

84:7-8
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS



BIOLOGIA

PROYECTO
DE UNA PLANTA PARA LA MANUFACTURA DE
ACIDO CACODILICO

TESIS

Que para su examen profesional de

INGENIERO QUIMICO

Presenta el alumno

MARIO JAIMES DE LA VEGA.

1945



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

- I.- Introducción.
- II.- Generalidades.
- III.- Obtención en planta de laboratorio.
- IV.- Cálculo de la planta.
- V.- Balance económico.
- VI.- Conclusiones.

INTRODUCCION.

Al empezar el presente conflicto, se empezaron a escasear numerosas sustancias químicas destinadas a la preparación de productos farmacéuticos, muchos de los cuales eran producidos casi exclusivamente por fábricas europeas, y cualquier intento de producción por nuevas fábricas se encontraban con la competencia, si no de precio, si con un prestigio y una absoluta confianza en el producto por parte del público consumidor.

Ante la escasez anteriormente mencionada, cualquier industria que tratara de establecerse, tendría muchas mayores probabilidades de éxito que anteriormente.

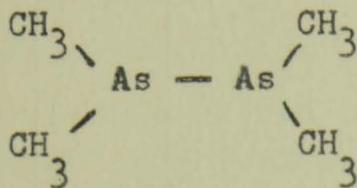
El ácido cacodílico y sus sales entraron entre los productos que por no manufacturarse en la América empezaron a escasear; teniendo hasta el presente excelentes mercados tanto en México como en Sud-América. Todas estas circunstancias me hicieron tratar de obtener el ácido cacodílico; más tarde trabajé en unos laboratorios que se dedicaban a su obtención, que era efectuada en una forma bastante rudimentaria, apartándose la mayor parte de las veces de las normas de la economía industrial.

El conjunto de mis experimentos y más tarde de mis observaciones constituyen la presente tesis, que sin duda tendrá grandes errores, pero ruego a los señores Jurados la acojan con benevolencia, pues todos ellos son debidos a la falta de práctica para apreciar debidamente las operaciones efectuadas en un proceso de fabricación.

GENERALIDADES.

El arsénico se encuentra en el quinto grupo de la clasificación periódica de Mendaléeff y, por lo tanto, presentará analogías con los elementos que constituyen este grupo. Así tenemos que los primeros elementos dan con el hidrógeno compuestos de tipo del amoniaco, y que por sustitución del hidrógeno con radicales orgánicos dan compuestos denominados: aminas, para los compuestos en que han sido sustituidos total o parcialmente los hidrógenos del amoniaco por radicales orgánicos y sustituciones del mismo tipo en los compuestos hidrogenados del fósforo, arsénico, antimonio, dan origen a los compuestos denominados respectivamente: fosfinas, arsinas y estibinas.

De esta analogía se puede suponer la existencia de un compuesto análogo a la hidrazina y cuya formula sería As_2H_4 , hasta el presente no se ha podido aislar este compuesto, pero se puede suponer su existencia, ya que así como existen numerosos derivados orgánicos de la hidrazina en los cuales sus hidrógenos han sido sustituidos por radicales orgánicos; tenemos en el caso del hidruro de arsénico también un derivado, en el cual los cuatro hidrógenos han sido sustituidos por radicales metilo dando origen a un compuesto denominado cacodilo.

