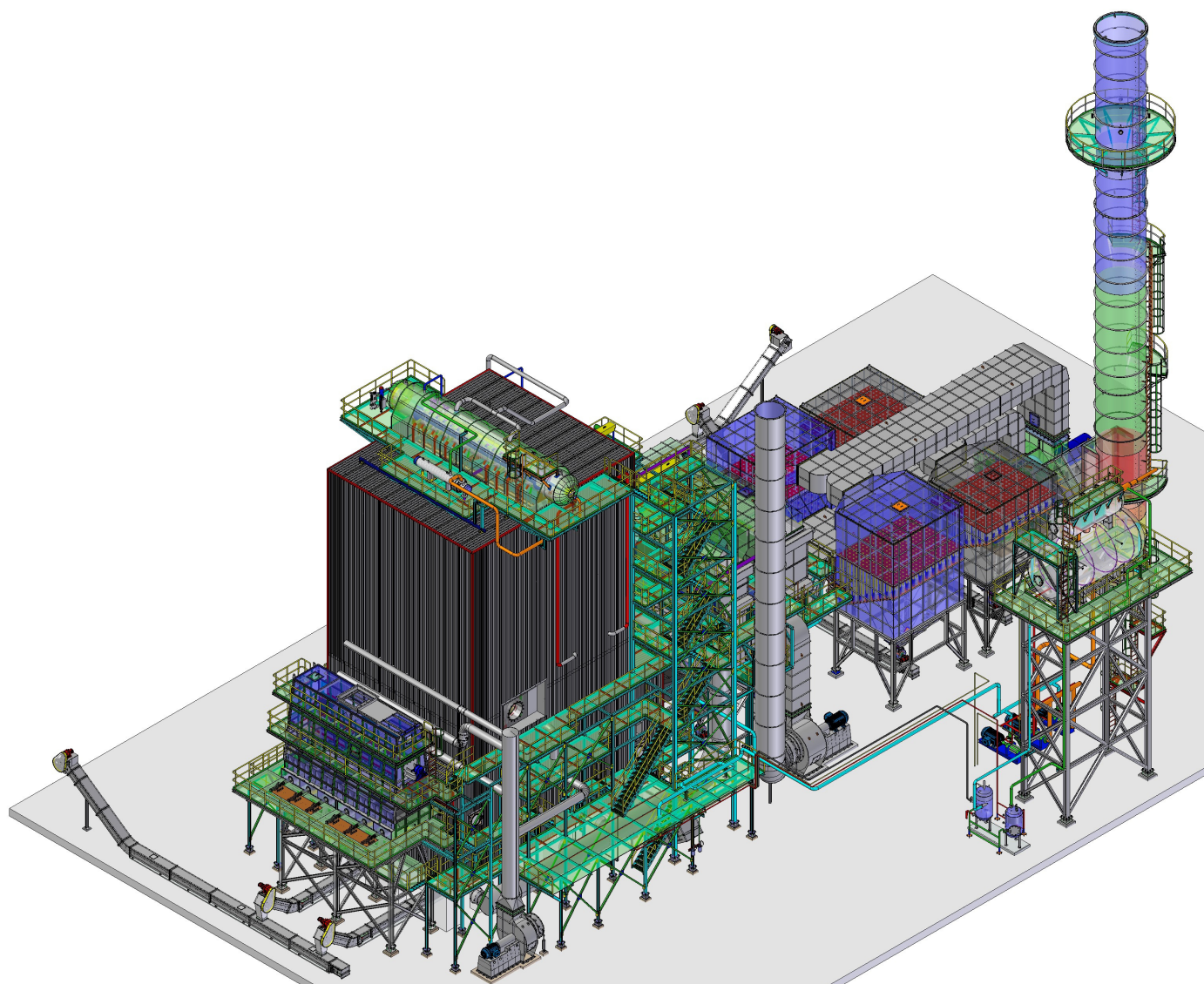


Biochamm[®] **CALDEIRAS**

Tecnologia Gerando Vapor e Economia



Manual de Operação
Caldera BGV-90000

Volume

1

BIOCHAMM CALDEIRAS

Manual de Operación Caldera BGV-90000



Biochamm[®]
CALDEIRAS
Tecnologia Gerando Vapor e Economia

Documento N°	Revisión	Fecha	N° Página incluindo capa
125.001A.053-R1	0	22/02/2011	126



Rua Pitangueira, 854 - Siegel CEP 88420-000 Agrolândia - SC - Brasil
Fone: (00 55) 47 3534.4001 - Fax: 47 3534.4072
www.biochamm.com.br - comercial@biochamm.com.br

Derechos autorales exclusivos de Biochamm Caldeiras e Equipamentos Industriais Ltda.

Producido por el Departamento de Ingeniería de Biochamm Caldeiras e Equipamentos Industriais Ltda..

Reservado todos los derechos. Está prohibida la duplicación o reproducción de este volumen, en su totalidad o en parte, por cualquier medio (electrónico, mecánico, grabación, fotocopia u otros), sin autorización previa por escrito de Biochamm Caldeiras.

Biochamm Caldeiras se reserva el derecho de efectuar cualquier modificación en sus equipos sin aviso previo.



Este Manual de Operación contiene informaciones fundamentales, notas sobre la operación, precauciones, y mantenimiento del equipo. Por favor, lea completamente el manual antes de la instalación de la unidad, de la conexión eléctrica y de la operación inicial.

Es estrictamente necesario seguir todas las instrucciones de operación referente a los componentes de las unidades individuales, y globales.

Este Manual de Servicio debe ser mantenido junto con la unidad de operación o directamente en poder de los operadores en la sala de comando.

El no cumplimiento de las instrucciones de este manual provocará la pérdida de los derechos de garantía del equipo.

En el Manual de Operación y Mantenimiento es una presentación general de todos los componentes de la caldera Acuotubular, cuando tiene que ser visto como la oferta real de los equipos específicos para este proyecto.

ÍNDICE ANALÍTICO

ÍNDICE ANALÍTICO	5
CAPÍTULO I.....	10
NOTAS IMPORTANTES	10
Seguridad y avisos.....	10
Símbolos de seguridad utilizados en este manual de servicio.....	11
Reciclaje	12
Indicaciones de seguridad y avisos.....	12
Calificación e instrucción del personal	14
Riesgos por la inobservancia de las indicaciones de seguridad.....	14
Conciencia de seguridad en el trabajo	15
Instrucciones de seguridad para el operador y usuario	15
Instrucciones de Seguridad para el Mantenimiento e Inspección.....	15
Alteración y fabricación de piezas por el propietario	15
Modos de operación no autorizados	16
Montaje del equipo por el cliente	16
CAPÍTULO II	17
MANUAL DE SEGURIDAD	17
Operador de caldera.....	17
Seguridad en la operación de calderas.....	19
Seguridad en el mantenimiento de calderas.....	20
Inspección de seguridad de calderas.....	21
CAPÍTULO III.....	23
MANUAL DE INSTALACIÓN DEL EQUIPO	23
Casa de la caldera	23
Instalación de la caldera BGV	24
Bases civiles	25
Instalaciones eléctricas	25
Instalaciones de las redes de agua.....	26
CAPÍTULO IV	27
CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO	27
Agua de alimentación y agua de la caldera.....	27
CAPÍTULO V.....	30
DESCRIPCIÓN FUNCIONAL	30
Características generales.....	30
Síntesis del circuito de agua y vapor en la caldera	32
Síntesis de la combustión	34
CAPÍTULO VI	35
GENERALIDADES	35
Accesorios	35
Silo de alimentación	36
Parrilla	37
Cámara de combustión – hogar	37
Refractarios.....	37

Tanque de vapor	37
Evaporadores	38
Súper calentadores	38
Desupercalentadores	38
Economizador	39
Pre-calentador de aire	39
Chimenea autosoportante	39
Conductos de gases y aire de combustión	39
Filtro microciclón	39
Desaireador	39
Enfriador de muestra	40
Depósito de descarga de fondo	40
Depósito de descarga continua	41
Extractor de cenizas	41
Unidad hidráulica	41
Redler de extracción de ceniza	42
Fondo móvil	42
Extractor (Ventilador Inducido)	43
Ventiladores de aire primario	43
Ventilador de aire secundario	43
Ventilador de aire - quemador de polvo	44
Sopladores de hollín	44
Sistema de alimentación de agua	45
Desmineralizador	45
Tanque de agua bruta y tanque de agua desmineralizada	46
Quemador de Polvo	46
Sistema Eletrostático de Purificación del aire	46
Sistema Dosificación Química	47
CAPÍTULO VII	48
CONTROL DE LA CALDERA	48
Intertrabamientos	48
Situaciones de trip de la caldera - desconexión total	48
Intertrabamiento de trip de la caldera	49
Intertrabamiento del parrillado	49
Intertrabamiento del sistema de alimentación	50
Intertrabamiento del extractor de tiraje inducido	50
Intertrabamiento de los ventiladores de aire forzado	51
Intertrabamiento Extracción de Cenizas	51
Intertrabamiento de los sopladores de hollín	52
Intertrabamiento de las bombas de agua de alimentación	53
Intertrabamiento del nivel del desaireador	53
Alerta de nivel del tanque de descarga continua	53
Mallas de control y automatización	53
Control del nivel de agua en el tambor de vapor	53
Control de combustión	53
Control de presión del hogar	53
Control de temperatura del vapor principal	53
Control de presión del desaireador	54
Principales puntos supervisados	54
CAPÍTULO VIII	55
PREPARACIÓN DE LA CALDERA PARA CHECK LIST	55
Prueba hidrostático	55
Preparación de la caldera para la prueba hidrostática	56
Ejecución de la prueba hidrostática	57

Tiempo de la prueba hidrostática.....	58
Despresurización del equipo.....	58
Reparaciones por soldadura.....	58
Criterio de aceptación.....	58
Recibimiento de la caldera.....	59
Placa identificación	59
Prontuario de la caldera.....	59
Registro de seguridad (cliente).....	60
Prueba individual de los equipos	61
Llenado de la instalación	61
Calentamiento de refractarios	61
Lavado químico alcalino.....	64
Finalidad del lavado químico	64
Trabajo preparatorio	64
Procedimiento del lavado químico	66
Composición de los productos químicos para el lavado químico.....	68
Trabajo después del lavado químico	68
Inspección.....	70
Reinstalación	70
CAPÍTULO IX	71
CHECK LIST DEL SISTEMAS	71
Sistema de agua y vapor	71
Agua de alimentación	71
Nivel de agua.....	72
Descargas	72
Líneas de vapor	73
Sistema de aire y gases de combustión	73
General	73
Aire de combustión	74
Gases de combustión	74
Sistema de alimentación y quema de biomasa.....	74
Cinta alimentadora de biomasa.....	74
Unidad hidráulica	75
Alimentadores (silos de la caldera)	75
Parrilla	75
Sistemas de limpieza	76
Retirada de cenizas (redler)	76
Sopladores de hollín	76
CAPÍTULO X.....	77
ARRANQUE Y OPERACIÓN	77
Operación eficaz	77
Pruebas	78
Seguridad	79
Nivel de agua en la caldera	79
Producción de vapor	80
Soplado	81
Descarga continua.....	81
Curva para puesta en marcha.....	82
Procedimientos específicos para operación	83
Verificación para operación de la caldera.....	83
Preparación de la caldera para la operación	83
Verificación del sistema de agua de alimentación de la caldera.....	85
Verificación del sistema de combustión	85
Llenado de agua de la caldera.....	86

Verificaciones.....	86
Arranque y operación de la caldera	86
Rutinas para comisionamiento y start-up.....	87
RUTINA N° 01 – Preparación para el arranque.	87
RUTINA N° 02 – Arranque y operación con biomasa.	90
RUTINA N° 03 – Parada normal de la unidad.	93
RUTINA N° 04 – Parada de emergencia.	94
RUTINA N° 05 – Operación del sistema de remoción de cenizas	94
RUTINA N° 06 – Operación del sistema de soplado de hollín	95
RUTINA N° 07 – Inicio de la operación del desaireador	95
Causas para parada de emergencia	97
Ruptura de tubos.....	97
Pérdida lenta de agua.....	97
Pérdida súbita de agua	97
CAPÍTULO XI	98
MANTENIMIENTO	98
Precauciones para abrir y entrar en la caldera	98
Rutinas de operación de la caldera	99
Mantenimiento de la caldera.....	100
Bombas de agua.....	100
Reductores	103
Mantenimiento preventivo.....	105
Mantenimiento del refractario	108
Limpieza	109
Situaciones de emergencia.....	110
Precauciones	110
Plano de lubricación	111
Programa mínimo para mantenimiento de calderas.....	113
Programa de mantenimiento diario.....	113
Descarga de fondo y descarga continua.....	113
Descarga del indicador de nivel de agua	114
Sopladores de hollín	114
Limpieza del plenum – Cajas de aire.....	114
Cojinetes de los ventiladores	114
Lubricación de los cojinetes	114
Compresor de aire	115
Motores eléctricos	115
Pre-calentadores de aire y economizadores	115
Programa de mantenimiento semestral	115
Paradas	115
Envoltura y conductos	115
Tuberías y colectores.....	115
Material refractario.....	116
Material aislante	116
Pre-calentador de aire	116
Economizador.....	116
Parrillado	116
Redlers.....	116
Válvulas rotativas.....	116
Filtro microciclón.....	117
Programa de mantenimiento anual	118
limpieza interna	118
Limpieza externa	118
Pre-calentador de aire/economizador	118
Sopladores de hollín	118

Material refractario y aislante.....	118
Tanques de agua de alimentación.....	118
Bombas.....	118
Lavado químico.....	119
Parrillado.....	119
Conservación de caldera fuera de operación.....	119
Generalidades.....	119
Protección húmeda.....	120
Protección seca – largo período.....	120
COMISIONAMIENTO, PRUEBAS Y ASISTENCIA TÉCNICA.....	122
CAPÍTULO XII.....	122
Procedimiento de preservación del medio ambiente.....	122
Procedimientos de seguridad y salud.....	122
Desempeño.....	123
Pruebas de Performance.....	123
Método directo.....	123
Método indirecto.....	124
Comisionamiento.....	125
Entrega técnica.....	125
Asistencia técnica - SAC.....	125

CAPÍTULO



NOTAS IMPORTANTES

Este capítulo trata de las principales medidas de seguridad a ser tomadas, y de las definiciones de los símbolos de indicación presentes a lo largo de este manual.

La seguridad en la operación de cualquier equipo es imprescindible, y fue pensando en esto, que Biochamm Caldeiras, desarrolló este manual técnico operacional a fin de orientar al usuario a respecto del correcto uso de su equipo, procurando proporcionar los conocimientos básicos de los equipos e instrumentos de control, alcanzando de esta forma, los mejores parámetros operacionales del equipo.

Seguridad y avisos



La durabilidad de la máquina está directamente relacionada a los cuidados de mantenimiento preventivo y predictivo, que deben ser realizados rigurosamente, evitando trabajar fuera de las especificaciones recomendadas.

Este manual de servicio no considera reglamentaciones regionales; el operador debe asegurarse de que tales reglamentos sean estrictamente observados en su totalidad, inclusive por el personal contratado para la instalación.

Las calderas BIOCHAMM no deben ser operadas por encima de los valores límites especificados en la documentación técnica, referentes a capacidad, presión, temperatura y tipo de combustible.

Confirme si la operación está de acuerdo con las instrucciones estipuladas en este manual y en el contrato. La placa de identificación del producto indica el tipo de serie, tamaño, y principales datos de operación. Las placas presentes en la caldera son mostradas a continuación, y sirven solamente para fines de orientación, no representando necesariamente las informaciones oficiales del equipo.

Símbolos de seguridad utilizados en este manual de servicio

Las instrucciones de seguridad contenidas en este manual, cuya inobservancia puede causar riesgos a las personas, son especialmente marcadas con el símbolo general de peligro.

Observe las indicaciones de seguridad y avisos contenidos en este manual



Riesgo de golpe eléctrico

Posibles consecuencias: heridas graves o fatales.



Riesgo

Posibles consecuencias: heridas graves o fatales.



Situación de riesgo

Posibles consecuencias: heridas leves o de pequeña importancia.



Situación peligrosa

Posibles consecuencias: avería de los equipos asociados.



Consejos e informaciones útiles.



Repuestos y componentes reciclables.

Reciclaje



- Las piezas de la carcasa, engranajes, ejes, rodamientos, y tubos de las calderas deben ser tratados como chatarra de acero. Lo mismo se aplica a las piezas de hierro fundido, a menos que exista una colecta separada.
- Algunos componentes poseen visores, los cuales son hechos de vidrio y deben ser tratados como tales.
- Algunos componentes del reductor de la rosca sin-fin son fabricados con metales no ferrosos y deben ser tratados como tales.
- Recoja el aceite usado en la unidad hidráulica y trátelo correctamente, de acuerdo con las directivas locales.



Importante:

Siempre deberá ser observada la legislación más reciente para el tratamiento de materiales reciclables.

Indicaciones de seguridad y avisos

Observaciones preliminares

Este manual contiene informaciones fundamentales que deben ser seguidas durante la instalación, operación y mantenimiento. Por lo tanto debe ser leído y entendido por los responsables antes de la instalación y operación, y debe ser mantenido siempre en el lugar de operación de la máquina facilitando la consulta permanente.

Además de las instrucciones generales de seguridad estipuladas en este capítulo “Seguridad”, deben ser consideradas las instrucciones de seguridad incluidas en otros tópicos específicos, y también:

- Las reglas generales de seguridad para materiales de trabajo y dispositivos de protección;
- La guía organizacional aplicable para liberación de materiales de trabajo y herramientas.

Las informaciones de seguridad descritas a continuación fueron concebidas principalmente para la utilización de calderas BIOCHAMM.



Si utiliza quemadores, o calentadores de fluido térmico consulte, las informaciones de seguridad en los manuales de instrucciones correspondientes.

Observe también las notas suplementarias de seguridad en los capítulos individuales de esos manuales de operación.

Información General

Durante y después de su utilización, los motores, los motoredutores y componentes de control que poseen tensiones eléctricas, piezas en movimiento y superficies del equipo pueden estar muy calientes.

Todos los trabajos relacionados con el transporte, almacenamiento, alineado, montaje, conexiones eléctricas, colocación en funcionamiento, mantenimiento y reparación deberán ser realizados solamente por técnicos calificados y de acuerdo con:

- el folleto correspondiente con instrucciones de funcionamiento y esquema de conexiones,
- los símbolos (indicaciones) de aviso y de seguridad en los equipos,
- los reglamentos y exigencias específicas para el sistema y los reglamentos nacionales y regionales que definan la seguridad y la prevención de accidentes.

Heridas graves y averías en el equipo pueden ser consecuencia de:

- utilización incorrecta,
- instalación o operación incorrecta,
- remoción de las tapas protectoras requeridas, en situaciones en las cuales esto no es permitido.

**Uso
Recomendado**

Las unidades generadoras de vapor Biochamm producen tanto vapor saturado para los más variados usos industriales, como vapor súper calentado para el uso en centrales termoeléctricas y están en conformidad con las normas y reglamentos aplicables.

Los datos técnicos y la información sobre las condiciones de operación permitidas están indicados en la placa de identificación y en la documentación que acompaña a la caldera.

Es muy importante que toda la información especificada sea respetada

**Arranque y
Operación**

Consulte las instrucciones en el Capítulo X.

La durabilidad del equipo está directamente relacionada a los cuidados de mantenimiento preventivo y predictivo, que deben ser realizados rigurosamente, evitando trabajar fuera de las especificaciones recomendadas.

Calificación e instrucción del personal



Todas las personas ocupadas en la operación, mantenimiento, inspección e instalación del equipo, deben estar debidamente calificadas, en conformidad con la norma actual. Definiciones sobre la responsabilidad, competencia y supervisión del personal, deben ser claramente definidos por el propietario. Si la persona que es designada para alguna de estas tareas, no posee los conocimientos requeridos, debe recibir la capacitación correspondiente. El propietario, es responsable de que el contenido del manual de servicio sea totalmente conocido por las todas las personas que trabajen con la caldera.

Riesgos por la inobservancia de las indicaciones de seguridad



La inobservancia de las instrucciones de seguridad puede colocar en riesgo la seguridad de las personas, del ambiente y de la propia máquina. La inobservancia de estas instrucciones de seguridad puede llevar a la pérdida de los derechos de reclamación por daños.

Especialmente, las violaciones de estas instrucciones, pueden resultar en:

- Falla en las funciones importantes de la unidad instalada;
- Falla en los métodos prescriptos para la conservación y mantenimiento;
- Peligro para las personas debido a efectos eléctricos, mecánicos, térmicos o químicos;
- Peligro en el ambiente debido a la pérdida de vapor a altas presiones y temperaturas.

Conciencia de seguridad en el trabajo



Es imprescindible atender las instrucciones de seguridad contenidas en este manual, como también los reglamentos nacionales, y las reglamentaciones internas correspondientes.

Instrucciones de seguridad para el operador y usuario



– Los operadores deben atender las especificaciones de entrenamiento de la norma actual;

– Protecciones que son encajadas para prevenir contacto accidental con partes móviles (Ej. acoplamiento) no deben ser retiradas mientras la máquina esté en operación.

– Peligros por energía eléctrica deben ser eliminados.

Consulte los reglamentos de seguridad aplicables a su país y/o reglamentación local de la empresa proveedora de energía.

Instrucciones de Seguridad para el Mantenimiento e Inspección

El propietario es responsable de garantizar que todo mantenimiento, inspección e instalación sean ejecutados por personal especializado, autorizado, calificado y que esté completamente familiarizado con este manual.

La manipulación de la máquina debe ocurrir solamente durante su parada. El procedimiento descrito en el manual para interrumpir el funcionamiento de la máquina debe ser obligatoriamente seguido.



El producto bombeado por las bombas, es perjudicial para la salud, y debe ser descontaminado. Inmediatamente después de la conclusión del trabajo, todos los procedimientos de seguridad y dispositivos de seguridad deben ser reinstalados y/o reactivados.

Observe todas las instrucciones descriptas en el capítulo, “Arranque y Operación” antes de volver a colocar la máquina en servicio.

Alteración y fabricación de piezas por el propietario



Modificaciones y alteraciones de la máquina solo son permitidas después de consultar a Biochamm Calderas. Piezas de repuesto y accesorios originales autorizados por Biochamm Caldeiras garantizan la seguridad. El uso piezas de

otra procedencia puede invalidar la responsabilidad de Biochamm Caldeiras por daños consecuentes.

Modos de operación no autorizados



La garantía ofrecida referente a la responsabilidad de la operación y seguridad de la caldera, solamente es válida si el equipo es usado de acuerdo con lo descrito en la hoja de datos del equipo que consta en este manual. Los límites establecidos en la hoja de datos no pueden ser excedidos en ninguna circunstancia.

Montaje del equipo por el cliente



Cuando el montaje del equipo sea de responsabilidad del cliente, el mismo debe comunicar a Biochamm Caldeiras qué empresa lo ejecutará. Biochamm debe aprobar la empresa ejecutante de los trabajos, a fin de garantizar la calidad del equipo, así como su vida útil.



Nota

Detalles de operación y características deben ser consultados en el manual de operación de las mismas. Si fueron provistas por parte de Biochamm Calderas, ver el DATA BOOK.

CAPÍTULO

II

MANUAL DE SEGURIDAD

El capítulo 2 brinda las informaciones necesarias referentes a la seguridad en la instalación, operación, mantenimiento predictivo y preventivo realizados en los equipos..

Este manual de seguridad fue elaborado con la finalidad de instruir a los usuarios de los equipos de Biochamm Caldeiras, en lo referente a las condiciones ideales de seguridad para la operación. Además de este manual que sirve como orientación básica para la seguridad en la operación de los equipos Biochamm, debe ser consultada la Norma actual la región de la instalación, la cual ofrece todas las informaciones necesarias sobre el nivel de conocimiento de un operador de caldera, así como sobre la seguridad en la operación y mantenimiento de calderas.

Operador de caldera

Al operador de la Caldera le compete la supervisión y mantenimiento de la instalación de la Caldera, así como los registros en el libro de servicio. Dependiendo del tamaño de la instalación, los servicios pueden ser distribuidos entre más personas, en cuyo caso, debe ser designado un responsable general.

Según la Norma Reglamentadora NR-13 (Brasil), es considerado operador de caldera todo profesional que cumple por lo menos una de las siguientes condiciones;

- Posee certificado de "Entrenamiento de Seguridad en la Operación de Calderas" y comprobación de pasantía práctica;
- Posee certificado de "Entrenamiento de Seguridad en la Operación de Calderas";
- Posee comprobante de por lo menos 3 (tres) años de experiencia en esa actividad, hasta el 08 de mayo de 1984.

Obs: Para la clasificación de operador de caldera debe tener en cuenta a Norma actual en el lugar de instalación del equipo.

