

Determinación de la carga contaminante ocasionada por las pérdidas energéticas en tuberías y horno

Determination of the caused polluting load for the energy losses in pipes and furnace

MSc. Raúl Andrés Montejo Serrano¹

¹ Facultad de ingeniería química, CUJAE, Felipe Poey #54 Santos Suárez, 10 de Octubre, Habana

¹e-mail: rmontejo@quimica.cujae.edu.cu

Resumen

En el presente trabajo el objetivo el cálculo de las cargas contaminantes que se emiten al medio ambiente en una fábrica de detergentes en polvo provocada por las perdidas energéticas debido al deterioro o falta de aislante térmico en tuberías, horno y torre de secado.

Para el mismo se recogieron los valores de los parámetros de operación y se midió la temperatura superficial de las tuberías con aislante y sin aislante, empleándose para los cálculos expresiones de balance de masa y energía así como de transferencia de calor.

Determinada la energía perdida se determinó el combustible equivalente que se pudiera ahorrar si se reparan los aislantes térmicos y con la cantidad de combustible que se dejaría de quemar las cantidades de gases de combustión dejadas de emitir al medio ambiente.

Los resultados mostraron que el gas licuado del petróleo quemado de más, era del orden de 533 ton/año que representaría un ahorro económico de más de 183 000 \$/año y por este motivo la carga contaminante no emitida a la atmósfera sería de más de 1 millón de m³/año de contaminantes gaseosos.

PALABRAS CLAVES: carga contaminante, pérdidas energéticas, ahorro.

Abstract

In the present I work the objective lens come on the calculation of the contaminating loads that emit the environment in a factory of soap powders provoked by the lost energetics due to the deterioration or lack of thermal insulation in pipes, oven and tower of drying themselves.

For the same one they were picked up the securities of the operation parameters and the superficial temperature of the pipes was measured with insulating and without insulating, using stops the calculations expressions of balance of mass and energy as well as of transfer of heat.

Certain the energy loss the equivalent fuel was determined that you could save if the thermal insulating are repaired and with the quantity of fuel that would be stopped to burn the quantities of left combustion gases of emitting to the environment.

Those showed that the burnt gas liquid of petroleum of more era of the order of 533 ton/año that would represent an economic saving of more than 183 000 \$/ year and for this reason the polluting load not emitted to the atmosphere would be of more than 1 million m³/año of gassy pollutants.

KEY WORDS: polluting load, energy losses, economic saving.

1. Introducción

La empresa Suchel Debón, perteneciente a la Unión Suchel del Ministerio de Industrias, constituye uno de los objetivos económicos principales del municipio Cerro y está ubicada dentro de una zona residencial altamente poblada. Es la única empresa en Cuba que produce detergentes en polvo por lo que es la principal abastecedora de este producto en el país [1]. La planta presenta problemas que afectan su eficiencia técnica y económica, por lo que el estudio y evaluación de las principales causas de esta situación es la razón para realizar el presente trabajo.

Un detergente comercial es una mezcla de varios componentes cada uno con una misión específica. El componente activo de un detergente es similar al de un jabón, y suele ser un producto sintético normalmente derivado del petróleo. La tecnología de los detergentes modernos satisface estas necesidades durante el proceso de lavado mediante dos procesos: la eliminación física y la modificación química de las manchas por hidrólisis o por oxidación (blanqueo), lo cual tiene como resultado su disolución, y/o decoloración respectivamente[1].

Los detergentes actuales contienen diferentes aditivos que intentan satisfacer la demanda de los consumidores, entre ellos:

- Agente tensioactivo o "surfactante": un buen surfactante disminuye la tensión superficial y contribuye a la remoción de lípidos y grasas.
- Agentes coadyuvantes: ayudan al agente tensioactivo en su labor. Entre ellos se encuentran componentes que disminuyen la dureza del agua y permiten lavar en aguas duras.
- Agentes auxiliares: incluyen componentes que evitan que el polvo se adhiera, sustancias que contrarrestan la tendencia de la ropa a ponerse amarilla; estabilizadores de espuma, colorantes, perfumes y enzimas que rompen las moléculas de proteínas, lípidos, almidones, eliminando manchas de restos orgánicos como leche, sangre, aceites, etc.

