

FICHA CURSO (VIRTUAL)

Confiabilidad y Eficiencia en Hornos de Proceso



Un enfoque práctico y ambiental. Descripción general, aspectos más relevantes del diseño y la operación y metodología para la inspección, la evaluación y el monitoreo continuo de los hornos.

¿A quién está dirigido?

Estudiantes, técnicos, diseñadores, profesionales libres e ingenieros relacionados con el cálculo, diseño, selección, fabricación, seguridad, calidad y mantenimiento de sistemas y equipos en procesos industriales.

Se recomienda un conocimiento mínimo de tanques de almacenamiento para un mejor aprovechamiento del curso.

Objetivo del Curso

El objetivo es transferir a los participantes las habilidades y conocimientos teóricos y prácticos requeridos en proyectos, obtenidos de la experiencia y de las mejores prácticas de Ingeniería.

Metodología

Curso de capacitación virtual dirigido por un instructor en formato de aprendizaje para adultos con debates, ejercicios individuales y casos de estudio simplificados, lo que brinda conocimientos prácticos para implementar en el campo.

Las clases se imparten en vivo en aula virtual a través de videoconferencia (Teams, Zoom, etc). Las clases son grabadas para reproducción offline.

Se espera que este curso brinde conocimientos completos al participante, agregando un verdadero valor a su carrera y entorno de trabajo.

Duración

La duración de este curso de formación es de 12 hs, dividida en sesiones virtuales de 3 hs para facilitar el proceso de aprendizaje.

¿Qué esperar del Curso?

Identificar los combustibles típicos.

Identificar las emisiones contaminantes más significativas.

Identificar los componentes principales de los hornos y sus funciones.

Comprender los conceptos básicos de combustión y los mecanismos fundamentales.

Conocer las herramientas, los estándares y los sistemas de control y seguridad



Contenidos

Combustibles fósiles

Principales componentes de los combustibles fósiles

Carbono

Hidrógeno

Azufre

Combustibles de refinerías

Gas natural: del cabezal del pozo hasta la refinería

Separación de agua y condensado

Eliminación de agua (deshidratación)

Separación de sulfuro de hidrógeno y dióxido de carbono

Separación de líquidos del gas natural (LGN)

El gas natural como combustible en refinerías

Precios del gas natural

Estadísticas de gas natural

Gas Natural Licuado (GNL)

Precios mundiales del GNL

Gas combustible de refinería

Propiedades de los combustibles gaseosos

Composición

Poder Calorífico

Gravedad

Combustibles líquidos

Residuales livianos o destilados (Nº 1, Nº 2 y Nº 4)

Residuales pesados (Nº 5 y Nº 6)

Análisis químicos

Estadísticas

Emisiones y Calentamiento Global

Producción y consumo mundial de combustibles fósiles

Producción mundial de carbón

Consumo mundial de carbón

Producción mundial de petróleo

Consumo mundial de petróleo

Producción mundial de gas natural

Consumo mundial de gas natural

Relación de reservas probadas y producción (R/P) de combustibles

Impacto ambiental

Contaminación por fuentes naturales.

Contaminación antropogénica

Smog atmosférico

Principales compuestos contaminantes

Dióxido de carbono

Óxidos de nitrógeno (NOx)

Ácido sulfuroso (H₂SO₃)

Partículas en suspensión

Emisiones relativas de diferentes combustibles

El efecto invernadero

Gases de efecto invernadero

Vapor de agua (H₂O)

Dióxido de carbono (CO₂)

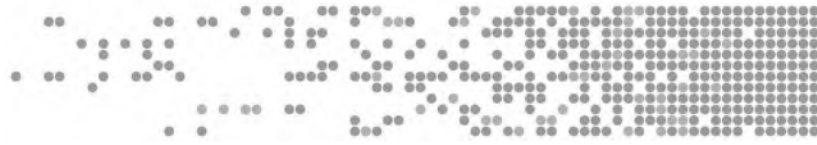
Metano

Óxido nitroso (N₂O)

Halocarbonos

Halones

Gases fluorados



Ozono

Cambio climático y predicciones

Predicciones a mediano y largo plazo

Medidas para mitigar el cambio climático

La respuesta mundial

El protocolo de Montreal

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

El Acuerdo de París (Conferencia de las Partes, COP 21)

La Conferencia de Madrid (COP 25)

La Conferencia de Glasgow (COP 26)

El concepto de presupuesto de carbono (“the carbon budget”)

¿Activos varados?