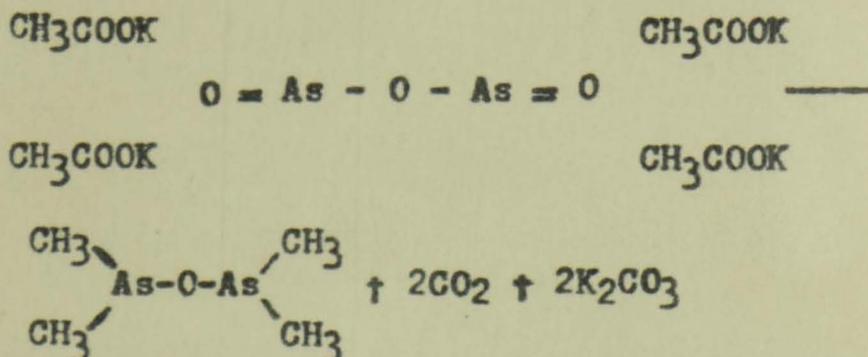


El cacodilo fué descubierto en 1760 por Cadet al someter a la acción del calor partes iguales de acetato de potasio y anhídrido arsenioso, estas dos sustancias al reaccionar entre sí producían unos vapores de olor fétido y picante que al ser condensados produ---

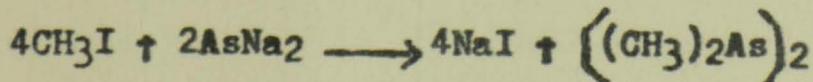
cían dos fases, una gaseosa que según Thenard esta - compuesta de gas carbónico e hidrógeno arseniado y de una parte líquida compuesta por tres capas de líqui-- dos de diferentes densidades y cuyo estudio fué hecho por Bunsen en el año de 1842.

La capa inferior está constituida por un líquido oleaginoso de arsénico metálico y trimetil arsina; la capa intermedia constituida por el cacodilo y el producto de oxidación de éste: el óxido de cacodilo, es de un color café oscuro y también de apariencia olea-- ginosa. Y finalmente la capa superior que es una mez-- cla de agua, acetona y ácido acético.

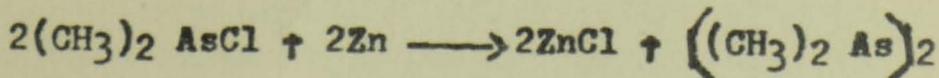
La reacción fundamental que se efectúa es:



La composición del cacodilo fué establecida por Cahueres y Riche haciendo reaccionar el metil yoduro con el arseniuro de sodio rico en sodio.



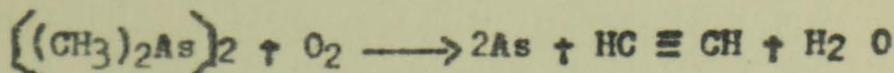
Bunsen tambien lo obtuvo tratando el cloruro de cacodilo con zinc a una temperatura de 100oC en atmós-- fera inerte de bioxido de carbono.



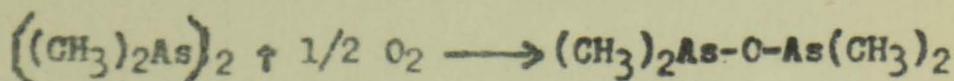
El cacodilo es un líquido de color transparente y mas denso que el agua, inodoro, viscoso, fumante al - aire y espontáneamente inflamable al aire. Al infla--

marse el cacodilo lo hace con una llama de color azul pálido produciendo agua, bixido de carbono y ácido arsenioso.

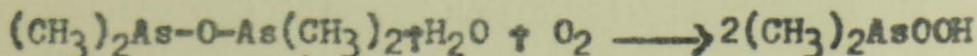
Es muy soluble en el agua, fuertemente soluble en el alcohol y el eter y hierve a 170°C. Si se calienta a 400°C se descompone en arsénico metálico, acetileno y agua:



Por oxidación lenta pasa el cacodilo a óxido de cacodilo.

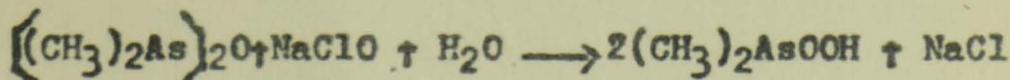


que con exceso de oxígeno y en presencia de agua se transforma en ácido cacodílico.

