

Ingeniería Química

Organo del Centro de Estudiantes de la Escuela de
Ingeniería Química de la Universidad de Antioquia

DIRECCION:	ASESORES	GERENTE	REDACTOR
Junta Directiva del Centro	Los profesores internos	A. Velásquez Arana	Alberto Bernal
Apartado Nal. 20-36		Tel. 177-10	

AÑO II — Medellín, Junio de 1949 — VOLUMEN 2 — NUMERO 8

Tarifa postal reducida. — Licencia N° 1718 del Ministerio de Correos y Telégrafos

La Dirección no asume responsabilidad por los conceptos que emiten sus colaboradores, a través de sus artículos.

ORIENTACION

Seis meses de reserva

Con las últimas disposiciones de la oficina de Control de Cambios, con relación al establecimiento de unas normas rígidas, tendientes a buscar una mayor estabilidad de nuestras reservas en divisas, ha querido autorizar nuevas licencias de importación para materias primas de la industria colombiana, siempre y cuando, ésta demuestre que no tiene reservas por más de seis meses.

Si analizamos en todo su significado, la responsabilidad que para el país tiene tal medida, veríamos proyectarse sobre Colombia un ambiente escaso de trabajo, una insertidumbre hacia la inversión, un paralizamiento progresivo de nuestro avance industrial. Si dentro de una visión económica analizamos la medida tomada por el Control de Cambios, no podríamos establecer un criterio administrativo hacia unos halagadores resultados. Para nuestro entender, la administración de empresas industriales no puede estar ligada completamente a un presente. Si bien es cierto que tal presente nos sitúan dentro de un completo balance de materia y energía, para determinar los costos generales y en conformidad a ellos, marginar las ganancias, no es menos cierto, que en función de tal balance, no podríamos vislumbrar mayores adelan-

tos, porque el factor de amortización nos daría un índice que rompería totalmente el sentido halagüeño de las inversiones.

Si el Control, estrictamente quiere aplicar la disposición a que venimos refiriéndonos, entorpecería notablemente el avance industrial. La industria colombiana visualiza su progreso, en su capacidad futura de ir dando mayores productos para el consumo general; de ir tecnificando los procesos industriales en busca de mayores rendimientos y mejores calidades.

Bien es cierto que el país contempla un estado económico tal, que es necesario manejarlo rígidamente con un amplio sentido nacional, a fin de salvaguardar nuestros propios intereses futuros. Cada ciudadano, cada industria, a no dudar, quisiera que el Gobierno le diera un amplio margen para importación, porque hay que reconocerlo, cuando tenemos intereses creados en determinada empresa, generalmente prima un deseo intenso para conseguir, si fuera posible, todas las divisas necesarias para copar las más altas ambiciones de utilidad en base a las inversiones hechas. Por esta circunstancia, nosotros también queremos coordinar los intereses del país con los de los asociados. Criticamos la medida que restringe, en la forma que hemos mencionado, la adquisición de materias primas para la industria, pero a la vez apreciamos que es necesario estructurar nuestra economía buscando la mejor solvencia para ella. Bien es cierto, que en este comentario no queremos hacer alusión a si es necesario dar más divisas a la industria, o nó. Esto lo podríamos hacer en un comentario más detenido.

Si entramos a analizar en un plano más práctico, el problema de la reserva de los seis meses, nuestra crítica a tal medida sería más justificada. Estimamos, que el Control de Cambios al dar esa nueva norma de importación, le faltó analizar muchos factores que son necesarios tener en cuenta para la mejor visualización de los problemas que se presentarían. Y cuáles son esos problemas? Entre otros tendríamos: 1): El problema del papeleo. 2). El del transporte y 3). El de más papeleo.

Vienen inicialmente las vueltas para conseguir las licencias. Ellas, en muchos de los casos, consumen días y más días. El tiempo corre y la necesidad apremia. Una vez que se han obtenido las autorizaciones de importación, viene la cuestión referente al transporte de la mercancía. Estos factores de transporte, son aleatorios. Miles inconvenientes día a día se presentan, que retardan la llegada de la mercancía a los puertos colombianos. Seguidamente vienen las demoras inherentes a la nacionalización de las importaciones. Por último tendríamos un nuevo problema de transporte. Este más grave aun, que el primero. Nuestra capacidad transportadora es deficientísima. Esto lo demuestra claramente los atestados muelles, carentes siempre de capacidad de almacenaje, motivo por el cual, es mucho la mercancía que se deteriora, cuando no es que se roba.

Calculemos la magnitud del tiempo empleado en las anteriores operaciones. Los señores importadores nos pueden decir si estamos hablando sobre las nubes o si por el contrario venimos presentando el problema real y cotidiano de las importaciones.

Quiero citar un caso concreto. Nuestra Escuela venía importando una caldera para sus menesteres técnicos desde mayo del año pasado. Después de llenarse

todos los trámites, antes enunciados, a Buenaventura llegó el envío a principios de diciembre y la Escuela recibió su caldera el 18 de mayo de 1949. Es decir, prácticamente un año para importar un elemento fundamental para su orientación profesional. De lo anterior, podemos colegir lo que pueda pasar en todos los ramos de la actividad industrial.

Preguntamos: Con los anteriores inconvenientes, es razonable que a la industria colombiana se le fije un plazo mínimos de seis meses para cubrir sus necesidades en cuanto a materias primas se refiere? No. No es razonable, ni es patriótico. Creemos que el Gobierno debiera fijar un más amplio margen de abastecimiento para la industria, que podría fluctuar entre 12 y 16 meses. De otra manera, creemos que sería contraproducente.

NUEVOS PROFESIONALES

La Escuela da al servicio del país, ocho nuevos profesionales, orientados en su parte técnica, en conformidad a los nuevos pedidos del avance industrial. La Ingeniería Química, moderna profesión que se viene abriendo campo en el país dentro de una lucha titánica, va tomando valor relievante en los diferentes centros de actividad industrial. El profesional de nuestra Escuela con un bagaje técnico suficiente y con una nítida concepción de lo que es y representa la Ingeniería Química, viene laborando calladamente en el progreso industrial en forma tal, que ha merecido una aceptación complaciente por parte de los directores industriales.

Por referencias que tenemos, hemos podido enterarnos de los aumentos de producción considerable que han obtenido nuestros profesionales de la Escuela, en los centros de operaciones en los que actualmente están laborando en forma entusiasta y responsable. Lo anterior guarda lógica, porque la Ingeniería Química es una profesión esencialmente dinámica y no rutinaria como sería el bagaje que daría la Química Industrial.

Los ocho nuevos profesionales, varios de ellos ya, en plena vinculación industrial, a no dudarlo, serán una prenda para el mejor desenvolvimiento industrial de la Patria. Ellos son los señores Arturo Botero, A. Velásquez Arana, Edgar Vieira, Jorge Amaya, Alberto Mesa, Manuel Guzmán, Luis Flores y Emigdio Rincón. Al despedirlos desde estas columnas, hacemos los mejores votos porque la vida profesional sea un nuevo estímulo de lucha hacia la valoración precisa de nuestra profesión y que el Alma Mater, por intermedio de la Escuela, haga sentir el influjo creador que la caracteriza.

Cálculos de Ingeniería Química

Por A. Velásquez Arana,
Ingo. Químico

Dentro de la prospectación de una nueva planta, son muchos los factores a que tiene que atender el ingeniero químico, en orden a dar un informe técnico, de cuyo resultado dependerá el éxito de la organización de una nueva empresa.

Dentro de los tantos problemas a que tenemos que atender para poder entrar a conceptuar sobre tipo de equipo, características de construcción etc., tenemos el problema que hace relación sobre asuntos de combustión. En éste, como en otros, se hace necesario puntualizar la cuestión dentro de un balance completo de material y energía.

De lo anterior, podemos deducir claramente, la importancia, que para unos estudios de ingeniería química, correctamente orientados, tiene, los problemas que hace relación con los propiamente llamados, Cálculos de Ingeniería Química.

A manera de información, quiero presentar un problema de tal índole, para que los lectores se formen idea clara sobre la manera como es necesario atacar los problemas de nuestra industria en miras a consolidar realísticamente su desarrollo.

Un carbón bituminoso, tiene la siguiente composición:

H	4.71%	O ₂	7.83%
C	69.80%	Cenizas	6.73%
N	1.42%	H ₂ O	9.51%

Poder calorífico total 6950 K.cal/Kg.

Este carbón es gasificado en un generador de gas, usando aire a 20°C, saturado con vapor de agua. Dentro del generador no se adiciona ni vapor, ni agua. La presión barométrica es 740 mm. El gas resultante tiene la siguiente composición:

H ₂	0.5%	CH ₄	5.8%
CO	21.2%	CO ₂	6.2%
N ₂	64.5%	O ₂	1.8%

Se puede suponer que el gas del generador no contiene hollín, ni alquitrán. Durante el periodo de prueba, el carbón total cargado fue de 10,500 Kg.

La escoria seca formada, pesa 825 Kg. y contiene 13.3%C.

Temperatura de la escoria 220°C
Calor específico medio 0.25
Temperatura de los gases
que salen 450°C

- a) Calcular los balances completos de material y energía de este generador de gas sobre la base de 100 kg. de carbón cargado.
- b) Calcular el volumen total de los gases que salen del generador.
- c) Calcular la potencia calorífica del gas del generador en Btu. por pie cúbico a 60°F y 30 pulgadas de Hg, saturado con vapor de agua.

RESOLUCION

BALANCE DE MATERIAL

Base: 100 Kg. de carbón quemado.

Escoria formada $825/105 = 7.86$ Kg.

Peso de los productos gaseosos secos

Para este cálculo, me valgo de un balance de carbono.

Base: 100 Kg. de carbón quemado.