Al operador de calderas le compete seguir las instrucciones de servicio, la lista de control y las órdenes internas de servicio. En casos de defectos y daños, o cualquier incidente, debe informar al supervisor, después de la ejecución de las medidas prescriptas, para evitar un estado de riesgo. Compete al operador de caldera:

- Certificar que todos los ítems aquí mencionados sean rigurosamente obedecidos;
- Informar a mantenimiento, cualquier pérdida o irregularidad observada en los equipos durante la operación, para que sean corregidas inmediatamente;
- Observar la temperatura de salida de los gases, para determinar la frecuencia de limpieza de los equipos del sistema de tiraje;
- Efectuar mediciones de los gases de combustión a fin de conocer las condiciones de quema y determinar posibles necesidades de regulación del equipo;
- Efectuar la limpieza periódica de los tubos de llama, filtro y precalentador de aire, conforme se recomienda en el manual de mantenimiento preventivo o conforme a la necesidad;
- No permitir cualquier pérdida de agua o vapor, sea en la caldera o en cualquier componente;
- No permitir la entrada y permanencia de personas no autorizadas en la sala de la Caldera;
- Solamente podrá abandonar la instalación después de la transmisión de la responsabilidad a otro operador, debiendo comunicar al sucesor todas las pormenores y verificar que haya sido bien entendido. El nuevo operador, inmediatamente, debe examinar visualmente todos los equipos, especialmente las instalaciones de alimentación, indicador de nivel de agua y las de purgado, protección contra la falta de agua, hogar y protectores de llamas y anotar los resultados en el libro de servicio;
- Mantener limpias y accesibles la instalación y ambiente de la Caldera. Objetos que no se destinan para el servicio, supervisión y cuidados de la Caldera no deben ser guardados en el local de la Caldera. Las instalaciones de seguridad y los pasajes de acceso y socorro deben ser bien iluminados. Las puertas de la Caldera no deben ser cerradas con llave durante el servicio de la Caldera;
- La retirada del agua caliente de la Caldera solamente es permitida si consta debidamente en el Certificado de Suministro y si existen los equipos en él listados;



- **NUNCA**, bajo ninguna hipótesis, operar la caldera encima de la presión de trabajo indicada en la placa de identificación de la caldera.



La actualización de los operadores debe ser permanente, por medio de constantes informaciones de las condiciones físicas y operacionales de los equipos, la actualización técnica, informaciones de seguridad, y mediante la participación en cursos, palestras y eventos pertinentes.

**Importante:**

Las consideraciones sobre el operador de caldera son basadas en la Norma actual en el lugar de instalación. (Ex. NR-13 no Brasil), siendo que la misma debe ser consultada para mayores informaciones cuando necesario.

Seguridad en la operación de calderas

La seguridad en la operación de la Caldera dependerá de la concientización y entrenamiento del operador de la caldera, así como del cumplimiento de las informaciones contenidas en este manual y de las especificaciones de seguridad en la operación de calderas prescriptas por la Norma del local, y por los órganos de control locales.

Toda caldera debe poseer un "Manual de Operación" actualizado, en lengua vernácula, en un lugar de fácil acceso por parte de los operadores, conteniendo como mínimo la descripción de los procedimientos de arranque y parada, procedimientos y parámetros operacionales de rutina, procedimientos para situaciones de emergencia, procedimientos generales de seguridad, preservación de la salud de las personas y de preservación del medio ambiente.

Otras consideraciones importantes son:

- Los instrumentos y controles de calderas deben ser mantenidos calibrados y en buenas condiciones de operación, constituyendo causa de riesgo grave e inminente, la aplicación de artificios que neutralicen los sistemas de control y seguridad de la caldera.
- La calidad del agua debe ser controlada y, cuando sean necesarios, deben ser implementados tratamientos para compatibilizar sus propiedades físico-químicas con los parámetros de operación de la caldera.
- Toda caldera a vapor debe estar obligatoriamente bajo la operación y control de un operador de caldera, siendo que no cumplir esta exigencia caracteriza una condición de riesgo grave e inminente.

- Constituye una situación de riesgo grave e inminente la operación de cualquier caldera en condiciones diferentes de las previstas en el proyecto original, sin que sea re proyectada considerando todas las variables participantes en la nueva condición de operación y sin que sean adoptados todos los procedimientos de seguridad devenidos de su nueva clasificación en lo que se refiere a la instalación, operación, mantenimiento e inspección.

**Importante.:**

Las consideraciones sobre seguridad en la operación de calderas son basadas en la Norma de la localidad, siendo que la misma debe ser consultada para mayores informaciones.

Seguridad en el mantenimiento de calderas

Todas las reparaciones o alteraciones realizadas en calderas deben respetar el respectivo proyecto de construcción y las prescripciones del fabricante en lo que se refiere a los materiales aplicados, procedimientos de ejecución, procedimientos de control de la calidad y a la calificación y certificación del personal. Cuando no sea conocido el código del proyecto de construcción, debe ser respetada la concepción original de la caldera. Deben ser observados también los siguientes tópicos al ejecutar reparaciones o mantenimiento en calderas a vapor:

- Para calderas de categorías A y B, a criterio de un Profesional Habilitado, pueden ser utilizadas tecnologías de cálculo o procedimientos más avanzados, en substitución a los previstos por los códigos de proyecto.
- Siempre que las condiciones de proyecto sean modificadas, o realizadas reparaciones que puedan comprometer la seguridad, un "Proyecto de Alteración o Reparación" deben ser elaborado previamente.
- El "Proyecto de Alteración o Reparación" debe ser concebido o aprobado por profesional habilitado, el cual debe determinar materiales, procedimientos de ejecución, control y calificación del personal.
- Todas las intervenciones que exijan mandrilado o soldadura en partes que operen bajo presión deben ser seguidas de una prueba hidrostática, de características definidas por un Profesional Habilitado.
- Los sistemas de control y seguridad de la caldera deben ser sometidos a mantenimiento preventivo y predictivo.

**Importante.:**

Las consideraciones sobre seguridad en la operación de calderas son basadas en la Norma de la localidad, siendo que la misma debe ser consultada para mayores informaciones.

Inspección de seguridad de calderas

Las calderas deben ser sometidas a inspecciones de seguridad inicial, periódica y extraordinaria, siendo considerada situación de riesgo grave e inminente el no cumplimiento de los plazos establecidos por la NR-13 (Brasil).

La inspección de seguridad inicial debe ser hecha en calderas nuevas, antes de la entrada en funcionamiento, en el lugar de operación, y debe comprender exámenes internos y externos, prueba hidrostática y de acumulación de vapor.

Al ejecutarse inspecciones de seguridad en calderas a vapor deben ser observados los siguientes tópicos:

- La inspección de seguridad debe ser realizada por profesional habilitado o por servicio propio de inspección de equipos, debiendo ser emitido un "Informe de inspección", que pasa a ser parte de su documentación.
- La inspección de seguridad periódica, constituida por exámenes internos y externos, debe ser ejecutada en los plazos máximos de 12 (doce) meses para calderas de las categorías A, B y C, 12 (doce) meses para calderas de recuperación de álcalis de cualquier categoría; 24 (veinticuatro) meses para calderas de la categoría A, desde que a los 12 (doce) meses sean controladas las presiones de apertura de las válvulas de seguridad; y 40 (cuarenta) meses para calderas especiales.
- Al completar 25 (veinticinco) años de uso, en la próxima inspección, las calderas deben ser sometidas a una rigurosa evaluación de integridad para determinar su vida remaneciente, y nuevos plazos máximos para inspección en caso que todavía esté en condiciones de uso.
- Las válvulas de seguridad instaladas en calderas deben ser inspeccionadas periódicamente conforme a las siguientes consideraciones:
 - Por lo menos 1 vez por mes, mediante accionamiento manual de la palanca en operación, para calderas de las categorías B y C;
 - Desmontando, inspeccionando y probando en mesa de prueba las válvulas con bridas y, en campo las válvulas soldadas, recalibrándolas en una frecuencia compatible con la experiencia operacional de la misma, pero respetando como límite máximo

- el período de inspección establecido por la Norma Reglamentadora NR-13 (Brasil), aplicable para calderas de categorías A y B.
- La inspección de seguridad extraordinaria debe ser hecha en las siguientes oportunidades:
 - Siempre que la caldera sea dañada por un accidente o otro incidente capaz de comprometer su seguridad;
 - Cuando la caldera sea sometida a una alteración o reparación importante capaz de alterar sus condiciones de seguridad;
 - Antes que la caldera ser recolocada en funcionamiento, después de permanecer inactiva por más de 6 (seis) meses;
 - Cuando haya mudanza del lugar de instalación de la caldera.
- El informe de inspección debe contener como mínimo:
 - Datos constantes en la placa de identificación de la caldera;
 - Categoría de la caldera;
 - Tipo de la caldera;
 - Tipo de inspección ejecutada;
 - Fecha de iniciación y terminación de la inspección;
 - Descripción de las inspecciones y pruebas ejecutadas;
 - Resultado de las inspecciones y medidas adoptadas;
 - Listado de los ítems de la NR-13 (Brasil) e/ou de otras exigencias legales que no están siendo cumplidas;
 - Conclusiones;
 - Recomendaciones y medidas necesarias;
 - Fecha prevista para una nueva inspección de la caldera;
 - Nombre legible, firma y número de registro en el colegio profesional del profesional habilitado y nombre legible y firma de los técnicos que participaron de la inspección.
- Siempre que los resultados de la inspección determinen alteraciones de los datos de la placa de identificación, la misma debe ser actualizada.

Importante.:

Las consideraciones sobre seguridad en la operación de calderas son basadas en la Norma Reglamentadora NR 13 (Brasil), siendo que la misma debe ser consultada para mayores informaciones.

CAPÍTULO

III

MANUAL DE INSTALACIÓN DEL EQUIPO

El capítulo 3 ofrece las informaciones necesarias referentes a la instalación del equipo. Presenta algunas definiciones sobre la casa de la caldera, y orienta al cliente en lo referente a la instalación de la caldera, instalaciones eléctricas e instalaciones de redes de agua.

Este manual de instalación fue elaborado con la finalidad de presentar a los usuarios de los equipos de la Biochamm Caldeiras, las condiciones ideales de instalación del equipo. Además de este manual que sirve como orientación básica, debe ser consultada la Norma actual en el lugar, la cual ofrece todas las informaciones necesarias para la instalación de una caldera.

Casa de la caldera

Las calderas de cualquier establecimiento deben ser instaladas en “Casas de Calderas o lugares específicos para tal fin”, denominada “Área de calderas”, y estas deben tener las dimensiones mínimas que permitan el acceso para la limpieza de las tuberías del generador y del pre-calentador de aire.

Cuando sea instalada en ambiente cerrado, la “Casa de Calderas” debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Hacer una construcción separada y de material resistente al fuego.
- Puede tener solamente una pared adyacente a otras instalaciones, y las otras paredes deberán estar separadas como mínimo 3,00 m (tres metros) de otras instalaciones, del límite de propiedades de terceros, del límite de vías públicas y de depósitos de combustibles, construyendo tanques para arranque de hasta 2 (dos) mil litros de capacidad;

- Disponer de por lo menos 2 (dos) salidas amplias, permanentemente libres y dispuestas en direcciones distintas;
- Disponer de ventilación permanente con entradas de aire que no puedan ser bloqueadas;
- Disponer de acceso fácil y seguro, necesario para la operación y para el mantenimiento de la caldera. La altura debe ser tal que sea posible la permanencia de una persona de pie sobre la caldera, para permitir el fácil acceso a las válvulas de seguridad y de salida de vapor.
- Ser amplia, limpia, bien ventilada y con buena iluminación. Debe poseer red de desagüe para el lavado y descarga, y cuando sea posible una red de aire comprimido para la limpieza de superficies, plataformas, etc.
- La casa de la caldera no puede ser utilizada para ninguna otra finalidad.
- El proyecto y ejecución de la casa de la caldera deben ser ejecutados por profesional de Ingeniería registrado en el Colegio Profesional correspondiente y que emita la documentación exigida por este colegio.

**Importante.:**

Las consideraciones sobre la casa de la caldera son basadas en la norma reglamentadora NR 13 (Brasil), siendo que la misma debe ser consultada para mayores informaciones.

Instalación de la caldera BGV

Los proyectos de instalación de las calderas BIOCHAMM son hechos por profesionales habilitados, obedeciendo a los aspectos de seguridad, salud y ambientales fijados en las normas reglamentadoras, convenciones y disposiciones legales aplicables. Cabe al propietario que adquiere la caldera obedecer rigurosamente el proyecto de instalación. Cualquier cambio, solamente podrá ser hecho con la debida evaluación y aprobación del Departamento Técnico de Biochamm Caldeiras.

Obedecer las siguientes condiciones:

- Las bases de la Caldera deberán estar perfectamente niveladas en los sentidos longitudinal y transversal.
- El depósito de agua de alimentación debe ser alimentado en la proporción de 2,5 (dos veces y media) del consumo de agua de la Caldera, y su capacidad de almacenamiento debe ser por lo menos igual al volumen de vapor generado por hora por la Caldera. Ej.:

para una Caldera de 60.000 kg.vapor/h, el depósito de agua debe ser por lo menos de 60.000 litros de agua.

- Cuando haya aprovechamiento de condensado, el depósito deberá ser instalado con la elevación mínima necesaria para cumplir las especificaciones de la bomba, referidas a su *nps_s* y temperatura del agua de alimentación.
- La red eléctrica deberá ser independiente y dimensionada de acuerdo con la potencia total instalada en el conjunto.

La conexión de la línea de vapor, cuando es de corta distancia, debe ser hecha en tuberías de diámetro igual al de la válvula de salida de vapor, y con diámetro mayor debidamente dimensionado cuando es una línea extensa o de presión inferior, para que no haya pérdidas de presión en la línea.

La red de distribución después de la válvula de salida de vapor es de responsabilidad del propietario de la caldera y debe ser dimensionada siguiendo criterios de ingeniería. Las válvulas de seguridad deben salir de la Casa de la Caldera, a través de una tubería de diámetro igual o mayor que la salida de las válvulas. Si hay necesidad de curvas deben ser suaves, a fin de permitir la libre expansión de las descargas. La evacuación de las descargas de las válvulas debe ser apuntada para lugares a los que no tengan acceso personas o unidades que puedan ser afectadas por la precipitación del vapor.

Cuando la Caldera no va a operar inmediatamente después de su entrega o instalación, deberá permanecer en lugar cubierto completamente llena con agua, para evitar que el óxido ataque las chapas y tubos.

Bases civiles

Para que sea posible el montaje de la caldera, es necesario que todas las bases civiles necesarias para la instalación estén concluidas y construidas de acuerdo con el *layout* civil suministrado por el Departamento Técnico de Biochamm Caldeiras.

Los cálculos referentes a las bases de apoyo de la caldera son de responsabilidad del cliente, y deben ser ejecutados a fin de soportar las cargas informadas por el Departamento Técnico de Biochamm Caldeiras.

Instalaciones eléctricas

Para que sea posible el montaje de la caldera, es necesario que el local disponga de iluminación conforme a las normas vigentes, y que tenga un sistema de iluminación de emergencia si la caldera opera durante el período nocturno. Otro factor a considerar es a disponibilidad de energía eléctrica, que debe ser capaz de atender la demanda exigida para la operación de la caldera. La red eléctrica deberá ser independiente y dimensionada de acuerdo con la potencia total instalada en el conjunto.



Para que sea posible la realización del “start-up” de la caldera, toda la red eléctrica deberá estar concluida, así como las conexiones entre el panel de comando y los puntos de consumo de energía.

Instalaciones de las redes de agua

Para que sea posible el montaje de la caldera, es necesario que el lugar disponga de una red de agua apropiada para efectuar la alimentación de la caldera en la cantidad y calidad necesarias. Las instalaciones de alimentación deben ser mantenidas siempre prontas para el uso y verificadas sus condiciones. El agua de alimentación y el agua de la caldera deben ser examinadas conforme su utilización y los resultados deben ser registrados por escrito. La instalación de preparación de agua de alimentación debe ser operada adecuadamente, debiendo haber una reserva mínima de agua de alimentación siempre disponible.



Importante.:

Para que nuestros técnicos puedan iniciar el montaje de la Caldera, es necesario que la casa de la caldera esté pronta, la base civil concluida, los equipos nivelados sobre las bases, que estén completas la redes de energía eléctrica y de agua.

CAPÍTULO

IV

CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

Este capítulo trata de las condiciones de operación del equipo, y de los requisitos necesarios para funcionamiento eficaz del mismo.

La eficacia operacional de los equipos, dependen de varios factores, que cuando son respetados facilitan la operación, produciendo aumento de la productividad. A continuación están descriptos los principales parámetros operacionales para los equipos de Biochamm Caldeiras, cuyo cumplimiento garantizará los resultados esperados por el cliente.

Agua de alimentación y agua de la caldera

El agua de alimentación de una Caldera influye directamente en la vida útil de los equipos, provocando problemas de corrosión, incrustación, sedimentación, arrastre de sólidos para líneas de vapor, corrosión del segmento pos Caldera. Para asegurar un buen desempeño y una larga vida del equipo, es necesario hacer el análisis químico del agua de alimentación y del agua de la caldera por laboratorios calificados, que pueden brindar informaciones sobre la necesidad y el tipo de tratamiento aplicado.

La instalación de preparación del agua de alimentación debe ser operada adecuadamente. Debe haber siempre disponible, como medida de seguridad, una reserva de agua de alimentación. Para el análisis y tratamiento del agua de alimentación, deben observarse los valores indicativos dados a continuación:

La calidad recomendada del agua de alimentación de la caldera deberá estar dentro de los siguientes parámetros basados en la presión de proyecto de la caldera:

La calidad del agua se recomienda para la alimentación de la caldera debe estar dentro de los siguientes parámetros:

Presión del operación en el Domo del vapor	0 - 20 bar	21 - 30 bar	31 - 40 bar	41 – 50 bar	51 – 60 bar	61 – 68 bar	69 – 103 bar	104 – 135 bar
Água de alimentação								
Oxigênio dissolvido, ppm O ₂ (mgO ₂ /l), medido antes da adição do sequestrante químico de oxigênio	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007
Ferro total, ppm Fe (mgFe/l)	< 0.1	< 0.05	< 0.03	≤ 0.025	≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.01	≤ 0.01
Cobre total, ppm Cu (mgCu/l)	< 0.05	< 0.025	< 0.02	≤ 0.02	≤ 0.015	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01
Dureza total, ppm	< 0.3	< 0.3	< 0.2	≤ 0.2	≤ 0.1	≤ 0.05	ND	ND
pH @ 25 °C	8.3 - 10.0	8.3 - 10.0	8.3 - 10.0	8.3 - 10.0	8.3 - 10.0	8.8 - 9.6	8.8 - 9.6	8.8 - 9.6
Produtos químicos para proteção prévia da caldeira	NS	NS	NS	NS	NS	VAM	VAM	VAM
TOC Não-volátil, ppm C (mgC/l)	< 1	< 1	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Material oleoso, ppm (mg/l)	< 1	< 1	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.2	< 0.2	< 0.2

Las cualidades del agua en la caldera de vapor principal y debe estar dentro de los siguientes parámetros:

Presión del operación en el Domo del vapor	0 - 20 bar	21 - 30 bar	31 - 40 bar	41 - 50 bar	51 - 60 bar	61 - 68 bar	69 - 103 bar	104 - 135 bar
Água da caldeira								
Sílica, ppm SiO ₂ (mg SiO ₂ /l)	< 150	< 90	< 40	≤ 30	≤ 20	≤ 8	≤ 2	≤ 1
Alcalinidade total, ppm (mg/l)*	< 700	< 600	< 500	< 200	< 150	< 100	NS	NS
Alcalinidade OH livre ppm (mg/l)*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	ND	ND
Condutividade específica, μmhos/cm (μS/cm), @ 25°C, s/ neutralização	5400 - 1100	4600 - 900	3800 - 800	1500 - 300	1200 - 200	1000 - 200	≤ 150	≤ 80
Sólidos totais dissolvidos no vapor								
TDS (máximo) ppm (mg/l)	1.0 - 0.2	1.0 - 0.2	1.0 - 0.2	0.5 - 0.1	0.5 - 0.1	0.5 - 0.1	0.1	0.1

Fonte: Consensus on operating practices for the control of feedwater and boiler water chemistry in modern industrial boilers industrial subcommittee of the asme research and technology committee on water and steam in thermal power systems

*Como CaCO₃

NS = not specified (não especificado)

ND = not detectable (não detectável)

VAM = Use only Volatile Alkaline Materials upstream of attemperation water source. (Usar Materiais Alcalinos Voláteis somente a montante da fonte de água de reposição.)

TOC = Total Organic Carbon (carbono orgânico total)

Os valores podem sofrer alterações de acordo com o tipo de projeto.

OBS: Las verificaciones de calidad de agua e vapor deben ser realizadas una vez por turno de operación de la caldera. (Ej.: tres veces por día – turno de 8h).



Nota

Las informaciones citadas deberán ser utilizadas para acompañamiento de la operación y no deben ser tomadas como datos de garantía.

CAPÍTULO

V

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

Este capítulo ofrece una presentación general del equipo y describe las funciones principales de los elementos, que componen el equipo, sus accesorios y periféricos.

La BGV es una caldera de concepción vertical con circuito de convección del agua acuatubular, con circulación de agua bien definida, con tubos de bajada (“down comers”) ubicados fuera del área de quemado, mejorando de esta forma la circulación del agua por convección natural debido a la diferencia de densidad entre el agua que recibe el calor de los gases y la parte que no recibe el calor.

La durabilidad de la máquina está directamente relacionada a los cuidados de mantenimiento preventivo y predictivo, que deben ser realizados rigurosamente, y al cumplimiento de las especificaciones recomendadas.

Características generales

La BGV es una caldera de concepción vertical, construida con paneles en tubos aleteados con proceso de soldadura en arco sumergido en máquinas especiales, garantizando la fusión total de las aletas con los tubos, evitando fisuras provocadas por la diferencia de dilatación causadas por la falta de fusión en las soldaduras. Esta concepción constructiva, produce una caldera herméticamente cerrada evitando la pérdida de gases y la entrada de aire falso.

La Caldera tipo “BGV” para quemado de biomasa, fue proyectada para generar tanto vapor saturado para el uso industrial, como vapor súper calentado para sistemas de generación de energía eléctrica.

El refractario es aplicado en la parte interna del hogar sobre las paredes aleteadas, y los ladrillos son fabricados de acuerdo con la temperatura de proyecto del sistema de combustión.

El refractario no es aplicado por definiciones estructurales, sino solamente cuando son utilizados combustibles con alto tenor de humedad. Como es aplicado sobre las paredes aleteadas, se reduce el desgaste del refractario por variación de temperatura, debido al equilibrio térmico.

**Nota**

En caso de necesidad de parada del equipo, el enfriamiento del hogar es alcanzado en tiempos sensiblemente menores.

Las condiciones de control de generación de vapor son mejores cuando la cantidad de refractarios aplicada es relativamente menor, comparando con una instalación totalmente construida en refractario. Para un aumento o reducción de la generación de vapor, cuanto menor es la cantidad de refractario, tanto más rápida será la respuesta, porque el refractario en exceso, cuando aumenta la combustión absorbe primero calor, y en una reducción de carga permanece disipando calor lo que perjudica el control.

El proyecto define el propio cuerpo, las paredes aleteadas de la caldera con aplicación de bandas, como la estructura principal del equipo, sobre la cual queda sustentado el tanque y la plataforma superior.

El hogar de la caldera es constituido de paredes tubulares aleteadas, resultando una pared fría y estructuralmente íntegra. El sistema de tiraje de gases del hogar es del tipo balanceado mediante ventilador de tiraje inducido (IDF's), apropiado para la quema de biomasa.

La circulación del agua de la caldera es natural debido a la diferencia de densidad entre el agua que recibe el calor de los gases y la parte que no recibe el calor.

Las calderas del tipo "BGV" son apoyadas en la propia estructura del parrillado, y en los "down comers", siendo que la caldera se dilata libremente para arriba, para uno de los lados pre-definido en proyecto y para el frente.

Cuando vapor es usado para la generación de energía, el vapor para la turbina es súpercalentado y su temperatura es controlada por un supercalentador inyectando agua condensada del desaireador, por lo tanto de alta pureza.

Esta caldera está provista, también, de recuperadores de calor como precalentadores de aire y economizador, para posibilitar la alta eficiencia térmica.

En el circuito de los gases de extracción está instalado el filtro microciclón, después del economizador y antes del ventilador IDF (extractor), y tiene la finalidad principal de retener el material particulado que sería emitido por la chimenea y al eliminar estos particulados protege las palas del ventilador.

**Nota**

Las calderas del tipo “BGV” son proyectadas y construidas en conformidad con el Código ASME Section I.

Síntesis del circuito de agua y vapor en la caldera

El flujo del agua en la caldera ocurre de acuerdo con la siguiente síntesis:

- i. El agua de alimentación viene del sistema de captación de la ETA “estación de tratamiento de afluentes”, yendo para el tanque de depósito de agua bruta que sirve como pulmón del sistema, caso sea necesario efectuar reparaciones en la red antes del tanque.
- ii. La unidad está compuesta por una cadena Cation-Anión, con los respectivos equipos de regeneración. La operación de la unidad es totalmente manual y las válvulas deben ser abiertas para la colocación de la unidad en servicio. El flujo de la unidad debe ser ajustado, para flujo de operación, a través de la lectura en el rotómetro. Después de cada regeneración anotar la lectura del hidrómetro para el control del volumen de agua tratada. Después de paradas, la conductividad podrá retornar con un valor mayor que el especificado, en esos casos el operador deberá colocar el cambiador de aniones en posición de lavado, hasta que la conductividad caiga para el valor deseado. Si no cae después algún tiempo de lavado, la unidad podrá estar saturada y, por lo tanto, necesitando ser regenerada. Las válvulas abiertas y la bomba a ser conectada en servicio, o en cada etapa de regeneración. El fin del ciclo es dado por la conductividad del agua desmineralizada. La unidad debe ser retirada de servicio cuando la conductividad supera el set point establecido = 5,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El control de la unidad puede ser hecho también a través de otros parámetros, a saber, (“detalle de operación

deberá ser analizado el manual de operación del desmi” ver DATA BOOK):

- . Sílice
 - . Acidez mineral libre
 - . pH
 - . Volumen de agua tratada
- iii. Teniendo el agua libre de impurezas, se debe corregir el tenor de PH, mediante de la inyección de productos químicos, y eliminar los gases no condensables como gas carbónico y principalmente el oxígeno disuelto, lo que será hecho a través del desaireador, donde el agua sufrirá una desaireación que consiste en el paso de vapor por el agua elevando así su temperatura, ese pasaje acontece a través de chapas dispuestas en forma de cascada dentro del cabezal del desaireador. La temperatura deberá ser mantenida a aproximadamente 115°C, no debiendo bajar de 104°C, para que podamos garantizar una desaireación del agua de 100%.
- iv. Después de la desaireación y con el PH corregido, tenemos el agua ideal para la alimentación de la caldera, que se hará a través del sistema de alimentación, compuesto por una válvula de control de nivel, comandada por los relés de nivel, usados para mantener constante el volumen del tanque en 50%, siendo que la válvula modula conforme el consumo de vapor de la caldera de 0 a 100%. Como no conseguimos modular las bombas, es instalado un sistema de recirculación de agua entre las bombas de alimentación y la válvula de control de nivel, usado para desviar el exceso de agua para el desaireador.