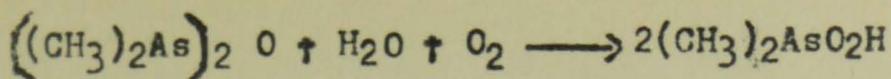


Esta oxidación se puede efectuar mediante la acción de cuatro diversos oxidantes:

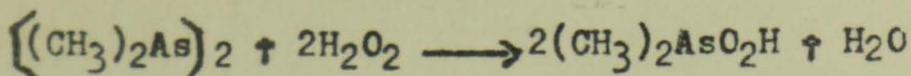
I.- Con hipoclorito sodico en solución al 30% y en presencia de ácido clorhídrico, dándonos ácido cacodílico y cloruro de sodio, que luego por cristalización fraccionada se separan.



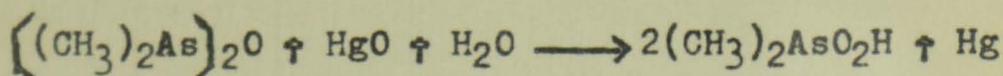
II.- Con oxígeno, Guinot ha dado un procedimiento basado en oxidar el licor fumante de Cadet en solución en acetona adicionando la cantidad de agua necesaria para efectuar la oxidación, el ácido cacodílico precipita en el seno de la acetona debido a su insolubilidad; para que la oxidación sea completa se necesita operar en medio ácido.



III.- Con agua oxigenada, esta oxidación también se puede llevar a cabo en solución de acetona, y es mas aconsejable este procedimiento al de emplear oxígeno directamente, debido a que se evitan inflamaciones como puede ocurrir en el caso anterior.



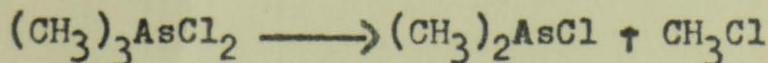
IV.- Con el óxido amarillo de mercurio puesto en contacto con el licor fumante de Cadet se oxida este a ácido cacodílico dejándonos precipitado el mercurio metálico.



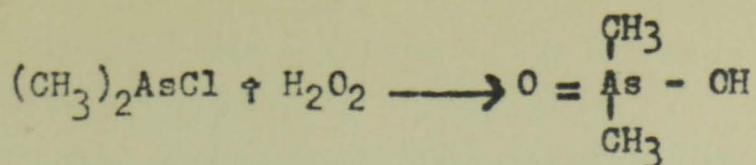
El ácido cacodílico también se puede obtener a partir de la trimetil arsina que se encuentra en proporción variable del 3 al 7% en el licor fumante de Cadet. Para seguir este procedimiento se trata la trimetil arsina en solución de benceno, libre de agua, con cloro. Pasa el arsénico de trivalente a pentavalente, precipitando el cloruro de trimetil arsina que es poco soluble en el medio que se encuentra.



Calentando el cloruro de trimetil arsina en baño de arena a 180°C se desprende cloro con formación del cloruro de cacodilo.

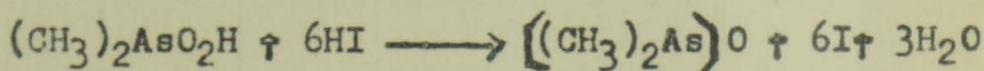


El cloruro de cacodilo se oxida con agua oxigenada, obteniéndose como producto final el ácido cacodílico.



El ácido cacodílico es un cuerpo cristalino, --- incoloro, que funde a 200°C y es muy soluble en el -- agua disminuyendo su solubilidad en el alcohol y el - eter, circunstancia que se aprovecha para su purificación.

El ácido cacodílico en presencia de ácido yodhídrico se descompone en óxido de cacodilo, el cual se reconoce por su olor fétido, pero la solución permanece incolora y no produce ningún precipitado.



La propiedad anteriormente mencionada se aprovecha para reconocer si el ácido cacodílico está libre de trimetil arsina, pues esta con el ácido yodhídrico produce un precipitado negro.