Dentro de los principales materiales utilizados como aditivos en la industria de los detergentes se pueden enumerar los siguientes:

- Silicato de sodio: previenen la corrosión de metales, protegiendo las partes metálicas de la lavadora y obtener además un detergente de baja densidad.
- Polifosfatos: sus propiedades ayudan a controlar la alcalinidad.
- Carboximetil celulosa (C.M.C.): coloide hidrófilo capaz de formar mezclas en cuyo interior se retienen las partículas de suciedad y al mismo tiempo comunican a la solución acuosa una adecuada viscosidad, además de evitar la redeposición.
- Agentes blanqueadores: comúnmente se emplean los peróxidos.
- Colorantes fluorescentes: proporcionan brillantez a la ropa, por su capacidad de convertir la luz ultravioleta en luz visible.
- Añiles: material que absorbe en las fibras la porción amarilla del espectro de la luz, lo que contraataca la coloración amarillenta que se desarrolla especialmente en las telas blancas con la utilización del detergente.
- Agentes antimicrobianos: comprenden carbanilidas, salicilanilidas, y cationes.
- Agentes biodegradables: Las enzimas optimizan la eficiencia de los detergentes, a la vez que permiten el trabajo de limpieza a bajas temperaturas y períodos más cortos de lavado, reduciendo significativamente el consumo de energía y las emisiones de CO₂. Otro beneficio ambiental asociado al uso de enzimas en los detergentes es que estas son biodegradables y reemplazan a los químicos constituyentes de los detergentes sintéticos que se vienen liberando al ambiente desde hace [2-3].

El ahorro energético constituye en el mundo uno de los principales aspectos para aumentar la eficiencia de cualquier proceso productivo, además de contribuir a disminuir la carga contaminante al medio ambiente

El objetivo principal es evaluar técnica, económica y ecológicamente la sección horno - torre de secado del proceso de producción de detergentes en polvo en la planta Suchel Debón para cuantificar las pérdidas reales producto del estado deplorable del sistema de aislamiento térmico (ver Anexo 1), que ocasiona un mayor consumo de combustible que disminuye la efectividad del proceso y aumenta considerablemente la afectación al medio ambiente

2. Materiales y métodos [1,4-8]

Descripción del proceso de producción del detergente en polvo[1]

El proceso de fabricación del detergente en polvo consta de las siguientes etapas (ver Anexo 2).

1. Neutralización
2. Batición
3. Secado o atomización
4. Cernido
5. Envase
6. Almacenamiento

La empresa Suchel Debón en la producción de detergente en polvo se utilizan una serie de materias primas divididas en materias primas líquidas (agua, ácido sulfónico, sosa cáustica, silicato de sodio) y materias primas sólidas (carbonato de sodio, sulfato de sodio, carboximetil celulosa, abrillantadores, tripolifosfato de sodio, etc.).

Primeramente se bombean la sosa cáustica, el ácido sulfónico y el agua hacia un tanque de neutralización ubicado en el 3er piso, empleando una bomba dosificadora que por sus características no altera la estequiometría de la reacción. Una vez depositadas en el tanque de neutralización ocurre una reacción exotérmica con el objetivo de eliminar las propiedades ácidas del ácido sulfónico.

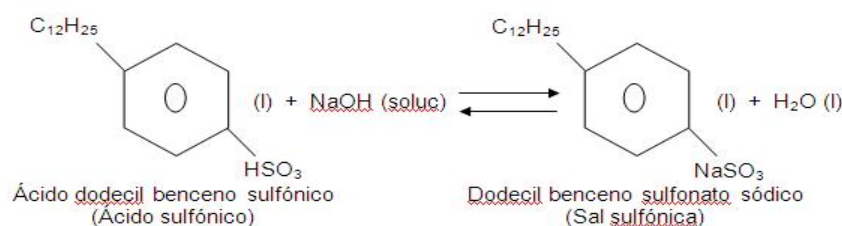


Figura 1. Reacción de neutralización

Debido a que la reacción de neutralización no es instantánea, esta pasta semineutralizada se envía hacia un tanque intermedio en donde se deposita por varios minutos para que neutralice completamente. Con la neutralización se completa el proceso de fabricación del ingrediente activo del detergente denominada pasta neutra.

Posteriormente esta pasta es bombeada hacia al tanque batidora, ubicado en el mismo piso donde se le añaden las materias primas sólidas por medio de conductos y válvulas automáticas. Estas válvulas se encuentran programadas para cada sustancia. Hay que destacar que este tanque presenta celdas de carga que permiten conocer el peso del mismo y sus resultados son suministrados al autómata (equipo donde es programada la receta de producción).