- v. Antes que el agua pueda entrar en la caldera, pasa por el economizador que tiene la finalidad de aprovechar la temperatura de los gases de combustión, para calentar el agua de alimentación a una temperatura de proceda Después del economizador será introducida en el tanque de vapor de la caldera.
- vi. La circulación del agua en la caldera ocurre, por convección, o sea, circulación natural del agua por la caldera. El agua fría por ser más “pesada” que el agua caliente baja, mientras que el agua caliente subirá, causando una circulación natural en la caldera. En el circuito interno de agua de la caldera, existen los evaporadores, que consiguen vaporizar una gran cantidad de agua, a través de sus banderas (sistema de serpentinas integradas a la caldera).

Síntesis de la combustión

La combustión puede ser descripta mediante la siguiente síntesis:

- i. El combustible entra en el conjunto alimentador siendo dosificado para el interior de la parrilla, donde recibe una inyección de aire primario (aire insuflado en la parte inferior de la parrilla). Durante este proceso la parrilla desplaza el combustible para el final del recorrido y con la debida regulación del aire insuflado, el combustible se quema transformándose en cenizas, que son retiradas por la parrilla de extracción de cenizas localizada en el final de la parrilla principal.
- ii. Los gases que salen de la combustión reciben la inyección de aire secundario en la parte superior del hogar, que tiene por objetivo finalizar la quema de los materiales particulados lanzados en la combustión.
- iii. Después que todas las partículas están debidamente quemadas, los gases recorren el hogar, haciendo el intercambio térmico con las paredes, que calienta el agua en el interior de los tubos.
- iv. Los gases siguen su camino pasando por los supercalentadores, evaporadores y economizador, donde efectuarán el intercambio térmico con el vapor y agua de la caldera, y pasando por el precalentador efectúan el intercambio térmico con los gases del aire primario, después de esto, siguen para el filtro de microciclón donde son retiradas las partículas más densas, a través de la centrifugación de los gases.
- v. Con los gases libres de impurezas, los mismos son succionados por el extractor y expelidos por la chimenea para atmósfera, completando así el ciclo de la combustión.

CAPÍTULO

VI

GENERALIDADES

Este capítulo ofrece una presentación general de los componentes del equipo. Describe las funciones de los principales componentes del equipo, sus accesorios, y periféricos.

La suma de los conjuntos de componentes aquí presentados, forman la caldera BGV, la cual es una caldera de concepción vertical con circuito de convección del agua acuotubular, compuesta por diversos equipos, como ventiladores, parrilla, extractores de cenizas, entre otros.

Vale la pena recordar, que la durabilidad de cada componente de la caldera, está directamente relacionada a los cuidados de mantenimiento preventivo y predictivo, que deben ser realizados rigurosamente, evitando trabajar fuera de las especificaciones recomendadas.

Accesorios

La caldera BGV conta con equipos e accesorios que pueden variar dependiendo del proyecto.

- i. Puertas de acceso para el horno.
- ii. Puerta de inspección el acceso a Super Calentador
- iii. Botella de água con los electrodos de nível.
- iv. Pressostato.
- v. Manómetro.
- vi. Bomba de alimentación de agua.
- vii. Cuadro eléctrico.
- viii. Visualización de Llamas.
- ix. Soprador de Hollín
- x. Tambor Separador de humedad.
- xi. Conductos de gases
- xii. Ventilador de aire primario
- xiii. Mezla de gases
- xiv. Extractor (Ventilador Inducido).

- xv. Chimenea
- xvi. Tanque de condensado
- xvii. Damper de reglamento del aire primario.
- xviii. Damper de reglamento del extractor
- xix. Foto celdas del llamas
- xx. Escaleras y la plataforma
- xxi. Economizador
- xxii. Evaporador
- xxiii. Ventilador de Aire Secundario
- xxiv. Redlers
- xxv. Extractor de Cenizas
- xxvi. Filtro Multiciclón
- xxvii. Pre-Calentador de Aire
- xxviii. Silo Alimentación
- xxix. Desaireador
- xxx. Tanque de Agua
- xxxi. Depósito de Descarga de Fondo
- xxxii. Depósito de Descarga Contínua
- xxxiii. Filtro Manga
- xxxiv. Sistema de Dosificación Quimica
- xxxv. Portadores de Tornillo Helicoidal
- xxxvi. Sistema Eletrostático de Purificación del Aire
- xxxvii. Quemador de Polvo
- xxxviii. Unidad Hidráulica
- xxxix. Desmineralizador

Silo de alimentación

Está compuesto por sistemas de fondo móvil accionados por cilindros hidráulicos, que descargan el silo y hacen la alimentación de combustible en la caldera. Los fondos móviles pueden ser únicos o separados e cuentan con mesas con control de velocidad de avance en el PLC, y temporizador para alimentación. Este sistema permite que la descarga sea completa y la distribución del combustible uniforme en todos los regímenes de operación de la caldera, consiguiendo así abastecer combustible para la quema en el hogar, de manera que pueda garantizar la dosificación equilibrada y uniforme de los distintos tipos de combustibles.

Hay también sensores de nivel instalados en este silo, que emiten señales para el panel de comando, que inicia una cuenta de tiempo para accionar la correa transportadora u otro sistema de alimentación del silo (silo, por ejemplo), elevando así el nivel de combustible en el silo de depósito, no dejando faltar combustible en el hogar y haciendo al mismo tiempo el sellado del hogar, lo que evita la entrada de aire falso. Los equipos mecánicos garantizan la perfecta descarga y transporte del combustible al reactor BIOCHAMM, siendo controlados por el flujo y presión de la caldera.

Parrilla

La caldera cuenta con un sistema de parrillas tipo fija y móvil accionado hidráulicamente con un regulador de velocidad que garantiza la perfecta distribución del combustible en los diversos regímenes de operación de la caldera.

En la parrilla acontece la quema del combustible, BIOMASA, auxiliado por ventiladores que insuflan aire en el hogar, para aprovechar al máximo la energía térmica almacenada en los combustibles. Gracias a la avanzada tecnología empleada en nuestro sistema de parrillas, conseguimos obtener altos niveles de rendimiento con baja emisión de particulados, contribuyendo para la preservación del medio ambiente.

Cámara de combustión – hogar

Los hogares de Biochamm Caldeiras son construidos en paredes aleteadas, proporcionando estanqueidad de gases en el hogar, con ausencia de pérdidas y dispensando mantenimientos.

Como es en el hogar que ocurren los procesos más importantes y decisivos para el satisfactorio desempeño del equipo, los hogares de Biochamm Caldeiras poseen una geometría interna desarrollada con la finalidad de dividir el paso de los gases en la caldera, uniformar la presión sobre los puntos de quema, aumentar la superficie de intercambio térmico, disminuir el arrastre de particulados no quemados y aumentar la temperatura del hogar.

El hogar se destaca por las siguientes características:

- i. Proyectado y dimensionado para garantizar una perfecta circulación del agua por convección natural
- ii. Estructura de fijación del refractario con dilatación controlada, garantizando una larga vida útil;
- iii. Construida con concepción vertical, con garantía de contracción de los gases para alcanzar una completa combustión.

Refractarios

Son básicamente ladrillos, compuestos de alúmina que tiene la finalidad de mantener más elevada la temperatura del hogar, posibilitando la quema de material con mayor índice de humedad y auxiliando en la quema de material seco.

Tanque de vapor

El proyecto BGV es de concepción vertical con un tanque de vaporización, teniendo el flujo de bajada del agua en dos tubos, uno de cada lado de la caldera,

fuera del área de calentamiento, distribuyendo el agua en los colectores inferiores y subiendo por las paredes y vaporizadores, hasta los colectores superiores que son interligados con el tanque.

El tanque de vapor tiene la función de ser el recipiente de líquido/vapor que libera y recibe los flujos provocados por la circulación natural. Actúa también como recipiente pulmón de vapor, y promueve, a través de construcciones y dispositivos adecuados, la separación de goticuelas de la fase vapor, antes del envío para los sobrecalentadores. Este proyecto con los tubos de bajada sin calentamiento definen una convención de buen desempeño.

Evaporadores

Ubicados después de los súper calentadores, son responsables por la absorción térmica complementaria, básicamente por convección, para generación de vapor en la capacidad total de la caldera. Auxilian en la producción de vapor, maximizando el rendimiento y contribuyen en la economía de combustible.

Súper calentadores

Ubicado en el interior del hogar en el segundo paso y compuesto por dos conjuntos de serpentinas, tienen la función de elevar la temperatura de los gases na operación de la caldera, el vapor vivo cual es convertido por la turbina en energía eléctrica.

Desupercalentadores

Sistema de control de la temperatura del vapor súper calentado. Compuesto por válvulas controladoras que inyectan agua en la red de vapor que interconecta el supercalentador primario y el secundario, controlando la temperatura del vapor en la salida para la turbina.

Un transmisor de temperatura instalado después el supercalentador secundario, envía señales para dos válvulas de control instaladas en la línea de agua condensada que controla el flujo de agua condensada y consecuentemente la temperatura del vapor, este condensado es introducido, entre las dos serpentinas del súper calentador, para que la temperatura del vapor no exceda la operación.

Economizador

Lugar donde se realiza el reaprovechamiento de las altas temperaturas de los gases que salen de la caldera, para el pre-calentamiento del agua de alimentación de la caldera consiguiéndose un mejor rendimiento del combustible.

Pre-calentador de aire

Equipo destinado a aprovechar la temperatura de los gases que salen del economizador para el calentamiento del aire atmosférico que será inyectado a través del aire primario en la parte inferior de la parrilla, para aumentar el rendimiento del sistema.



Los tubos del pre-calentador, con el tiempo, pueden adherir impurezas provenientes de los gases de combustión, al observar que la temperatura del aire primario está disminuyendo y la caldera está en el régimen normal de operación, se debe hacer una parada para inspección y limpieza de los tubos del pre-calentador. Esta limpieza se hace con cepillos rotativos que deben ser introducidos a lo largo de todos los tubos, uno a uno.

Chimenea autosoportante

Es la parte final del sistema de extracción de gases y tiene por finalidad dispersar los gases de la combustión del hogar. Su sistema de fijación es autosoportante y exime el uso de cables de acero.

Conductos de gases y aire de combustión

Son los conductos que llevan el aire primario, secundario, terciario y gases de combustión hasta el lugar donde serán insuflados o emitidos para el ambiente.

Filtro microciclón

Destinado a filtrar materiales particulados, a través de varios conos que son llamados de microciclones. Los gases al ser forzados a pasar por los microciclones, adquieren un movimiento circular, provocando la separación de partículas sólidas de mayor inercia, por efecto de la fuerza centrípeta generada por la velocidad de los gases. Las partículas más pesadas se precipitan en las paredes laterales de los conos y con la acción de la gravedad, van decantando en el interior del filtro, de donde son retiradas por las válvulas rotativas. Los gases libres de estos particulados siguen por conductos hasta la chimenea.

Desaireador

En el desaireador el agua recibe vapor, para que sean eliminando los gases no condensables, como el gas carbónico y principalmente el oxígeno disuelto, dejando el agua dentro de las especificaciones recomendadas por BIOCHAMM

en conformidad con la NORMA ASME. Mediante la inyección de vapor de baja presión en contra corriente del agua de alimentación, en un sistema de bandeja de acero inoxidable de calentamiento del agua a una temperatura de aproximadamente 105°C, se provoca la liberación de los gases, que serán eliminados a través del respiro del desairedor.

Enfriador de muestra

Equipo destinado a enfriar las muestras de agua colectadas en el tanque de vapor, para efectuar el análisis de las condiciones del agua de la caldera, verificando si se encuentra dentro de los especificaciones recomendadas por Biochamm Caldeiras en conformidad con la norma ASME.

Depósito de descarga de fondo

Instalado en el final del sistema de descarga, el tanque de descarga realiza las siguientes funciones:

- i. Mantener la seguridad en el lugar de trabajo, despresurizando las descargas;
- ii. Separar el condensado para a línea de efluentes y el vapor para la atmósfera

Construido de acuerdo al Código ASME Section VIII – Div. 1 , posee un formato cilíndrico, y tiene las siguientes conexiones:

- i. Entradas de condensado viniendo del tanque de descarga continua, desairedor, en caso de nivel alto entrada de las descargas de fondo de la caldera, entrada de agua de refrigeración.
- ii. Salida de vapor para la atmósfera, agua para el sistema de efluentes y ventilador de desaireación del tanque de descarga.

Depósito de descarga continua

Responsable por la colecta del agua de descarga continua, recibéndola mediante la apertura de las válvulas de bloqueo y aguja, conforme a lo especificado por la empresa responsable por el tratamiento del agua. El agua es recibida a la presión que está el tanque de vapor, y en función de la diferencia de presión, parte de esta agua se transforma en vapor, que es reaprovechado y enviado al desaireador, y lo restante es enviado para el balón de descarga, y purgado a través de un purgador de flotante.

Construido según el Código ASME Section VIII – Div. 1, posee formato cilíndrico, y tiene las siguientes conexiones:

- i. Entrada de condensado viniendo de la descarga continua,
- ii. Salida de vapor para el desaireador, de agua para el tanque de descarga y ventilador de desaireación del tanque de descarga, drenaje y válvula de seguridad.



Nota

En caso que el nivel aumente, un sensor de nivel enviará un señal para el PLC, y éste dará una indicación en el panel de comando, siendo necesario drenar el tanque.

Extractor de cenizas

El extractor de cenizas es un equipo instalado en el final del parrillado, cuya función es realizar la remoción de cenizas y residuos que no son arrastrados con los gases y quedan en el hogar.

Su accionamiento es hidráulico y el sistema está compuesto de parrillas fijas y móviles, con el mismo principio de funcionamiento que el parrillado de la caldera.

Unidad hidráulica

La unidad hidráulica es responsable por el accionamiento del parrillado, silo y extractor de cenizas, siendo compuesta por un único recipiente de aceite, en el cual están instaladas bombas individuales para cada equipo accionado.

El control del avance y retroceso de los cilindros hidráulicos es hecho mediante válvulas solenoides y presostatos.

La unidad cuenta con elementos filtrantes y un sistema de refrigeración del aceite hidráulico, consiguiendo mantener las características del aceite por más tiempo, sin perjudicar el sistema.

**Nota**

Detalles de operación y características de la unidad, deben ser consultadas en el manual de operación, ver DATA BOOK. Las características y aceites recomendados por el fabricante del equipo deben ser rigurosamente seguidos a fin de no comprometer el funcionamiento del equipo.

Redler de extracción de ceniza

Instalado en los conos del pre-aire y filtro microciclón, realiza la retirada del material decantado en el pre-aire y separado en el filtro microciclón, y lo transporta hasta recipientes de colecta, contenedores, tambores, etc.

**Nota**

Detalles de operación y características deben ser consultados en el manual de operación de las mismas. Si fueron provistas por parte de Biochamm Calderas, ver el DATA BOOK.

Fondo móvil

Instalado en el interior de la parte civil debajo del parrillado, es responsable por la retirada de las impurezas y cenizas generadas por el sistema de quema por parrilla móvil, transportándolas hasta el redler instalado en la parte externa.

Extractor (Ventilador Inducido)

Es un ventilador centrífugo, proyectado para ejecutar el tiraje de los gases de la caldera. Su flujo es controlado mediante un convertidor de frecuencia, que responde a un sensor de presión del hogar que mantiene la presión constante, conforme al *set-point* ajustado en el momento del start-up.

Hay situaciones en que no es utilizado el damper para control, siendo que el control es hecho por la variación de velocidad del motor eléctrico que acciona el extractor.

Ventiladores de aire primario

El aire primario es el responsable por la introducción del aire bajo la parrilla efectuando la primera etapa de la combustión. El aire primario es distribuido a lo largo de toda la parrilla en varias áreas, cada una con un damper, el cual permite el regulado del aire entre 0 y 100% del flujo.

Los orificios de pasaje de la parrilla son dimensionados con una pérdida de carga del aire, para asegurar la distribución homogénea del aire y para mantener la misma presión en todas las cámaras de la parrilla. El aire introducido por este sistema pasa por un proceso de calentamiento a través de un intercambiador de calor en contracorriente situado en el sistema de tiraje de los gases, y en virtud de este calentamiento, parte de la energía que sería perdida con los gases, es recuperada y reenviada al hogar, proporcionando una mayor eficiencia al equipo.

Ventilador de aire secundario

El aire secundario introduce aire a temperatura ambiente en el punto divisorio del hogar entre el área de gasificación y quema de sólidos y el área de combustión de volátiles. Por ser inyectado con una presión más elevada, el aire traspasa toda el área de combustión de volátiles, y de esta forma garantiza la mezcla completa del aire de combustión con los volátiles, efectuando la quema completa de los mismos. El aire secundario también es utilizado como controlador del límite de temperatura de los gases de la combustión, a fin de evitar que se alcance la temperatura de fusión de las cenizas.

Este ventilador insufla el aire necesario para la quema, siendo insuflado encima del combustible a través de la llama. Un buen regulado del aire secundario asegura una reducción considerable de arrastre de material no quemado y elimina el humo negro en la chimenea.

Ventilador de aire - quemador de polvo

El aire de este ventilador es introducido a temperatura ambiente en el quemador de polvo instalado en el hogar entre el área de gasificación y quema de los sólidos y el área de combustión. El aire de combustión es introducido en el quemador permitiendo el regulado del aire entre 0 y 100% del flujo. Es controlado mediante un inversor de frecuencia instalado en el motor del ventilador de aire, ajustando así la relación aire combustible en este sistema.

Sopladores de hollín

Tienen como finalidad, efectuar la limpieza del hollín de los tubos de los evaporadores, de los súper calentadores y del economizador. Su acción se realiza por sopletes de vapor a presión, instalados en los lugares definidos en el proyecto, con la finalidad de evitar la obstrucción parcial o total del sistema de extracción de gases, en las regiones más críticas.

La caldera es provista sopladores de hollín entre retráctiles y fijos, siendo dos retráctiles encima del supercalentador secundario, dos fijos entre el súper calentador primario y el secundario, dos fijos entre el súper calentador primario y el evaporador, dos fijos en el evaporador y dos fijos en el economizador. Están localizados para maximizar el efecto de limpieza, removiendo el hollín que se adhiere a los tubos de intercambio térmico.

Los sopladores rotativos son fijados por abrazaderas, y son de materiales adecuados a la temperatura de los gases en el lugar. La serie de boquillas especiales es proyectada para se alcance la mayor área posible de limpieza. Placas de pared para garantizar la estanqueidad de los gases son utilizadas para el pasaje de los sopladores a través del aislamiento y de las paredes tubulares.

Las válvulas permiten la adecuada presurización del vapor en el interior de los lanzadores y permiten la apertura cuando es sometida a la presión estática de reposo. También en la línea de alimentación de los sopladores son instalados drenajes y purgador de extracción del condensado acumulado en la tubería.



Nota

Detalles de operación y características deben ser consultados en el manual de operación de las mismas. Si fueron provistas por parte de Biochamm Calderas, ver el DATA BOOK.

Sistema de alimentación de agua

Compuesto básicamente por bombas multi-estados y válvulas que controlan el flujo y la presión del sistema de alimentación, tiene la finalidad de mantener el nivel de agua de la caldera constante en el 50% del tanque de vapor.



Nota

Detalles de operación y características deben ser consultados en el manual de operación de las mismas. Si fueron provistas por parte de Biochamm Calderas, ver el DATA BOOK.

Desmineralizador

Tiene la finalidad desmineralizar el agua de alimentación y está compuesto por tanques de resinas catiónicas y aniónicas, que por sus propiedades químicas consiguen retener las sales minerales del agua.

El sistema de desmineralización está compuesto de varios tanques de tratamiento, y su funcionamiento es como se describe a continuación:

- i. La primera regeneración de los cambiadores debe ser doble, o sea, introduciendo el doble de regenerante. Esta introducción debe ser hecha en secuencia una después de la otra, antes de iniciar el desplazamiento del regenerante.
- ii. Terminada la regeneración catiónica, se inicia la regeneración aniónica, siguiendo los mismos procedimientos del catión, o sea, con una regeneración doble.

Después del lavado rápido del anión, la unidad estará lista para ser colocada en servicio, desde que la conductividad esté debajo del “set point” establecido.



Nota

Detalles de operación y características deben ser consultados en el manual de operación de las mismas. Si fueron provistas por parte de Biochamm Calderas, ver el DATA BOOK.

Tanque de agua bruta y tanque de agua desmineralizada

Sirven como reserva o “pulmón” de agua para la caldera en los casos en que por algún motivo se suspenda el abastecimiento de agua para el sistema. Estos tanques permiten que, puedan ser realizados mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos en los sistemas de la ETA y desmi, sin afectar la caldera.



Nota

Estos tanques pueden o no estar dentro de los compromisos de contrato de Biochamm Calderas. Cuando no forman parte, debe ser consultado el prontuario del fabricante, así como sus manuales de instalación y operación.

Quemador de Polvo

El quemador tiene una regulación con un sistema que permite el control manual, dentro de los límites de la forma y el tamaño de las llamas. Este es un equipo diseñado para la inyección y la combustión de la madera en polvo y finalmente aplastado.

Sistema Electrostático de Purificación del aire

En palabras sencillas, se trata de una caja grande, en la cual los gases cargados de partículas entran a un lado de la misma. Adentro de la caja, los electrodos de alto voltaje imparten una carga eléctrica-negativa a las partículas. Estas partículas de carga negativa son atraídas por las placas de acumulación que son de carga electrostática positiva, el flujo de gases, sin las partículas, sale por el otro lado de la caja. Las partículas quedan sobre las placas de acumulación, y periódicamente un sistema de percusión causa la caída de las partículas a la tolva, desde la tolva las partículas son transportadas a un depósito adecuado.

**Nota**

Detalles de operación y características deben ser consultados en el manual de operación de las mismas. Si fueron provistas por parte de Biochamm Calderas, ver el DATA BOOK.

Sistema Dosificación Química

Con el objeto de completar el acondicionamiento del agua de la instalación se dispondrá de un sistema inyector de químicos dosificados para asegurar la calidad del fluido.

A la salida de este proceso, el agua será conducida a un tanque de almacenamiento de agua desmineralizada que será bombeada mediante de las bombas instaladas en paralelo.

**Nota**

Detalles de operación y características deben ser consultados en el manual de operación de las mismas. Si fueron provistas por parte de Biochamm Calderas, ver el DATA BOOK.

~~CAPÍTULO~~

~~VII~~

CONTROL DE LA CALDERA

En este capítulo se presentan los intertrabamientos de seguridad, sistemas operacionales, y mallas de control, que buscan la mejoría del sistema de quema y auxilian en el control del desempeño del equipo.

Para obtener el mejor desempeño posible del equipo, el mismo es controlado automáticamente mediante un sistema supervisor e instrumentos. Estos controles garantizan el buen desempeño de los distintos sistemas que componen la caldera, facilitan la operación del equipo y la hacen más segura y confiable.

El control de la caldera se divide básicamente en intertrabamientos y mallas de control de instrumentación.

Intertrabamientos

Los intertrabamientos de la unidad son descriptos a continuación y actúan auxiliando la operación, en función de cada condición operacional, haciendola más fácil y segura. Se listan a continuación las situaciones en que debe ocurrir la desconexión total de la caldera (TRIP) para la visualización de las causas y de los efectos de cada “trip”, por parte del operador.

Situaciones de trip de la caldera - desconexión total

La caldera BGV dispone de dispositivos de seguridad que generan TRIP en la caldera, o sea, la desconexión total del equipo.

Las circunstancias en que ocurrirá esta situación son:

- i. Nivel bajo-bajo del agua de la caldera;
- ii. Nivel extra-bajo del agua de la caldera;
- iii. Nivel alto-alto del agua de la caldera;
- iv. Nivel extra-alto del agua de la caldera;
- v. Temperatura alta-alta del vapor supercalentado;
- vi. Botón de Emergencia (por el supervisor)

Intertrabamiento de trip de la caldera

Deberá ocurrir la desconexión de los siguientes motores:

- i. Conjunto alimentador de combustible
- ii. Ventilador de tiraje inducido - IDF
- iii. Ventilador de aire de combustión, primario y secundario



Importante

El intertrabamiento de trip de la caldera es hecho en lógica fija.

Intertrabamiento del parrillado

Arranque: El parrillado es dividido en cuatro partes, parrilla 1, parrilla 2, parrilla 3 y parrilla 4. En el arranque se permite el accionamiento de la parrilla 1, a fin de efectuar el abastecimiento del hogar con combustible, y de esta forma efectuar el inicio de la operación.