Reacciones de Combustión

Combustión de hidrocarburos

Combustión estequiométrica

Aire estequiométrico

Aire de combustión

El proceso de combustión

Límites de inflamabilidad

Cálculos fundamentales de combustión

Cálculo estequiométrico de combustión de gases puros

Cálculo estequiométrico de combustión de mezclas de gases

Cálculos fundamentales de combustión (base másica)

Cálculo de los productos de combustión de mezclas de gases

Cálculo estequiométrico de combustión de líquidos y sólidos

Análisis de gases de combustión

Hornos de Fuego Directo

Hornos de proceso

Usos principales de los hornos en refinación y petroquímica

El horno como un intercambiador de calor

Clasificaciones de los hornos

Según el modo de flujo del aire y de los gases de combustión

Según el diseño de zona radiante y el arreglo del serpentín

Según el servicio provisto

Secciones y componentes

Sección radiante (hogar)

Sección convectiva

Transición (“crossover”)

Arco radiante

Sección de recuperación de calor

Chimenea

Carcasa

Soportes mecánicos de serpentines

Quemadores

Transf. de Calor | Diseño de Serpentines

Mecanismos de transferencia de calor

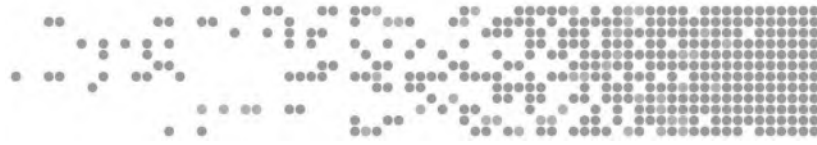
Radiación

Conducción

Convección

Factores que afectan la transferencia de calor

El área de transferencia (A)



La diferencia de temperaturas

La conductividad térmica (k)

El coeficiente de transferencia de calor (hC)

Diseño de serpentines y servicio (“duty”)

Estándares de diseño

Criterios de diseño

Calor absorbido o servicio (“duty”)

Distribución de la absorción radiante vs. convectivo

Absorción de calor en la sección convectiva

Área del escudo

Absorción de calor en la sección radiante

El diseño y la eficiencia del horno

Aspectos mecánicos de los serpentines de proceso

Metalurgia de los tubos

Diseño y disposición del serpentín

Caída de presión

Mediciones de temperatura de pared de tubos en los serpentines

El efecto Seebeck

Termopares

Termopares de pared de tubos

Quemadores

Función y componentes de los quemadores

Lanzas centrales y periféricas

Boquillas y difusores

Visores y mirillas

Piloto

Registros de aire

Caja de viento y silenciador

Rango del quemador (“turndown”)

Tipos de quemadores para combustibles gaseosos

Quemadores de premezcla

Quemadores de difusión

Quemadores de premezcla versus quemadores de difusión

Quemadores de bajo NOx

Estrategias para el control de NOx

Quemadores para combustibles líquidos

Atomizadores con vapor

Características de las llamas

Patrones de llama

Velocidad de llama

Estabilidad de llama

Salvaguardas de exceso de aire para la operación de quemadores

Bloques refractarios

Operación y Seguridad de Hornos

Prácticas de seguridad del personal

Entes técnicos o reguladores de la seguridad en hornos

Estándares para la industria de procesos

Estándar NPFA

Gestión del ciclo de vida de la seguridad

Análisis de riesgos de procesos

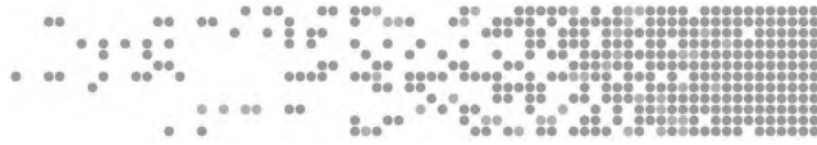
Análisis de capas de protección

Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS)

Niveles de integridad de seguridad (SIL)

Un ejemplo de SIS: el Sistema de Manejo de Quemadores

Estudio de Riesgos Operacionales



Sistemas de control y protección para hornos

Sistemas de control operacional

Válvula de control de presión (PCV) o flujo (FCV)

Control de relación aire/combustible (A/C)

Control del tiro en el hogar

Interacción operadores - horno

Diagnóstico Operacional

Consumo de combustibles gaseosos en refinerías

Lo que está en juego

Indicadores de los hornos ¿qué dicen y cómo lo dicen?