El silicato de sodio es a su vez impulsado hacia un tanque instalado en el 5to piso para añadirlo al tanque batidora, el carbonato de sodio, los abrillantadores etc. son añadidos directamente de forma manual. En dicho tanque también se analiza la humedad la cual es de un 30 %. Luego la pasta batidora es trasegada hacia un tanque de alimentación situado en el 2do piso.

De aquí es bombeado por las bombas de baja presión colocadas en el 1er piso, dirigiendo dicho fluido hacia los filtros de orificios grandes y orificios pequeños. Acto seguido la bomba reciprocante de alta presión, impulsa el fluido hacia los 6 atomizadores, que se encuentran instalados en la parte superior de la torre de secado, la cual posee una altura de 30 m por lo que está ubicada a un lado del edificio principal de la planta de detergente. Los atomizadores

presentan agujeros de 3.5 mm de diámetro interno para posibilitar que la pasta descienda en forma de fina llovizna y se seque por medio de un secado a contracorriente con los gases calientes provenientes del horno.

Los gases calientes que se ponen en contacto con dicha lluvia poseen una temperatura que oscila alrededor de los 400°C y son producidos por un horno situado en el 2do piso. El horno trabaja con gas licuado y se combustiona con aire, el cual es introducido por medio de un ventilador localizado en el 1er piso.

Esta mezcla de gases calientes asciende en la torre de secado, donde se pone en contacto con la pasta batidora que desciende en forma de fina llovizna, produciéndose un proceso de transferencia de calor y masa, vaporizándose el agua contenida en la pasta batidora hasta un valor de aproximadamente 2%. El detergente en polvo que cae sobre la tambora de rociado a una temperatura aproximada de 90°C y se le mide la humedad, fluidez y densidad. Los gases de salida de la torre de secado pasan por un filtro de mangas donde se separan, los gases del polvo, finalmente se dirigen a la atmósfera mediante un ventilador de tiro inducido, mientras que el polvo es reincorporado al proceso.

El polvo seco se desplaza por una estera y seguidamente es aspirado por un elevador neumático, con el objetivo de enviarlo hacia los ciclones ubicados en el 5to piso. Después el polvo cae sobre las cernidoras separándose el polvo grueso del fino. Como resultado el polvo fino desciende por un conducto hasta el 3er piso donde se le incorpora el polvo más fino recuperado en los filtros de mangas y en este punto del proceso se le adiciona el perfume al producto.

El detergente perfumado pasa al 2do piso donde se almacena en silos que son pesados para mantener un registro y control del producto terminado, pasando posteriormente a las máquinas de envase ubicadas en el 1er piso. Existen 6 máquinas de envase: dos de 0.25 kg, una de 0.5 kg, una de 4 ó 7.5 kg., y dos de 0.3 kg. Posteriormente son paletizados y pasan por la retractiladora para enviarse al almacén de productos terminados.

El polvo grueso, tanto el que queda en la cernidora, como el que cae del elevador neumático es nuevamente utilizado. Este se incorpora a un tanque donde se disuelve. El agua residual (denominada agua detergente) también es utilizada en el neutralizador. El polvo que se encuentra esparcido por los diferentes locales de producción es reutilizado en la producción del detergente lavavajilla.

Para la determinación de las pérdidas de calor en los equipos horno, torre de secado y tuberías se emplearon las técnicas de balances de masa, energía y de transferencia de calor.

Se recogieron 20 mediciones de los diferentes parámetros operacionales en diferentes horarios y días para esta sección del proceso (ver figura 2) y trabajándose con los valores medios. La mayoría de ellos medidos en el laboratorio de control de la calidad de la empresa y el resto en los paneles de control del horno y la torre de secado.

Las superficies de las tuberías se midieron con un termómetro digital y las temperaturas de bulbo húmedo y bulbo seco con un psicrómetro. El análisis de los gases de combustión se realizó mediante un analizador ORSAT existente en la industria.

3. Resultados y Discusión

Cálculos básicos

La determinación de las pérdidas en el sistema mostrado en la figura 1 se realizó a partir de los datos de la tabla 1.