Las parrillas 2, 3 y 4, solamente conectarán con el ventilador de tiraje inducido conectado en el modo automático.

Operación: Los motores de las bombas hidráulicas, que accionan las parrillas desconectarán siempre que haya un trip en la caldera. El parrillado también cuenta con un dispositivo de control de alimentación.



Importante

- El intertrabamiento de trip será hecho en la lógica de control - PLC.
- Los intertrabamientos entre los ventiladores y válvulas rotativas serán hechos en la lógica de control - PLC.

Intertrabamiento del sistema de alimentación

El sistema de alimentación es comandado por el PLC, y tiene el siguiente principio de funcionamiento:

Silo pulmón: Sistema de alimentación tipo fondo móvil, tiene la finalidad de alimentar la caldera con combustible, a través de un sistema de fondo móvil accionado por un sistema hidráulico, donde varía su velocidad de alimentación mediante un inversor de frecuencia actuando directamente en el motor de la unidad referente al silo de alimentación variando el flujo de la bomba manteniendo su presión de trabajo en torno de 140 Bar máximo constante. En esta unidad hidráulica encontramos un dispositivo de seguridad que se trata de un presostato de máxima presión donde si la presión excede la presión máxima ajustada, la unidad es desconectada. Para el sistema de avance y retroceso de los pistones el control es hecho mediante sensores inductivos instalados en las extremidades del cilindro que tiene la función de mover el sistema de fondo móvil del silo de alimentación. Considerando que el silo tiene cinco cilindros con la función de adelantar y retroceder el sistema de fondo móvil, para hacer el movimiento de avance y retroceso son instalados dos sensores inductivos un (NA) y un (NF) que tienen la función de controlar el sistema.

Intertrabamiento del extractor de tiraje inducido

Arranque: El arranque del motor es iniciado por el sistema supervisor (llave en la posición – REMOTO), con el damper en la posición cerrado.

Operación: La operación del motor es liberada solamente si la caldera no está en condiciones de trip.



Importante

El intertrabamiento de trip será hecho en el panel remoto del PLC.

La desconexión del motor impide el arranque o provoca la desconexión de los ventiladores de aire forzado.

Intertrabamiento de los ventiladores de aire forzado

Arranque: El arranque del motor puede ser iniciado por el sistema supervisor (llave en la posición – REMOTO), con el damper en la posición cerrado.



Importante

Deberá ser instalada una botonera de emergencia junto a los motores con la finalidad de seguridad en el mantenimiento.

El arranque y la operación de los ventiladores de aire forzado solamente serán permitidos si el ventilador inducido está en operación.

En caso que los ventiladores inducidos y forzados estén en operación y ocurra la desconexión del ventilador inducido, serán desligados automáticamente los ventiladores de aire forzado y de la parrilla 1, 2, 3 y 4.

Operación: La operación del motor es liberada solamente si la caldera no está en condiciones de trip y los motores de los ventiladores inducidos conectados.



Importante

- El intertrabamiento de trip será hecho en la lógica de control - CLP.
- El intertrabamiento entre los ventiladores será hecho en el CLP.

La desconexión de los motores impide el arranque o provoca la desconexión del sistema de alimentación de combustible.

Intertrabamiento Extracción de Cenizas

Fondo móvil: Para el sistema de extracción de cenizas tenemos cuatro sistemas neumáticos distribuidos debajo del sistema de parrillas, cuya función es retirar las escorias provenientes de la quema efectuada en el parrillado de la caldera, mediante un sistema de fondo móvil accionado por cilindros neumáticos cuya presión de trabajo es de (8 a 10 Bar), haciendo el movimiento de avance y retroceso del sistema. La escoria retirada cae en el sistema de redlers que la transporta para un lugar adecuado. En este sistema también tenemos dos sensores inductivos instalados en su extremidad controlando el avance y retroceso del mismo. Cada sistema será independientemente accionado a través de un sistema de supervisión de dos modos manual/automático. En la forma manual el operador podrá accionar independientemente cada sistema, y en forma automática será

accionado en tiempos predeterminados y ajustables conforme a la cantidad de escorias

Intertrabamiento de los sopladores de hollín

Los sopladores de hollín serán comandados por el PLC (Conecta – Desconecta) o en campo (botonera en el soplador retráctil), y tiene el siguiente principio de funcionamiento:

- i. Su accionamiento en modo remoto es temporizado y ajustable;
- ii. Abre la válvula de purga de la línea;
- iii. Después de 40 segundos es abierta la válvula de admisión de vapor y cierra la válvula de purga;
- iv. Después de un tiempo ajustable, inicia el soplado en los sopladores retráctiles, en la región de los supercalentadores, uno por vez.
- v. Después del soplado en la región de los supercalentadores inicia una cuenta de tiempo, para después efectuar el soplado en la región de los evaporadores; repitiendo los pasos *i, ii, iii*;
- vi. Después del soplado en la región de los evaporadores inicia una cuenta de tiempo, para después efectuar el soplado en la región de los economizadores; repitiendo los pasos *i, ii, iii*;
- vii. Después del soplado, vuelve a ser contado el tiempo establecido para el ciclo de soplado de hollín.



Importante

- El tiempo entre el accionamiento de cada región de soplado es ajustado de modo de no causar insuficiencia en el tiraje, tanto en las roscas extractoras como en el filtro y extractor.
- Una vez iniciado el ciclo en modo remoto, el mismo es ejecutado hasta el final. En caso de problemas con el soplador en funcionamiento, el ciclo será abortado.

Intertrabamiento de las bombas de agua de alimentación

El arranque y operación de las bombas de alimentación de agua de la caldera, solamente son permitidos cuando el nivel de agua del desaireador está en condición normal (no está en nivel bajo-bajo).

Para eso el CCM debe recibir una señal (contacto seco) de la condición de nivel.

Intertrabamiento del nivel del desaireador

El drenaje del desaireador está intertrabado por nivel alto-alto, haciendo abrir la llave de nivel lo que libera el exceso de agua para el tanque de descarga de fondo.

Alerta de nivel del tanque de descarga continua

Cuando el nivel del tanque de descarga continua sube mucho, una llave de nivel emite una señal al PLC, que da una indicación de nivel alto del tanque de descarga continua.

Mallas de control y automatización

A continuación son descriptas las mallas de control cuya función es automatizar la caldera mejorando su performance y su rendimiento.

Control del nivel de agua en el tambor de vapor

El agua de alimentación es controlada por una válvula de control automático, mediante un sistema a tres elementos que considera el flujo de vapor, el nivel del tambor de vapor y el flujo de agua.

Control de combustión

La señal maestra actúa simultáneamente sobre los alimentadores de combustible y sobre el aire de combustión mediante los inversores de frecuencia.

Control de presión del hogar

Un transmisor de presión envía, una señal al inversor de frecuencia del motor del ventilador de tiraje inducido, que hace variar la velocidad de rotación del motor controlando la presión en el interior del hogar.

Control de temperatura del vapor principal

Un transmisor de temperatura envía una señal al PLC que hace variar la apertura de las válvulas controladoras del desuper, manteniendo estable la temperatura del vapor súper calentado.

Control de presión del desaireador

Un transmisor de presión envía una señal al PLC, que hace variar la apertura de la válvula controladora de admisión de vapor para el desaireador, manteniendo estable la presión y, consecuentemente, la temperatura.

Principales puntos supervisados

- Flujo de vapor principal;
- Nivel de combustible en el silo;
- Temperatura del vapor principal;
- Temperatura del agua de alimentación;
- Temperatura del gas en la salida de la caldera;
- Presión del tanque de vapor;
- Presión del vapor principal;
- Presión en el hogar;
- Presión del agua de alimentación;
- Nivel del tanque de descarga continua.

CAPÍTULO

VIII

PREPARACIÓN DE LA CALDERA PARA CHECK LIST

En este capítulo se describe la preparación de la caldera para efectuar el check list para el start-up del equipo, lavado químico, prueba y demás procedimientos.

Antes de ser efectuado el *check list* del equipo, es necesaria la realización de algunas pruebas exigidas por norma, como por ejemplo la prueba hidrostática, que sirve para la identificación de posibles pérdidas en las soldaduras del equipo, así como para verificar toda la parte estructural de la caldera.

Debe también ser realizado el lavado químico, generalmente no incluido en el compromiso de contrato de Biochamm Caldeiras, el cual tiene por finalidad la remoción de impurezas, como aceites y grasas del interior de la caldera.

Prueba hidrostático

Las calderas “BGV” son construidas de acuerdo con a Norma Americana ASME seccion I, que determina que, después de terminada la construcción, las calderas deben ser sometidas a la prueba hidrostática, usando agua a una temperatura no inferior a la ambiente, y en ningún caso inferior a 20 °C. La prueba debe ser efectuada en dos etapas, de acuerdo con la siguiente secuencia:

- i. Las pruebas de presión hidrostática deben ser aplicadas elevándose la presión hasta 1,5 veces la presión de proyecto. La presión aplicada debe permanecer bajo control adecuado y permanente, no debiendo, en ningún momento, exceder la presión requerida de prueba en más de 6%. Durante esa etapa, no es requerida una inspección visual rigurosa, para constatación de pérdidas.

- ii. La presión hidrostática de prueba es reducida hasta la PMTA, conforme indicado en el Prontuario de la Caldera. Esa presión reducida debe ser mantenida, mientras la caldera es cuidadosamente examinada. Durante este examen, la temperatura del metal no debe exceder 49 °C .
- iii. Durante toda la prueba hidrostática, ninguna parte de la caldera debe ser sometida a una tensión mayor que 90% de la su resistencia al agotamiento en la temperatura de prueba.

La prueba hidrostática es de realización obligatoria en los siguientes casos:

- i. Inspección inicial.
- ii. Siempre que después de la última inspección hayan ocurrido pérdidas o reparaciones en partes presurizadas.
- iii. A pedido de un profesional habilitado, con justificación técnica adecuada.
- iv. Cada 10 anos, a contar desde la fecha de la última prueba, si no ocurre ninguno de los eventos anteriores y a criterio de un profesional habilitado.

Preparación de la caldera para la prueba hidrostática

Antes de realizar la prueba hidrostática en la unidad, se debe proceder a una inspección completa, interna y externa para tener certeza absoluta de que:

- i. Todas las herramientas y materiales extraños fueron retirados.
- ii. Los manómetros fueron calibrados correctamente y conectados debidamente.
- iii. Todas las válvulas de seguridad fueron “raqueteadas” (trabadas)
- iv. Todas partes no proyectadas para soportar la presión de prueba hidrostática fueron aisladas.
- v. Todas las válvulas funcionan normalmente.

Después proceder criteriosamente a las verificaciones anteriores:

- i. Cierre todas las puertas de inspección y verifique su sellado
- ii. Cierre todas las válvulas de bloqueo, retención y drenaje y las válvulas del manómetro u otros instrumentos no proyectados para soportar la presión de la prueba.

- iii. Abra la válvula de ventilación del tanque y del súper calentador (si hay)
- iv. Verifique que solamente personal autorizado esté en el lugar y en proximidades de la unidad a ser probada.

Ejecución de la prueba hidrostática

- i. Comience a llenar la caldera con agua. La temperatura del agua no debe ser menor que 20°C.
- ii. A medida que la unidad se llena de agua, verifique si no hay pérdidas en los tapones, puertas, drenajes, etc. Cierre la válvula de ventilación del tanque superior y del supercalentador cuando el agua salga por ella.
- iii. Aumente la presión lentamente, para evitar un cambio brusco, hasta alcanzar el valor deseado. La velocidad recomendada para el aumento de la presión no debe exceder a 1 kgf/cm² por minuto, y debe ser ejecutada como mínimo después de 24 horas de acabadas las soldaduras.
- iv. Haga las inspecciones necesarias de la unidad para verificar si hay pérdidas o deformaciones en las partes de presión, válvulas, etc.
- v. Después de una cuidadosa inspección, suelte la presión lentamente, con la misma velocidad que fue aumentada, abriendo las válvulas de drenaje.
- vi. Todas las partes drenables de la unidad, no destinadas a contener agua durante la operación, deben ser drenadas.
- vii. Retire las “raquetas” de las válvulas de seguridad de la caldera.
- viii. Sustituir los sellos y juntas en las puertas de inspección de los tanques, válvulas colectores que fueron utilizadas en la prueba hidrostática.

Tiempo de la prueba hidrostática

La prueba hidrostática considera dos situaciones:

- i. **Resistencia Estructural:** Durante un tiempo mínimo de una hora y bajo la presión de la prueba hidrostática, deberá ser efectuado en examen de deformación estructural del equipo.
- ii. **Estanqueidad:** Reducir la presión hasta el nivel de la presión máxima de servicio e iniciar el examen de estanqueidad, durante un tiempo suficiente para detectar pérdidas en las juntas soldadas, o en lugares donde hubo mandrilado de tubos. Este tiempo deberá ser por lo menos treinta minutos.



Nota

Durante la prueba hidrostática, el equipo no puede sufrir ningún tipo de golpes.

Despresurización del equipo

Después de la inspección del equipo, el mismo debe ser despresurizado, con la apertura de una de las conexiones superiores, o de entrada de agua. Debe dejarse la boca de respiración abierta por medida de seguridad. Después de la despresurización el agua debe ser escurrida del equipo.

Reparaciones por soldadura

En caso que sea detectada alguna pérdida en juntas soldadas o mandriladas, la prueba debe ser interrumpida y el equipo debe ser despresurizado y reparado. Conforme a la localización de la pérdida el agua debe ser retirada hasta un nivel inferior a la misma antes de la reparación.

Criterio de aceptación

La prueba hidrostática será considerada aprobada cuando no sean detectadas más pérdidas o deformaciones en el equipo.

Después de la aprobación de la prueba, el inspector identifica el equipo como “TH OK”, y coloca la fecha y firma el relatorio de “Certificado de Prueba Hidrostática”.

Recibimiento de la caldera



Al recibir una caldera, el propietario, debe antes de todo, hacer que los operadores lean los manuales de operación provistos con el “BGV”. Algunos cuidados deben ser respetados como:

Placa identificación

Toda caldera debe presentar en su superficie externa en lugar de fácil acceso y bien visible, la placa de identificación, con las siguientes informaciones:

- i. Nombre del Fabricante
- ii. Número de Registro del Fabricante
- iii. Año de Fabricación
- iv. Presión Máxima de Trabajo Admitida PMTA (kg/cm²man)
- v. Presión de Prueba Hidrostática (kg/cm²man)
- vi. Capacidad de Producción de Vapor (kg/h o t/h)
- vii. Área de la superficie de calentamiento (m²)
- viii. Código de proyecto y año de edición

Prontuario de la caldera



Toda caldera debe ser acompañada de su “Prontuario”, conteniendo las siguientes informaciones:

- i. Especificaciones de los materiales.
- ii. Procedimientos utilizados en la fabricación, montaje, inspección final y determinación de la PMTA.
- iii. Conjunto de dibujos y demás datos necesarios para el monitoramiento de la vida útil de la caldera.
- iv. Características funcionales .
- v. Datos de los dispositivos de seguridad.
- vi. Año de fabricación.
- vii. Categoría de la caldera.

Registro de seguridad (cliente)

El Registro de Seguridad es un libro con páginas numeradas, donde serán anotadas, sistemáticamente por el inspector u operador, conforme el caso, las observaciones de todas las pruebas efectuadas, inspecciones internas y externas, limpiezas y reparaciones y cualquier otra ocurrencia, tales como: explosiones, incendios, supercalentamiento, rupturas, cambio de tubos, tambores o paredes; deformaciones, abertura de grietas, soldaduras recalcadas e interrupciones de servicio.

Todas las calderas serán obligatoriamente sometidas a una inspección completa de seguridad interna y externa, en las siguientes situaciones:

- i. Antes de entrar en funcionamiento, cuando nuevas, en el lugar de operación.
- ii. Después de reforma, modificación, reparación importante o después de sufrir cualquier accidente.
- iii. Periódicamente, por lo menos una vez al año, cuando estuvieren en servicio.
- iv. Después de un intervalo de inactividad igual o superior a 90 (noventa) días consecutivos.



Nota

La inspección completa de seguridad deber ser realizada por Profesional Habilitado, debidamente registrado en el Colegio Profesional e debidamente inscripto en los Órganos correspondientes.

Prueba individual de los equipos

Antes del secado de la mampostería y de los refractarios de la Caldera, y ya preparando su puesta en marcha, deberán ser ejecutadas pruebas individuales en todos los equipos, especialmente aquellos que son acoplados a motores y reductores.

Antes de iniciar las pruebas, se debe elaborar un plan de lubricación para cada equipo, siguiendo siempre las recomendaciones de sus respectivos fabricantes, que deberá ser colocado en práctica inmediatamente que sean iniciados los preparativos para las pruebas.

Las pruebas deberán iniciarse con los motores desacoplados, para la verificación de características tales como: amperaje sin carga, aterramiento, vibraciones, calentamiento de cojinetes y rodamientos, entre otros.

Después deberán ser acoplados los respectivos equipos a los motores, para la verificación individual, de su comportamiento en lo que se refiere a: balanceados, amperaje, calentamientos de cojinetes y rodamientos, vibraciones, sistema de refrigeración, interferencias, acoplamientos y otras características de cada equipo.

Llenado de la instalación

La caldera debe ser llenada con agua de alimentación proveniente del desaireador ya desmineralizada, pasando por el economizador, cambiador de calor del supercalentador y entrando en el tanque de vapor superior, usando el sistema de alimentación de la caldera. Las válvulas de purga deben quedar cerradas, y si existen válvulas dobles, se cierra siempre la segunda válvula y la válvula que está situada junto a la caldera deberá quedar totalmente abierta.

El llenado de agua de la caldera continúa hasta que el nivel de agua en el tanque alcanza el nivel inferior visible en los visores de nivel. La válvula de desaíreación o ventilación, localizada en el domo superior de la caldera deberá quedar abierta hasta una presión de 2 Kg/cm²g.

Durante el calentamiento, el nivel de agua sube debido a la dilatación térmica, y este nivel debe ser mantenido en el punto medio del visor de nivel, o sea, en el nivel normal de operación. Este control puede ser realizado por accionamiento de las válvulas de purga de la caldera.

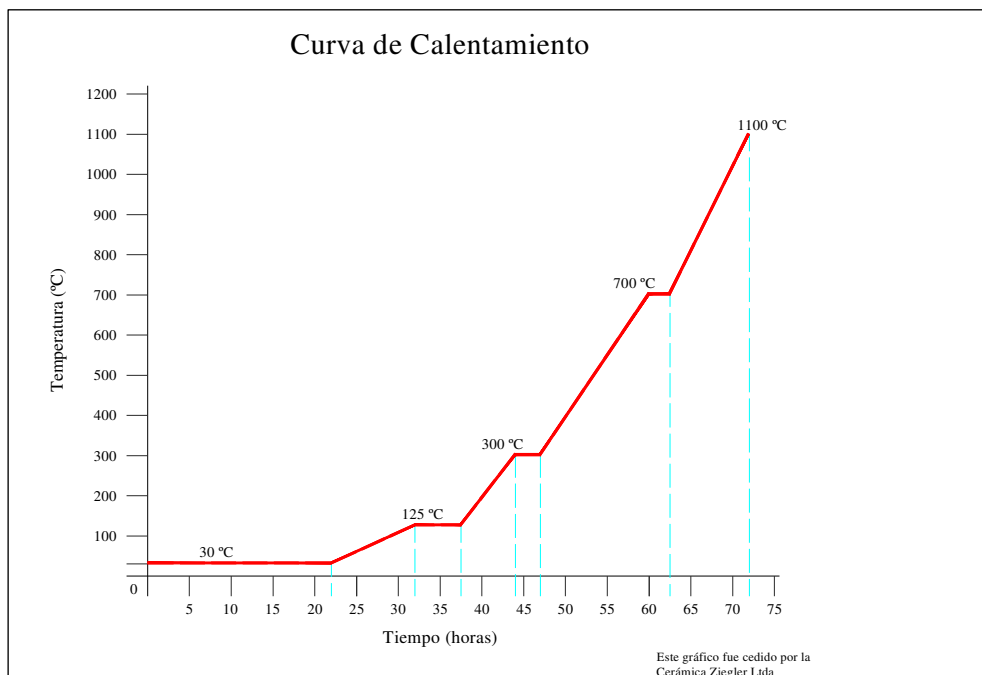
Calentamiento de refractarios

Los refractarios están presentes en casi todas las calderas, con la finalidad de aumentar la temperatura del hogar, auxiliando en la quema de combustibles más húmedos. Con los refractarios debemos tomar algunas precauciones con relación al inicio de las operaciones de calentamiento de la caldera;

- i. Una caldera recién construida contiene refractario “verde”, el cual debe ser “curado” convenientemente antes de ser sometido a elevadas temperaturas. Después un prolongado período de “secado al aire” se reduce el tenor de humedad del refractario, entretanto, debido a la composición química de estos materiales, la remoción completa de la humedad puede ser realizada con la aplicación lenta y controlada de calor. Es necesario un calor mayor que el disponible en la atmósfera. La cantidad de calor necesaria dependerá de la cantidad y tipo del refractario, del tenor de humedad contenido y del tiempo transcurrido desde el término del montaje hasta la fecha de la entrada en operación. El primer calentamiento de la caldera, también sirve para hacer la llamada “cura del refractario”, período en el cual acontece el secado de la humedad y el acomodamiento de los refractarios instalados. Para eso debe seguirse una curva de calentamiento donde la temperatura del hogar es elevada lentamente durante un período de 24 horas.
- ii. Cuanto más largo el período de secado, mejor. Si el calentamiento es hecho muy rápido, la camada externa del refractario se seca primero y se contrae del resto, provocando rajaduras. También con el calentamiento rápido, el vapor formado en el refractario, especialmente en piezas refractarias de mucho espesor, podrá no ser capaz de infiltrarse a través del material sin crear presión. Durante el período de secado, la eliminación de la humedad es acompañada de una contracción del refractario y siguiendo un plan de secado lento, la estructura de refractario se “cura” permanentemente.
- iii. En condición normal de operación, no es necesario efectuar la cura del refractario y en este caso la caldera, puede ser puesta en plena carga respetando un tiempo estimado de 6 horas.

El secado de una unidad, no debe ser iniciado antes de verificar que fueron tomadas todas las precauciones de seguridad.

El gráfico que se presenta a continuación muestra la curva de calentamiento propuesta por el fabricante del refractario.



La caldera deberá ser llenada al nivel normal de trabajo con agua limpia, filtrada, conteniendo los elementos para el lavado químico, o agua de alimentación normalmente tratada. Generalmente debe ser usado fuego de leña para el secado. El fuego de leña debe ser iniciado en el centro del piso del hogar y mantenido en este lugar para evitar el calentamiento excesivo de alguna parte del refractario. El fuego debe ser suficiente para mantener la temperatura del agua de forma que aparezca una pequeña cantidad de vapor en la válvula de ventilación del tambor de vapor de la caldera. Para una unidad nueva, el período de secado deberá ser programado dependiendo del tamaño de la instalación.

El nivel de agua debe ser mantenido correctamente todo el tiempo. Como las respiraciones del tambor de vapor permanecen abiertas, deberá ser adicionada un poco de agua durante el período de secado. Si el período de secado no es combinado con el lavado químico de la unidad, las puertas de inspección del tambor de vapor podrán quedar abiertas.

Si esto es hecho, saldrá vapor por estas aberturas durante este período. Para este calentamiento, usamos madera en troncos por la facilidad de quemado, inmediatamente después del calentamiento del refractario, se inicia la alimentación con astillas, llenando la parrilla gradualmente conectando y desconectando el dosificador de combustible, hasta la eliminación del combustible quemado "leña". Este inicio de alimentación es necesario para evitar que la parrilla quede vacía y apague el fuego, o que el sistema de alimentación dosifique más combustible que lo normal, provocando un exceso de combustible en el interior del hogar, lo que podrá apagar el fuego con facilidad.

Después del calentamiento de la parrilla y con la elevación de la temperatura, dentro del hogar, la alimentación de combustible va siendo intensificada, hasta

llegar al volumen nominal de operación. A partir del momento en que la quema del combustible sea intensificada, la temperatura de los gases, insuflada por el aire primario deberá alcanzar la faja de 140 a 165 °C, lo que compensará el alto tenor de humedad presente en el combustible. En el momento en que la caldera alcance la presión y temperatura de operación y el vapor sea abierto para la fábrica, la alimentación debe ser pasada para el modo automático.

Al término del secado, y/o lavado químico combinado, la unidad podrá ser vaciada cuando todavía haya una cantidad moderada de calor en el refractario. El refractario seco no debe ser enfriado con demasiada rapidez, por lo tanto las puertas de acceso y inspección deben ser mantenidas cerradas hasta cuando se desee entrar en la unidad. Si es posible, los puntos donde existen materiales refractarios deben ser examinados después del período de secado para ver si no hay rajaduras o contracciones excesivas.

Lavado químico alcalino

Finalidad del lavado químico

La principal finalidad del lavado químico alcalino es remover el aceite y las grasas depositadas en el interior de las partes de presión de la caldera, después su montaje, o cuando reparaciones importantes son hechas en las partes de presión.

Además de esto, considerables cantidades de costras de laminación y óxido podrán también ser removidas con un lavado químico ácido, cuando la oxidación esté en niveles elevados.

Este proceso requiere experiencia y cuidados extremos y solamente deberá ser hecho si es absolutamente necesario y por una empresa altamente especializada.