Esquema de control

Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones (CEMS)

Evaluaciones de desempeño y ahorros en hornos

Inspecciones periódicas

Integridad mecánica y confiabilidad

Diligencia debida para la inspección de los hornos

Hojas de datos de diseño

Lista de verificación

Revisión de los datos e informes previos

EPP e instrumentos básicos

Instrumentos y sensores de medición

Caminata de inspección visual y recopilación de data

Verificación del tiro en los diferentes niveles

Verificación del estatus de los quemadores y los registros de aire

Observación de la calidad de las llamas

Control Operacional Continuo

Tiro en hornos de procesos

Cálculo del tiro teórico

Herramientas para el control del tiro

Cerrar el dámper

Abrir el dámper

Cerrar o abrir los registros de aire de los quemadores

La analogía del tráfico vehicular

Resumen de los efectos del dámper y los registros sobre la operación

Diagrama de Regulación de Aire, Fuego y Tiro (DRAFT)

Control del exceso de aire

Desempeño del horno y ahorros de energía

Monitoreo y Cálculo de Eficiencia

Seguimiento de tendencias operacionales

Calor absorbido ("duty")

Tiro y exceso de oxígeno

Eficiencia (presión del gas combustible y temperatura de salida)

Eficiencia (exceso de aire y temperatura de chimenea)

Absorción de calor (temperatura de salida y de la pared de los tubos)

Temperatura de los tubos (TMT) y tasa de flujo de proceso

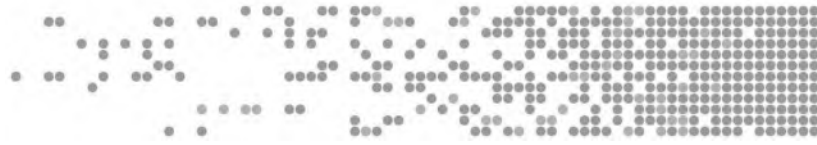
Temperaturas de la chimenea y de salida del fluido de proceso

Balance de energía y eficiencia térmica en hornos

Cálculo de la eficiencia térmica

Requerimiento de oxígeno estequiométrico

Requerimiento de aire de combustión



Eficiencia térmica en hornos

Calor suministrado al horno
Pérdidas de calor por los gases de chimenea
Pérdidas de calor por radiación al ambiente
Eficiencias térmicas

Problemas Operacionales

La “caja de herramientas” del ingeniero

Solución de problemas en quemadores y hornos

Interrelación entre el tiro y el exceso de aire
Suministro de aire de combustión
Combustión sub-estequiométrica y combustión secundaria

Problemas más comunes en los quemadores a gas

Problemas de encendido de los quemadores
Problemas para sostener la llama encendida
Suministro térmico insuficiente
Inestabilidad y/o desprendimiento de llamas
Apariencia de las llamas
Incidencia de llamas y formación de coque
Alta concentración de CO en los gases de chimenea

Problemas más comunes en los hornos

Problemas con el encendido de los pilotos
Tubos arqueados (doblados) en la sección radiante
Guía inferior del serpentín rota o doblada (hornos cilíndricos)
Alta temperatura de los gases de chimenea
Valores altos de las temperaturas de pared de los tubos
Rotura de los tubos radiantes
Descascaramiento del refractario (“spalling”)
Derrame de combustible líquido

Solución de problemas inusuales

Tubos arqueados y desplazados del soporte
Tubos con temperaturas excesivas
Caída de travesaños
Rotura del soporte tubular vertical