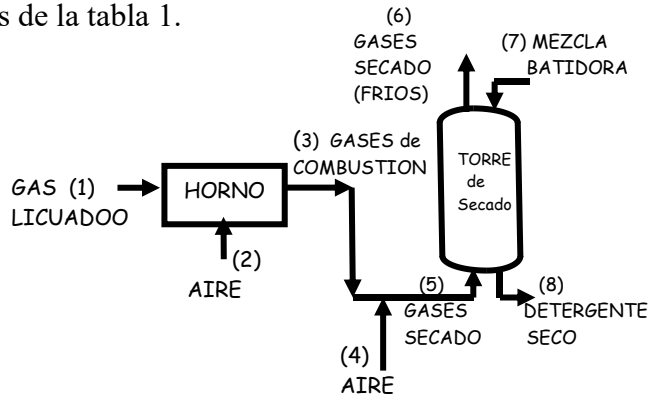


Fig.2. Esquema sección horno-torre de secado

Tabla No. 1 Variables medidas o suministrados para realizar los cálculos

SECCIÓN 1 (HORNO - TORRE DE SECADO)								
Punto	Fluido	FLUJO (kg/h)	T(°C)	Comp.	Cantidad	U/M	Observaciones	
1	GAS LICUADO	210,72	25	nC ₄ H ₁₀	30	%vol.		
				C ₃ H ₈	22,7	%vol.		
				C ₃ H ₆	24	%vol.		
				C ₄ H ₈	14	%vol.		
				C ₂ H ₆	4,5	%vol.		
				C ₃ H ₄	2,5	%vol.		
				C ₅ H ₁₀	2,3	%vol.		
2	AIRE		25	Tr (°C)=	20,3			
3	GASES DE COMBUSTIÓN			O ₂	2,42	Análisis ORSAT (%volumen)		
				CO ₂	11,79			
				CO	1,31			
				N ₂	84,48			
				H ₂ O				
4	AIRE		25	Tr (°C)=	20,3			
5	GASES DE SECADO ENTRADA		400	O ₂				
				CO ₂				
				CO				
				N ₂				
				H ₂ O				
6	GASES DE SECADO SALIDA		80	O ₂				
				CO ₂				
				CO				
				N ₂				
				H ₂ O				
7	M. BATIDORA	7000	45	%H ₂ O	25	%masa		
8	DETERGENTE		85	%H ₂ O	2	%masa		

OTROS DATOS

%Conversión=

100

horas / día =12

Qp horno(kJ/h)= -209300(-50000 kcal/h)

días / año= 300

Precio Gas(\$/kg)= 0,3434

Cp detergente(kJ/kg °C)= 1,750 (0,42 kcal/kg °C)

A partir de las variables medidas se determinaran :

1- %Perdidas en la torre.de secado y en tuberías sin aislamiento térmico.

2- Efecto técnico económico y ecológico por ajustes de parámetros de operación

Resumen de los cálculos [1]:

Base de cálculo: 1 hora

Tabla No. 2 Cálculo del flujo molar por componentes

Componente	%Molar	% Masa	Flujo (kmol)
nC ₄ H ₁₀	30	35,28409782	1,281907775
C ₃ H ₈	22,7	20,25388328	0,969976883
C ₃ H ₆	24	20,44044288	1,02552622
C ₄ H ₈	14	15,89812224	0,598223628
C ₂ H ₆	4,5	2,737559314	0,192286166
C ₃ H ₄	2,5	2,027821714	0,106825648
C ₅ H ₁₀	2,3	3,358072758	0,098279596

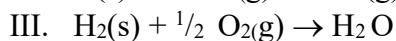
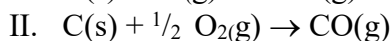
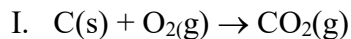
Balances de Materiales.**Reacciones Químicas elementales**

Tabla No. 3 Resumen Del balance de masa por componentes

Sust.	Entra	R ó F	Sale	% Molar
C	14,7	14,70	0	0
H ₂	17,04	17,04	0	0
O ₂	25,20	22,48	2,71	2,052
CO ₂	0	13,23	13,23	10,01
CO	0	1,47	1,47	1,11
N ₂	94,80	0	94,80	71,73
H ₂ O	2,90	17,04	19,94	15,09

Nota:

Todos los valores están reportados en kmol/h.