El lavado químico solamente podrá ser efectuado después de la conclusión de los trabajos de montaje o reparaciones de la caldera, y de la ejecución de la prueba hidrostática.

Trabajo preparatorio

- i. El interior de los tambores de vapor y agua y colectores deberán ser limpiados, retirando todo tipo de suciedad o cuerpo extraño.
- ii. Los internos del tambor que quedan encima del nivel de agua deberán ser desmontados y limpiados, y después colocados debajo del nivel de agua del tambor de vapor. Se debe cuidar para que no dificulten la circulación del agua en la caldera. La tubería interna debe ser montada de acuerdo con el proyecto.
- iii. Las válvulas superiores e inferiores de los indicadores de nivel, la válvula del manómetro y las válvulas de respiración del tambor y de arranque del supercalentador deberán ser totalmente abiertas, mientras

que todas las otras válvulas y la tapa de la puerta de visita serán mantenidas cerradas.

- iv. Las juntas de las puertas de visita deberán ser substituidas por otras temporarias, a fin de que no sean corroídas por la solución alcalina.
- v. Las conexiones que todavía no estén interligadas deberán ser cerradas con tapones de madera, para aislarlos de la solución química. Los tapones de madera deberán ser aplicados bien apretados a fin de que no se suelten en el momento de la limpieza.
- vi. Para el inicio del lavado químico, los equipos auxiliares para ejecución del mismo deberán estar instalados. Se debe alimentar agua tratada hasta cerca de 100 mm abajo del borde inferior de la puerta de visita del tambor de vapor.
- vii. Los instrumentos accesorios a ser utilizados en la lavado químico deberán ser examinados para confirmar si están funcionando normalmente. La misma inspección también será hecha para el indicador de presión e indicador del nivel de agua.
- viii. Todos los controles sensibles al ataque alcalino deberán tener sus válvulas cerradas.
- ix. Una solución alcalina altamente concentrada deberá ser preparada, diluyendo todos los productos indicados en uno o dos tambores de 200 L, para posterior introducción en la caldera.
- x. Las cantidades de productos químicos por metro cúbico de agua contenida en la caldera en el nivel de operación, es indicada a continuación:

<i>Productos Químicos</i>	<i>Cantidad por m³ agua en el nivel de operación</i>
Hidróxido de Sodio (NaOH)	2 Kg
Carbonato de Sodio (Na ₂ CO ₃)	2 Kg
Fosfato Trisódico (Na ₃ PO ₄ -12H ₂ O)	4 Kg
Nitrato de Sodio (NaNO ₃)	0,15 Kg
Agente humectante (detergente tensoactivo no iónico)	0,10 Kg

La cantidad total de productos químicos a ser introducida en la caldera deberá ser calculada multiplicando cada una de las cantidades encima mencionadas por la cantidad de agua en el nivel normal de operación y sumándolas. Por ejemplo, la cantidad de cada producto químico exigido para 20 m³ de agua retenida es la siguiente:

Hidróxido de sodio	-	20 x 2	=	40 Kg
Carbonato de sodio	-	20 x 2	=	40 Kg
Fosfato trisódico	-	20 x 4	=	80 Kg
Nitrato de sodio	-	20 x 0,15	=	3 Kg
Agente humectante	-	20 x 0,10	=	2 Kg
<hr/>				
TOTAL			=	165 Kg

Cuando el agua no tratada es usada para lavado, deberá ser adicionada hidracina (N₂H₄) a la mezcla preparada, a base de 0,01 kg por 1 m³ de agua retenida.

Las cantidades de productos químicos mostrados en la tabla son básicas, pudiendo ser ajustadas de acuerdo con los tipos y cantidades de aceite y grasa depositados.

La solución concentrada, preparada disolviendo los ya mencionados productos químicos en una cantidad adecuada de agua, será introducida en el tambor. La introducción podrá ser hecha por la propia puerta de visita o por una conexión interligada al tambor de vapor. (Por ejemplo, aproximadamente 100 litros de agua, será suficiente para disolver 10 kg de soda cáustica completamente).



Cuidados necesarios:

- Los productos químicos deberán ser almacenados en lugar cubierto y seco, de modo de evitar que absorban humedad.
- Para seguridad de su manipulación, guantes de goma, baldes, jarros, anteojos de protección, lonas, etc., precisan ser utilizados.
- concluida la adición de los productos químicos, la puerta de inspección deberá ser cerrada y el agua alimentada hasta llegar a cerca de 100mm abajo del nivel normal de operación.

Procedimiento del lavado químico

- El lavado químico deberá ser hecho controlando la combustión en baja escala, con la utilización de leña para el calentamiento, cuando no haya disponibilidad del propio combustible de la caldera.

- ii. La proporción de calentamiento deberá ser tal que la temperatura aumente a una razón de 50 °C/h. Durante el calentamiento, se debe tomar cuidado con la temperatura del supercalentador, dejándose la válvula de arranque totalmente abierta (durante todo el lavado).
- iii. Cuando la presión del tambor llegue a 0,5 kg/cm²g, la válvula de respiración del tambor deberá ser cerrada.
- iv. Con el pasar del tiempo, el nivel del agua aumentará y, en caso que pase del nivel normal, deberá ser hecha una descarga de fondo de modo que se mantenga en el nivel normal (centro del indicador de nivel de agua).

Una leve combustión deberá continuar hasta que la presión del vapor alcance el valor de la tabla siguiente, la cual debe ser mantenida durante el proceso.

<i>PRESIÓN DE OPERACIÓN DE LA CALDERA</i>	<i>PRESIÓN DURANTE EL LAVADO</i>
Menor que 16 kg/cm ² g	4 a 6 kg/cm ² g
Entre 16 y 32 kg/cm ² g	7 a 10 kg/cm ² g
Encima de 32 kg/cm ² g	12 a 16 kg/cm ² g

- v. De 6 a 10 h después del inicio del lavado (por lo menos 5 h después de alcanzar la presión requerida), iniciar las descargas de fondo. El agua deberá ser analizada para establecimiento de parámetros de referencia, determinándose: pH, alcalinidad, aceites y grasas.

Deberán ser dadas descargas rápidas (varias de corta duración - 3 a 7 seg. – envés de pocas de larga duración) para hacer el nivel bajar de 100 a 150 mm. Reponer agua hasta alcanzar el nivel normal. Adicionar productos químicos, de forma de mantener los parámetros indicados anteriormente.

- vi. Continuar el proceso, dando descargas y reponiendo el nivel a intervalos regulares (3 horas, por Ej.), durante por lo menos 48 horas.
- vii. Después 48 horas de lavado, si el tenor de aceite y grasa en el agua de descarga es menor que 10 ppm, el proceso estará concluido. Terminar la combustión y dejar la presión bajar. Abrir la respiración del tambor cuando la presión baje a 0,5 kg/cm²g.

**Importante**

También deberá ser analizada el agua de reposición para determinar su concentración de aceite. La muestra deberá ser retirada después del recalque de la bomba.

Composición de los productos químicos para el lavado químico

La composición de los productos químicos utilizados para el lavado químico debe ser la siguiente:

i. Hidróxido de sodio

Soda cáustica pura (NaOH) encima de 90%

Impurezas:

cloruros (Cl) abajo de 1,5%

sulfatos (SO₄) abajo de 1,0%

otras impurezas trazos

ii. Carbonato de sodio

Carbonato de sodio puro no hidratado (Na₂CO₃) encima de 98%

Impurezas:

cloruros (Cl) abajo de 1,0%

sulfatos (SO₄) abajo de 0,5%

otras impurezas trazos

iii. Fosfato trisódico

Fosfato trisódico puro (Na₃ PO₄ 12 H₂O) encima de 98%

Impurezas:

Cloruros (Cl) abajo de 1,0%

Sulfatos (SO₄) abajo de 0,5%

Otras impurezas trazos

Trabajo después del lavado químico

Cuando termina el lavado químico, el calentamiento de la caldera deberá ser parado y la caldera deberá enfriarse por si misma. Inmediatamente que la presión de vapor se aproxime a la presión atmosférica, el agua de la caldera será drenada completamente, y la limpieza será completada rápidamente de la siguiente manera:

- i. Cuando la temperatura del agua baje para aproximadamente 70 °C, después de terminado el lavado químico, el interior será enjuagado con agua tibia a aproximadamente 70 °C, llenando y vaciando la caldera dos o tres veces.

Después de enjuagar por segunda vez, el valor del pH deberá ser medido y si es mayor que el pH del agua de enjuague, se deberá enjuagar por tercera vez. Si no se dispone de agua tibia, agua a temperatura ambiente podrá ser usada para enjuagar, siendo que se deberá aguardar que la temperatura del agua de la caldera baje para aproximadamente 50 °C.

- ii. Después de la conclusión del proceso de enjuagar y drenar la solución alcalina, la puerta de inspección será abierta para inspeccionar el interior del tambor de vapor.
- iii. El interior del tambor de vapor deberá ser enjuagado con agua presurizada para remover completamente las eventuales impurezas residuales adheridas. El lavado deberá ser hecho con los internos del tambor de vapor fuera de la caldera.

Los tubos evaporadores, los tubos de las paredes de agua y los *down comers*, serán limpiados por lo menos una vez mediante chorros de agua provenientes de una manguera de goma introducida en ellos.

- i. El interior de la caldera deberá ser limpiado una vez con aire comprimido.
- ii. Los internos del tambor de vapor, retirados de la caldera serán enjuagados con agua y expuestos a corriente de aire.
- iii. Después de todo el proceso de limpieza ser acabado, el interior deberá ser limpiado nuevamente con agua fresca.
- iv. En cada proceso de limpieza, debe ser usada un cepillo de limpieza, si es necesario.
- v. Se debe verificar que las personas ocupadas en la inspección y limpieza entren en la caldera con los bolsillos vacíos.

Se debe verificar que ninguna herramienta o material extraño sea dejado en el tambor o permitida su caída en los tubos de agua. Es aconsejable contar el número de herramientas antes de la entrada en la caldera

**Importante**

El agua de la caldera que haya sido usada para el lavado químico es altamente alcalina, y, por lo tanto no puede ser soltada en proximidades de la caldera, pues podrá corroer el revestimiento y

las placas de acero. Las válvulas de descarga, de drenaje, y el indicador de nivel de agua, deben ser limpiadas después del lavado químico. La necesidad de neutralización del agua deberá ser verificada por el Cliente.

Inspección

Después de la conclusión de la limpieza interior, las partes deben ser inspeccionadas del siguiente modo:

- i. Antes de la inspección, el interior del hogar deberá ser ventilado suficientemente porque puede haber residuos de gases inflamables o venenosos.
- ii. Antes de la inspección, las válvulas, por las cuales vapor o agua pueda escapar o fluir, deben ser bien cerradas y trancadas las llaves para evitar que el inspector corra peligro.
- iii. El inspector deberá, primero, entrar en el hogar para verificar existen anomalías con los ladrillos, concretos y refractarios, tal como rajaduras.
- iv. El interior del hogar deberá ser limpiado primero y después, el interior de la caldera deberá ser inspeccionado.

El lavado químico deberá ser repetido si todavía existen restos de alguna materia oleosa. En la inspección, la tubería de la caldera y las chapas del tambor deberán ser refregadas con un paño, para observar si hay vestigios de material oleoso. Las puntas de los tubos deberán ser verificadas con cuidado especial. Los residuos no oleosos deberán ser removidos.

Reinstalación

- i. Después de la inspección y liberación del lavado, remover las tuberías temporarias y reinstalar las normales .
- ii. Montar los internos del tambor, cuidando especialmente el posicionamiento y la fijación de todos sus componentes. Las tuercas deberán ser bien apretadas.

Todas las terminaciones y juntas de las puertas de visita e inspección y de los visores de nivel deberán ser substituidas por las unidades definitivas. Cerrar todas las puertas de inspección.

CAPÍTULO

IX

CHECK LIST DEL SISTEMAS

Este capítulo presenta los puntos en que deben ser hechos el check list antes de colocar en operación de la caldera.

Antes de ser efectuado el *start up* del equipo, y para tornarlo más rápido y eficiente, es necesario efectuar el *check list* de los sistemas principales de la caldera BGV.

En este *check list* es posible detectar los problemas que ocurrirían en el *start up* solucionándolos antes y evitando paradas inoportunas que perjudican el inicio de operación del equipo. Los principales sistemas a ser chequeados se describen a continuación.

Sistema de agua y vapor

Agua de alimentación

- i. Verificar si las válvulas de la línea de agua están en perfectas condiciones de trabajo.
- ii. Verificar si los manómetros y termómetros de las líneas de agua indican las presiones y temperaturas adecuadas para una operación correcta.
- iii. Verificar si el flujo de agua de alimentación es suficiente para abastecer la caldera.
- iv. Verificar si el aire para instrumentos esta a la presión correcta.
- v. Verificar que las válvulas de control y otros instrumentos operan adecuadamente.
- vi. Verificar que el filtro se encuentra instalado correctamente para el inicio de la operación.

- vii. Verificar si el sentido de giro del motor que acciona las bombas es correcto.
- viii. Verificar si hay flujo suficiente de agua de refrigeración para las bombas.
- ix. Verificar si las condiciones del agua cumplen las especificaciones determinadas en este manual (capítulo 4).

Nivel de agua

- i. Verificar si las columnas e indicadores de nivel están bien iluminados y limpios posibilitando su visualización, en todos los equipos de la caldera que poseen visores o indicadores.
- ii. Observar constantemente el nivel de agua para mantenerlo permanentemente en el valor exigido.
- iii. Drenar la columna si el nivel de agua no está visible en el indicador.
- iv. Verificar que el agua retorne inmediatamente al visor de nivel después de que las válvulas de descarga son cerradas. (solamente en calderas de baja presión)
- v. Nunca dejar el nivel de agua desaparecer del vidrio.

Descargas

- i. Verificar si las válvulas de las líneas de descarga operan correctamente y se encuentran en perfectas condiciones de trabajo.
- ii. Verificar la apertura de la válvula de descarga continua, de acuerdo con las recomendaciones del responsable por el tratamiento del agua.
- iii. Verificar que exista flujo de agua pasando por la válvula de descarga continua.
- iv. Verificar que, las válvulas de bloqueo de la línea entre el tanque de descarga continua y el de descarga de fondo estén abiertas, y la válvula de bloqueo del *by-pass* cerrada.
- v. Antes de proceder a la descarga de fondo, verificar que la caldera opera con fuego bajo y en un valor de evaporación moderada. El intervalo y el tiempo entre las descargas deberán ser definidos por los operadores a través del sistema supervisor en función de la concentración. (solamente en calderas de baja presión)
- vi. Cuidar para que la descarga de fondo no sea tan prolongada que pierda de vista el nivel de agua en los visores de nivel. (solamente en calderas de baja presión)

- vii. Verificar si hay flujo de agua suficiente para enfriamiento en el tanque de descarga.
- viii. Verificar si el aire comprimido para instrumentos está en la presión adecuada.
- x. Verificar que las válvulas de control y otros instrumentos operan adecuadamente.

Líneas de vapor

- i. Verificar si las válvulas de las líneas de vapor están en perfectas condiciones de trabajo.
- ii. Comparar las presiones indicadas en los manómetros de las líneas de vapor, con los valores típicos de una correcta operación.
- iii. Verificar si el aire comprimido para instrumentos está a la presión adecuada.
- iv. Observar si las válvulas de control y otros instrumentos operan correctamente.
- v. Verificar si el abastecimiento de energía es suficiente para operar los componentes eléctricos.
- vi. Verificar si las válvulas de seguridad no están trabadas y si funcionan mediante la utilización de sus palancas.
- vii. Verificar que las válvulas de seguridad abren en las presiones estampadas en sus respectivas placas de identificación.
- viii. Verificar el estado de todos los purgadores de las líneas de vapor.

Sistema de aire y gases de combustión

General

- i. Verificar si el abastecimiento de aire para instrumentos es suficiente para abastecer todos los componentes y si está a la presión correcta.
- ii. Verificar si todos los dampers funcionan adecuadamente.
- iii. Verificar que los pasajes de aire y gases de combustión estén libres y desobstruidos.
- iv. Observar si todas las puertas de acceso e inspección estén cerradas y perfectamente selladas.

- v. Verificar si todas las juntas de dilatación están libres y trabajan satisfactoriamente.

Aire de combustión

- i. Verificar si la energía eléctrica abastecida es suficiente para operar todos los equipos eléctricos.
- ii. Observar que las entradas de aire de los ventiladores estén siempre limpias y desobstruidas.
- iii. Verificar en los conductos de aire la existencia de pérdidas, especialmente en las juntas y conexiones.
- iv. Cuidar para que los drenajes de los ventiladores estén siempre limpios y libres de obstrucciones.
- v. Verificar si los cojinetes de los ventiladores están lubricados de acuerdo con las recomendaciones.
- vi. Observar si existe un calentamiento anormal en los cojinetes de los ventiladores.
- vii. Verificar las temperaturas y pérdidas de carga en los circuitos de aire, comparando los valores con los parámetros de referencia.
- viii. Observar si hay un calentamiento excesivo en los motores eléctricos, por cualquier deficiencia de funcionamiento o de sobrecarga.

Gases de combustión

- i. Verificar si el suministro de energía eléctrica es suficiente para atender a todos los equipos.
- ii. Observar si existen pérdidas de gases en las juntas y conexiones.
- iii. Inspeccionar los drenajes del extractor, para que permanezcan siempre limpios y desobstruidos.
- iv. Verificar las temperaturas y pérdidas de presión en los circuitos de gases, haciendo comparaciones con los valores de referencia.
- v. Observar si existe calentamiento anormal en el motor del extractor.

Sistema de alimentación y quema de biomasa

Cinta alimentadora de biomasa

- i. Verificar si el suministro de energía eléctrica es suficiente para el accionamiento de todos los componentes.

- ii. Verificar si los motores eléctricos y los reductores presentan calentamiento anormal.
- iii. Verificar si existen objetos extraños dificultando el funcionamiento de la correa transportadora.
- iv. Verificar si el abastecimiento de biomasa es uniforme.

Unidad hidráulica

- i. Verificar si el suministro de energía eléctrica es suficiente para el accionamiento de todos los motores de la unidad hidráulica.
- ii. Verificar si el nivel de aceite lubricante en la unidad hidráulica está siguiendo las recomendaciones de sus fabricantes.
- iii. Verificar si los motores eléctricos están presentando calentamiento anormal.
- iv. Verificar si el aceite hidráulico está presentando calentamiento anormal.
- v. Verificar si existe flujo de agua para la refrigeración del aceite hidráulico de la unidad hidráulica.
- vi. Verificar si hay pérdida en las conexiones de la red hidráulica

Alimentadores (silos de la caldera)

- i. Observar la existencia de objetos extraños en el interior de los dosificadores, que puedan comprometer el buen funcionamiento de los mismos.
- ii. Verificar si el flujo de biomasa es uniforme y si responde a la necesidad de la caldera.
- iii. Verificar el curso de los cilindros hidráulicos que accionan el caballete de las parrillas.
- iv. Verificar si hay pérdida en las conexiones de la red hidráulica

Parrilla

- i. Verificar la existencia de objetos extraños sobre a parrilla
- ii. Verificar el curso de los cilindros hidráulicos que accionan el caballete de las parrillas
- iii. Verificar si hay pérdida en las conexiones de la red hidráulica
- iv. Verificar si el caballete de parrillas se mueve libremente.

- v. Verificar el espacio libre entre las parrillas.

Sistemas de limpeza

Retirada de cenizas (redler)

- i. Verificar si la energía eléctrica suministrada es suficiente para operar todos los equipos eléctricos.
- ii. Verificar si los motores eléctricos presentan calentamiento anormal.
- iii. Observar si todos los moto-reductores están siendo lubricados adecuadamente.
- iv. Verificar la existencia de materiales extraños en las válvulas rotativas que puedan comprometer el buen funcionamiento del sistema.
- v. Verificar que no existan pérdidas, que posibiliten la entrada de aire en el sistema de gases.
- vi. Verificar si no existen obstrucciones en las válvulas rotativas y/o en las canaletas para retirada de las cenizas.
- vii. Verificar el curso del cilindro hidráulico del extractor de cenizas de la parrilla
- viii. Verificar si el caballete de las parrillas se mueve libremente.
- ix. Verificar el espacio libre entre las parrillas.

Sopladores de hollín

- i. Verificar si la energía eléctrica suministro es suficiente para operar todos los sopladores de hollín.
- ii. Verificar si los motores eléctricos presentan calentamiento excesivo.
- iii. Verificar si el aire comprimido para instrumentos está en la presión adecuada.
- iv. Observar si los motoreductores están perfectamente lubricados.
- v. Verificar si los elementos de los sopladores están posicionados correctamente y soplando en el ángulo útil.
- vi. Examinar si la válvula de drenaje está con orificio del asiento desobstruido.
- vii. Garantizar que las boquillas estén montadas correctamente.

~~CAPÍTULO~~



ARRANQUE Y OPERACIÓN

En este capítulo son explicados los procedimientos de control de la unidad antes del arranque y del llenado de agua de la caldera, así como las instrucciones para el arranque, operación y cómo proceder para retirar la unidad de servicio.

Estos procedimientos e instrucciones teóricas tienen por finalidad orientar al grupo de operadores, el cual deberá estar constituido por personas familiarizadas con el equipo y que hayan recibido entrenamiento específico para la operación de la caldera, formando un grupo de personas concientes de las precauciones que deben ser tomadas durante el arranque, operación y la retirada de funcionamiento de la unidad.

Operación eficaz

Para operar la caldera con seguridad y eficiencia, el operador deberá inicialmente instruirse con respecto al equipo y, después mantener un interés continuo en relación a la performance diaria de éste y su operación segura. En función de la naturaleza de la instalación, no podemos pensar que solamente un proyecto correcto sumado a las instrucciones necesarias para la operación aseguren por si mismo una operación segura, con un alto nivel técnico y experiencia operacional; mucho más que eso el mantenimiento de un eficiente operador debe ser una actividad permanente en la instalación, por la necesidad de tener un elemento capaz de resolver con eficiencia los problemas que se pueden presentar durante el funcionamiento.

Una buena operación puede ser resumida como:

- i. Producir más vapor utilizando menos combustible, con el máximo de seguridad.

- ii. Evitar depósitos aislantes sobre superficies de intercambio de calor, depósitos de barro, depósitos excesivos en el circuito de gas para asegurar una mínima descarga para la atmósfera.
- iii. Evitar el transporte de agua o material extraño, nocivo a las actividades de la instalación.
- iv. Usar los equipos de manera adecuada.
- v. Adherir a los códigos de seguridad con respecto a la manipulación de los combustibles.
- vi. Mantenerse siempre alerta a respecto del estado de la instalación, estando siempre pronto para actuar de inmediato, anticipando y previniendo cualquier emergencia.
- vii. Responder correctamente en el caso de una emergencia.
- viii. Mantener un registro diario de horas de funcionamiento y condiciones de operación.

Durante el arranque de una caldera el control manual debe ser usado hasta que el flujo de vapor alcance el mínimo especificado en la faja de control. Mientras la caldera esté bajo control manual, el operador deberá tomar especial cuidado para mantener las siguientes variables: una correcta razón de combustión (aire-combustible) y el nivel de agua en el tambor de vapor en el arranque (caldera fría).

Pruebas

La preparación preliminar de la caldera para la operación es precedida de una prueba hidrostática conforme la presión reglamentaria para las partes probadas (partes de presión), secado de los refractarios, lavado químico, verificación de las válvulas de seguridad, y control de todos los equipos auxiliares y de instrumentación que forman parte de la instalación.

Tales procedimientos son normalmente repetidos solamente para pruebas estatuarías o después de cualquier reparación ejecutada. Verificaciones de rutina recomendadas para el “Arranque” y funcionamiento de los intertrabamientos deben ser llevadas a cabo siempre, antes del inicio de la operación y como rutina, durante el funcionamiento normal.



Importante

Para mayores informaciones sobre las pruebas, debe ser consultado el capítulo 8 - PREPARACIÓN DE LA CALDERA PARA CHECK LIST

Seguridad

En una operación segura de la caldera, el tiempo es vital para evitar riesgos a los seres humanos y posibles pérdidas materiales. Como es imposible mantener una operación típica que cubra todas las contingencias, es esencial que el operador sea sabedor de las condiciones que ocasionarán situaciones peligrosas.

Un cierto número de riesgos está asociado al combustible de la caldera. Algunos son comunes a todos los combustibles, sean ellos sólidos, líquidos o gaseosos, mientras que cada tipo de combustible tiene sus propios riesgos. Los individuos responsables por la operación de la caldera deben estar bien informados a respecto de los riesgos asociados al combustible utilizado.



El principal peligro asociado con combustibles es la explosión. Cuando explosiones ocurren, la causa generalmente es la ignición de una mezcla acumulada de combustible en el hogar, pasajes de gas, conductos y ventiladores. La intensidad de una determinada explosión depende de las cantidades de combustible y aire presente en el momento de la ignición. Explosiones, incluyendo presurizaciones de hogar, resultan de procedimientos de operación incorrectos, o mal funcionamiento de equipos y/o de los sistemas de control.

Normalmente el sistema de control incluye un esquema de seguridad contra fallas, que protege contra el mal funcionamiento, sin embargo es importante observar las condiciones que pueden provocar riesgo de explosión en la caldera. Las condiciones más comunes son:



- i. a) una mezcla explosiva acumulada de combustible y aire surgida por la alimentación irregular de combustible sólido en el hogar.
- ii. b) una mezcla explosiva acumulada, resultante de la extinción completa de la llama en el hogar y la ignición de la mezcla explosiva por una chispa.
- iii. c) una mezcla explosiva acumulada, resultante de la acumulación de combustible y aire en función de variación brusca y momentánea de la humedad del combustible.