C en el carbón (100) (0.698)	69.80 kg. o	= 5.81 kg. mol.	
C en la escoria (7.86) (0.133)	1.04 "	= 0.09 "	"
C que entra en los gases	68.76 kg.	5.72 kg. mol.	

CARBONO EN LOS GASES

C en el CO	0.212 kg. átomo		
C en el CO ₂	0.062 "	"	"
C en el CH ₄	0.058 "	"	"
	0.332 kg. átomo.		

Mojes de gas seco por 100 Kg. carbón quemado

$$5.72/0.332 = 17.3 \text{ kg. mol.}$$

Productos gaseosos secos - Base: 100 kg. de carbón quemado.

CO =	(17.3) (0.212) =	3.67 kg.mol. o x 28	= 103.0 kg.	
CO ₂ =	(17.3) (0.062) =	1.07 "	o x 44 =	47.1 "
O ₂ =	(17.3) (0.018) =	0.31 "	o x 32 =	9.9 "
N ₂ =	(17.3) (0.645) =	11.16 "	o x 28.2 =	314.7 "
H ₂ =	(17.3) (0.005) =	0.09 "	o x 2 =	0.2 "
CH ₄ =	(17.3) (0.058) =	1.00 "	o x 16. =	16.0 "
		17.30 kg.mol		490.8 kg

Peso del aire seco suministrado

Este se busca por un balance de nitrógeno

Balance de nitrógeno Base 100 kg. de carbón quemado

Nitrógeno en los productos gaseosos 11.16 kg.mol.
 Nitrógeno del carbón 1.42/18 0.05 "

Nitrógeno del aire 11.11 kg.mol.

Aire seco suministrado $11.11/0.79 = 14.1$ kg.mol. o 408 kg.

Peso de la humedad en el aire

Según el gráfico de la figura 9 (Chemical Process Principles, Hougen and Watson), la humedad molal del aire, es: 0.024.

Agua con el aire suministrado: $(14.1) (0.024) = 0.338$ kg.mol o 6.1 kg.

Volumen del aire húmedo introducido

Base: 100 kg. de carbón quemado

Moles totales de aire húmedo: $(14.1 + 0.34 = 14.44$

Volumen a 68°F y 740 mm. de Hg.: $(14.44) (22.4) (760/740) (293/273) = 356.3$ litros.

Peso de la humedad en los productos gaseosos

Esto se calcula de un balance de hidrógeno

Base: 100 kg. de carbón quemado

ENTRADA

H₂ en la humedad introducida con el aire = 0.338 kg.mol

H₂ en la humedad libre del carbón = $9.51/18 = 0.529$ "

H₂ neto en el carbón = $4.71/2.02 = 2.333$ "

3.200 kg.mol

SALIDA

Del hidrógeno en los gases = 0.0865 kg.mol

Como en el análisis de los gases tenemos metano, es menester tener esto presente, junto con el hidrógeno que sale, para hacer las deducciones en el cálculo del hidrógeno, en el agua de los gases.

Del hidrógeno en el CH₄ = 2 kg. mol

Del hidrógeno en el gas = 0.0865 "

2.0865 kg.mol

Hidrógeno en el agua de los gases = $3.2 - 2.087 = 1.11$ kg. mol como humedad o $(1.11) (18) = 20$ kg. de agua.

BALANCE TOTAL DE MATERIAL

Entra

Carbón 100 kg.

Aire seco (14.1kg.mol) 408.9 kg.

Sale

Escoria

Gases secos

7.86 kg.

490.8 kg.

Agua en el aire
(0.338 kg.mol)

6.1 kg.

Agua en los gases

20. kg.

515.0 kg.

518.66 kg.

La diferencia puesta de manifiesto en este cálculo, proviene de la inexactitud de los datos y además, porque se ha despreciado el posible contenido de azufre que pudiera tener el carbón.

BALANCE DE ENERGIA

Temperatura de referencia 20°C
Base: 100 kg. de carbón quemado

ENTRAN

Potencia calorífica del carbón (100) (6950)	=	695,000	kg.cal.
Entalpia del aire seco		0	" "
Entalpia del vapor de agua que acompaña al aire seco (0.338)(10538) =		3,562	" "
Total		<u>698,562</u>	kg.cal.

SALEN

Potencia calorífica de la escoria.

Veamos primero el carbono contenido en la escoria:

$$(13.3)(7.86)/100 = 1.045 \text{ kg.}$$

$$\text{Potencia calorífica } (1.045)(14495)/1.8 = 8,418 \text{ kg.cal.}$$

$$\text{Entalpia de la escoria } (7.86)(0.25)(220-20) = 393$$

Entalpia de los gases secos de combustión. Para los cálculos de este enunciado, me ayudo de la tabla de la página 216, en la obra citada.

Temperatura 450°C u 842°F.

CO ₂ = (1.07)(10.65)(450-20) =	4,899	kg. cal.
CO = (3.67)(7.16)(450-20) =	1,128	" "
O ₂ = (0.31)(7.46)(450-20) =	993	" "
N ₂ = (11.16)(7.12)(450-20) =	34,168	" "
CH ₄ = (1.00)(11.20)(450-20) =	4,816	" "
H ₂ = (0.09)(6.99)(450-20) =	27	" "

46,031 kg. cal.

Potencia calorífica del CO, CH₄ y H₂

CO = (3.67)(67,410) =	247,395	kg. cal.
CH ₄ = (1)(212,805) =	6,150	" "
H ₂ = (0.09)(68,320) =	212,805	" "

466,350 kg. cal.

Entalpia del vapor de agua en el gases

Primero busco el punto de rocío

Presión parcial del agua $(1.11) (740) / (1.11 + 17.3) = 44.57 \text{ mm.Hg.}$

Haciendo conversión a pulgadas $= (29.92) (44.57) / 760 = 1.75 \text{ pulg. de Hg.}$

Disponiendo de la anterior presión, consulto la tabla 1, de la pág. 62 en la obra citada y obtengo una temperatura de 90.7°F o su equivalente, 36.5°C.

Calor de vaporización $(1.11) (18.717) / 1.8 = 11,480 \text{ kl. cal.}$

Entalpia del liquido $(1.11) (18) (36.5 - 20) = 320 \text{ " "}$

Por sobre-calentamiento

Según la tabla, de la obra a que vengo refiriéndome en la página 216, la capacidad de calor molal media, entre 18°C y 450°C , para el agua, es de: $8.42 \text{ cal./gramo mol, por } ^\circ\text{C.}$ De donde, por sobrecalentamiento, tendré:

$(1.11) (8.42) (450 - 36.5) = 3,865 \text{ " "}$

Total 15,665 kg. cal.

BALANCE

Energía que entra

Potencia calorífica del carbón 695,000 kg. cal.

Entalpia del vapor de agua en el aire seco 3,562 kg. cal.

698,562 kg. Cal.

Energía que sale

Con la escoria 8,418 kg. cal.

Entalpia de la escoria 393 " "

Con los gases secos 46,031 " "

Entalpia del vapor de agua en los gases 15,665 " "

Con el metano, el hidrógeno y monóxido de carbono 466,350 " "

536,857 kg. cal.

Pérdidas por radiación y otras: $698,562 - 536,857 = 161,705 \text{ kg. cal.}$

(b) Volumen de los productos gaseosos

Base: 100 kg. de carbón quemado

Moles de gas húmedo $17.3 + 1.11 = 18.41$

Volumen a 450°C.

$(18.41) (22.4) (760/740) (723/273) = 1121 \text{ m}^3$

(c) $\frac{(464680) (1.8)}{(17.3) (385.5)} = 125.2 \text{ Btu.}$

El valor 385.5, son los pies cúbicos de gas combustible que contiene una libra mol, de gas, libre de agua.

Referencia: **Chemical Process Principles**
Hougen and Watson - Parte Primera

La prueba hidráulica en frío y otros ensayos con fuego en las "CALDERAS DE VAPOR"

Por J. Ferrer Dubé
Ingo. Industrial
Para "Ingeniería Química"

(Continuación).

CAPITULO IV POTENCIA, SUPERFICIE DE CALEFACCION Y CAPACIDAD DE UNA CALDERA EN CALORIAS POR HORA

Antiguamente se recurría a la potencia de la máquina o motor de vapor que podría ser accionada por una caldera, para valorar la potencia de ésta. De acuerdo con lo dicho, se deduce que una caldera de vapor sería de 10, 20 o 50 etc. C. V. según fuera capaz de accionar un motor de vapor de 10, 20 o 50 etc. C. V. respectivamente.

Se comprenderá lo impreciso de esta manera de medir una caldera, teniendo en cuenta que dos máquinas de vapor de la misma potencia, por lo general requerirán cantidades distintas de vapor, ya que para una potencia dada, cada máquina tiene un consumo que depende del rendimiento y lo probable es que no sean iguales los rendimientos de dos máquinas por el solo hecho de ser de la misma potencia.

De una manera algo más precisa podría valorarse una caldera en C.V. dividiendo el número de calorías cedidas al agua en una hora (para convertirla en vapor) por 8442, ya que de caldera es igual a 8442 cal/hora, aproximadamente.

Como que en cifras redondas por cada metro cuadrado de superficie de calefacción de caldera, se pueden ceder unas 10.000 calorías al agua por hora, se ha generalizado la designa-

ción de potencia en C.V. de una caldera a la misma cantidad que mide su superficie de calefacción. En otras palabras, la zona de caldera mojada por una de sus caras por el agua a evaporar y por la otra cara calentada por las llamas o gases calientes, o sea a la "SUPERFICIE DE CALEFACCION" expresada en m² mide, impropriamente hablando, o se llama, "POTENCIA DE LA CALDERA", expresándola en caballos de vapor o C.V.

Por ejemplo si la superficie de calefacción de una caldera fuera de 25 m², se diría, corriente pero impropriamente hablando, que su potencia es de 25 C.V.