El ácido cacodílico oficial debe estar exento de arsénico metálico, carbonatos, fosfatos o cualquier otra sal de algún metal pesado, aunque se puede tolerar la presencia de cloruros y sulfatos alcalinos.

Para la determinación del arsénico en el ácido cacodílico Victor Levin y Wallace McNabb han desarrollado un método con el que se obtienen errores de un 0.06%.

Este método es semimicrométrico y está basado en la descomposición del ácido cacodílico con sulfato -- ácido de potasio en presencia de pequeñas cantidades de ácido sulfúrico; el arsénico es precipitado por la acción del ácido hipofosforoso, el arsénico precipitado se filtra y luego se disuelve con una solución de-

bromato y bromuro de potasio (solución de Koppeschaar) en cantidad determinada; el exceso de bromo se determina yodometricamente.

Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 14-516-1942
" " " " " 15-76-1943

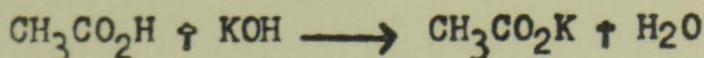
USOS.-

Bunsen fué el primero en observar que los compuestos orgánicos de arsénico, en particular los de cacodilo poseían una toxicidad menor que los compuestos minerales. Gautier fué el que realmente introdujo el arsénico orgánico en la terapéutica, para el tratamiento de las enfermedades producidas por treponemas y tripanosomas.

El ácido cacodílico es poco empleado en la terapéutica, sin embargo su uso es bastante extenso en forma de sus sales, ya sean de sodio, hierro, bismuto guayacol, etc.

OBTENCION EN PLANTA DE LABORATORIO

En pruebas de laboratorio efectuadas a fin de -- determinar los rendimientos, partí de 1250 gramos de ácido acético glacial al cual le agregué la cantidad estequiométrica de potasa caustica industrial de 99% - de pureza.



El acetato de potasio se produce con fuerte reac-- ción exotérmica, lo cual origina el desprendimiento - de vapores de acético, ésta sustancia así obtenida re-- quiere la eliminación del agua producida en la reac-- ción, así como la que pudo haber venido con el ácido- acético. Obtuve 1775 gramos de acetato de potasio lo cual me dió un rendimiento de 87% considerando las -- sustancias reaccionantes como de 100% de pureza.

El acetato de potasio se mezcla con una cantidad igual en peso de anhídrido arsenioso, que en este ca-- so será de 1775 y corresponde aproximadamente al do-- ble de la cantidad estequiométrica necesaria para --- efectuar la reacción; todos los autores coinciden en este punto, y seguramente se debe a los subproductos- formados durante la reacción. Esta mezcla la sometí - a la acción del calor a una temperatura de 300o - --- 350oC; condensé los vapores producidos y los gases no condensables los dirigí a la campana.

La mezcla recogida pesó aproximadamente 705 gra-- mos, teniendo en la parte superior una capa de agua - producida durante la reacción.

Debido a que la mezcla contenía gran número de - impurezas provenientes algunas de las materias primas empleadas y otras consistentes en compuestos de hie-- rro, provenientes del ataque de los productos reac-- cionantes a la retorta de hierro en que se efectuó la --

reacción; la mezcla de óxido de cacodilo y cacodilo - los sometí a una redestilación en atmósfera inerte de bioxido de carbono, procurando que la temperatura no fuera mayor de 180°C, obteniendo un peso aproximado de 490 gramos para la mezcla de oxido de cacodilo y - cacodilo, dejando como residuo de la redestilación un líquido sumamente viscoso y de un color café oscuro.- El rendimiento para la reacción considerando como si todo fuera oxido de cacodilo es de:

$$\frac{392 \times 0.490 \times 100}{1.775 \times 226} = 31\%$$

El siguiente paso en la obtención del ácido cacodílico es la oxidación del óxido de cacodilo a ácido; de los procedimientos citados anteriormente, hay que considerar el que a la par que sencillo sea económico, para lo cual revisaremos los procedimientos citando las ventajas o desventajas por mí encontradas:

I.- El procedimiento del hipoclorito, no cabe duda que es uno de los más económicos, pero en cambio - la separación del ácido cacodílico del cloruro de sodio formado en la reacción, presenta bastantes dificultades y muchas veces requiera hasta tres recristalizaciones antes de obtener un producto cuyo contenido en cloruros sea aceptable, aparte de que el cloruro de sodio presenta reacción de ácido cacodílico.

II.- El procedimiento dado por Guinot, es también bastante económico, sin embargo, presenta grandes peligros en su aplicación, debido a las inflamaciones - producidas en la superficie.

III.- Con agua oxigenada se eliminan todas las desventajas de aplicación citadas anteriormente, sin embargo a mi modo de ver este procedimiento no resultaba económico como el del óxido amarillo de mercurio.

IV.- El óxido amarillo de mercurio haciéndolo --- reaccionar lentamente con el óxido de cacodilo, al -- cual lo oxida a ácido sin causar ninguna inflamación-- del licor de Cadet y a la par nos deja el ácido caco-- dílico en solución acuosa libre de otras sustancias - excepto aquellas que haya arrastrado durante su pro-- ducción dejando el mercurio metálico precipitado, el-- cual despues de ser lavado por decantaciones, por tra-- tamiento con agua regia y despues por hidróxido de so dio regenera el óxido amarillo de mercurio.

Con la cantidad de óxido de mercurio necesaria - para oxidar el óxido de cacodilo se prepara una sus-- pensión acuosa la cual se va agregando lentamente al - licor de Cadet; teniendo cuidado de mantener baja la temperatura del licor arsenical para lo cual es neces-- sario que el recipiente en que se está efectuando la-- reacción esté debidamente refrigerado, el peligro de-- inflamación desaparece completamente. Durante la reac-- ción es necesario mantener una agitación continua a-- fin de evitar que el óxido amarillo de mercurio se -- vaya al fondo sin reaccionar, lo cual aumentaría la - cantidad de óxido de mercurio necesario.

La solución de ácido cacodílico tendrá un volu-- men que corresponderá a el agua que se produjo duran-- te la reacción del acetato de potasio con el anhídrido arsenioso mas el agua en la cual se encontraba en sus pensión el mercurio mas las aguas de lavado.

0.100	de la reacción de formación del óxido
5.400	agua de la suspensión del mercurio †
	0.506 HgO
<u>5.000</u>	aguas de lavado
Total	10.500

La solución la evaporé al vacío, evaporando un - 90% del agua de solución, al vaciar el resto del lí-- quido que contenía el ácido cacodílico, este no había

formado ningún cristal, y enfriando cristalizó la mayor parte (330 gr.) el resto del líquido lo evaporé a sequedad y el conjunto de los dos precipitados pesó 410 gramos. Estos cristales fueron pesados húmedos.

En seguida se procede a la purificación del producto, para lo cual le agregué dos litros de alcohol de 96oC y lo mantuve calentando a reflujo por espacio de cuatro horas que fué el tiempo que tardó en disolverse el ácido cacodílico, luego filtré en caliente, y dejé cristalizar, filtré los cristales y las aguas-madres al enfriarlas dieron todavía cristales. En esta primera cristalización todavía no se obtuvo un producto de buena apariencia y al determinarle el punto de fusión dió 190oC por lo cual lo volví a recristalizar, obteniendo esta vez un punto de fusión de 199oC.

Recuperando todo el ácido cacodílico contenido en las aguas madres y tomándolo como si fuera puro, obtuve un peso total de 250 gramos.

