9	214.4	178.7	187.3	280.6
700	213.4	213.2	325.0	203.2	255.0	211.1	221.9	335.3
800	246.8	246.7	380.5	233.8	296.7	244.1	256.9	391.1
900	280.7	280.6	437.1	264.8	339.6	277.6	292.4	447.7
1000	315.1	315.1	494.7	296.1	383.7	311.6	328.3	504.7
1100	349.9	350.1	552.9	327.8	428.9	346.1	364.4	561.9
1200	385.2	385.5	611.4	360.1	475.3	381.1	400.6	619.0
1300	420.9	421.3	669.9	392.8	522.8	416.6	437.0	675.5
1400	457.0	457.6	728.2	426.1	571.6	452.7	473.3	731.2
1500	493.4	494.2	785.9	460.0	621.5	489.2	509.6	785.8
1600	530.2	531.2	842.8	494.5	672.6	526.2	545.7	838.9
1700	567.4	568.6	898.5	529.7	724.9	563.6	581.6	890.3
1800	604.8	606.2	952.9	565.5	778.4	601.6	617.1	939.5
1900	642.5	644.2	1005.6	602.2	833.1	640.0	652.2	986.4
2000	680.5	682.4	1056.3	639.6	888.9	678.9	686.8	1030.5
2100	718.7	720.9	1104.7	677.9	946.0	718.2	720.8	1071.5

‡ Water vapor. Does not include latent heat of vaporization. See Tables A.5a and A.5b.

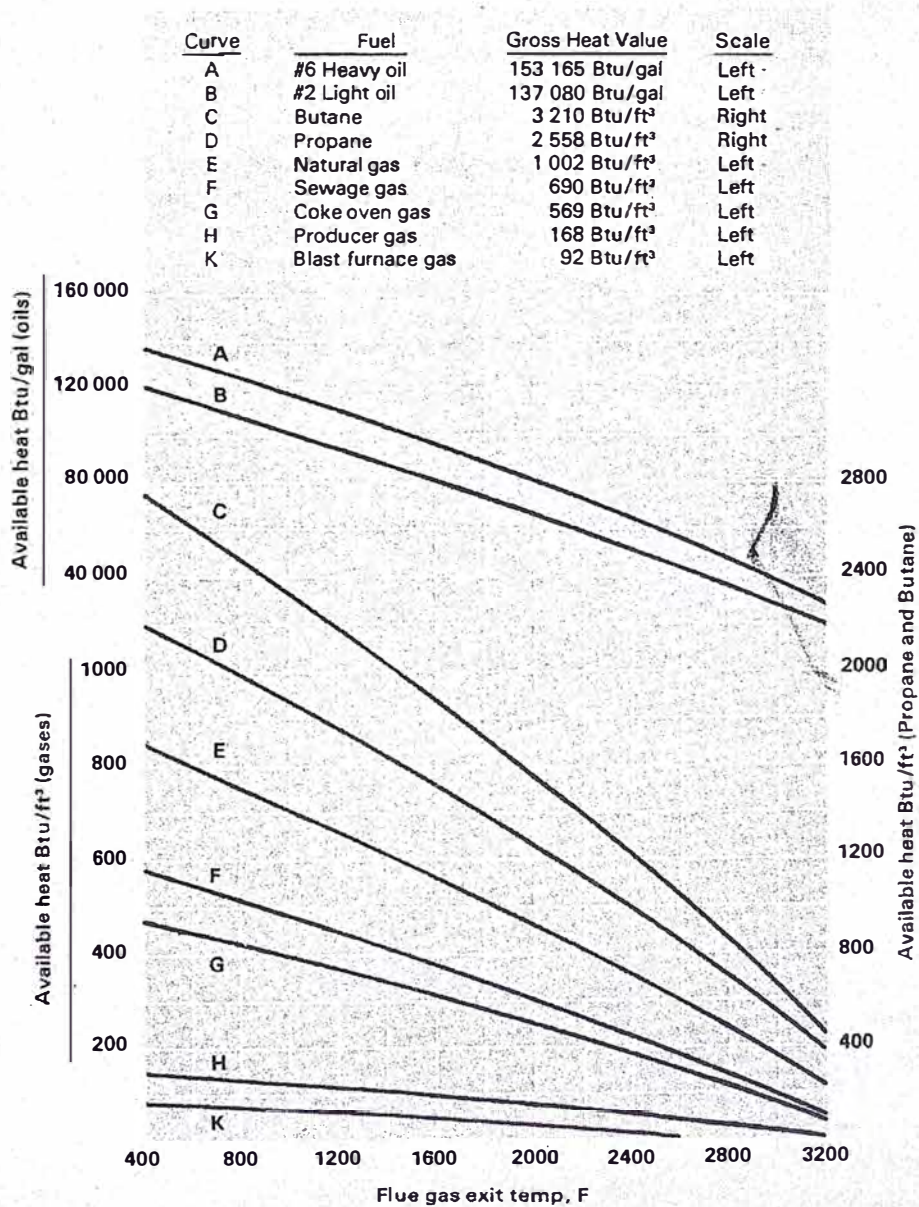
Δ The standard cubic foot (scf) and the cubic metre (m³) are measured at a temperature of 60 F (15.6 C) and at an atmospheric pressure of 29.92" Hg (760 mm Hg).