Como que en la actualidad las calderas se emplean, casi exclusivamente, para producir vapor destinado a servir de vehículo al calor, sea para caldear líquidos, recipientes o secadores etc. es más racional y preciso referirse a la superficie de calefacción en "m²" que a la potencia en C.V., toda vez que cada caldera tiene una vaporización específica por m², conocida la cual, bastará multiplicar dicha superficie de calefacción por el número de Kgs. de vapor que se producen por cada m² en una hora. El dato así obtenido será de la máxima utilidad para saber si una caldera puede o no desempeñar una determinada función.

Sólo a título de orientación damos en una tabla del capítulo VII algunas vaporizaciones aproximadas por

m²/hora, de los tipos más corrientes de caldera, debiéndose solicitar del propio fabricante o vendedor, datos más precisos.

Cuando las calderas de vapor están provistas de economizador para el precalentamiento del agua, su vaporización suele aumentar del 5 al 8% con relación a los valores indicados en la tabla citada.

Una vez conocida la vaporización de un generador, será indispensable conocer el número de calorías almacenadas en cada Kg. de vapor para establecer la VERDADERA MAGNITUD de la caldera para los efectos de caldeo, ya que bastará para ello multiplicar el número de Kgs. de agua vaporizados en una hora por las calorías contenidas en cada Kg. de vapor.

CAPACIDAD DE UNA CALDERA EN CALORIAS/HORA

Vapor saturado: Cuando el vapor se empdea, después de producido, sin una nueva operación de caldeo, se dice que está saturado y por lo general contiene del 3 a 5% de humedad al salir de la caldera en que se produce.

Para calcular el calorío de un Kg. de vapor saturado se aplica la fórmula (que da las calorías cedidas por las calderas).

$$Q_s = 606 + 0.305 \cdot tv - ta = \text{calorías.}$$

en la que se designa por "tv" a la temperatura del vapor, por "ta" a la del agua, a su entrada en la caldera, expresando Q el número de calorías o calórico de un Kg. de vapor a la temperatura correspondiente a la presión de trabajo de la caldera p. e. si un kilo de agua entrara en la caldera a la temperatura ta=15°C, para convertirse en vapor cuya temperatura fuera tv=150°C debería absorber.

$$Q_s = 606,5 + 0,305 \times 150 - 15 = 647 \text{ calorías.}$$

Para facilitar la determinación de las temperaturas "tv" correspondientes a la presión de trabajo, en las ta-

blas 2ª y 3ª del capítulo VII se dan las temperaturas correspondientes a las presiones más frecuentemente adoptadas en nuestra industria en Kg/cm² y en libras/pulg.2.

Con lo dicho hasta ahora hemos dado los datos suficientes para calcular el número de calorías horarias que podría suministrar una caldera en marcha normal.

Sea, por ejemplo una caldera "tubular" Babkoc Wilcox (de tubos de agua) cuya superficie de calefacción mida 200 m², apta para trabajar a 142 libras, provista de economizador para que el agua entre caliente en la caldera, en lugar de hacerlo a la temperatura del ambiente (15°C).

Por la tabla 3ª veremos que a la presión de 142 libras/pulg.2 el vapor está a la temperatura tv=361°F o sean 183°C, luego

$$Q_s = 606,5 + 0,305 \cdot tv - ta = 606,5 + 0,305 \cdot 183 - 15 = 657 \text{ calorías por Kg. de vapor.}$$

Además, sabemos que la caldera tubular (según la table 1ª) vaporiza unos 20 Kg./m² hora y por estar provista de economizador podemos suponer aumentada en el 8% dicha vaporización o sea a:

$$20 + 8,20/100 = 20.1 \text{ kg./m}^2 \text{ luego los } 200 \text{ m}^2 \text{ de superficie de calefacción de dicha caldera producirán: } 200 \times 20.1 = 4020 \text{ Kgs. vapor x hora.}$$

y como que cada Kg. absorberá Q = 657 calorías, 4020 kgs. de vapor suministrados por el conjunto caldera y economizador, darán un total de:

$$4020 \times 657 = 2641140 \text{ cal./hora.}$$

Vapor recalentado: Como ya dijimos al hablar de las calderas, algunas están provistas de recalentador a fin de producir un vapor más caliente en igualdad de presión o sea que a igualdad de presión tenga una temperatura mayor que la que tendría si fuera saturado.

El calor contenido en cada kilogra-

mo de vapor recalentado a la temperatura "tr" se calcula añadiendo a su calor de vapor saturado, la cantidad resultante de multiplicar por 0,5 a la diferencia de temperaturas existentes entre la de recalentamiento "tr" y la temperatura "tv" que tendría si estuviera saturado a la misma presión.

Dijimos al hablar del vapor saturado que a 142 libras/pulg² a la temp. 183°C, contendría 657 calorías Kgs.

Si debido al recalentamiento, para la misma presión, el vapor estuviera a 200°C su calórico no sería $Q = 657$ sino

$$Q_r = 657 + (200-183) \cdot 0,5 = 665,5 \text{ calorías x kilogramo.}$$

ya que la expresión que nos da el calor de un Kg. de vapor recalentado a la temperatura "tr", es la fórmula

$$Q_r = Q_s + 0,5 (tr - tv)$$

Otra definición de capacidad de una caldera: Cada vez va adquiriendo más partidarios la nueva manera de expresar la capacidad de los generadores de vapor, que estriba en la indicación de la cantidad de vapor que pueden producir en marcha normal en la unidad de tiempo, manteniendo constante la presión o la temperatura, si se tratara de vapor recalentado.

En Europa se acostumbra a indicar el número de kilogramos de vapor saturado a 100°C, cuyo calórico es de 640 calorías, que se podrían producir como promedio horario.

Si por ejemplo una caldera produjera 1.000 Kgs. de vapor saturado (en una hora) cuyo calórico fuera de 700 calorías por Kg. equivaldría a:

$$\frac{1000 \times 700}{640} = 1093 \text{ kgs. de vapor a } 100^\circ\text{C de } 640 \text{ calorías/kg.}$$

CAPITULO V

ENSAYOS DE UNA CALDERA CON FUEGO

La determinación del rendimiento de una caldera de vapor se puede efectuar a "grosso modo" con bastante facilidad, pero la eliminación de los errores que en gran manera deforman

la verdad, sólo se podría realizar con arreglo a múltiples precauciones que expondremos en otra monografía.

Los datos característicos de una caldera de vapor, logrables sólo a base de efectuar los ensayos con la caldera encendida, son entre otros:

a). **Vaporización efectiva:** Para conocer la cantidad de agua evaporada en un tiempo determinado, se puede efectuar su medida al estado de vapor o de agua. Para lo primero se requiere una instalación medidora mucho más delicada, aparte de que los contadores de vapor no se consiguen con la misma facilidad que los de agua.

Con la simple medición del agua se puede llegar a conocer una vaporización, si no verdadera, por lo menos muy aproximada. Para ello debe procurarse que durante el ensayo permanezca constante el nivel de agua de la caldera. Las demás precauciones se limitan a medir de una manera constante y precisa, toda el agua que se introduzca en la caldera desde el comienzo hasta el fin del ensayo. Dicha medición se puede llevar a cabo mediante un sencillo contador de agua o midiendo dicho líquido por medio de una caneca o recipiente de volumen conocido. Se disminuirá el error si al comenzar la prueba se señala el nivel alcanzado por el agua en el interior del tubo de vidrio de la caldera, con un cordelito u otro medio parecido. Si al terminar la prueba hubiera disminuído el nivel del agua, deberá hacerse funcionar el inyector hasta restablecer el que tenía al comenzar el ensayo, antes de dar por terminada la prueba y sólo entonces se podrá medir la cantidad de agua introducida durante todo el tiempo que duraren dichas pruebas.

Téngase en cuenta que los resultados serán tanto más verídicos cuanto mayor sea el tiempo durante el cual se efectúe cualquier ensayo, por lo que convendrá operar por lo menos durante 5 o 6 horas.

También es indispensable haber calentado la caldera antes de iniciar

cualquier ensayo, haciéndola funcionar a plena marcha antes de dar comienzo a la prueba propiamente dicha.

b). **Determinación de los Kgs. de vapor obtenidos por unidad de combustible:** Para el encargado de cualquier planta térmica resulta siempre interesante conocer los Kgs. de agua que la caldera convierte en vapor mediante el consumo de la unidad de combustible, bien sea éste, carbón o un líquido del tipo de ACPM, petróleo, gas-oil etc.

Para tener una idea aproximada de las vaporizaciones debidas a la unidad de combustible, bastará que al mismo tiempo que se efectúa la medición del agua, de acuerdo con lo dicho en el párrafo anterior, se controle también la cantidad de carbón (en Kgs.) o de combustible líquido (en litros o galones) que se introducen en el hogar para ser quemados desde el comienzo del ensayo hasta su terminación.

Lo corriente es vaporizar de 7 a 8 Kgs. de agua por cada Kg. de buen carbón consumido, o de 10 a 12 Kgs. para cada Kg. de fuel-oil, o ACPM.

Luego la caldera Babcock Wilcox que según el ejemplo dado en el Cap. anterior vaporiza 4.320 Kgs. de agua hora, consumirá unos:

$$\begin{array}{l} \text{Kg. agua} \quad 4320 \\ \hline 7 - 8 \quad 7 - 8 \\ \text{a 540 kg. carbón/hora.} \\ \text{Kg. agua} \quad 4320 \\ \hline 10 - 12 \quad 10 - 12 \\ \text{a 360 Kg. fuel-oil/hora} \end{array} = \frac{\quad}{\quad} = 617$$

c). **Costos del vapor y de la caloría:** Conocidos los Kgs. de agua que se obtienen con la unidad de combustible y el costo de éste, será sencillísimo conocer en pesos o dólares el costo del vapor y de la caloría.