Balance de Energía Horno

Aplicando el método del camino termodinámico para determinar la temperatura de salida del horno

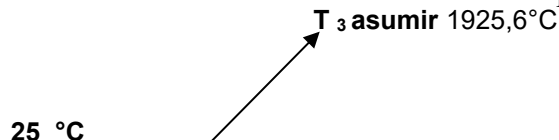


Figura 3 Representación del camino termodinámico

Mediante un procedimiento de tanteo y error se determina t₃Se asume una t₃

Se buscan los Cp promedios en la tabla B20 [5]

Se determina $\sum \Delta H_{(SAL\ calculado)}$ y $\sum \Delta H_{(SAL\ REAL)}$ si $Q_p = -50000$ kcal el valor t_3 es el correcto si no se asume un nuevo valor de temperatura.

$$Q_p = \sum \Delta H_R^o + \sum \Delta H_{(SAL)}$$

$$\sum \Delta H_R^o = n_{CO_{2f}} * \Delta H_{CO_{2f}} + n_{CO_f} * \Delta H_{CO_f} + n_{H_2O_f} * \Delta H_{H_2O_f}$$

$$\sum \Delta H_{(SAL\ calculado)} = \sum n_{sal} C_p \Delta t$$

Siendo:

Q_p - calor perdido

$\sum \Delta H$ -sumatoria de la variación de entalpías sea de salida (sal), de reacción (R), de formación(f),[4-7]

n_i -- flujo molar de los diferentes componentes en diferentes corrientes.

$\overline{C_p}$ - capacidad calorífica promedio de cada sustancia[5].

Δt - variación de temperaturas.

Y_m - humedad molar del aire.

$$\sum \Delta H_R^o = -2268355,5 \text{ kcal}$$

$$\sum \Delta H_{(SAL\ calculado)} = 2218360,4 \text{ kcal}$$

$$Q_p = -49995,1 \text{ kcal}$$

$$Q_p \approx 50000 \text{ kcal} \text{ error} = 0,0022\% \therefore \text{chequea} = -2268355,5 \text{ kcal}$$

$$\sum \Delta H_{(SAL\ calculado)} = 2218360,4 \text{ kcal}$$

$$Q_p = -49995,1 \text{ kcal}$$

$$Q_p \approx 50000 \text{ kcal} \text{ error} = 0,0022\% \therefore \text{chequea}$$

Balances materiales y energía en el punto de unión (corrientes 3,4 y 5)

El punto de unión se considera adiabático [4-8]

$$0 = \underbrace{\sum (n_i * \overline{C_p}) * (25 - t_3) + \sum (n_i * \overline{C_p}) * (t_5 - 25)}_{\text{Calor cedido por los gases de combustión}} + \underbrace{[n_{AS} * \overline{C_p}_{AS} + n_{AS} * Y_m * \overline{C_p}_{H_2O}] * (t_5 - 25)}_{\text{Calor absorbido por el aire húmedo}}$$

Calor cedido por los gases de combustión

Calor absorbido por el aire húmedo

Esta ecuación permitirá determinar la cantidad de aire necesario para que la temperatura de los gases de secado entren a la torre a 400°C

$$n_{AS} = 667,12909 \text{ kmol}$$

$$F_{ah} = n_{AS} * (1 + Y_m) = 667,12909 [1 + 0,015(29/18)] = 683,3 \text{ kmol} = 19814,287 \text{ kg} / h$$

Balance de Energía torre secado

$$Q_{abs} = F_{sol\ secos} * C_{p_{sol}} (T_8 - T_7) + H_2O_{evap} * \lambda_{evap} + H_2O_{(7)} * C_{p_{(l)}} * (T_6 - T_7) + H_2O_{(8)} * C_{p_{(l)}} * (T_8 - T_6) = 4420870,2 \text{ kJ}$$

$$Q_{ced} = \sum n_i C_{p_i} (25 - t_5) + \sum n_i C_{p_i} (t_6 - 25) - m_{H_2O} \lambda_{780^\circ C} = -11754139 \text{ kJ}$$

$$\% \text{Pérdidas}_{torre} = (Q_{abs} + Q_{ced}) / Q_{ced} * 100$$

$$\% \text{Pérdidas}_{torre} = 62,4\%$$

Pérdidas de calor en tuberías sin aislamiento térmico[4]

En el sistema de tuberías que transporta los gases calientes de combustión para la torre de secado existe una determinada longitud de tuberías sin aislamiento térmico, por lo que las pérdidas por convección radiación son superiores a las que están aisladas, para lo cual se midió la temperatura superficial de las tuberías tanto con aislante como sin aislante y se determinó el calor perdido.