Estas aguas madres en un proceso industrial se podrían tomar para nuevas recristalizaciones, pues si el producto en cambio no sale muy puro y por lo tanto no llenaría las especificaciones de la farmacopea americana, este se podría destinar a la fabricación de cacodilatos de sodio, hierro, etc., los cuales al cristalizar harían la purificación. Sin embargo llegaría un momento en que necesariamente las soluciones alcohólicas de ácido cacodílico contendrán tal número de impurezas que no se puedan seguir empleando para las recristalizaciones, cuando éste sea el caso, la solución se evaporará al vacío recuperando por condensación el alcohol, y dejando el ácido cacodílico impuro.

Este alcohol se puede introducir de nuevo al sistema mediante previa purificación.

CALCULO DE UNA PLANTA PARA PRO
 DUCIR DIEZ KILOS DIARIOS DE ACIDO CACODILICO

Según el experimento anteriormente efectuado y -
 cuyos resultados he dado anteriormente, para producir
 10 kilos diarios, se tendría que partir y se obten---
 drían cantidades cuarenta veces mayores, por lo tanto
 tendríamos:

	50 kilos de ácido acético
	46.5 de hidroxido de potasio
obtendríamos:	71 kilogramos de acetato de po tasio.
al cual le agregaría- mos	71 kilos de trioxido de arséni co.
obteniendo	28.2 kilos de óxido de cacodi lo y cacodilo
el cual redestilado para oxidarlo necesi- taríamos	23.8 8 kilos de óxido amarillo de mercurio.
obteniendo	433 kilos de solución de ácido- cacodílico
la cual evaporada a - sequedad	12 kilos de ácido cacodílico - impuro
para la recristaliza- ción	15 litros de alcohol
para la segunda recrís- talización	12 litros de alcohol de 96o

Todas las operaciones se ajustarán a 8 horas de
 trabajo excepto la reacción del acetato de potasio --
 con el trioxido de arsénico la cual tendrá una dura-
 ción de 15 a 16 horas por lo cual se hace necesarias-
 otras ocho horas hombre, para la vigilancia de la re-
 torta.

La producción empezará a partir del séptimo día de estar operando la fábrica; pues las operaciones se repartirán de la siguiente manera:

1er. día.- Preparación del acetato de potasio y trituración del mismo, junto con el óxido arsenioso.

2do. día.- Pirogenación, obteniéndose como productos: óxido de cacodilo y cacodilo.

3er. día.- Redestilación de los productos obtenidos.

4to. día.- Oxidación del cacodilo y óxido de cacodilo a ácido cacodílico mediante el óxido de mercurio. Y separación del mercurio de la solución.

5to. día.- Concentración de la solución acuosa de ácido cacodílico.

Tratamiento del mercurio mediante el agua regia.

6to. día.- Recristalización del cacodílico.

Tratamiento del bicloruro mercuríco por solución acuosa de hidróxido de sodio.

7mo. día.- Segunda recristalización.

Lavado del óxido de mercurio formado.

Pero hay que considerar que una vez trabajando en serie las dos cristalizaciones se harían el mismo día, es decir, la primera cristalización y la recristalización correspondiente al producto de la primera cristalización del día anterior y que se efectuó durante la noche.

8vo. día.- Centrifugado y secado de los cristales.

Para la preparación del acetato de potasio se -- usará un recipiente de madera de 200 lts. de capaci-- dad con un agitador mecánico de madera accionado por -- un motor de medio caballo. En la parte superior va -- una tolva de salida regulable directamente arriba del -- tanque de madera y la cual estará destinada a conte-- ner la potasa caustica. En la parte inferior del re-- cipiente de madera se encuentra una salida para la -- descarga, la cual va a dar a una canal que lo lleva -- a un recipiente de lámina colocado sobre un horno de -- ladrillo refractario provisto de su correspondiente -- quemador de petroleo accionado por el vapor de la cal -- dera. Cuando el acetato de potasio todavía se encuen-- tra al estado semifluido se descarga a un molino de -- bolas, donde se deja enfriar antes de empezar la mo-- lienda.