Si por ejemplo suponemos que se paga la tonelada de carbón, puesta en la sala de calderas a \$ 10, o sea a 1 centavo el Kg. y con un Kg. se ob-

tienen 7 Kgs. de vapor a 142 libras q' equivale a la aportación de (606 + 0,305.183-15°) = 657 calorías, podremos sentar que el Kr. de vapor sale costando a

$$\frac{0,01}{7} = \$ 0.00142 \text{ y las mil calorías salen costando a } 0,01/657 = \$ 0.015$$

d). **Rendimiento térmico:** A la relación existente entre las calorías contenidas en el vapor producido en una hora y el calor contenido en el combustible consumido en el mismo tiempo, es a lo que se llama rendimiento. Por ejemplo, si para una producción horaria de 1.000 Kg. de vapor cuyo calorífico sea de 700 calorías por Kg. se requiere el consumo de 200 Kg. de carbón de 6.000 calorías/Kg. el rendimiento de la caldera será:

$$\frac{1000 \times 700}{200 \times 6000} = \frac{700.000}{1.200.000} = 58\%$$

CAPITULO VI

LO LEGISLADO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LAS CALDERAS DE VAPOR

Si bien en la mayoría de las Repúblicas Americanas no se ha legislado sobre funcionamiento y emplazamiento de calderas de vapor, vamos a dar algunas normas preconizadas con más frecuencia en los países donde abundan dichos aparatos, ya que cuanto se indica está de acuerdo con la "propia seguridad" de la instalación y por otro lado es preferible atender lo dispuesto en otras naciones por si de repente se legislará en la propia.

Cuanto se ha dicho sobre los accesorios a exigir en el momento de comprar una instalación generadora de vapor o caldera completa, es válido para este capítulo, pues los ingenieros del Estado, encargados de dar las autorizaciones de funcionamiento de las nuevas calderas así como de las periódicas revisiones o reprensados, en

definitiva lo hacen basándose muy especialmente en los resultados de la prueba hidráulica y en los otros ensayos en frío de que se habló anteriormente. Por lo tanto, en lo que sigue expondremos de una manera particular lo que al local se refiere, de acuerdo con la categoría de las calderas de vapor a instalar.

CATEGORIA DE LAS INSTALACIONES GENERADORAS DE VAPOR

Las calderas de vapor y los grupos de generadores de vapor se clasifican, para fijar las condiciones de su emplazamiento, en tres categorías. Esta clasificación se hace tomando como base la fórmula $V \cdot (t-100)$ en que V es el volumen en metros cúbicos de la capacidad de la caldera, comprendidos los precalentadores de agua y recalentadores de vapor (pero descontando las partes de esta capacidad constituidas por tubos de menos de 10 centímetros de diámetro interior, así como las piezas de unión de estos tubos que no tengan más de un decímetro cuadrado de sección interior), y " t " la temperatura en grados centígrados del vapor saturado a la presión del timbre.

Cuando varias calderas están instaladas en un mismo macizo de mampostería, la categoría del grupo de generadores será la que corresponde a la suma de los valores que resulten de aplicar la fórmula anterior a cada una de las calderas, pero contando una sola vez los recalentadores y demás aparatos comunes.

Un grupo de generadores o un generador será de primera categoría cuando la cifra característica, hallada como acaba de indicarse, exceda de 200, de segunda categoría cuando no llegue a 200 y de tercera categoría cuando sea igual o menor de 50.

Ejemplos: Una instalación generadora de vapor, cuya capacidad de acuerdo con lo dicho valiera $V = 1.8$ m³ sería de:

1ª Categoría para valores de " p " ma-

yores de 20 Kgs/cm², y que según la tabla 2ª (Capítulo VII) a la presión de 20 Kr./cm² corresponde a una temperatura $t=214^{\circ}\text{C}$.

y... $V \cdot (t-100) = 1,8 \cdot (214-100) = 205,2$ mayor que 200

2ª Categoría para presiones comprendidas entre 2 y 19 Kg/cm², pues para la primera $t=133^{\circ}\text{C}$.

y $V \cdot (t-100) = 1,8 \cdot (133-100) = 59,4$ mayor que 50.

y a la segunda o sea $p = 19$ kg./cm² correspondería una temperatura $t = 211^{\circ}\text{C}$, lo que dará:

$V \cdot (t-100) = 1,8 \cdot (211-100) = 199$, menor que 200.

3ª Categoría para p menor que 2 Kg/cm² pues ya vimos en el párrafo anterior que para $p = 2$ Kg/cm² y $t = 133$ y $V \cdot (t-100)$ mayor que 50.

Para otro valor menor p.e. " p " = 1,5 Kg/cm², $t=127^{\circ}\text{C}$

y... $V \cdot (t-100) = 1,8 \cdot (127-100) = 48,6$ menor que 50.

EMPLAZAMIENTO DE CALDERAS FIJAS DE ACUERDO CON SU CATEGORIA Y OTRAS NORMAS INTERESANTES

Para la 1ª Categoría

Los generadores o grupos de generadores de vapor de primera categoría deben instalarse fuera y a más de 10 m. de toda casa habitación y de toda construcción o edificio frecuentado por el público.

El local en que estén instalados los generadores de vapor o sala de calderas no deberá tener pisos encima; no se considerarán como pisos encima de la sala de calderas, las superestructuras que soportan únicamente los aparatos anexos a los generadores, tales como tolvas de barbón, depuradoras de agua de alimentación, etc.

Tampoco se considerarán como pisos los secaderos que pudieran instalarse para aprovechar el calor, con la condición de que no exijan la permanencia de operarios.

En el local en que estén instalados los generadores de vapor, no debe trabajar de un modo permanente otro personal que el de fogonero y conductor de los mismos.

La sala de calderas debe estar separada por un muro, de un espesor mínimo de un metro de todo taller vecino, que ocupe personal de un modo permanente.

Estas mismas condiciones se aplicarán a los precalentadores y recalentadores dependientes de la caldera o grupo de calderas, a excepción de los formados solamente de tubos de menos de 10 cm. de diámetro interior y de piezas de unión que tengan menos de 1 m² de sección interior.

La sala de calderas debe ser de dimensiones suficientes para que todas las operaciones de conducción, entretenimiento y conservación corrientes se efectúen sin peligro; debe asimismo, siempre que sea posible, ofrecer medios de salida en dos direcciones distintas por lo menos. Debe igualmente estar perfectamente alumbrada y de un modo especial los tubos de nivel y los manómetros de todas las calderas que contenga, a ser posible con luces eléctricas.

Las plataformas de los macizos deben poseer medios de acceso fácilmente practicables, con escaleras fijas y amplias y tener una altura libre por encima de ellos de 1,8 m.

En el caso de generadores que quemán carbón pulverizado, la instalación de pulverización, y conducción al hogar del polvo de carbón debe ser completamente estanca.

La ventilación de la sala de calderas debe asegurarse de tal forma, que la temperatura no pueda alcanzar cifras perniciosas para la salud de los fogoneros.

PARA TODAS LAS CATEGORIAS

En cada tubería de alimentación debe intercalarse, lo más próximo a la caldera, una válvula de retención, esto es que se cierre por la propia presión del generador de vapor en cuanto deje de funcionar la bomba.

La tubería de alimentación de cada caldera debe estar dispuesta en condiciones tales que, si la válvula de retención no funciona bien, no pueda vaciarse la caldera. Si los aparatos alimentadores tienen tuberías comunes, es indispensable que cada aparato pueda inconmutarse si conviene.

Todas estas llaves y válvulas han de estar protegidas contra la acción de los gases calientes. Asimismo se dispondrán o instalarán en sitio y forma tal que pueda abrirlas y cerrarlas fácilmente el personal.

Toda caldera debe estar provista de una llave u otro dispositivo que intercepte el paso del vapor a la tubería de salida de éste. Si se tratara de un grupo de generadores con un tubo o conducto colector del vapor de más de 50 m² de sección interior, y por el cual pudiera el vapor de las otras refluír sobre ella, debe estar provisto, además del conducto de toma, de una válvula de retención que cierre automáticamente la comunicación con el generador averiado, cuando se invierta el sentido normal de la circulación en el citado conducto. Cuando sea de temer, por la existencia de estas válvulas de retención, un estrangulamiento muy grande, se podrán admitir tomas que puedan actuar al mismo tiempo como válvulas de retención.

Si varias calderas, trabajando a presiones diferentes, alimentan una misma tubería general, debe haber una válvula de retención en cada ramificación que vaya del conducto general a cada uno de los generadores de presión menor. Todas las válvulas o llaves serán de cierre lento y fácil maniobra.

Cuando las calderas están colocadas con combustibles gaseosos, líquidos o carbón pulverizado, los dardos de las llamas no deben llegar a estar en contacto con las planchas de las mismas. Si esto no es posible, porque los mecheros por donde salen los combustibles lanzan llamas sobre la superficie de la caldera, se deben pro-

teger las planchas expuestas al golpe de fuego con muretes de material refractario.

Para evitar, en caso de avería, los retornos de llama y las proyecciones de agua caliente, vapor o combustible sobre el personal de servicio:

En toda caldera, así como en todo recalentador de agua o recalentador de vapor, los orificios de los hogares, de las cajas de tubos, y de las cajas de humo deben estar provistas de cierres sólidos.

b). En las calderas de tubos de agua y en los recalentadores, las puertas de los hogares y los cierres de los ceniceros estarán dispuestos para oponerse automáticamente a la salida eventual de un chorro de vapor. Este chorro de vapor deberá tener una evacuación fácil e inofensiva hacia el exterior.

c). En el caso de hogares de combustible líquido o gaseoso, no podrá cerrarse por completo el registro de humos que lleva éstos a la chimenea.