Nivel de agua en la caldera

Si el sistema de control automático está funcionando correctamente y el abastecimiento de agua de alimentación es adecuado, el nivel de agua del tambor permanecerá constante durante la operación normal bajo control automático. Entretanto, alguna variación natural podrá ocurrir si hay cambios rápidos en el consumo.

En el momento en que el agua alcanza los niveles ajustados como alto o bajo, alarmas visibles y audibles darán una señal de peligro, para que acciones sean tomadas para corregir la situación. Si un nivel bajísimo es alcanzado, los alimentadores son interrumpidos (TRIP). El equipo de nivel de agua deberá ser

mantenido en perfectas condiciones y el regulado de los niveles verificado en intervalos regulares y después de grandes reparaciones conforme manda la legislación vigente.

La falta de agua en la caldera podrá llevar al supercalentamiento y el rompimiento de los tubos de la caldera; deberá verificarse que los alimentadores sean interrumpidos en el momento en que se registra el nivel bajísimo y que no son liberados hasta que el nivel de agua sea recuperado. El control manual de alimentación solamente debe ser usado cuando existe un defecto en el sistema de control automático y solamente hasta que el mismo sea corregido.

Niveles de agua excesivamente altos en el tambor pueden causar arrastre de agua. Si el arrastre es excesivo, daños podrán ocurrir en las turbinas. Si el nivel de agua está excesivamente alto, el sistema de control del nivel del tambor deberá ser transferido para manual y el abastecimiento de agua reducido o completamente cesado. El control manual deberá ser usado hasta que el nivel normal de trabajo haya sido reestablecido y la causa de la variación encontrada y reparada.

Los indicadores y columnas de nivel deben estar siempre bien iluminados y limpios. Cuando el nivel del agua no esté visible en el indicador, drene la columna para determinar si es bajo o alto. Para evitar daños en los indicadores, protectores y registros de una columna, deben observarse las instrucciones de los fabricantes, principalmente en lo que se refiere a las descargas para la retirada de cualquier depósito o impureza contenida en la agua, depositada en el vidrio de nivel, pudiendo llegar a presentar un nivel falso.

Producción de vapor

Cuando el vapor es producido por la primera vez después de la instalación de la caldera o después de reparaciones en las puertas de inspección u obstrucciones en tubos, verificar si todas las puertas y/o aberturas están debidamente cerradas. Verificar también si el sistema de seguridad del nivel de agua del tambor, los indicadores de nivel a distancia, los “TRIP” de nivel del tambor de la caldera y alarmas audibles, operan correctamente. Esta verificación es ejecutada variándose el nivel del agua del tambor como es requerido y deberá ser repetida periódicamente. El tiempo requerido para la producción de vapor dependerá de la temperatura inicial de la caldera y del necesario para evitar riesgos que podrán resultar en el supercalentamiento de las partes de presión. Es imprescindible que se pare la caldera con la válvula de flujo mínima abierta, a fin de evitar la quema del supercalentador.

En el arranque de la caldera el sistema de alimentación de combustible deberá ser operado utilizando control manual. Si es utilizado el control automático, la proporción de quema será excesiva, pues la señal de control automático estará en el máximo hasta que la presión en la caldera alcance la faja de control de presión (presión de operación normal). Cuando el vapor sea forzadamente expelido a través del *vent* del Tambor, este deberá ser cerrado.

Cuidar para que sean mantenidas las recomendaciones para la elevación de la presión y que la temperatura de vapor sea elevada gradualmente debiendo permanecer siempre abajo de la temperatura de proyecto. Atención, pues la verdadera temperatura de vapor no será indicada hasta haya un flujo de vapor adecuado pasando por el elemento sensor de temperatura.

**Atención**

La verdadera temperatura de vapor no será indicada hasta haya un flujo de vapor adecuado pasando por el elemento sensor de temperatura.

Soplado

El soplado deberá ser ejecutado diariamente en intervalos a ser definidos en el start-up de la caldera o cuando sea necesario, conforme a la experiencia del operador de la caldera. Deberá ser efectuado también, antes de la retirada de la caldera de funcionamiento o cuando la caldera opere en baja carga por períodos prolongados. Para la operación de los sopladores, deberán ser seguidas las instrucciones de los fabricantes.

Inmediatamente antes del soplado, aumentar a proporción aire/combustible por intermedio del equipo de control de la combustión y mantener este incremento mientras el soplado está siendo realizado. El drenaje de las líneas de vapor para los sopladores es esencial y esto normalmente es asegurado por las válvulas de drenaje automáticas.

La necesidad de soplado es detectada si existe una gradual elevación en la temperatura de salida de los gases o en la caída de la presión del gas (medida en la salida del haz). El uso frecuente de los sopladores, siempre que sea posible, mientras la caldera está en operación, reduce significativamente el tiempo gastado más tarde en la limpieza manual de los tubos del haz tubular y del supercalentador, sin considerar que debido al aislamiento provocado por las impurezas adheridas en la tubería, el intercambio térmico es dificultado provocando que para mantener el flujo y la presión sea haya un consumo mayor de combustible.

Descarga continua

La descarga continua es la responsable por el control de los sólidos suspendidos, en especial el sílice, que precipitan con el tratamiento químico del agua de la caldera, manteniendo así el agua en los parámetros indicados para el buen funcionamiento del equipo.

La operación consiste en la apertura de las válvulas de bloqueo y aguja, que son instaladas en la línea de descarga continua. La apertura de estas válvulas debe ser

controlada de acuerdo con las especificaciones de la empresa responsable por el tratamiento del agua.

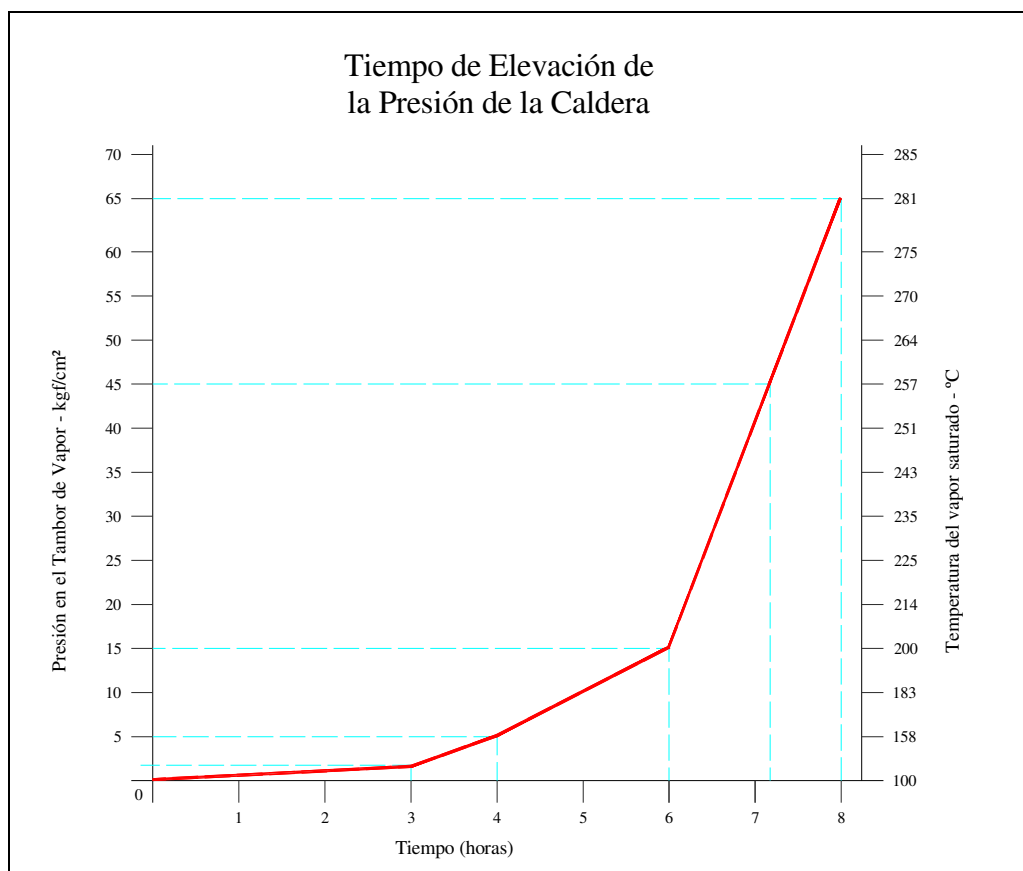
El control de la concentración de sólidos en el agua de la Caldera es hecho cada 4 a 8 horas por el laboratorio, junto con el control de agua de reposición (make-up). Las muestras de agua de la caldera para prueba son extraídas de la purga continua a través de un enfriador de muestras, para controlar distorsiones por pérdidas de expansión (flashing).

**Atención**

Deben ser siempre respetados y conferidos los parámetros indicados para el agua de la caldera, a fin de no comprometer su circulación.

Curva para puesta en marcha

A continuación es presentado un gráfico conteniendo las curvas recomendadas para puesta en marcha de la caldera.



Procedimientos específicos para operación

La caldera puede ser operada bajo control manual o por control automático, desde que la misma esté operando dentro de la faja de control. El sistema automático de control de la caldera es vital para una operación segura, pues elimina la incertidumbre y las inexactitudes del control manual, asegurando al operador una operación más segura, eficiente y con un mínimo de mantenimiento.

Los operadores de la unidad generadora de vapor deberán reconocer la responsabilidad que están asumiendo para la operación en cualquier circunstancia. Deberán tener perfecto conocimiento de los propósitos de cada equipo instalado, sus características y de los efectos que en los conductos, cañerías, válvulas y accesorios producen en cada uno de ellos.

Los operadores deberán también tener pleno conocimiento de los datos y condiciones normales de operación, de las presiones, temperaturas y flujos, así como también de los límites y variaciones permitidos.

En el arranque de la caldera, deberán ser observados los valores dados en las curvas para la puesta en marcha.

La actividad de entrenamiento práctico del personal de operación y mantenimiento, acontece principalmente durante la implantación de las unidades generadoras de vapor. Sin embargo, durante la fase de comisionamiento y pruebas, algunos entrenamientos específicos son promovidos por los supervisores de los suministradores de equipos y/o consultores que complementan y mejoran este entrenamiento operacional práctico.

Verificación para operación de la caldera

En este momento, todas las interligaciones mecánicas, eléctricas y de instrumentación deberán estar concluidas, probadas y en perfecto estado. A continuación son listadas las verificaciones que deberán anteceder a la operación de la caldera:

Preparación de la caldera para la operación

- Las superficies internas de la caldera están limpias, libres de incrustaciones, sin ninguna obstrucción y en buenas condiciones.
- Todos los tubos están libres.
- Los accesorios internos del tambor están en buen estado.
- Todas los pasajes de aire y gases están desobstruidos.
- El pasaje del manómetro está desobstruido.

- Las válvulas de la caldera están en condiciones de trabajo.
- Las válvulas de seguridad no están trabadas y las válvulas funcionan mediante el uso de sus respectivas palancas.
- Ventilaciones, drenajes y conexiones para descarga están perfectamente conectadas.
- Los sopladores de hollín están posicionados convenientemente y su alineado está de tal forma que no existe la posibilidad de que el vapor del soplador incida sobre los tubos (ver instrucciones específicas del fabricante del soplador).
- Controles e instrumentos están en orden y perfectamente ajustados.
- Todos los mecanismos de comando funcionan correctamente.
- Las respiraciones del punto más alto de la caldera están abiertas.
- El flujo del agua de alimentación puede ser controlado manualmente del piso de operación.
- La caldera está completa y el sistema de dilatación no está obstruido.
- Las precauciones de seguridad fueron verificadas y están siendo observadas.

Verificar también si:

- Todas las puertas de inspección están cerradas y perfectamente selladas.
- Todas las puertas y ventanas de inspección están cerradas y si todas las juntas de sellado provisionales, que fueron usadas durante las pruebas, secado y lavado químico, fueron cambiadas por juntas para servicio regular.
- Los equipos mecánicos, eléctricos y de instrumentación fueron liberados.
- Válvulas de bloqueo de los instrumentos - abiertas.
- Válvula principal de salida del vapor - cerrada
- Válvula de flujo mínimo del supercalentador de vapor abierta cuando haya presión de vapor
- Válvula de descarga continua cerrada

- Válvula de descarga de fondo cerrada

Controlar si los siguientes servicios son satisfactorios:

- La energía eléctrica suministrada es suficiente para operar todos equipos eléctricos.
- El aire de instrumentos está en la presión exacta
- El abastecimiento de agua de enfriamiento es suficiente.
- Hay combustible para una operación sin interrupciones.
- Controlar si las válvulas de control y los instrumentos están prontos para la operación de la caldera y si todas las estaciones auto/manual están ajustadas para manual.

Verificación del sistema de agua de alimentación de la caldera

- Estación de desmineralización apta.
- Sistema de agua desmineralizada apta.
- Sistema de alimentación de agua del desaireador apto.
- Nivel de agua normal en el desaireador.
- Bomba de alimentación de la caldera seleccionada apta.

Verificación del sistema de combustión

- Ventilador de aire primario apto.
- Damper de control del flujo de aire primario apto, y en la posición cerrado
- Ventilador de aire secundario apto.
- Damper de control del flujo de aire secundario apto, y en la posición cerrado.
- Extractor IDF apto.
- Damper de control del flujo del IDF apto, y en la posición cerrado.
- Nivel de combustible en los silos de alimentación alto.
- Sistema de alimentación de combustible en orden.

- Agua del sistema de remoción de cenizas de la parrilla, pre-aire y filtros en orden.

Llenado de agua de la caldera

Verificaciones

En el llenado de la unidad generadora de vapor, con agua de alimentación, es aconsejable que los siguientes cuidados sean observados:

- Controlar si el agua de alimentación está dentro de la calidad recomendada, y en la temperatura y presión correcta.
- Verificar si el control de agua de alimentación está ajustado para manual y cero.
- Controlar si el sistema de agua de alimentación está pronto para el servicio.
- Abrir la válvula de ventilación del tambor de vapor.
- Abrir las válvulas de bloqueo de la válvula de control de agua de alimentación.
- Abrir la válvula by-pas de la válvula de control de agua de alimentación.
- Iniciar el llenado del tambor de vapor. Cuando el nivel de agua comience a subir, controlar si el trip del nivel bajísimo o la alarma está cancelada.
- Cuando el nivel de agua esté próximo de 65mm (até 50mm) abajo del nivel normal de trabajo, cerrar la válvula de by-pas de la válvula de control de agua de alimentación.



Atención

El nivel es mantenido abajo del normal, porque cuando se inicia el proceso de vaporización, el agua se expandirá, alcanzando el nivel normal de trabajo.

Arranque y operación de la caldera

La operación correcta y segura de la unidad generadora de vapor, dependerá de la experiencia y habilidad del personal de operación.

Los operadores, una vez conocedores de los problemas y circunstancias que pueden presentarse durante la operación del generador de vapor, y

familiarizados con todos los equipos que componen el generador de vapor, podrán arrancar y operar la unidad, utilizando sus propios métodos y conocimientos.

Sin embargo, como fabricantes de innumerables instalaciones de unidades generadoras de vapor y habiendo colocado en marcha la gran mayoría de ellas, tenemos nuestra propia experiencia y nuestros propios métodos, los cuales recomendamos para esta instalación, sin desconsiderar ni sustituir la experiencia y el juicio personal afectado a la operación.

A continuación son presentadas diversas rutinas del comisionamiento y del start-up de la unidad generadora de vapor, contemplando los diversos combustibles y sistemas de quema disponibles.

Fueron establecidas las siguientes rutinas para el comisionamiento y start-up del generador de vapor, las cuales representan la mayoría de las situaciones posibles de operación:

Rutinas para comisionamiento y start-up

RUTINA Nº 01 – Preparación para el arranque.

- i. Antes de colocar el agua se debe retirar del interior de la Caldera los objetos no pertinentes a ella, asegurar que las instalaciones de vaciamiento y purga estén cerradas, todas las piezas removibles estén fijadas y eventuales bridas ciegas sean retiradas. En Calderas que quedan paradas durante tiempo prolongado deben examinarse las paredes para verificar eventuales daños que puedan haber surgido durante el tiempo de parada. La temperatura del agua a ser colocada en la Caldera debe corresponder aproximadamente a la temperatura de la pared de la Caldera. En caso de grandes diferencias de temperatura, que sean más de 50°C, la Caldera debe ser llenada solamente en forma lenta.
- ii. Antes de iniciar el servicio de combustión se debe examinar si las salidas de los gases están libres (peligro de explosión), todos los componentes de seguridad funcionando, regulados correctamente y prontos para el servicio y que a Caldera esté repleta de modo que el nivel de agua pueda ser considerado suficiente.
- iii. Antes de iniciar el servicio en la cámara de combustión, principalmente antes de encender el quemador de polvo, gases o gasoil, se deben ventilar las cámaras de combustión y las salidas de los gases por el tiempo considerado necesario. Para cámaras para materiales combustibles fácilmente inflamables o materiales sólidos en forma de polvo, bien como los gases o líquidos, se deben examinar las instalaciones para a insuflación de aire, pre-calentamiento de los materiales combustibles, encendido y las instalaciones para la supervisión de la llama de encendido.

- iv. El material combustible solo puede ser introducido en la cámara de combustión después el inicio del servicio de un fuego básico (fuego ya existente). Defectos deben ser eliminados conforme a las instrucciones del manual de servicio. Deben ser observadas las indicaciones de los instrumentos de medición.
- v. Al iniciar el funcionamiento de la Caldera se deben examinar todos los equipos y accesorios de la misma, principalmente los indicadores de nivel de agua, los equipos de alimentación y purgas, así como el regulador del nivel de agua y el limitador del nivel de agua, además de todas las válvulas de seguridad.
- vi. En calderas con indicador de nivel de agua en el supervisor, se debe observar si la indicación de altura del nivel de agua coincide con el indicador de nivel de agua en la caldera. Sellados y registros deben ser observados y, si es necesario, reapretados, debiéndose en este caso, bajar a presión.
- vii. Verificar el abastecimiento de madera o leña seca, de tamaño pequeño, e iniciar el fuego.
- viii. Verificar el sistema de abastecimiento de biomasa y el abastecimiento del mismo.
- ix. Verificar si la válvula del vent del tambor está abierta (operación manual).
- x. Verificar si la válvula de flujo mínimo y drenajes del supercalentador están abiertos, para el generador de vapor, con supercalentador (operación manual).
- xi. Verificar la presión de suministro de aire para instrumentos, drenar toda la línea para eliminar condensado.
- xii. Habilitar todos los controles, en la posición manual, para la manipulación de los elementos finales de control.
- xiii. Verificar la disponibilidad de agua de alimentación del sistema de alimentación de agua de la caldera.
- xiv. Simular el funcionamiento de la(s) bomba(s) de alimentación de agua de la caldera, realizar el alineado de la(s) misma(s), y dejarlas(s) listas (desligada(s)), para emergencia en la realimentación siempre que sea necesario. Verificar periódicamente lo(s) filtro(s).
- xv. Abrir las válvulas de bloqueo antes y después de la válvula de control. La válvula de control deberá ser manipulada a distancia mediante el sistema supervisor para su cierre/apertura.

- xvi. Verificar si el nivel de agua de la caldera es correcto, si es necesario proceder a la descarga o alimentación hasta alcanzar el nivel correcto (40 a 50%).
- xvii. Verificar los visores de nivel, instalados en el local, y del controlador de nivel del el sistema supervisor. Drenar los visores de nivel, a fin de verificar posibles obstrucciones en las válvulas de bloqueo. Drenar varias veces cada visor, para verificar su funcionamiento.

**Atención**

Hay instalaciones en que los visores de nivel poseen monitoramiento a través del sistema de visualización remota (cámara de vídeo).

- xviii. Drenar la columna de nivel mediante la válvula de bloqueo, operación manual.
- xix. Cerrar la válvula principal de vapor de salida, y su by-pas de calentamiento de línea.
- xx. Simular la operación de la llave de paso/damper del ventilador de tiraje forzado mediante el sistema supervisor, si el mismo está operando normalmente, partir siempre con el registro de aire, totalmente cerrado.
- xxi. Simular la operación de la llave de paso/damper del extractor de tiraje inducido (IDF), mediante el sistema supervisor, si el mismo está operando normalmente, partir siempre con el registro de aire, totalmente cerrado.

RUTINA N° 02 – Arranque y operación con biomasa.

- i. Ejecutar la rutina n° 01.
- ii. Alimentar con energía eléctrica los paneles de comando de:
 - Unidad hidráulica.
 - Sopladores de hollín.
- iii. Cerrar todas las llaves de paso de los conductos de aire primario y secundario.
- iv. Ligar el extractor, con el damper en la posición cerrada, esta operación deberá ser manual.
- v. Abrir las puertas laterales de acceso a la parrilla.
- vi. Alimentar manualmente la parrilla, utilizando madera o leña seca, de tamaño pequeño, para evitar obstrucción en la descarga.
- vii. Encender el combustible utilizando, estopa embebida con gasoil o kerosene.



Atención

Nunca inicie el fuego utilizando material combustible sólido en polvo para facilitar el encendido, por ejemplo, materiales combustibles fácilmente inflamables, polvo de lija, gasolina, alcohol, o cualquier otro tipo de solvente.

- viii. Ajustar la apertura de las llaves de paso de los ventiladores de tiraje inducido IDF y aire forzado mediante el sistema supervisor para proceder a la operación del generador de vapor con tiraje natural.
- ix. Cerrar las puertas frontales de acceso a la parrilla, una vez que la llama esté “auto-sustentada”.
- x. Ligar las bombas hidráulicas del accionamiento de la parrilla I, II, III y IV.
- xi. Operar el sistema de alimentación de combustible de forma manual hasta que la caldera alcance 15 kg/cm²g, o hasta que la combustión esté estable.

- xii. Si la caldera opera con vapor súper calentado, la válvula de arranque debe permanecer abierta hasta que haya flujo de vapor en torno de 40% de la capacidad de la caldera para el proceso, a fin de no dañar el supercalentador.
- xiii. Controlar el desuper en modo manual, no permitiendo que la temperatura del vapor supercalentado ultrapase la temperatura máxima permitida.
- xiv. Conectar el accionamiento de los dosificadores de biomasa, operando intermitentemente para mantener la combustión del hogar.
- xv. Ejecutar la rutina 05.
- xvi. Mantener el nivel de agua de la caldera, abriendo o cerrando la válvula de control de alimentación de agua actuando en el controlador de flujo.
- xvii. Cuando no sea más posible mantener los valores de la curva de calentamiento solamente con tiraje natural, preparar la entrada en operación de los ventiladores de aire forzado e inducido.
- xviii. Cerrar totalmente el damper del extractor IDF dese el sistema supervisor, o ajustar la velocidad del motor del extractor para 10%.
- xix. Colocar en funcionamiento el extractor IDF. El arranque del mismo debe hacerse con el damper totalmente cerrado.
- xx. Colocar en funcionamiento el aire primario. El arranque de los mismos debe hacerse con el damper totalmente cerrado. En sistemas en que varía solamente la velocidad del motor, debe ser arrancado el ventilador con apenas 10% de la carga.
- xxi. Abrir lentamente los dampers del ventilador de tiraje inducido IDF y el ventilador de aire primario, mediante el sistema supervisor, a fin de mantener la depresión del hogar en la faja de -5mmca hasta el máximo -12mmca. En sistemas en que varía solamente la velocidad del motor, se debe aumentar la misma mediante del sistema supervisor.
- xxii. Los dampers de los respectivos ventiladores, solamente deberán comenzar a ser abiertos después de pasados por lo menos 30 segundos del arranque de los mismos.
- xxiii. Continuar observando rigurosamente los valores establecidos en la curva para puesta en marcha. *Ver ítem, Curva para puesta en marcha, de este capítulo.*
- xxiv. Colocar en funcionamiento el aire primario. El arranque de los mismos debe ser realizado con el damper totalmente cerrado. En sistemas en que varía solamente la velocidad del motor, debe ser arrancado el ventilador con apenas 10% de la carga.

- xxv. Abrir lentamente las llaves de paso de aire secundario para completar la combustión. Esos registros solo podrán ser abiertos después de pasados 30 segundos del arranque de los motores.
- xxvi. Ajustar los dampers primarios, controlando el pasaje de aire para la parte trasera, para uniformar la combustión.
- xxvii. Aumentar la carga, observando el ítem 23.
- xxviii. Con la presión en elevación, controlar el cierre de los vents, de los drenajes de los colectores del supercalentador y de la línea de vapor hasta su cierre total.
- xxix. Con el flujo de vapor garantido (mínimo 30%), usando la válvula de flujo mínimo, transferir el control de nivel de la caldera para automático, procediendo a los ajustes de sintonía necesarios hasta alcanzar la dinámica del proceso.
- xxx. Ajustar simultáneamente:
 - La llave de paso del ventilador inducido estableciendo la depresión del hogar entre -5mmca a la -12mmca. Este ajuste deberá ser hecho con el controlador de depresión del hogar en la posición manual, solamente transferir para automático después de conseguir estabilidad del control. En sistemas en que varía solamente la velocidad del motor, se debe ajustar la velocidad del motor del ventilador inducido.
 - La llave de paso de los ventiladores de aire primario y secundario. Este ajuste deberá ser hecho en forma manual conforme a la necesidad de carga en la caldera, solamente transferir para automático después conseguir estabilidad del control. En sistemas en que varía solamente la velocidad del motor, se debe ajustar la velocidad del motor del ventilador.
 - El damper del sistema de aire secundario para provocar la turbulencia correcta, obteniendo un complemento de la combustión, con bajos valores de CO.