Ahorro de Combustible | CO2

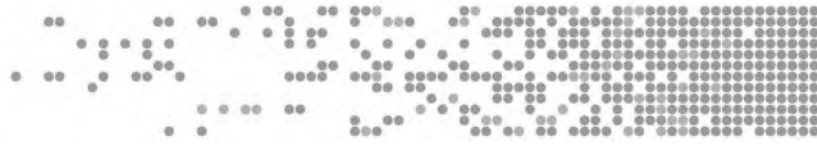
Ahorros de combustible y huella de carbono

Sustitución del combustible
Requisitos para mejorar el desempeño de los hornos

Ahorros por mejoras en la eficiencia térmica

Cálculos estequiométricos y del calor suministrado
Cálculos de eficiencia del horno en condiciones de línea base
Comparación de condición mejorada vs. línea base
Ahorros de combustible
Reducción de huella de carbono

Mejoras y renovaciones para incrementar la eficiencia



Instructor

Euler Jiménez. Licenciado en Química (Tecnología) y Máster en Ingeniería Química Avanzada (UK). **Más de 38 años de experiencia** en el área de combustión de combustibles fósiles y de consultoría operacional para mejorar el desempeño de hornos de proceso en refinerías de petróleo.

Co-fundador y Director Principal, durante 24 años, de ESENTERM, una empresa dedicada a la ejecución de proyectos de consultoría operacional en refinerías, mejoradores de petróleo y empresas petroquímicas en el área de combustión, hornos y calderas. Asesor técnico de capacitación y ventas de empresa desarrolladora de software de entrenamiento para operadores de equipos en refinerías y complejos petroquímicos. Asesor técnico para Latinoamérica de empresa productora de biomasa combustible. Responsable, durante 11 años, de proyectos de combustión y asistencia técnica en PDVSA, una empresa de petróleo totalmente integrada. Co-autor de 7 patentes registradas en combustión y emulsiones.

Instructor sénior de cursos de entrenamiento en combustión y hornos de fuego directo.

Formación a Medida

La formación más efectiva es la que está en línea con las necesidades de cada empresa o institución. **Adaptamos nuestros programas de formación a cada requerimiento específico, ofreciendo soluciones para cada necesidad.** El resultado obtenido son programas 100% personalizados, desarrollados para maximizar el tiempo, inversión y el retorno en equipos de trabajo.

Tras una fase de diagnóstico, se diseña conjuntamente un plan de formación a medida centrado en potenciar las capacidades del grupo de trabajo. **Apostamos por una formación práctica, dinámica y participativa de la mano de los mejores instructores en cada materia.**

Arveng Training

Arveng Training imparte actividades formativas específicas y de alta calidad en las disciplinas de Ingeniería, en la modalidad presencial, online y a medida. Estamos orgullosos de haber impartido más de 100 cursos presenciales, 200 cursos online y 15 sesiones in-company. Nuestras acciones formativas han alcanzado a 1.500 profesionales. Sin duda nuestra mejor carta de presentación en este ámbito.

El tiempo de nuestros alumnos es lo más valioso. Por ello, todos los cursos han sido diseñados con el principal objetivo de **mejorar las competencias profesionales de los participantes.** A través de nuestros instructores expertos en distintas especialidades, estimulamos la creatividad, la innovación y la iniciativa, acercando las buenas prácticas de ingeniería y las lecciones aprendidas a los alumnos.

Nuestra Empresa

Arveng Training & Engineering SL es una empresa dedicada a la **Formación y a la Ingeniería con base en Madrid, España,** integrada por profesionales motivados, con altos niveles de capacitación y más de veinte años de experiencia. Nuestro objetivo es satisfacer las necesidades de nuestros clientes y **superar sus expectativas a través de servicios de excelencia** sustentados en soluciones eficientes, innovadoras y rentables.

Establecida en julio de 2010 orientada principalmente al sector industrial y desde sus comienzos se desempeñó con cercanía, responsabilidad y compromiso en los distintos ámbitos de su actividad. **A través de la experiencia recogida mediante la participación en proyectos multidisciplinarios** de ingeniería en sectores como el Petroquímico, el de Generación de Energía o el Industrial, proporcionamos respuestas y soluciones a requerimientos concretos, esforzándonos en construir relaciones duraderas y recíprocamente beneficiosas.