SOLICITUD DEL PERMISO DE FUNCIONAMIENTO EN NUEVO EMPLAZAMIENTO PARA CALDERAS NUEVAS

Para la instalación de cualquier generador fijo se solicitará el oportuno permiso en el Gobierno Civil de la provincia donde haya de funcionar y cuya solicitud irá acompañada de una memoria descriptiva, planos y cuantos documentos permitan a la jefatura industrial correspondiente, que informará juzgar y comprobar si cumple todo lo dispuesto en el reglamento para conceder la oportuna autorización.

Registradas las instancias en el Gobierno Civil, se pasarán a la jefatura industrial para su tramitación.

En la solicitud y documentación de petición de permiso para instalar generadores de vapor fijos, se hará constar: 1º. Nombre y domicilio del usuario. 2º. Tipo del generador, vaporización normal por hora y en marcha forzada: tipo de hogar y clase de combustible. 3º. Presión normal de traba-

jo (timbre). 4º. Aparatos de seguridad y auxiliares de que esta previsto. 5º. Nombre del constructor y del vendedor cuando éste no es el fabricante del mismo. 6º. Sitio de su emplazamiento. 7º. Número de fabricación de la caldera y, en su defecto, si el usuario posee varias, un número distintivo de las mismas. 8º. Naturaleza o clase de industria u objeto a que se destina. 9º. Plano del generador y de sus instalación.

En las instalaciones antiguas, que por su poca importancia no cuenten con personal técnico, los datos los completará el ingeniero o el encargado del reconocimiento y prueba.

Lo anterior queda entendido, para aquellos países en donde existe legislación sobre el particular.

PARA CALDERAS YA USADAS

Siempre que una caldera haya sufrido una reparación, cambio o modificación que afecten a su resistencia y condiciones de seguridad, será nuevamente reconocida y pensada. Para juzgar si se está en este caso, todo industrial o propietario de un generador de vapor comunicará, bajo su responsabilidad, a la Jefatura provisional de Industria, las reparaciones, cambios o modificaciones cualquiera que sea su importancia, que va a hacer en su parte, y la Jefatura decidirá si debe hacerse o no el pensado.

Todo generador usado que se instale en otro lugar o se traslade de emplazamiento, tendrá que volver a ser reconocido y timbrado para trabajar de nuevo.

Al pedir el reconocimiento de una caldera usada se acompañará, a los otros datos que se requieren para una caldera nueva, una declaración jurada del tiempo que ha prestado servicio, fábricas en que ha trabajado, motivos porque fue desmontada y tiempo que lleva parada.

Toda caldera que trabaja intermitentemente, con un paro seguido de más de seis meses, tendrá que reco-

nocerse y prensarse de nuevo para reanudar el trabajo.

Todo generador que haya sufrido cualquier reparación, modificaciones, cambios o haya estado obligado a un trabajo seguido, esto es sin paros de más de seis meses continuos, es decir, que no esté comprendido en lo que dispone el párrafo anterior, deberá ser reconocido y representado oficialmente cada cinco años.

Siempre que por cualquier causa, incluso por petición del dueño, se reprensese un generador de vapor antes del plazo de cinco años a que se refiere este artículo, el nuevo plazo se empezará a contar desde la fecha del último ensayo.

Independientemente de los reconocimientos oficiales, se recomienda a los usuarios de generadores de vapor que, además del examen corriente que suele hacerse después de las limpiezas, hagan reconocer anualmente, por lo menos, sus calderas por personal competente y con carácter particular, para juzgar si siguen presentando en todos sus puntos la resistencia necesaria y que los aparatos de seguridad y demás satisfacen las condiciones expuestas.

Al aproximarse el cumplimiento del plazo a que se refiere este artículo, para la nueva visita o reconocimiento y prensado oficial de un generador, la Jefatura Industrial se lo recordará al usuario. Un aplazamiento, no mayor de tres meses, podrá ser concedido por la Jefatura Industrial correspondiente, cuando se demuestra que pueden producirse perjuicios importantes con la interrupción del trabajo que supone el reconocimiento y reprensado, pero siempre que no haya el menor indicio de que el generador puede estar averiado.

GENERADORES DE VAPOR LOCOMOVILES

Se considerarán como locomóviles los generadores de vapor que pueden ser transportados fácilmente de un lu-

gar a otro, no exigiendo ninguna construcción para funcionar en el lugar de su emplazamiento y que no suelen emplearse más que de una manera temporal en cada sitio.

Las pruebas de presión periódicas, serán cada tres años, en vez de cada cinco, a no ser que el generador locomóvil trabaje continuamente dentro del recinto de un mismo establecimiento.

Para obtener el correspondiente permiso de funcionamiento se tendrá en cuenta cuanto se dijo para los generadores de vapor fijos.

Toda caldera locomóvil llevará, además de las placas indicadoras del timbre y del constructor, otra con el nombre del propietario.

GENERADORES DE VAPOR PARA FERROCARRILES

El reconocimiento y prensado de las locomotoras utilizadas en los ferrocarriles del servicio público, seguirá haciéndose según está dispuesto, por los Ingenieros mecánicos de las Divisiones de Ferrocarriles y con sujeción a sus reglamentos.

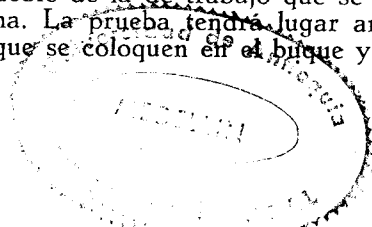
Las demás locomotoras se considerarán como locomóviles para los efectos de este reglamento.

PARA EXPLOTACIONES MINERAS

Los generadores y recipientes de vapor de las explotaciones mineras y sus factorías, así como los empleados para su servicio por las Jefaturas de Obras Públicas, serán reconocidos por los ingenieros de las correspondientes Jefaturas de Minas y de Obras Públicas.

CALDERAS MARINAS

Toda caldera nueva o que haya sido levantada para una completa carena debe probarse a presión hidráulica doble de la de trabajo que se le asigna. La prueba tendrá lugar antes de que se coloquen en el buque y de que



estén forradas. La prueba hidráulica también se llevará a cabo en cualquier caso que a juicio del Inspector sea necesario para satisfacerse de la eficiencia de cualquier parte dudosa o que, como ya se dijo, no sea de fácil acceso para su perfecto reconocimiento. También se aplicará la prueba hidráulica al caso de un vapor que, reuniendo las condiciones para conducir pasajeros, quiera permutar su certificado de vapor de carga por el de aquella clase.

Antes de someter una caldera a la prueba por presión hidráulica, será reconocida con toda la posible minuciosidad, tomando las mediciones necesarias y haciendo los cálculos de la presión de trabajo.

Esta misma prueba hidráulica se aplicará a los recalentadores, evaporadores, etc.

Después de que una caldera haya sido sometida a la prueba hidráulica respectiva, el Inspector verificará el reconocimiento interior y exterior y en consecuencia del resultado obrará respecto a la presión de régimen que haya de concederse.

Si al ser probada una caldera existen indicaciones a la vista o al oído de que está defectuosa, el Inspector aconsejará a los que la dirigen que bajen la presión y se tomen las medidas necesarias para averiguar la naturaleza e importancia del defecto. El deber primordial del Inspector es en todo caso anotar el resultado y satisfacerse de su bondad, dejando la operación a que se hace referencia a los maquinistas de la dotación. Cuando la prueba no resulte satisfactoria, se re-

mediarán los defectos y se repetirá la prueba.

No se considerará prueba eficaz la que no dure como mínimo diez minutos el sostenimiento de la presión requerida.

La presión de prueba y la fecha en que se efectuó la última, se especificarán en el certificado.

Cada caldera deberá estar provista, cuando menos, de dos válvulas de seguridad convenientemente instaladas. Podrá sólo exigirse una válvula en la caldera cuya superficie de emparrillado sea igual a 0,45 m².

Cuando los calentadores de alimentación estén provistos de aparatos que permitan interceptar la comunicación con las calderas, llevarán una válvula de seguridad regulada al régimen de su trabajo y suficiente a limitar la presión a un décimo sobre la de régimen. Lo mismo se hará para los recalentadores, a menos que la disposición tomada excluya en absoluto la probabilidad de una elevación de la presión sobre la de régimen mayor a la referida.

La sección total de las válvulas de seguridad para una caldera se determina por la fórmula:

$Se = 83.1/\text{raíz cuarta de } (P-1.2)$ al cuadrado donde, Se, en cm² la sección del orificio por metro cuadrado de superficie de emparrillado; P, es la presión de trabajo de la caldera.

Las válvulas de seguridad no tendrán en ningún caso diámetro menor de 32 mm.

En el caso de tiro forzado, esta sección habrá de aumentarse proporcionalmente a la elevación de poder evaporatorio de la caldera.

»oO«

Tabla 1ª - VAPORIZACIONES MEDIAS

TIPO DE CALDERA	Intensidad de funcionamiento en Kgs. de vapor x m ² x hora.- MARCHA	
	Moderada	Normal
De hervidores	10	14
Galleway	20	25-30
Semitubulares pirofóricas	12	15
De locomóvil	12	15
Vertical con tubos de agua	12	15
Babcock-Willcox	20	25

Tabla 2ª - TEMPERATURAS, EN GRADOS CENTIGRADOS, DEL VAPOR DE AGUA PARA LAS DIVERSAS PRESIONES EFECTIVAS en Kg./cm²

Temperatura en °C	Presión en Kg./cm ²	Temperatura en °C	Presiones en Kg/cm ²
120	1	183	10
138	2,5	193	12,5
158	5	201	15
172	7,5	214	20

Tabla 3ª - TEMPERATURAS, EN GRADOS FAHRENHEIT, DEL VAPOR DE AGUA, PARA LAS DIVERSAS PRESIONES EFECTIVAS EN LIBRAS/Pulg.2

Temp. en °F	presión en libras/pulg ²	Temp. en °F	Presión en libras/pulg ²
248	14,22	361	142,23
280	35,56	380	177,79
316	71,12	394	213,93
341	106,67	417	286,70

Cuidado y conservación de motores diesel en campos de petróleo

Por T. M. Fahnestock

Ingo. de Departamento de
Servicio de Carterpillar
Tractor Company.