Tabla 4 Dimensiones de las tuberías sin aislar

Tuberías hacia el horno 1	
Tamaño nominal	
Diámetro exterior	0,4572 m
Diámetro interior	0,4381 m
Longitud tubo sin aislar	7,5 m
Superficie(m ² /m)	1,44

Tabla 5 Valores de temperatura de las tuberías con y sin aislamiento térmico

Temperatura	T _{sin aislar} (°C)	T _{aislada} (°C)
Exterior (T _e)	390	80
Ambiente (T _a)	30	30

$$Q_p = h_a \cdot A \cdot (T_s - T_A)$$

$$Q_{pS/A} = 1,71 \cdot 10^9 \text{ kJ/año}$$

$$Q_{pC/A} = 9,2 \cdot 10^7 \text{ kJ/año}$$

$$Q_{p\text{total}} = Q_{pS/A} + Q_{pC/A} = 1,68 \cdot 10^9 \text{ kJ/año}$$

Siendo:

Q_p : Calor perdido

S/A y C/A : sin y con aislante

h_a : Coeficiente global de transferencia de calor

A : área de transferencia de calor

T_s : temperatura superficial

T_A : temperatura ambiente

Si se ajustan los parámetros fuera del intervalo de operación [1]

- % de pérdidas de calor al 10%
- % de Completamiento al 98%
- Eliminar las pérdidas por tuberías sin aislante

Esto trae como consecuencia un ahorro considerable de energía al año lo que evitaría la combustión de una cantidad de gas licuado (LPG) al dividir esa energía entre el valor calórico inferior (VCI) del combustible. El costo de ese combustible se multiplica por el precio del LPG y determinamos el efecto económico, con el combustible que se dejaría de quemar permite calcular la cantidad y el volumen de contaminantes que se dejarían de emitir al medio ambiente en una zona altamente poblada de la ciudad de la Habana.

DISCUSIÓN

En la tabla 6 se exponen los resultados más significativos obtenidos a partir de los cálculos de balances de masa, energía y transferencia de calor realizados anteriormente en la sección horno – torre de secado de la planta de detergente Suchel Debón.

Tabla 6. Resultados de los balances de masa, energía y transferencia de calor

Parámetro	Valor
% completamiento	90
% O ₂ ORSAT	2,42

% CO ₂ ORSAT	11,79
% CO ORSAT	1,31
% pérdida torre	62,4
Q _p c/a (kJ/año)	9,2.10 ⁷
Q _p s/a (kJ/año)	1,71.10 ⁹

Los resultados señalados en rojo resaltan las principales causas de las pérdidas energéticas que esta causando fundamentalmente el bajo porcentaje de completamiento en el horno, el alto porcentaje de pérdidas de energía en la torre de secado y las pérdidas de calor por tuberías, sin aislante térmico los cuales serán analizados a continuación.

Si el % de completamiento es bajo se pierde energía ya que no se agota el contenido energético del combustible produciendo mayor cantidad de monóxido de carbono, gas más toxico que el dióxido de carbono.

El % de pérdidas de calor en la torre, más del 60% debido al estado deplorable del aislante térmico es la causa principal de un consumo mayor de gas licuado en el horno al solo aprovechar el 40% de la energía suministrada por los gases de secado.

Por ultimo si los tramos de tuberías sin aislamiento térmico se recubrieran las pérdidas disminuirían desde 1,71.10⁹ a 9,2.10⁷ kJ/año.

En la tabla 7 se muestran los ahorros sustanciales si se ajustan los parámetros anteriormente analizados a los valores fijados en el presente trabajo para demostrar cuantitativamente la necesidad de reparar el sistema.

Tabla 7. Resultados técnicos económicos por ajuste de parámetros.

Parámetro	Ahorro combustible (kg/año)	Ahorro económico(\$/año)	%
%Completamiento	25602,94	8792,05	5
%Pérdida en la torre	473404,03	161842,07	88
Pérdidas tuberías s/a	34595,13	11879,97	7
Total	533602,10	183238,96	100

En esta tabla no solo se analiza las tres causas principales sino se determina que en orden de importancia esta en primer lugar las pérdidas en la torre con el 88%, le siguen las pérdidas en tuberías y las pérdidas por combustión incompleta del gas licuado

Estas tres causas representan pérdidas económicas anuales de más de 183000 \$/año solo debido a que se evita la combustión de más de 533 toneladas de gas licuado. Está cantidad de combustible ahorrado representaría una considerable disminución de la cantidad de contaminantes dejados de emitir al medio ambiente como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados del impacto ambiental

Parámetro	CO	CO ₂	Total
Cantidad de contaminantes dejados de emitir (ton/año)	103,7	1 466,90	1 570,6
Volumen de contaminantes dejados de emitir (m ³ /año)	1.10 ⁶		

La disminución considerable del impacto ambiental se vería reflejada en que un millón de metros cúbicos de monóxido y dióxido de carbono no se emitirían en los alrededores de la industria con un beneficio sustancial a los residentes de esa zona de la ciudad de la Habana.