El molino de bolas es intermitente de eje hori-- zontal, construido de madera, recubierto interiormen-- te de lámina de acero, sus dimensiones serán 2.25mts. de largo por un metro de diámetro, estará movido por -- motor de un caballo y girará a 22 revoluciones por mi -- nuto efectuando la molienda en ocho horas de trabajo -- y estará cargado con 25 bolas de acero de ocho cms. -- de diámetro. Despues de cuatro horas se le agregará -- el trioxido de arsénico a fin de que la mezcla se efec -- tué lo mas intimamente posible.

De aquí se pasará a la retorta a donde se va a -- llevar efecto la reacción. Esta retorta es de fondo -- redondo y de sección circular, tendrá un diámetro de -- 1.5 m. por 1 metro de alto, la tapa de la retorta se -- fijará por medio de prensas en forma de abrasaderas -- en número de ocho y tendrá una salida para los gases -- la cual se conectará a un refrigerante de superficie, -- el cual descarga a un recipiente de hierro los vapo-- res ya condensados, mientras que los gases no conden-- sables se dirigirán al tiro de una chimenea, que des--

cargue a bastante altura. La retorta estará montada - sobre un hogar de ladrillo refractario.

La rectificación se hará en un recipiente ----- PFAULDER con una entrada para gas carbónico, a fin de operar en atmósfera inerte y evitar inflamaciones del óxido de cacodilo, y también tendrá una salida conectada con un refrigerante de superficie, el cual descargará los vapores condensados a un recipiente cerrado, en el cual también se mantendrá atmósfera inerte de gas carbónico, dotado también de una salida para los gases no condensables.

El calentamiento se hará mediante vapor, el cual circulará através de una chaqueta.

La oxidación se hará en un tanque de ladrillo -- anti-ácido recubierto con cemento antiácido con un -- agitador montado, y con un serpentín de vidrio por el cual circulará agua, arriba de este tanque irá montado otro tanque destinado a la suspensión de óxido amarillo de mercurio, del cual se descargará por medio -- de sifón. En el mismo tanque se efectuará la decantación y el lavado del mercurio reducido, y el ácido -- cacodílico junto con las aguas de lavado pasarán al -- evaporador para concentrarse.

El tipo de evaporador escogido es el de chaqueta de vapor, que es el mas apropiado cuando no se requieren grandes areas de calentamiento como en el caso -- presente. La condensación se hará por medio de un condensador de superficie, pues como se verá más adelante, también se utilizará el evaporador para concentrar las soluciones alcohólicas de ácido cacodílico -- y en las cuales el alcohol necesita ser recuperado.

Cálculo del evaporador.

Se va a disponer de vapor a 15 lbs. (1.0546 Kg/cm²)

manométricas, y el vacío es de 17 in (431.8 mm) de --mercurio refiriéndose a 22.8 in. (579.12 mm) de mercurio que es la presión de México, teniendo por lo tanto una presión absoluta en el interior del evaporador de 5.8 in. (147.32 mm) de mercurio; a esta presión el agua hierve a una temperatura de 145oF ó 62.75oC.

La alimentación del evaporador va a ser de 158.6 lb/hr. (71.94 Kg/hr), y se necesitan evaporar 153.4 lbs. (69.58 Kg.) de agua por hora. La solución tiene una viscosidad 1.03 centipoises el cual fué determinado experimentalmente a la temperatura de 145oF en el viscosímetro Universal Saybolt, y de la gráfica del Walker situada en la página 381, vemos que para una diferencia de temperaturas de 104oF, (40oC) corresponde de una $U = 282$.

Se considera que la elevación del punto de ebu--llición debido a la sal que se encuentra en la solu--ción es nulo, asimismo, la elevación del punto de ebu llición debido a la altura hidrostática. El calor es--pecifico de la solución se puede considerar igual a 1.