Año tras año se va dejando sentir un aumento considerable en el número de aplicaciones que emplean motores Diésel de velocidad alta y moderada. En la industria del petróleo se usan motores Diésel en equipos de perforación y estaciones de bombeo en oleoductos, y en tractores del tipo de carril para construcción de carreteras, excavación de pozos de lodo y diferentes operaciones de acarreo.

Como el motor Diésel es común a ambos, la unidad industrial de fuerza motriz y el tractor de tipo de carril, las prácticas que se siguen para la conservación de éstos son en muchos casos uniformes para ambos; no obstante deben concederse ciertos cuidados privativos a cada aplicación individual.

El presente artículo cubrirá brevemente algunos de los principales factores que contribuyen al buen funcionamiento, seguridad, economía y largo servicio del equipo, tales como:

1. Instalación del motor.
2. Lubricación.
3. Combustibles.
4. Inspecciones diarias.
5. Conservación.
6. Recomendaciones para los operadores.

La primera parte se limitará a la discusión de los tres primeros factores.

Para fines de ilustración se presentarán como ejemplos el motor Diésel "Caterpillar" y el tractor Diésel "Ca-

terpillar" de tipo de carril, equipos bien conocidos en los campos de petróleo. Si bien las recomendaciones en cuanto al cuidado y conservación de estos equipos son específicamente las de sus fabricantes, constituyen, no obstante, una buena práctica para el cuidado de todo equipo Diésel, prescindiendo de marcas.

Instalación

Los problemas de instalación pertenecen a la unidad industrial de fuerza motriz, no al tractor, y aunque los factores que determinan la instalación pueden parecer insignificantes, la experiencia ha demostrado que tales factores tienen frecuentemente marcada influencia sobre los costos de conservación.

Existen dos tipos principales de instalaciones de motores: (1) unidades móviles o aquellas que se mueven frecuentemente, como por ejemplo, motores en equipos de perforación, y (2) instalaciones estacionarias o de carácter más permanente, tales como estaciones de bombeo en oleoductos y equipos eléctricos impulsados por motores Diésel, instalados en concesiones de petróleo provistas con bombas impulsadas por motores eléctricos.

Unidades Móviles

Los motores como aquellos que se usan en equipos de perforación deben colocarse en tal forma que proporcio-

nen suficiente espacio para que el perforador pueda moverse alrededor de ellos y ejecutar las operaciones corrientes de servicio, tales como comprobación del nivel del aceite en la caja del cigüeñal desagüe y relleno de caja del cigüeñal desagüe y relleno de filtros de lubricación y aceite combustible y servicio de los depuradores de aire. En aquellos casos donde los motores están combinados, se colocan bien juntos unos a otros para reducir el tamaño y el costo del mecanismo de propulsión, pero esto no debe llevarse al extremo de que la posición de los motores intervenga con su accesibilidad.

Unidades estacionarias

Al estudiar una instalación deben analizarse cuidadosamente varios ítems —lo adecuado de la instalación —cuánto tiempo estará la instalación en servicio— si la apariencia es o no es un factor importante. Si los motores son unidades de repuesto, entonces tal vez haya que modificar un poco la instalación a causa de los equipos auxiliares ya en posición o de limitaciones del edificio. En aquellos casos donde se va a erigir un edificio nuevo debe darse plena consideración a los siguientes detalles: Base, Cañería de Agua y Combustible, Sistema de Enfriamiento, Sistema de Educación, Medidas de Seguridad.

La mayoría de los motores se han montado sobre bastidores o bases de acero para facilitar su manipulación. Pueden obtenerse grupos generadores impulsados por Diésel que no usan bases, sino que en lugar de éstas tienen tres puntos de suspensión, donde el frente del motor está sostenido sobre un muñón y el extremo posterior está empernado directamente al generador que, a su vez, está apoyado sobre dos brazos o un pilar.

Cuando es posible instalar el motor sobre el nivel del piso, se facilita el desagüe de la caja del cigüeñal y se provee espacio debajo del motor para

facilitar la remoción de la cubeta de aceite y la inspección de los cojinetes principales cuando sea necesario.

Hay disponibles en el mercado amortiguadores que emplean frotadores o muelles como medio de amortiguación, que resultan ideales para aquellos casos donde cualquier vibración del motor puede resultar perjudicial.

Rieles deslizantes, instalados dentro de la base, han resultado sumamente ventajosos para aquellos motores sobre bases de acero, conectados por correas a la maquinaria impulsada, pues proveen un método fácil y sencillo para el ajuste de las correas.

Las zanjas en el piso, cubiertas con placas de acero son especialmente adecuadas para conducir combustible y agua por cañerías hasta y desde el motor. En aquellos casos donde los motores están montados sobre rieles deslizantes, las conexiones a los tubos deberán efectuarse con tubería flexible. Tales prácticas dan lugar a una instalación limpia con un piso libre de obstrucciones, completamente deseable desde el punto de vista de la seguridad, limpieza y buena apariencia general.

Si el motor está montado sobre una base fija es conveniente tener un tubo flexible o una curva en el conducto de cobre entre la cañería de combustible y los motores, y conductos debidamente reforzados en todos sitios para evitar averías causadas por vibración en la línea.

No puede darse suficiente énfasis a la importancia de la correcta selección del tipo de sistema de enfriamiento más efectivo. El ingeniero a cargo de la instalación debe analizar cuidadosamente qué resultaría más satisfactorio, si un abanico y radiador o un cambiador térmico.

Los sistemas de enfriamiento que emplean un abanico y radiador son, naturalmente, menos costosos de instalar, pero requieren mayor número de caballos de fuerza que una bomba de circulación en el sistema de cambiador térmico. Deberá proveerse ventilación adecuada en el cuarto para

poder eliminar el calor disipado por el radiador. Los abanicos del tipo de soplador pueden obtenerse y emplearse ventajosamente en ciertas condiciones donde los abanicos standard de aspiración no son deseables. Debe haber suficiente espacio para ventanas y el aire calentado deberá descargarse bien a través de ventiladores de adecuada capacidad en el techo, o si el cuarto es pequeño, por grandes aberturas en el lado opuesto del cuarto para poder usar ventilación transversal. La posición del motor, el tipo de abanico y las aberturas de las ventanas deberán ser tales que los vientos predominantes ayuden a la ventilación del cuarto de motores.

En climas tropicales o templados donde se requieren colectores enfriados por agua como medida de protección, pueden obtenerse radiadores de gran capacidad. Si bien pueden emplearse radiadores tan grandes, la recirculación del aire caliente puede repetirse hasta el extremo de causar el recalentamiento de los motores, a menos que se preste debida atención a los puntos que hemos mencionado.

En algunos lugares existen muchos insectos que son arrastrados dentro de los haces tubulares del radiador por el golpe de aire del abanico, obstruyendo éstos e impidiendo la circulación de aire. En estos casos es necesario proveer cortinas de fina malla de gran extensión.

Si se emplean cambiadores térmicos en el sistema de enfriamiento, la instalación inicial podrá resultar algo más costosa debido al equipo y cañería adicional que se requiere. Es necesario disponer de una reserva adecuada de agua, de lo contrario deberán usarse torres enfriadoras o depósitos de refrigeración.

Se han instalado algunos oleoductos en los cuales el agua de chaqueta del motor es enfriada por medio de cambiadores térmicos de oleoductos, usando los aceites crudos como agentes refrigerantes. Los enfriadores de aceite del motor son enfriados por a-

gua — esta agua pasa a su vez por el cambiador.

Si los tubos de descarga se extienden verticalmente hacia arriba, deben cubrirse en forma adecuada para impedir la entrada de lluvia cuando el motor está paralizado, o la tubería deberá tener un codo para evitar que la lluvia descienda por la chimenea, hasta el interior del motor. Deberá colocarse un desagüe que pueda dejarse abierto cuando el motor está detenido en el codo o rebaje de la chimenea para escurrir cualquier condensado o lluvia lejos del motor. Si el tubo de descarga es horizontal debe inclinarse hacia abajo en el extremo interior para expulsar cualquier condensación de los gases de descarga.

Entre el motor y el sistema de educación deben usarse conexiones flexibles para evitar excesivo esfuerzo en el sistema colector del motor con las resultantes fallas en las empaquetaduras del colector. Nunca deben conectarse los tubos de descarga de dos motores, pues si un motor está detenido, los gases expulsados podrán pasar dentro de los cilindros del otro a través de las válvulas de descarga, ocasionando trastornos por corrosión o depósito.

Deben proveerse guardas adecuados alrededor de las transmisiones de correas y árboles de transmisión. Cuando los motores están equipados con abanicos sopladores, se provee un guarda para trabajo pesado como equipo de norma, para la protección de los operadores.

Lubricación

Los factores que afectan la instalación son consideraciones pertinentes a los motores de uso industrial, pero los problemas de lubricación son comunes a ambos, motores y tractores. Durante los últimos años las empresas de petróleo y los fabricantes de motores Diésel han llevado a efecto múltiples trabajos de elaboración con el fin de producir aceites lubricantes más adecuados para garantizar el funciona-

miento satisfactorio de los motores Diésel de velocidad alta y moderada. Los aceites minerales puros eran a menudo satisfactorios en motores Diésel grandes de velocidad baja debido a que las velocidades de los émbolos eran más bajas, se proveía adecuado enfriamiento a los émbolos por agua y aceite lubricante y las temperaturas en la zona de los aros de émbolos no eran altas. Esto es bastante diferente cuando se emplean motores Diésel de velocidad alta o moderada, no importa de qué marca, y para poder obtener máximo servicio con estos motores se exploró el campo de la lubricación.