Figure 3.10. Generalized available heat chart for natural fuels,* showing the effect of excess air upon available heat. Applicable only if there is no unburned fuel in the products of combustion. Corrected for dissociation of CO₂ and H₂O. See also Figures 3.11, 12, 15, 17. See Examples 3-6, 7, 8. See footnote on page 71.



* Natural gases and oils, propane, butane. Not for manufactured gases or fuels containing significant amounts of CO₂ or H₂. (Plotted data are for #2 fuel oil from Table 2.1. which serves as an average for these natural fuels.)

Figure 3.9. Available heats for some typical fuels. The fuels listed below are identified by their gross heating values. Further information concerning these fuels may be found in Table 2.12. (See Example 3-6.) All available heat figures are based upon perfect combustion and a fuel input temperature of 60 F.



1.1 Characteristics of selected gaseous fuels

	Commercial butane	Commercial propane	Natural gas	Acetylene	Town gas	Hydrogen
• Main constituent	C ₄ H ₁₀	C ₃ H ₈	CH ₄	C ₂ H ₂	H ₂ + CH ₄ + CO	H ₂
• Gross heating value (G.H.V.)	kcal/N m ³ 11800 kcal/kg 3271 Btu/ft ³	24000 12000 2524	9700 13200	14000 11900 1477	4500 6600	30500 33900 325
• Net heating value (N.H.V.)	kcal/N m ³ 29000 kcal/kg 10930 Btu/ft ³ 3018	22300 11100 2122	8500 11900	13500 11500 1426	4100 6100	2580 28700 275
• Max. flame temperature, in °C	with cold air 1900 with cold oxygen 2800	1900 2800	1900 2700	2200 3100	1900 2800	2100 2750
• Specific gravity of gas relative to air of liquid relative to H ₂ O	2.09 0.50	1.56 0.52	0.56	0.91	0.53	0.0695
• Boiling temperature under normal atmospheric pressure, in °C	-1	-43	-161	-84	-	-253
• Critical temperature, in °C	+151	+97	-83	+36	-	-240
• Critical pressure (abs. bar)	38	45	46	62	-	12.8
• Vapour pressure (abs. bar)	at -10°C 0.7 at 0°C 1.1 at +15°C 1.7 at +50°C 5.0	3.5 4.8 7.0 17.0	-	-	-	-
• Specific volume	372	530	1220	850	-	-
• Minimum air requirement for complete combustion of 1 kg of fuel (kg)	15.5	15.6	17.2	13.3	+/-7.5	34.5
• Maximum CO ₂ content of combustion gas (%)	14	13.7	11.7	16.7	12 to 13.5	0
• Minimum ignition temperature (°C)	480	490	650	305	+/-600	75
• Explosion limits	minimum (%) 1.9 maximum (%) 8.6	2.4 9.6	5 15	2.3 80	-	4 74

1.2 Characteristics of selected fuel oils

CHARACTERISTICS	FUEL OILS (AS PER FRENCH STANDARD)			
	Domestic	Light	Heavy nr.1	Heavy nr.2
• Colour	Red	Black	-	-
• Gross heating value (kcal/kg) (BTU/lb)	11000 19799	10600 19080	10500 18899	10300 18539
• Net heating value (kcal/kg) (BTU/lb)	10300 18539	10000 17999	9900 17819	9700 17459
• Specific gravity at 15°C (kg/m ³)	Minimum 820 Maximum 860	890 930	920 960	930 980
• Viscosity -in Centistokes :	at 20°C Minimum Maximum 9.5	>9.5	-	-
	at 50°C Minimum Maximum	- 15	>15 110	>110 <380
-in degrees Engler :	at 20°C 1.8	>1.8	>2.4	>14
	at 50°C -	2.4	14	50
• Flash point	Minimum (°C) 55	70	70	70
• Distillation	at 250°C Maximum <65% at 350°C Maximum <85%	<65% <85%	<65% <85%	<65% <85%
• Sulphur	Maximum 0.7%	2%	2%	4%
• Water	Maximum 0.10%	0.5%	0.75%	1.5%
• Air volume for stoichiometric combustion	11.4	11.4	10.6	10.6

[The values in this tables are approximative and vary according to the fuel sample]