- xxxi. Pérdidas deben ser eliminados. Para eso se debe usar solamente las herramientas apropiadas. Observar los instrumentos de medición de presión y temperatura. La Caldera debe ser ventilada, durante el inicio del servicio, hasta que salga vapor. Si la Caldera está en vacío, debe mantenerse la instalación de aireación cerrada hasta que surjan, en su interior, presiones atmosféricas, para evitar que entre aire adicional en la Caldera.
- xxxii. Después reparaciones, antes y después del servicio de arranque, se debe examinar la Caldera y equipos bajo presión de la Caldera en relación a sellados.
- xxxiii. Válvulas y llaves de paso deben ser abiertas lentamente, las cañerías deben ser, si es necesario, purgadas de agua y de aire (golpe de agua, enfriamiento brusco por diferencia repentina de temperatura).
- xxxiv. Después de alcanzada la presión de operación, abrir la válvula principal de vapor y cerrar la válvula de arranque, y válvulas de líneas de calentamiento de la turbina.

RUTINA Nº 03 – Parada normal de la unidad.

- i. Reducir manualmente, de manera moderada, la alimentación de biomasa, y efectuar la quema completa del combustible presente en el hogar.
- ii. Ejecutar el soplado de hollín en todo el circuito de gases de combustión de la caldera.
- iii. Cuando el calor residual contenido en la caldera haya sido suficientemente disipado para evitar la abertura de las válvulas de seguridad, abrir la válvula de arranque.
- iv. Cerrar manualmente la válvula de descarga continua.
- v. Transferir el control de nivel de agua de la caldera para el modo manual, mediante el sistema supervisor.
- vi. Elevar el nivel de agua del tambor de vapor para 75% visualizados en los visores de nivel, cerrando enseguida la válvula de control de agua de alimentación usando el sistema supervisor.
- vii. Dejar abierta la válvula de vent si la presión de la caldera amenaza a bajar de 1,5 Kg/cm²man, a fin de evitar la formación de vacío.

RUTINA Nº 04 – Parada de emergencia.

- i. Transferir el control de combustión de la posición automático para manual.
- ii. En la interrupción del servicio se debe interrumpir también inmediatamente la adición de material combustible, a fin de disminuir lo más rápido posible el calor acumulado en el hogar. Calderas conectadas entre si paralelamente deben ser separadas inmediatamente.
- iii. Abrir la válvula de arranque.
- iv. Transferir el control de la temperatura del vapor de automático para manual, y abrir toda la válvula del desuper.
- v. Transferir el control de nivel de agua de alimentación de automático para manual.
- vi. Cerrar parcialmente la válvula de control de agua de alimentación, pero mantener en el interior de la caldera, el agua suficiente para prevenir el supercalentamiento.
- vii. Cuando el hogar está frío, cerrar la válvula de control de agua de alimentación, para disminuir la pérdida de agua. Podrá ser cerrada también la válvula de arranque, pero observando siempre la temperatura del vapor en la salida del supercalentador.
- viii. Cerrar las válvulas de bloqueo de la caldera.

RUTINA Nº 05 – Operación del sistema de remoción de cenizas

De las tolvas del pre-calentador de aire y de los filtros microciclones

Antes de colocarla en funcionamiento, deberá ser realizada una inspección del sistema, a fin de verificar que las válvulas rotativas estén funcionando perfectamente y que no exista obstrucción en las canaletas de retirada de cenizas, entre otras.

Colocar en operación las válvulas rotativas instaladas en las tolvas del pre-calentador de aire y de los filtros microciclones, el arranque debe ser realizado a través del sistema supervisor.

De la parrilla

La parrilla posee un extractor automático, instalado en el final del parrillado. Su operación se realizará usando el sistema supervisor o por medio de comando

local accionando la llave conecta/desconecta. El sistema queda a disposición de la operación, siendo que su operación es constante.

Antes de colocarla en funcionamiento, deberá ser realizada una inspección del sistema, a fin de verificar si el parrillado está funcionando perfectamente y que no exista obstrucción del mismo.

RUTINA Nº 06 – Operación del sistema de soplado de hollín

El sistema de soplado de hollín fue definido en proyecto para operación en el lugar, su operación se hará mediante del sistema supervisor o por medio de comando local mediante la llave conecta/desconecta. El sistema queda a disposición de la operación, siendo que el soplado debe siempre ocurrir en el sentido del flujo de los gases. El tiempo y el intervalo de soplado deberán ser definidos por los operadores en función de las normas de operación.



Notas

La operación de soplado de hollín no debe ser ejecutada si la limpieza de la parrilla está en ejecución.

La operación de cualquier soplador, solo podrá ser ejecutada después de la realización del drenado del “árbol” de los sopladores para eliminación del condensado evitando así la ocurrencia de choques térmicos.

Para el mantenimiento, consulte el manual de instalación, operación y mantenimiento, específico del fabricante, que está anexado en el manual de la caldera.

RUTINA Nº 07 – Inicio de la operación del desaireador

Para el accionamiento del desaireador, proceder de la siguiente manera:

- i. Hacer la limpieza interna del domo del desgasificador y del depósito de agua de alimentación.
- ii. Probar todas las válvulas y reguladores.
- iii. Abrir las válvulas de aireación.
- iv. Cerrar las válvulas de purga y descarga.

- v. Cerrar la válvula de vapor de calentamiento.
- vi. Hacer el llenado del depósito de agua de alimentación con agua desmineralizada hasta el nivel de operación.
- vii. Hacer el calentamiento del contenido del recipiente de agua de alimentación a través de la entrada de vapor.
- viii. Al alcanzar el punto de ebullición y cuando aparecen nubes de vapor a través de la válvula de operación del desgasificador, cerrar el regulador de presión del vapor y ajustar a 0,3 Bar de presión.
- ix. Cerrar la válvula de operación de modo que, al alcanzar la presión de servicio, todavía aparezcan leves nubes de vapor.
- x. El nivel de agua sube durante el calentamiento y debe ser ajustado a través de la válvula de purga al nivel medio.
- xi. El calentamiento del contenido de agua fría debe ocurrir con cuidado y la cantidad de vapor a ser adicionado, debe ser elevada lentamente para evitar golpes de palanca.
- xii. Para la neutralización de los residuos de oxígeno en el agua de alimentación se debe adicionar secuestrantes de oxígeno.
- xiii. Se debe cuidar que el agua en el recipiente de alimentación no se enfríe en las paradas de corta duración y sea mantenida en la temperatura de servicio.
- xiv. Si eso no es posible, se debe elevar antes la temperatura del agua de alimentación de la caldera, antes de adicionar más agua de alimentación.
- xv. En una situación de parada, el calentamiento de la instalación debe ser regulado mediante maniobras en la válvula de aireación para que se obtenga la desgasificación suficiente con la mínima pérdida de agua.
- xvi. Se debe intentar que la cantidad de agua de alimentación adicionada no ultrapase el 25% de la capacidad de desgasificación, si no habrá desbordamiento y el efecto de desgasificación queda reducido.

**Importante**

Otras situaciones diferentes, derivadas de las presentadas, podrán ocurrir, y cabrá al personal de operación establecer los métodos y rutinas para cada caso específico.

Causas para parada de emergencia

La instalación de la caldera debe ser inmediatamente parada y el responsable notificado cuando haya sospecha de un estado de peligro en la caldera. Esto vale especialmente cuando haya:

- Incandescencia o deformación en cualquier lugar de la pared de la caldera
- Una importante y repentina pérdida de agua. Se debe cumplir completamente la rutina nº 04 – Parada de emergencia.
- Falla de la instalación de alimentación de agua
- Imposibilidad de hacer la válvula de seguridad funcionar de manera apropiada. Se debe cumplir completamente la rutina nº 04 – Parada de emergencia.
- Surgimiento repentino grandes grietas o otros daños en la albañilería, en el techo o otras partes de la protección del lado de las llamas o si se verifica la salida de vapor o humedad en la albañilería. Eso también puede acontecer por un daño en los tubos, rasgaduras en el manto o cualquier defecto semejante, identificable por la salida de vapor.

Ruptura de tubos

La pérdida en un tubo o su ruptura causa serios daños:

- La falta de agua en los tubos de la caldera, provocando la ruptura o el calentamiento excesivo de otros tubos.
- La descarga de grandes cantidades de agua a través del tubo roto y la consiguiente alimentación de la caldera con agua más fría, provocando severas tensiones debido a las diferencias de temperatura, lo que causa distorsiones en los tubos, pérdida en las juntas expandidas y averías en los refractarios, entre otros problemas.

Pérdida lenta de agua

Si en cualquier momento hay dificultad para mantener el agua en el nivel, y si ésta no responde a la operación normal del sistema de alimentación, reduzca inmediatamente la producción de vapor de la caldera o retírela de operación hasta que el problema sea detectado y corregido.

Pérdida súbita de agua

Cumplir la rutina nº 04 – Parada de emergencia.

CAPÍTULO

XI

MANTENIMIENTO

En este capítulo son explicados los procedimientos de control de la unidad antes del arranque y del llenado de agua de la caldera, así como las instrucciones para el arranque, operación y procedimientos para retirar la unidad de servicio.

Todas las calderas, fabricadas por nuestra empresa, son proyectadas para tener una larga vida útil, pero para que eso sea posible, será necesario tomar cuidados básicos en la mantenimiento y operación del equipo. A continuación presentaremos algunos cuidados básicos que deben ser tenidos con nuestros equipos.

Precauciones para abrir y entrar en la caldera

Antes de abrir las puertas de inspección o de entrada de una caldera, asegurarse que:

- Todas las válvulas que pueden admitir vapor o agua en la caldera están debidamente cerradas y rotuladas, o mejor, trabadas en la posición cerrada garantizando que no serán abiertas por personas no avisadas.
- Que la válvula de drenaje específica de la caldera esté totalmente abierta para aliviar cualquier presión o vacío presente.
- Que los drenajes, respiraciones y tubos de descarga, comunicantes con otras unidades están convenientemente cerrados, pues si están abiertos

podrán admitir agua caliente o vapor, si las válvulas correspondientes de la otra unidad son abiertas.

- Que no existen gases tóxicos o inflamables presentes, en el interior de la caldera;
- Que todo el gas de escape ya salió de la caldera.
- Que todos los pasajes de gas están completamente ventilados

También es importante designar un ayudante para permanecer del lado de afuera y en constante comunicación.

Rutinas de operación de la caldera

Siempre que accione la caldera, observe atentamente si la misma está en perfectas condiciones de uso. Haga las descargas de fondo conforme a las orientaciones del responsable químico y nunca vacíe la caldera totalmente cuando todavía está caliente.

Nuestro equipo dispone de piezas, partes de piezas y tornillos estandarizados, siendo necesarias las siguientes herramientas para efectuar los mantenimientos indicados:

- Juego de llaves abiertas 6 x 32 mm;
- Juego de llaves cerradas 6 x 32 mm;
- Llave inglesa grande 15'' con apertura de 45mm;
- Juego de destornilladores planos y Philips;
- Pinza universal 8'';
- Llave de grifo 1 7/8'';
- Llave de anillo 1.1/2'';
- Llave de boca 1.1/2'';
- Torquímetro;
- Sacador de poleas con 400mm de apertura y 400mm de articulación;

Mantenimiento de la caldera

Bombas de agua

Destinadas al bombeo de agua para dentro de la caldera, son equipos de vital importancia para el funcionamiento de la caldera y por eso es necesario hacer verificaciones intensivas como:

Diariamente

- Calentamiento anormal del motor
- Pérdidas de las juntas
- Nivel del aceite en los cojinetes

Semanalmente

- Corriente consumida por el motor y valor de la tensión de la red;
- Vibraciones y ruidos anormales ;
- Nivel de aceite;
- Posición del vástago de desgaste del dispositivo de equilibrio de empuje axial. *“Sustituir inmediatamente este dispositivo cuando el vástago de desgaste alcance la marca más próxima a la bomba”*
- Limpieza de los filtros de succión de las bombas
- Punto de operación de la bomba;
- Corriente consumida por el motor y valor de la tensión de la red;
- Presión de succión;
- Pérdidas en las juntas;
- Existiendo bomba de reserva instalada, la misma debe ser colocada en operación semanalmente.

Mensualmente

- Intervalo de la cambio de aceite;
- Temperatura de los cojinetes;
- Controlar la temperatura del líquido de enfriamiento, “goteado de las juntas”;

Semestral

- Tornillo de fijación de la bomba, del accionador y de la base;
- Alineado del conjunto bomba-accionador;
- Lubricación del acoplamiento (cuando se aplique);
- Sustituir la juntas si es necesario;
- Dispositivo de protección contra operación inferior al flujo mínimo;
- Recalibrado de los instrumentos de medición
- Juntas;

Anualmente

- Realizar la limpieza y pruebas de capacidad de las bombas con los datos obtenidos de la placa de identificación.
- Desmontar la bomba para el mantenimiento. Después de la limpieza inspeccionar el estado de todas las piezas;



Nota

En instalaciones con buenas condiciones de operación y líquido bombeado no agresivo a los materiales de la bomba la supervisión deberá ser bianual.

Precauciones para la parada de la bomba

Para la parada de la bomba considerar:

- Cerrar el registro de recalque;
- Desconectar la máquina accionadora y observar la parada gradual y suave del conjunto
- Cerrar la llave de succión (si hay)
- Cerrar las tuberías auxiliares (cuando hay, y desde que no haya contra indicación).

Lubricación de los cojinetes

Las bombas salen de fábrica sin aceite en el soporte y después de la constatación de que el mismo está libre de suciedad y humedad, el llenado debe ser de la siguiente manera:

- Extraer el tapón de la parte superior del soporte de cojinete. Certificándose de que el tapón de drenaje esté apretado;
- Completar con aceite a través del orificio de la parte superior, hasta que salga el drenaje de la tapa del cojinete.
- Recolocar el tapón en la parte superior del soporte del cojinete.



Nota

Alertamos que tanto una lubricación deficiente como una excesiva, tienen efectos perjudiciales.

Intervalos de lubricación

El primer cambio debe ser hecho después las primeras 200 o 300 horas de trabajo efectivo. Esto es para evitar que partículas no eliminadas por la limpieza, que se mezclan con el aceite, perjudiquen los rodamientos. A partir del segundo cambio será a cada 3000 horas de trabajo efectivo o por lo menos 1 vez por año (lo que suceda primero). Como mínimo, cada dos años los cojinetes deben ser lavados.

Reductores

Equipos destinados a reducir la velocidad de actuación de los motores eléctricos, garantizando una buena distribución de torque al sistema. En su instalación verificar los siguientes ítems:

- Los datos de la placa de identificación están de acuerdo con a tensión de alimentación,
- La unidad no está dañada (verificar daños causados por el transporte o por el almacenamiento).
- Los ejes de salida y las superficies de las bridas deben estar bien limpios y libres de agentes corrosivos, contaminación u otros (use un solvente comercialmente disponible). Certifíquese de que el solvente no entre en contacto con los labios del retentor, ya que puede causar daños al material.



Nota

La vida útil del lubricante en los rodamientos se reduce si la unidad es almacenada por más de un año.

- En caso de necesidad de pintar el reductor, total o parcialmente, se debe cubrir con cinta protectora la válvula de respiración y los sellantes de aceite. Después de acabar el trabajo de pintura, remueva la cinta protectora de la válvula de respiración y remueva los dispositivos de protección usados durante el transporte.

Inspección y mantenimiento en reductores

Durante la inspección o mantenimiento de los reductores, deben ser verificados los siguientes puntos:

- Substitución del lubricante.
- Intervalos de substitución de aceite para reductores típico en condiciones ambientales normales .
- En caso de operación en régimen especial o de condiciones ambientales difíciles o agresivas, sustituir el lubricante con mayor frecuencia.

Frecuencia del cambio de aceite de los reductores

El aceite debe ser cambiado cuando ocurre alguna de las condiciones especificadas abajo:

- Cada 3000 horas máquina
- Dependiendo de las instrucciones de utilización por lo menos de 3 en 3 años sustituir el aceite mineral y sustituir la grasa de los rodamientos.
- Dependiendo de las condiciones de utilización por lo menos de 5 en 5 años sustituir el aceite sintético
- Por lo menos de 6 en 6 meses verificar el aceite

Inspección y mantenimiento de los reductores

Verificación del nivel de aceite:

- No mezcle lubricantes sintéticos con minerales.
- Corte la energía del accionamiento y prevenga su conexión involuntaria
- Aguarde que el reductor se enfríe

Para reductores con tapón de nivel de aceite:

- Retire el tapón de nivel de aceite, verifique el nivel y corrija si es necesario;
- Instale el tapón de nivel de aceite
- Remueva el tapón de drenaje de aceite.
- Verifique la consistencia del aceite y su viscosidad
- Si el aceite está visiblemente contaminado se recomienda que sea substituido antes de los períodos recomendados.

Cambio de aceite

- Cambie el aceite solamente cuando el reductor esté a la temperatura de utilización.
- Desconecte la energía del accionamiento y prevenga a su conexión involuntaria.
- Aguarde que el reductor se enfríe;

**Nota**

El reductor debe estar todavía tibio, pues si está frío el drenado del aceite será más difícil debido a su mayor viscosidad.

- Coloque un recipiente debajo del drenaje, y remueva el tapón de nivel, la válvula de respiración y el tapón de drenado del aceite. Retire el aceite completamente
- Coloque el tapón de drenado del aceite.
- Coloque el aceite nuevo a través del orificio de respiración usando la cantidad de aceite correspondiente a la forma constructiva de acuerdo con la placa de identificación.
- Verifique el nivel en el respectivo orificio
- Coloque el tapón de nivel de aceite
- Coloque el tapón/válvula de respiración

**Nota**

La pérdida de una pequeña cantidad de aceite o grasa por el retentor es normal durante la fase de ablandamiento del reductor (24 horas de funcionamiento).

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un factor importante en la vida útil de las Calderas Biochamm y en la calidad de su funcionamiento, evitando las indeseables paradas imprevistas.

En el cuadro siguiente mostramos un plan de mantenimiento preventivo, considerando un régimen de trabajo diario de 20 - 24 horas.

<i>Ítem</i>	<i>Servicio</i>	<i>Periodicidad</i>
Parrillas	Limpieza	Semanal
Redler de cenizas	Limpieza	Conforme necesidad
Caja de cenizas	Limpieza	diaria
Cojinetes del eje del accionamiento de las parrillas	Lubricar	Semanal
Cámara de combustión	Inspección	Semanal
Caja alimentadora	Inspección	Semanal
Tratamiento de agua	Inspección y Análisis	En cada turno
Prueba de válvulas de seguridad	accionamiento de las palancas	Probar 1 vez por día

A continuación, presentamos un plan general de mantenimiento preventivo dividido en acciones diarias, semanales, mensuales, trimestrales y anuales, el cual podrá ser adaptado a la realidad de cada cliente:

Diariamente

- Anotar, de hora en hora lo que es solicitado en la hoja de inspección diaria;
- Hacer limpieza en la casa de la caldera y áreas próximas a las instalaciones. Polvo, arena, basura y restos de combustible son causadores de accidentes;
- Inspeccionar, mirar y escuchar todos los accesorios (si constata cualquier irregularidad, comunique al encargado);
- Una vez por hora debe ser revisada la temperatura de los cojinetes de los ventiladores a fin de evitar un supercalentamiento por falta de lubricación adecuada.
- Debe ser revisado cada 8 horas el aceite de lubricación de los cojinetes de todos los sistemas de accionamiento.

Una vez por día deben ser controlados todos los motores eléctricos existentes, para detectar calentamiento anormal por cualquier defecto de funcionamiento o de sobrecarga.

Semanalmente:

- Verificar transmisiones (correas, acoplamientos, cojinetes, etc.);
- Verificar todas las válvulas, observando la apariencia y pérdidas;
- En las instalaciones donde existen pre-calentadores de aire y/o economizadores, se debe hacer un levantamiento inicial de las

condiciones de tiraje y pérdidas de carga cuando la caldera esté limpia y operando con carga normal, para servir de índice de control de acumulación de hollín en los circuitos de la caldera del pre-calentador de aire o del economizador, sirviendo de referencia en las observaciones posteriores para efecto de mantenimiento.

Mensualmente

- En el panel verificar y lijar los contactos eléctricos y retirar el polvillo (vea si la llave general de energía está desconectada);
- Lubricar los rodamientos y los cojinetes de los ventiladores, extractores, y verificar el estado de la base y fijación;
- Verificar las juntas de la bomba de agua. No apriete mucho, debe haber siempre unas gotas cayendo, excepto si es sello mecánico;
- Verificar el alineado de las poleas y acoplamientos en todos los equipos donde son usados;
- Limpiar las telas metálicas de entrada de aire para ventilador;

Semestralmente

- Verificar el estado de los refractarios;
- Verificar los manómetros, los termómetros y demás instrumentos;

Anualmente

- Hacer inspección anual obligatoria por la NR13 (Brasil), siguiendo las recomendaciones de la NBR-12177-1 (Brasil);
- La inspección debe ser completada por los operadores inclusive en el examen interno y externo de todo el conjunto generador;
- Verificar los sifones, líneas en general de los presostatos y manómetros, para evitar obstrucciones que dificultan la operación;
- Verificar el estado general de refractarios, albañilería y aislamiento y cuando existan rajaduras o fragmentaciones del material, realizar las reparaciones necesarias;
- Limpiar el tubo de nivel con chorro de agua y pasar lana de acero en los electrodos (no olvidarse de marcar los electrodos y posiciones antes de desmontarlos);
- Examinar con cuidado la superficie interna de calentamiento para ver si hay indicios de corrosión localizada o incrustación, que denotan que es

necesario mejorar el tratamiento del agua de la caldera. La mejor manera de impedir la corrosión general o localizada, y la formación de incrustaciones es someter el agua a análisis periódicos y tratarla de acuerdo con las necesidades;

- Siempre que sea abierta la tapa de la apertura de inspección y de la puerta de visita, las juntas deberán ser cambiadas al cerrar. Primero limpie todos los residuos de las juntas antiguas que se encuentran sobre los asientos del casco y en la tapas. Aplique grafito en polvo en las juntas para facilitar su remoción la próxima vez que la caldera sea abierta;
- Mientras la caldera esté parada, todas las válvulas y registros deben ser examinados. Rectifique las sedes de las válvulas y cambie las juntas de las válvulas si es necesario;
- Antes de cerrar la puerta, inspeccione con mucho cuidado si los refractarios y los ladrillos especiales están bien sellados y no presentan saltaduras;
- Examinar el estado general del pre-calentador de aire y si hay algún tubo dañado cambiarlo o repararlo;
- Revisar en general los motores, bombas, ventiladores, extractores, sensores y panel eléctrico;
- Verificar en mesa de prueba la Válvula de Seguridad (obligatorio por la NR13-Brasil, o según la norma eficaz)
- Limpiar toda la superficie de calentamiento de la caldera, incluyendo tubos del haz, del hogar y paredes de agua, colectores, y tuberías en general, o sea, todas las partes sometidas a presión, usando los medios normales de limpieza. En la parte externa limpiar toda la superficie de calentamiento de la caldera, retirando las incrustaciones y depósitos de hollín existentes. Examinar también esas superficies buscando cualquier defecto que presente.
- Limpiar los tanques de agua de alimentación, removiendo el lodo o impurezas depositadas en el fondo de los mismos.

Mantenimiento del refractario

Refractarios, albañilería y aislamiento deben ser verificados y cuando existan rajaduras o fragmentos del material, deben ser reparados.

Cualquiera que sea la cantidad de refractario presente en la caldera debe ser examinado preferentemente cada seis meses y como mínimo cada año. Si

existen pieza dañadas, reparar o sustituir las mismas. En caso de substitución, deberá ser utilizado material de calidad compatible con la aplicación.

Como criterio general, debe ser verificada a existencia de rajaduras y erosión en el refractario. Rajaduras limpias, con espesor de hasta 3 mm, son aceptables. Ellas permiten el alivio de tensiones cuando el refractario se dilata. Rajaduras mayores deben ser rellenadas y piezas quebradas o sueltas deben ser substituidas.

Limpieza

Las condiciones de limpieza de las superficies de intercambio de calor del quemador son de importancia primordial para la eficiencia térmica. El hollín y las cenizas depositadas en las paredes internas de los tubos, tal como los depósitos e incrustaciones en el lado del agua, se comportan como aislantes térmicos. Por eso es necesaria la limpieza periódica en el interior de la unidad, para restablecer la capacidad de transferencia de calor y consecuentemente, la eficiencia térmica.

El período recomendado para hacer la limpieza es función del tipo de combustible y régimen de operación (tiempo diario de operación) y hasta del modo de operar el quemador. Para determinar el período satisfactorio entre limpiezas, lo más recomendable es a través de inspecciones periódicas. Después de los tres primeros meses de funcionamiento, debe ser hecha una inspección para que sea observado el estado de las superficies de cambio de calor, aumentando o disminuyendo el tiempo, conforme a las condiciones de depósitos encontrados.

La temperatura de salida de los gases de combustión del quemador constituye en general, un excelente indicador de la necesidad de limpieza de tubos. Si pasa de los valores normalmente observados, probablemente los tubos están sucios requiriendo limpieza.

Con relación a las partes internas del quemador, del lado del agua, la limpieza también es muy importante para la eficiencia térmica. Con el uso del quemador, se forman depósitos e incrustaciones en su interior, los cuales pueden provocar corrosión y supercalentamiento en las superficies de calentamiento, reduciendo sensiblemente la eficiencia del intercambio térmico y la vida útil del equipo. Es por este motivo que la limpieza periódica es necesaria, y que deberá ser cuidadosamente inspeccionado, a fin de verificar a necesidad de medidas adicionales .