Se descubrió que los aceites lubricantes mezclados, conocidos generalmente como aceites de tipo detergente ofrecían el servicio más satisfactorio en diversas condiciones. Si bien al principio hubo gran oposición al uso de estos aceites, los resultados alcanzados indicaron su conveniencia y como resultado continuamente aparecen en el mercado mayores números de estos aceites.

Podría decirse que la investigación de tipos detergentes de aceites lubricantes está bastante avanzada y que pueden esperarse continuos adelantos con mayores ahorros a causa de la reducción en los costos de operación que es posible obtener con el uso de mejores productos. También se está laborando hacia la extensión de los períodos de desague del aceite lubricante de la caja de cigüeñal a medida que se obtienen aceites lubricantes más estables.

Es de suma importancia emplear el lubricante adecuado para cada aplicación en el tractor o motor —tomando en cuenta la temperatura exterior existente y la escala de temperaturas que probablemente se confrontarán antes de llenarlo de nuevo.

Todas las empresas petroleras han adoptado el sistema numeral de viscosidad S.A.E. (Society of Automotive Engineers) que clasifica los aceites en términos de su viscosidad o fluidez.

Al preparar cualquier compartimien-

to para volver a llenarlo con aceite fresco, debe desaguarse cuando está caliente —es mejor vaciarlo después que el motor ha estado funcionando por algún tiempo. Casi todo el sedimento estará entonces en suspensión y por consiguiente podrá desaguarse más pronto.

El aceite lubricante empleado en la caja de cigüeñal del motor de arranque, en la casa de bombas de inyección de combustible, en los depuradores de aire del motor de arranque y Diésel y algunos otros compartimientos puede ser bien del tipo detergente o lubricante mineral puro para caja de cigüeñal, según resulte más económico.

Al llenar cualquier compartimiento es necesario tener extremo cuidado para mantener fuera toda suciedad. Para evitar que caiga polvo dentro del compartimiento, debe limpiarse cuidadosamente el tapón llenador y el área que le rodea, antes de removerlo.

La lectura del indicador del nivel de aceite en el tractor o motor debe verificarse mientras la máquina está a nivel y funcionando; un escudo protector alrededor del indicador de nivel protege éste contra rociadas o salpicaduras.

Debe usarse un lubricante mineral puro, especial para transmisiones, que fluye libremente y no se acumula a determinadas temperaturas de operación, en el tractor y en la unidad de fuerza motriz cuando se requiere lubricante de este tipo.

Para tractores Diésel se recomiendan lubricantes de chássis correos, negajosos, semi-lubricantes que son lo suficientemente fluidos para manipularse en el compresor de volumen standard a las temperaturas atmosféricas prevaletientes para la lubricación de los rodillos del carril, los portarrodillos del carril y para las ruedas locas y cojinetes exteriores del bastidor de los rodillos del carril. Nunca debe lubricarse el carril.

La rigidez que se observa en un carril nuevo no es causada por falta de

espacio libre entre los pasadores y bujes del carril, e irá desapareciendo a medida que el carril se asienta.

Tanto los motores Diésel "Caterpillar" como los tractores Diésel "Caterpillar" están equipados con un "Medidor Horario" que sirve como comprobación del servicio para el operador. El "Medidor Horario" registra las revoluciones de la caja del cigüeñal en una hora a una velocidad de operación normal.

Combustibles

Durante los últimos años se han alcanzado muchos adelantos en la producción y manipulación de combustibles y se ha dado suficiente énfasis a la importancia de aplicar métodos adecuados para manipular combustibles y permitir que éstos se asienten antes de usarse, para remover impurezas que pueden resultar perjudiciales para el equipo de inyección de combustible. Este programa ha reducido a un mínimo el número de averías prematuras en el equipo de inyección.

Anteriormente se empleaban coladores metálicas y filtros del tipo de borde para el combustible, pero éstos han sido substituidos, por filtros de tipo absorbente que remueven hasta los materiales abrasivos más menudos del combustible y ofrecen protección adicional al sistema de inyección de combustible.

El petróleo crudo ha sido empleado como combustible en localidades donde puede obtenerse a bajo costo. Como el petróleo crudo debe dejarse asentar por más tiempo que un aceite destilado, hay que emplear un sistema diferente de la manipulación del combustible. Se requieren dobles tanques de almacenamiento, cada uno de suficiente capacidad para permitir que el combustible se asiente durante 48 a 76 horas antes de usarlo en el motor. Entonces la porción inferior, de 20 a 25% de este combustible se devuelve al oleoducto, debido a que la cantidad de impurezas en esta porción es demasiado alta para que filtre satisfac-

toriamente. Entre los tanques de almacenamiento y los motores industriales se usan filtros de aceite combustible de gran capacidad y en aquellos casos donde la viscosidad del combustible es alta, se usan frecuentemente cambiadores térmicos para calentar el aceite combustible de modo que pase rápidamente através de los filtros.

Algunos fabricantes suministran bombas para inyección de combustible y válvulas especiales para motores que queman petróleo crudo, mientras que otros proveen equipos de inyección standard, adaptables para crudo o combustible destilados. El principal requisito del combustible de un motor Diésel es su limpieza. Para conservar el equipo de inyección de combustible en las mejores condiciones precisa excluir todo sucio, polvo, agua y sedimento de combustible.

No hay palabras que puedan expresar la importancia de emplear solamente aceite limpio. Al seleccionar un combustible debe tenerse presente que los destilados son especialmente deseables porque al refinarlos se calientan hasta alcanzar un estado vaporoso y se condensan en otro recipiente, en esta forma todo el sedimento y residuo permanece en el alambique.

No sólo es importante COMPRAR combustible limpio, sino MANTENERLO limpio. El combustible de mejor calidad puede resultar no-satisfactorio a causa de inadecuadas facilidades de almacenamiento o descuidada manipulación. El espacio entre el émbolo y el cilindro de la bomba de inyección de combustible es muy pequeño de modo que las partículas invisibles de polvo que pasan a través de los filtros pueden perjudicar estas bien ajustadas y acabadas piezas.

Continuamente debe tenerse gran cuidado para evitar la contaminación del combustible. Un paso importante es reducir el número de veces en que hay que manipular el combustible. Cuando el combustible puede conducirse a los tanques de almacenamiento

por el distribuidor y entonces bombearse desde los tanques de almacenamiento hasta el tanque del motor, la manipulación del combustible se reduce a un mínimo.

Como la sedimentación natural es un método efectivo de limpiar el combustible para motores Diésel, debe permitirse que éste permanezca por lo menos 24 horas en el tanque de almacenamiento después que se llena, antes de transferirlo al tanque del motor. Es importante dejar escurrir toda el agua y sedimento al fondo del tanque antes de volver a llenarlo. De vez en cuando es conveniente vaciar todo el combustible y limpiar el tanque minuciosamente.

El uso de latas, embudos y tambores debe discontinuarse, pues es prácticamente imposible mantener este equipo absolutamente limpio. Si hay necesidad de usar tambores, el aceite en éstos debe dejarse asentar por lo menos durante 24 horas antes de extraerlo. Debe usarse una instalación de bombas. El tambor debe permanecer en un extremo y la entrada para la bomba deberá mantenerse varias pulgadas sobre el fondo para evitar que el sedimento que se acumula en el fondo se agite.

El tanque de combustible del motor Diésel debe llenarse al final de cada día para expulsar el aire impregnado de humedad y evitar la condensación. Cada 120 horas antes de poner a funcionar el motor, debe abrirse la llave de desagüe bajo el tanque de combustible y eliminarse cualquier sedimento o agua que pueda haberse acumulado. El colador en la abertura del llenador del tanque debe removerse y limpiarse regularmente.

El elemento de la tana del llenador del tanque de combustible debe lavarse de cada 60 a cada 240 horas, dependiendo de la cantidad de polvo en el aire. Para ello, remueva la tuerca del espárrago y extraiga la placa desviadora y la empaquetadura. Lave la tapa y el elemento en una cubeta de keroseno o algún fluido de lavado no inflamable. Después de lavar la tapa,

vierta una pequeña cantidad de aceite lubricante del tipo empleado en la caja de cigüeñal en el elemento de filtro.

Para hacer esto, cierre la válvula principal del tanque de combustible, remueva el tapón de desagüe de la caja, primero los más bajos y luego los más altos. Coloque de nuevo el tapón de desagüe y cebe el sistema.

Cuando los elementos absorbentes de filtro han acumulado suficiente contaminación para intervenir con el funcionamiento del motor, deben substituirse. Estos elementos continuarán absorbiendo partículas hasta que el fluido deja de pasar a través de ellos. No vacían su carga en el combustible limpio porque el papel de filtro de alta calidad que se usa en el cuerpo impide esto. Debido a que absorben y conservan los agentes contaminantes no pueden lavarse o restaurarse en otra forma.

A medida que los filtros se van obturando gradualmente con materiales extraños, la posición del indicador del medidor de combustible cambiará hacia atrás, desde la posición original en la zona NORMAL (blanca) de la escala, hasta la zona de PRECAUCION (verde) y más tarde dentro de la zona de INACTIVIDAD (roja). Cuando ha ocurrido una interrupción considerable, el indicador mostrará una marcada reducción en presión cuando la carga del motor aumenta desde cero hasta plena carga.

El punto exacto en la zona de INACTIVIDAD que el indicador registrará antes de que la resistencia al flujo de combustible intervenga con el funcionamiento máximo del motor puede determinarse mejor a través de la experiencia en la manipulación del tractor o motor individual, tomando en consideración la carga del motor, velocidad de trabajo, temperatura y viscosidad del combustible. Cuando los elementos del filtro se obturan, deben eliminarse y substituirse por elementos de filtro completamente nuevos.