4. Conclusiones

1. Se determinaron que las tres causas principales de las pérdidas energéticas en el sistema horno torre de secado en orden decreciente son las pérdidas de energía en la torre de secado, en las tuberías ambas por el deplorable estado del aislamiento térmico y por ultimo la incombustión química.

2. Restablecer el aislamiento térmico en el sistema analizado, aumentar el porcentaje de completamiento hasta el 98% representaría para la empresa desde el punto técnico-económico un ahorro de más de 533 ton/año de gas licuado y más 183000 \$/año.
3. El ahorro de esa cantidad de combustible representaría dejar de emitir en una zona altamente poblada del municipio Cerro de aproximadamente de 104 y 1470 ton/año de monóxido y dióxido de carbono respectivamente que representaría un volumen de un millón de metros cúbicos.

Recomendaciones

1. Diseñar un sistema de aislamiento para la sección horno torre de secado.
2. Realizar la reparación capital del sistema de aislamiento térmico del la sección horno - torre de secado.
3. Realizar mantenimientos periódicos al quemador de gas licuado con el objetivo de aumentar el % de completamiento.

Agradecimientos

El autor quiere agradecer a todos los trabajadores de la empresa Suchel Debón: obreros, técnicos, ingenieros, directivos y en especial a la lic Tania Rondón por la ayuda brindada, en una fábrica que mantiene su vitalidad luego de más de 70 años de explotación gracias a la inteligencia y abnegación desde el más simple trabajador hasta la máxima dirección de una empresa, que día a día con sus inventivas e innovaciones rompen el criminal bloqueo norteamericano manteniendo la producción de este imprescindible producto para mantener la higiene y la salud del pueblo.

En próximos artículos continuaremos mostrando este fructífero vínculo entre Universidad e Industria.

A todos muchas gracias

Referencias

1. Ramos S., Montejo R. "Evaluación técnico-económica y medioambiental de la sección horno- torre de secado del proceso de producción de detergente en polvo en la planta Suchel Debón". Trabajo de diploma. Facultad de ingeniería química. ISPJAE. Julio 2020, la Habana, Cuba.
2. Altmajer D., y otros. "Formulaciones biodegradables". Tesis doctoral editorial universidad de Granada. 2020 , Granada ,España
3. S/autor. "El cuaderno de porqué biotecnología". Edición 73. Instituto latinoamericano de comunicación educativa. 2019. México.
4. Kern D., "Procesos de transferencia de calor". Ediciones revolucionarias: Ciudad Habana, Cuba. reimpresión 2021.
5. Cruz L. y otros." Introducción a la ingeniería química". Editorial ENPES; reimpresión 2020, Habana, Cuba.
6. PERRY'S, "Perry's Chemical Engineers' Handbook". 9a edition. Ediciones revolucionarias: Ciudad Habana, Cuba. Vol. 1. 2021,
7. Keenan J. "Steam Tables". Reimpresión 2018, Ediciones revolucionarias: Ciudad Habana, Cuba.
8. Pérez, O. y otros "Evaluación del proceso de producción de detergente en polvo a partir de la simulación". Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 15, No. 28 pp. 241-260 ISSN 1692 - 3324 - enero-junio de 2019/324 p. Medellín, Colombia

Conflicto de Intereses

El autor declara la inexistencia de conflicto de interés con institución o asociación comercial de cualquier índole.

Contribución de los autores

Raúl Andrés Montejo Serrano. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-2257-4713>

Aplicación de técnicas balance de masa y energía; mediciones, cálculos, conclusiones; redacción del manuscrito original.

Anexo 1: Estado del aislamiento térmico en la torre de secado y tuberías.



ANEXO 2 Diagrama de bloques del proceso de producción de detergentes en polvo en la empresa Suchel Debón