La conservación de la limpieza del equipo depende del régimen de trabajo, del tipo de agua de alimentación, de la práctica del reaprovechamiento de condensado y de la calidad del propio tratamiento. Por eso no es posible fijar un período rígido entre limpiezas. De un modo general, se recomienda que este período no pase de seis meses. Sin embargo, la indicación más correcta resultará del acompañamiento en conjunto con los profesionales de la empresa que asesora en el tratamiento del agua.

Situaciones de emergencia

Falta de agua en el desaireador:

- Accionar el sistema de alimentación de agua desmineralizada.

Falta de energía eléctrica:

- Cerrar la salida del vapor.

Falta de agua en la caldera:

- Desconectar todos los accionamientos de la caldera;
- Cerrar todas las llaves de salida de vapor;
- No abastecer agua en la caldera sin antes tener certeza de cual es el nivel de agua actual, si está muy bajo de manera que no es visto en el visor de nivel, aguardar que la caldera se enfríe totalmente para completar el nivel de agua.



Precauciones

- Nunca se debe abrir las puertas de inspección de la caldera en funcionamiento, pero si fuese necesario se debe proceder de la siguiente manera: Abrir la puerta cerca de 100 mm y quedarse del lado opuesto al de la llama de la caldera protegiéndose con la puerta, después de 20 segundos podrá abrir totalmente la puerta;
- Nunca entrar en el silo alimentador con la caldera en funcionamiento;
- No quemar basura en la caldera;
- Nunca abrir el panel eléctrico sin cortar la energía;
- No realizar mantenimiento o arreglos de partes móviles con la caldera en funcionamiento;
- No hacer reparaciones en cables o partes eléctricas de la calderas con el panel energizado.
- Nunca enfriar la caldera, tirando agua en las llamas o partes internas o externas.
- Nunca permanecer en la dirección de escape de las válvulas de seguridad, de descarga o del tubo de nivel.
- Nunca iniciar el fuego con materiales altamente inflamables como gasolina, alcohol, metanol, etc.;

- Nunca reapretar el vidrio del visor de nivel con la caldera presurizada;
- Nunca puentear o hacer alteraciones en las funciones de seguridad de los comandos eléctricos.
- Nunca exceder la temperatura de 165°C abajo de la parrilla con picos de hasta 180°C.

Plano de lubricación

La lubricación reduce la fricción, evita el desgaste y la corrosión, y protege también contra la contaminación del agua. Un componente adecuadamente lubricado tiene mayores probabilidades de alcanzar la máxima vida en servicio.

Para que los componentes móviles trabajen de manera confiable es necesario que sean lubricados adecuadamente a fin de evitar el contacto metálico entre los cuerpos, previniendo el desgaste, además de proteger las superficies contra la corrosión.

Utilice siempre el mismo tipo de grasa empleada anteriormente en un componente. En la tabla siguiente, indicamos la grasa que deberá ser utilizada. Nunca mezcle grasas, a no ser que esté seguro de que son compatibles. Los cojinetes poseen un dispositivo de llenado (pico de grasera), para aplicar la lubricación. Los rodamientos empleados por Biochamm poseen ranuras y conductos para la lubricación.

La tabla siguiente indica todos los puntos para relubricación, la grasa que debe ser empleada y la frecuencia de la relubricación:

<i>Equipo</i>	<i>Componente</i>	<i>Periodicidad de la inspección</i>	<i>Lubricación</i>
Cojinetes del Parrillado	Eje caballete	Semanal	Quincenal (*)
Ventilador de tiraje	Eje extractor	Quincenal	Mensual (*)
	Eje damper	Mensual	Mensual (*)
Ventilador aire primario	Eje rotor	Quincenal	Mensual (*)
	Eje damper	Mensual	Mensual (*)
Ventilador aire secundario	Eje rotor	Quincenal	Mensual (*)
	Eje damper	Mensual	Mensual (*)
Unidad hidráulica	Nivel	Diaria	Semestral
Redler extracción ceniza	Eje del redler	Quincenal	Mensual (*)
Válvula rotativa	Eje de las palas	Quincenal	Mensual (*)
Bombas de agua	Cojinetes	Diaria	Semestral
Sopladores de hollín	Cremallera	Quincenal	Mensual (*)
	Reductor	Mensual	Semestral

Grasa lubricante MOLYKOTE BR2 PLUS – base de Bisulfuro de Molibdeno y jabón de litio. (-30° á +130°C), o grasas que resistan las altas temperaturas del sistema.

(*) o conforme plano de parada preventiva de la empresa propietaria.

Programa mínimo para mantenimiento de calderas

Como cualquier equipo o máquina, a caldera necesita de mantenimiento, ya sea para sustituir los componentes que van desgastándose con el uso, para prevenir accidentes o para aumentar la vida útil del conjunto.

De este modo, se impone la necesidad de un programa de mantenimiento establecido por períodos de tiempo.

Programa de mantenimiento diario

Descarga de fondo y descarga continua

Descarga de fondo es aquella que se realiza en el punto más bajo del sistema circulatorio y generalmente se destina a la extracción del lodo y de la sedimentación, en calderas industriales. Debe ser hecha cada 6 horas, pudiendo este período ser ampliado o disminuido en función de la calidad del agua de alimentación y de la presión de trabajo.

Descarga continua es aquella que busca extraer los sólidos disueltos en el agua de la caldera. Para eso, es instalada una tubería de descarga en el interior del tambor de vapor, inmediatamente abajo del nivel mínimo de agua de la caldera, ya que la concentración máxima de sólidos está en la superficie vaporizante de la caldera, esto es, en la interfase agua/vapor en el interior del tambor de vapor.

Como la calidad del agua de la caldera y la cantidad de agua de reposición son función directa de las descargas continuas y de fondo, cada caso deberá ser estudiado separadamente, debiendo ser consultada una firma especializada para orientar en el tratamiento del agua.

El control de la concentración de sólidos y de sales en suspensión en la agua de la caldera es un factor de suma importancia para la preservación de la misma y debe ser orientado por el laboratorio mediante análisis periódicos de las muestras obtenidas de la caldera en operación como máximo cada 8 horas de trabajo principalmente en generadores de media y alta presión.

La operación de las válvulas de descarga de la caldera debe ser restricta a períodos de evaporación moderada, preferiblemente en baja combustión. Nunca haga una descarga a punto de perder de vista el agua en el visor de nivel. El tiempo y el intervalo de la descarga es determinado a través del sistema supervisor, sin embargo el nivel existente puede bajar como máximo 2" (50mm).

Descarga del indicador de nivel de agua

El responsable por la operación de la caldera debe garantizar que no exista error en la indicación del nivel del agua en los visores de nivel. Para eso, recomendamos que se haga la descarga del tubo de nivel para la retirada de cualquier depósito o impureza contenida en la agua que puede depositarse en el vidrio del visor, presentando entonces un nivel falso. Se debe dar de 3 a 5 descargas en el indicador de nivel por día. El número de veces puede aumentar dependiendo de la calidad del agua. Nunca dejar que el nivel del agua desaparezca del vidrio del visor.

Sopladores de hollín

La programación de la operación de los sopladores de hollín debe ser hecha de manera que la caldera se encuentre con carga media hasta carga máxima. Los cabezales deben ser accionados por lo menos dos veces al día, pero una buena práctica sería operarlos cada 6 horas de trabajo, intervalo de tiempo que puede ser disminuido dependiendo del tipo de combustible empleado.

Antes de iniciar el soplado, las líneas de alimentación de vapor para los cabezales deben ser drenadas para evitar el choque térmico. Recomendamos que el orden para accionamiento de los cabezales obedezca siempre al mismo circuito del flujo de los gases.

Limpieza del plenum – Cajas de aire

La limpieza del plenum (caja de aire bajo la parrilla) deberá ser hecha frecuentemente (cada día), para prevenir la obstrucción del plenum por la arena alimentada en la parrilla juntamente con la biomasa.

En el proceso de limpieza del plenum deberán ser tomadas las precauciones referentes a la obstrucción de la canaleta de retirada de arena y seguir el orden de apertura de las válvulas de agua de la canaleta del plenum y enseguida la válvula de agua del plenum.

Cojinetes de los ventiladores

Cada hora debe ser revisada a temperatura de los cojinetes de los ventiladores a fin de evitar un supercalentamiento por falta de lubricación adecuada.

Lubricación de los cojinetes

Debe ser revisado cada 8 horas el aceite de lubricación de los cojinetes de todos los sistemas de accionamiento. Ver plano de lubricación.

Compresor de aire

En instalaciones que poseen este equipo, una revisión cada 8 horas de trabajo debe ser hecha, verificando el nivel del mismo y el filtro de aire.

Motores eléctricos

Una vez por día deben ser observados todos los motores eléctricos existentes en la caldera, verificando si presentan un calentamiento anormal por cualquier deficiencia de funcionamiento o de sobrecarga.

Pre-calentadores de aire y economizadores

En las instalaciones donde existan pre-calentadores de aire y/o economizadores, se debe hacer un levantamiento inicial de las condiciones de tiraje y pérdidas de carga cuando la caldera esté limpia y operando con carga normal, para servir como índice de control de acumulación de hollín en los circuitos de la caldera del pre-calentador de aire o del economizador, que se utilizará como referencia en las observaciones posteriores para efecto de mantenimiento.

Programa de mantenimiento semestral

Paradas

Aunque esto no es posible en algunos tipos de instalaciones, lo ideal es que cada 6 meses sea hecha una parada en los generadores de vapor, para una revisión general, y para realizar una inspección rigurosa desde el punto de vista de corrosión, erosión, pérdidas y eventuales defectos, con exámenes variados, los cuales son destacados a continuación:

Envoltura y conductos

Deben ser examinados para verificar la existencia de aberturas y consecuentemente pérdidas de los gases, disminuyendo el rendimiento de la unidad. Las envolturas de conductos deben ser reparadas y selladas las pérdidas existentes.

Tuberías y colectores

Deben ser examinadas las superficies internas y externas de los tubos, tuberías y colectores, para examen de incrustaciones, corrosiones y posibles pérdidas en el mandrilado. Existiendo lodo o incrustación interna en los tubos, deberán ser limpiados mecánicamente o mediante chorros de agua.

Material refractario

Hacer un examen completo en el material refractario, para constatar rajaduras, pérdidas, juntas de dilatación, separaciones anormales, principalmente en el hogar.

Material aislante

Examinar los aislamientos existentes, observando pérdidas, desgastes y juntas de dilatación.

Pre-calentador de aire

Es conveniente examinar si las superficies de calentamiento del pre-calentador de aire están limpias, principalmente en las partes donde pasan los gases, debiendo ser limpiadas con aire a presión. Se debe verificar si hay pérdidas de aire en la región de los gases, por perforación de los tubos por efectos de la corrosión. Hasta 10% de los defectos son admisibles y no tienen mucha influencia en la operación, mas pasando este límite, deben ser corregidos con el cambio de los tubos averiados.

Economizador

Inspeccionar y limpiar la superficie externa de calentamiento del economizador. Inspeccionar la superficie interna de los tubos y lavarlos con manguera y chorros de agua de alta presión. Siendo encontrados depósitos, use, si es necesario, un limpiador mecánico.

Parrillado

Verificar todos los elementos fundidos, observando su fijación en el caballete, desgastes excesivos, pasajes de aire obstruidos, elementos dañados y otros. Las irregularidades deberán ser corregidas y los elementos dañados deberán ser substituidos. Inspeccionar rigurosamente los elementos buscando desgastes, obstrucción de los orificios, desalineados y pérdidas. Analizar las condiciones del material refractario en las partes laterales de la parrilla. Inspeccionar las placas laterales del parrillado en relación a desgaste, desalineados y fijación.

Redlers

Evaluar desgaste y alineado. Verificar cojinetes y motoredutores. Aplicar el plan de lubricación.

Válvulas rotativas

Evaluar desgaste y alineado. Verificar cojinetes y accionamiento. Aplicar el plan de lubricación.

Ventiladores

Evaluar desgaste y alineado. Verificar cojinetes y accionamiento. Aplicar el plan de lubricación. Verificar desgaste en el rotor, y grado de incrustación.

Filtro microciclón

Examinar el estado del filtro, realizando las correcciones necesarias, con relación a la limpieza, pérdidas y cambio de elementos averiados.

Programa de mantenimiento anual

Las inspecciones anuales deben ser completas, e incluir un examen interno y externo de todo el conjunto, pudiendo ser establecido un criterio de mantenimiento en que coincida el segundo mantenimiento semestral con el anual, destacándose en este último los siguientes tópicos:

limpieza interna

Limpiar toda la superficie de calentamiento de la caldera, incluyendo tubos del haz, del hogar y paredes de agua, colectores y tuberías en general, o sea, las partes sometidas a presión, usando los medios normales de limpieza.

Limpieza externa

Limpiar la parte externa de toda la superficie de calentamiento de la caldera, retirando las incrustaciones y depósitos de hollín existentes, realizando también un examen de esas superficies buscando cualquier defecto que presenten.

Pre-calentador de aire/economizador

Examinar el estado del pre-calentador de aire y economizador, realizando las correcciones necesarias con relación a limpieza, pérdidas y remoción de tubos averiados.

Sopladores de hollín

La presión del vapor en los elementos debe ser medida, así como las condiciones de los elementos y su posición. El ángulo de operación del soplador debe obedecer a las indicaciones de proyecto y deben ser ajustados correctamente, así como los bocales de vapor cuya posición entre los tubos debe ser verificada.

Material refractario y aislante

Los mismos cuidados del mantenimiento semestral deben ser observados, siendo que deben ser programadas reparaciones en la albañilería y aislamiento.

Tanques de agua de alimentación

Realizar una limpieza en los tanques de agua de alimentación, removiendo el lodo e impurezas depositadas en el fondo.

Bombas

Sustituir las juntas de las bombas de agua de alimentación y de las de aceite, cuando sea necesario.

Lavado químico

Después de realizados todos los trabajos de limpieza y reparaciones, y una vez cerrada la Caldera, hacer un lavado químico de acuerdo con las normas usuales.

Parrillado

Proceder como en el mantenimiento semestral.

Conservación de caldera fuera de operación

Generalidades

Durante períodos no operacionales, la protección de calderas y sistemas auxiliares contra la corrosión es esencial por dos razones principales: el ataque de la corrosión durante la parada puede causar pérdida directa de metal; adicionalmente, los óxidos producidos forman depósitos y pueden causar ataque localizado y supercalentamiento del metal de los tubos.

La aplicación de medidas de control de corrosión efectivas en el arranque y en las paradas de la unidad combinada con el control continuo durante la operación, constituye una buena práctica de mantenimiento preventivo, protegiendo la inversión y extendiendo la vida útil del equipo.

Los factores claves responsables por la corrosión durante la parada son el agua, el oxígeno y el pH. La eliminación de la humedad del aire evitará considerablemente la corrosión. La protección, por lo tanto, consiste en remover el oxígeno o el agua del sistema de la caldera y sistemas auxiliares.

La protección seca alcanza este objetivo eliminando agua y reduciendo la humedad relativa a un índice seguro.

La protección húmeda controla la corrosión eliminando oxígeno y manteniendo un pH alto. Protecciones que utilizan gas nitrógeno para desplazar el aire de la caldera también controlan la corrosión por la exclusión del oxígeno.

La elección del método de conservación es determinada por la duración del período de parada y por la disponibilidad requerida de la unidad para retorno de la operación. La protección húmeda deberá ser empleada, independientemente de la duración de la parada, siempre que se necesite de la caldera lista para uso inmediato. Protección seca es usualmente el método preferido, especialmente para largos períodos.

Se define como paradas cortas aquellas de un mes o menos. Las que exceden un mes son consideradas como paradas de largo período.

Para paradas de corta duración (hasta 30 días) abastecer completamente la caldera con agua desairada con pH encima de 10, con adición de secuestrante de oxígeno, hasta su nivel máximo, con cuidado para no transbordar para el supercalentador.

Mantener la caldera llena y analizar el agua de la caldera periódicamente para verificar el pH y O₂.

Protección húmeda

Llenar la caldera y sistemas auxiliares con agua tratada calentada (agua desaireada o condensada) y adicionar inhibidores de corrosión. En calderas de bajas y medias presiones de operación (hasta 50 kg/m²g), usualmente se utiliza soda cáustica para producir un pH de por lo menos 11,0 y sulfito de sodio es adicionado para consumir el oxígeno disuelto, manteniéndose un nivel mínimo de 100 ppm como SO₃. Para presiones de más de 50 kg/cm²g hasta inclusive 75 kg/cm²g, usualmente se utiliza soda cáustica para producir un pH entre 10,0 y 10,5.

Para asegurar la efectividad de esas precauciones, se debe verificar las concentraciones indicadas cada dos semanas, completándose con los productos adecuados cuando es necesario.

Si la caldera no tiene supercalentador o tiene supercalentador drenable, el llenado debe ser total.

En calderas con supercalentadores no drenables cuidados especiales deben ser tomados, pues soda cáustica y sulfitos no pueden ser utilizados en supercalentadores.

Una alternativa es llenar la caldera solamente hasta el nivel de operación, adicionar los productos químicos conforme a las concentraciones ya indicadas, y llenar lo restante del tambor de vapor y el supercalentador con gas Nitrógeno (N₂), manteniendo una presión de 3 a 5 psig.

Otra alternativa, si es posible llenar el supercalentador separadamente de la caldera, seria introducir agua tratada (desmineralizada o condensado desaireado) y adicionar hidracina para mantener una concentración de 200 ppm (hidracina catalizada de 50 a 100 ppm) y amoníaco o morfolina para el ajuste del pH entre 9,5 y 10,5.

Protección seca – largo período

Abierta. La caldera debe ser drenada completamente, totalmente limpiada de los dos lados (fuego, gas y agua) e inspeccionada. Deben secarse todas las superficies internas con aire caliente o con calentadores (resistencias o lámparas) manteniendo la temperatura entre 30 y 40 °C. Todas las aberturas son

mantenidas abiertas para permitir la circulación libre del aire. Durante la conservación, deben ser ejecutadas inspecciones periódicas para verificar si no está habiendo condensación, que debe ser eliminada con soplado de aire caliente. Todas las válvulas de retención, alimentación y descarga, que estén conectadas a un sistema en operación, no pueden tener pérdidas. Lo más indicado es instalar bridas ciegas.

Cerrada: Es efectiva cuando es apropiadamente implementada, aunque necesita de inspecciones periódicas cuidadosas de la condición del disecante.

El disecante puede ser sílica-gel, cal virgen (CaO) o alúmina activada. Las cantidades recomendadas son:

.Sílica-gel: 8 Kg / 3000 L de volumen de la caldera.

.Cal virgen: 3,2 Kg / 3000 L de volumen de la caldera.

Aunque se tenga que usar 2,5 veces más sílica-gel que cal, es más ventajosa por tener un poder de absorción mayor y porque puede ser recuperada por calentamiento en estufa (2-4 h a 175 °C o 16 h a 120 °C).

Sílica-gel normalmente es abastecida con un indicador de color (CoC12), que cambia de rosa claro para azul cobalto con el aumento de la humedad.

Procedimiento: Después del drenado de la caldera, secarla totalmente soplando aire caliente. El disecante debe ser desparramado uniformemente sobre bandejas distribuidas a lo largo de los tambores. Todas las puertas de visita deben ser cerradas y selladas herméticamente, así como todas las conexiones y aberturas de agua y vapor.

La inspección del disecante debe ser hecha a cada 4 - 6 semanas y debe ser repuesto cuando esté saturado.

Para secar los supercalentadores y sistemas auxiliares no drenables, se debe soplar aire caliente en cada serpentina o a través de las conexiones de drenaje y/o ventilación para secado inicial. Para asegurar el secado completo y prevenir la posible condensación en los dos lados de los tubos, instalar una serie de pequeños calentadores igualmente espaciados a través de la extensión del supercalentador y sistemas auxiliares, por el lado de afuera.

Otra técnica de conservación consiste en sellar completamente la caldera después del drenado/secado y mantener una presión positiva de nitrógeno de 3 a 5 psig.

CAPÍTULO

XII

COMISIONAMIENTO, PRUEBAS Y ASISTENCIA TÉCNICA

En este capítulo son presentadas informaciones referentes a las pruebas de performance aplicables a la caldera, entrega y asistencia técnica, así como algunas consideraciones finales diversas.

Todas las calderas, fabricadas por nuestra empresa, son proyectadas para tener una larga vida útil, mas para que este objetivo se cumpla, será necesario cumplir los cuidados descritos en este manual. Es imprescindible que el comisionamiento sea acompañado por los operadores a fin de que tomen conocimiento práctico de las situaciones más comunes y detalles operacionales.

Procedimiento de preservación del medio ambiente

- i. Monitorear y observar la salida de los gases;
- ii. Depositar las cenizas en un lugar adecuado lejos de ríos y arroyos;
- iii. Soltar el agua de las descargas de fondo en un lugar adecuado;

Procedimientos de seguridad y salud

Deberá ser hecho un estudio de los riesgos del área de operación del quemador y definir los equipos de seguridad necesarios.

Desempeño

A fin de garantizar el desempeño del equipo, algunas condiciones deben ser cumplidas:

- i. Los combustibles quemados deben tener las características indicadas en las especificaciones de este manual;
- ii. Las superficies de intercambio térmico deben estar limpias, libres de incrustaciones u otros depósitos;
- iii. Los equipos deben recibir el mantenimiento adecuado y ser aprobados de acuerdo con las especificaciones de servicio.
- iv. Realizar pruebas de performance de acuerdo con ASME Power Test Code PTC 4.1.

Pruebas de Performance

Según el ASME Power Test Code PTC-4.1, hay dos métodos para la determinación de la eficiencia térmica de una caldera: el método directo (input-output) y el método indirecto (heat lost method). En los dos casos, se debe considerar la última edición de la norma.

Método directo

El método directo no es muy recomendado para combustibles sólidos como las astillas de madera, debido a la alta imprecisión en las mediciones de volúmenes y pesos del combustible.

Es más utilizado para combustibles líquidos o gaseosos, cuando se tiene mayor precisión en las lecturas de flujos. Consiste en:

- i. Medir el flujo y presión del vapor.
- ii. Medir la temperatura del vapor principal y del agua de alimentación,
- iii. Medir el flujo del combustible
- iv. Efectuar el análisis elemental y del poder calorífico del mismo,
- v. Calcular las salidas (output) y las entradas (input).

La eficiencia térmica es la razón entre estos dos valores, siendo que la base puede ser el poder calorífico superior o inferior del combustible.

Método indirecto

El método indirecto (método de las pérdidas) es más preciso y es el más utilizado en plantas termoeléctricas e instalaciones industriales de medio y grande porte. Consiste en medir, dentro de períodos especificados de tiempo, además de los valores citados encima, las siguientes variables:

- i. Porcentajes de O₂, CO₂ y CO en los gases de combustión,
- ii. Cantidad y análisis química de las cenizas recogidas en los diversos puntos de la caldera,
- iii. Temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo del aire atmosférico,
- iv. Temperaturas de los gases de combustión en la salida de la caldera,

Además de diversos parámetros operacionales que puedan comprobar una operación estable y constante durante todo el período de prueba.

Son por lo menos dos pruebas, siendo que el resultado es la media de los valores obtenidos en las dos pruebas.

Se calculan las siguientes pérdidas:

- v. Debidas al calor contenido en los gases secos,
- vi. Debidas a la humedad del combustible,
- vii. Debidas al hidrógeno en el combustible,
- viii. Debidas al carbono no quemado,
- ix. Debidas a la humedad del aire atmosférico,
- x. Debidas a la radiación.

Este método es mucho más trabajoso, pero los resultados son mucho más precisos.



Nota

Las pruebas de performance son de responsabilidad del cliente.

Comisionamiento

En la entrega de los equipos, antes de iniciarse la operación normal de funcionamiento de todos los componentes, se hace el comisionamiento, que es la prueba práctica de todas las partes funcionales de la máquina.

Se controlan todas las partes móviles (transportadores, puertas, parrillas, dampers, etc.), todas las variables eléctricas (corriente, tensión), bombas, válvulas e instrumentos de medición, para constatar el funcionamiento adecuado de todas las partes del sistema.

Estos procedimientos deben ser realizados con la presencia de los representantes del propietario y del fabricante de la máquina.

Entrega técnica

Después de realizado el comisionamiento y start-up, con el equipo en plenas condiciones de funcionamiento, se realiza la entrega técnica del equipo, quedando a partir de ese momento bajo la responsabilidad del Cliente.

Asistencia técnica - SAC

Biochamm Caldeiras tiene un equipo de técnicos e ingenieros disponibles 24 horas para mejor atenderlo. Cualquier problema o duda referentes al funcionamiento del equipo, deben ser consultados al departamento de Asistencia Técnica de Biochamm Caldeiras utilizando el e-mail: sac@biochamm.com.br o por el Tel.: +55 (47) 3534-4001 • Fax: +55 (47) 3534-4072 - SAC: 0800 643 1046.

BIOCHAMM CALDEIRAS



Biochamm[®]
CALDEIRAS
Tecnologia Gerando Vapor e Economia

BIOCHAMM CALDEIRAS E EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS LTDA
88420-000 • Rua Pitangueira , 854 • Bairro Siegel • Agrolândia • SC
Tel.: (47) 3534-4001 • Fax: (47) 3534-4072
SAC.: 0800 643 1046 • sac@biochamm.com.br • www.biochamm.com.br