La Hilandería moderna

Por John J. Mitchel

Muchos de los relacionados con la industria textil opinan firmemente que el progreso alcanzado por ésta en los últimos 15 o 20 años ha sido igualado en cantidad y calidad en ningún otro período semejante en toda su historia. Este progreso está integrado no sólo por los perfeccionamientos introducidos en los mecanismos y maquinaria principales, sino por la creación de excelente equipo auxiliar y de nuevos conceptos de cómo manipular y elaborar las fibras naturales y artificiales para reducir la carga de trabajo individual, y hacer de la hilandería un lugar más agradable y más saludable donde trabajar.

Como ejemplo típico de la tenden-

cia moderna en la hilandería, y de los cambios y mejoras efectuados, compararemos la sala de apertura y de batanes de hace 20 años, con la de hoy. La modernización de esta dependencia y de las operaciones en ella efectuadas está más adelantada que en el resto de la fábrica, al menos juzgando por la apariencia de la maquinaria y por los sistemas actualmente empleados.

La antigua sala de apertura

La sala de apertura de hace 20 años era un lugar de trabajo sumamente polvoriento, sucio y malsano. La maquinaria de entonces sometía las fi-

Para remover los elementos de filtro usados, remueva la tapa del motor. Limpie cuidadosamente la parte superior de la cubierta del filtro y los bordes de la unión de empaque entre el cuerpo de filtro y la cubierta para evitar que caigan partículas sueltas dentro de la caja del filtro al removerse la cubierta. Desagüe la caja del filtro. Remueva la cubierta y extraiga el conjunto de la placa de los elementos filtrantes y los elementos filtrantes de la caja. Para separar los elementos coloque el conjunto sobre una superficie plana y comprima cada resorte hasta que el fiador permita la separación del pasador. Levante la placa de los elementos de filtro y remueva los elementos de los vástagos de retención.

Para lavar la placa, los vástagos de retención, fiadores, pasadores y resortes, debe emplearse keroseno, aceite Diésel limpio o solvente de limpie-

za no-inflamable. Entonces deben colocarse los vástagos de retención en los elementos nuevos y engancharse a la placa individualmente, comprimiendo el resorte e insertando el pasador de modo que quede seguro en la parte inferior del fiador, y entonces debe darse al elemento aproximadamente media vuelta bajo presión para asentar el extremo del elemento contra la placa y contra el disco en la parte inferior del vástago de retención.

Antes de instalar los elementos en la caja, lave la caja con combustible limpio y reponga el tapón de desagüe. Instale las nuevas empaquetaduras provistas con cada juego de elementos. Siempre debe tenerse en reserva un juego adicional de elementos de filtro para fines de repuesto. Este debe conservarse en su envoltura original hasta el momento de usarlo.

(Tomado de "Petróleo del Mundo". Tomo 5, Nº 4.)

bras a castigos durísimos, a pesar de lo cual no limpiaba bien el material. La producción era grande, pero la calidad era mala, en otras palabras: "mucho ruido y pocas nueces".

El acondicionamiento del material antes de pasar por el tren de apertura, se dejaba al azar. En el invierno el material estaba frío y quebradizo, y en el verano contenía demasiada humedad. Esto ocurría no sólo en la sala de abridoras sino también en la sala de batanes. Debido a que el estado atmosférico de estas dependencias cambiaba según el estado del tiempo que reinaba en el exterior, la cantidad de humedad en el algodón que se elaboraba y las condiciones de trabajo variaban de día en día y hasta de hora en hora. Esta situación se debía a la manera deficiente como se ventilaba el local.

Pérdida de aire acondicionado

Toda hilandería tenía una cámara de polvo a donde iba a parar todo el aire proveniente de los ventiladores de las abridoras y los batanes. De la cámara, el aire salía al exterior después de haber dejado en ella todo el polvo y borrarilla que arrastraba consigo. El hecho de que el aire se escapaba al exterior no era tan importante como el hecho de que había que aspirar aire del exterior para reemplazarlo. En breve, la situación era ésta: una cantidad considerable de aire sin acondicionar entraba en el local y pasaba por la maquinaria aspirado por los ventiladores de ésta y después de acondicionado volvía a escaparse al exterior a través de la cámara de polvo. La hilandería que deseaba acondicionar el material con aire que contuviera siempre la misma cantidad de humedad y estuviera siempre a la misma temperatura tenía en sus manos un grave problema. El costo de calentar y humectar la gran cantidad de aire que continuamente estaba pasando por la sala era enorme puesto que el aire acondicionado era aspirado por los ventiladores y arrojado al ex-

terior tan de prisa que el material delante de las abridoras no llegaba a absorber humedad conveniente ni a ponerse a la temperatura deseada.

La cámara de polvo era un riesgo constante en la hilandería, puesto que el polvo y borrarilla acumulados en ella eran extremadamente inflamables, bastando una pequeña chispa para encenderlos. Además, la tarea de limpiar la cámara era en extremo desagradable y sucia.

En la sala de apertura el polvo que flotaba en el aire era lo bastante espeso para hacer de este local un lugar incómodo e insalubre. El polvo se levantaba de la abridora de balas y de la demás maquinaria y luego se posaba en gruesas capas sobre toda superficie abierta. Especialmente, los cojinetes y otras partes que contenían aceite, atraían grandes cantidades de borrarilla y de polvo, colándose parte de estas impurezas en el interior de los cojinetes donde causaban desgaste.

La moderna sala de apertura

Y de la sala de apertura de hoy ¿qué decimos? Eso es harina de otro costal. El aire es cálido, húmedo, y limpio. El material se coloca detrás de los cargadores de las máquinas, y se deja ahí lo bastante para que se esponje y quede debidamente acondicionado. El grado de temperatura y de humedad están bien regulados de modo que sean siempre los mismos, y no importa el tiempo que haga en el exterior, llueva o haga sol, haga calor o frío, el estado del material siempre es el mismo.

Con la introducción de nuevos aparatos se han resuelto dos problemas: el problema de eliminar el polvo de la atmósfera y el de obtener las condiciones atmosféricas adecuadas, a un costo razonable. El aparato a que nos referimos aquí es el moderno filtro de aire para fines textiles. Un filtro de aire capaz de funcionar satisfactoriamente bajo las condiciones reinantes en las hilanderías no es una

máquina fácil de proyectar, y hubo que hacer infinitos experimentos y estudios antes de que pudiera obtenerse la eficiencia y rendimiento necesarios.

El filtro de aire

El filtro recibe el aire del ventilador del batán o del condensador, lo depura, y lo devuelve otra vez a la sala, de modo que el mismo aire sigue circulando sin perderse el acondicionamiento. Esto significa que en el invierno o tiempo de frío sólo hay que acondicionar el aire al grado de temperatura y de humedad requerido una sola vez, lo cual hace que el costo de pre-acondicionar el material sea muy razonable. El aire siempre es puro, en primer lugar, porque todas las máquinas del tren abridor están acopladas a condensadores y filtros que eliminan el polvo y la borrrilla del aire que pasa por ellos y acumulan estas impurezas; y en segundo lugar porque el aire que los filtros descargan viene limpio. No se levantan nubes de polvo de las máquinas que llenan la sala de borrrilla.

Además, el aire de la sala de apertura se aprovecha ahora más para la limpieza del material. El polvo y la borrrilla son más livianos que las fibras largas, mientras que las impurezas y tierra son más pesadas. Por consiguiente, el aire tiende a separar el buen material de las impurezas, debido a las diferencias de peso específico. Las impurezas y la arena caerán por su propio peso cada vez que pasen por un lugar de aire muerto, mientras que los materiales más livianos como el polvo y la borrrilla son aspirados por los condensadores quedándose aprisionados en el filtro.

Al transportar el material por los conductos y tubos impulsados por aire cálido y húmedo, se le somete a un acondicionamiento adicional. Además, el material se esponja pues al aspirarse el polvo de los copos, éstos reciben sacudidas al pasar por los conductos, y se intensifica la apertura de las fibras.

Tres tipos generales de filtro

Para la hilandería moderna hay tres tipos generales de filtro. El primer tipo es una sencilla caja de acero con persianas en los costados, cubiertas con tela metálica. La borrrilla se acumula en la tela metálica y actúa de material filtrante. Este filtro sirve muy bien para ciertos casos limitados, esto es, en los casos en que la cantidad de aire que hay que pasar por el filtro es pequeña. Si la corriente de aire es grande, entonces se produce contrapresión que bien puede causar complicaciones en todo el tren abridor. Estos filtros hay que limpiarlos a mano cada cuatro horas, más o menos, según las condiciones locales.

Hay otra clase de filtro llamado de sacos que presenta ventajas sobre el tipo el anterior. El filtro de saco consiste en un cajón de acero con dos o cuatro sacos de lona pendiendo de él. El aire entra en el cajón impulsado por ventiladores y pasa otra vez a sala a través de los sacos. La ventaja de los sacos sobre la tela metálica es que cada vez que se limpian los filtros no hay que esperar a que se forme una capa de borrrilla lo bastante densa para que actúe como material filtrante. Además, por los filtros de sacos puede pasar más cantidad de aire que por los del primer tipo sin que se origine contrapresión alguna, y son más fáciles de limpiar, pudiendo hacerse la limpieza sin interrumpir la corriente de aire que pasa por ellos.

El filtro más eficiente y por el cual puede pasar mayor cantidad de aire, es el de tamices giratorios. Esta clase de filtro combina la teoría del cedazo de tela metálica que emplea la borrrilla como material filtrante con la ventaja de los sacos. Estos filtros se limpian automáticamente, pues los tamices son cilindros de tela metálica que giran lentamente, y son adaptables a las condiciones locales y al material que se elabore, pues puede regularse la velocidad para que la capa de borrrilla se mantengan del espesor adecuado. Esto es posible, porque a me-