El calor latente de vaporización puede ser toma--do igual al del agua.

Balance de Calor

En el evaporador las cantidades de calor que en--tran deben ser iguales a las que salen, por lo tanto--tenemos:

Las cantidades de calor que entran son:

Q_v = Calor que entra con el vapor

Q_1 = Calor que entra con el líquido de alimentación

Las cantidades de calor que salen son:

Q_e = Calor que sale con el líquido evaporado.

Q_p = Calor que sale con el producto

Q_c = Calor que sale con el condensado

$$Q_v + Q_1 = Q_e + Q_p + Q_c$$

A 15 libras (1.054 Kg/cm²) manométricas corresponde una temperatura de 249°F (120.5°C) y un calor latente de 946 B.T.U./lb. (536.13 gr cal/gr)

W = libras de vapor por hora

$$Q_v = W (946 + (249 - 145)) = 1050 W$$

El calor que entra con el líquido de alimentación se puede considerar como negativo, ya que el líquido entra a una temperatura inferior a la del trabajo.

$$-Q_1 = -158.6 \times 1 (145 - 70) = - 11895 \text{ B.T.U./hr.}$$

$$(2990403 \text{ cal gr/hr})$$

Se supone que el líquido entra a una temperatura de 70°F (20.1°C)

El calor latente de vaporización para el agua a la temperatura de 145°F (62.75°C) es de 1010.6 B.T.U./lb.

$$Q_e = 153.4 \times 1010.6 = 155026 \text{ B.T.U./hr. (38973536.4 cal gr/hr)}$$

El calor que sale con el producto es nulo ya que este sale a la misma temperatura de trabajo.

Se supone que el vapor condensado sale a una temperatura de 175°F (79.5°C)

$$Q_c = W (175 - 145) = 30W$$

La ecuación de balance de calor sustituyendo los calores por los valores obtenidos queda finalmente:

$$1050W - 11895 = 155026 + 30W$$

$$1020W = 166921 \text{ B.T.U./hr (41963939.4 cal gr/hr)}$$

$$W = 163.6 \text{ lb. de vapor por hora (70.4 Kg/hr)}$$

Para calcular el area de calentamiento, hacemos uso de la ecuación general de transmisión de calor:

$$Q = U A (t_2 - t_1) \text{ B.T.U./hr.}$$

En esta ecuación nos son conocidas la cantidad de calor Q , el coeficiente de transmisión de calor y la diferencia de temperaturas, por lo tanto despejando A de la ecuación anterior podemos obtener su valor:

$$A = \frac{Q}{U (t_2 - t_1)} \text{ sq. ft.}$$

$$A = \frac{166921}{282 (249 - 145)} \text{ sq. ft.}$$

$$A = 5.67 \text{ sq. ft. (36.577 cm}^2\text{)}$$

Cálculo del condensador.

La cantidad de agua necesaria para condensar los vapores que provienen del evaporador será igual: al peso del vapor por el calor latente de vaporización - entre la diferencia de temperatura a la entrada y salida del agua

$$Q = \frac{W \times L}{t_2 - t_1}$$

Se considera que el agua entra a 70oF, y va a aumentar su temperatura hasta 100oF. (30.7oC)

$$Q = \frac{153.4 \times 1016}{100 - 70} = 5195 \text{ lb/hr (2353 Kg/hr)}$$

Como en el presente caso se trata de un condensador de superficie, hay que calcular la magnitud aerea de contacto, para lo cual hacemos uso de la fórmula general para transmisión de calor.

$$Q = U A \Delta_m$$

en la cual

$$\frac{1}{U} = \frac{A_1}{h_v A_v} + \frac{L_s A_1}{K_{sv} A_v} + \frac{L_n A_1}{K_n A_{av}} + \frac{L_s A_1}{K_{sw} A_2} + \frac{A_1}{h_w A_w}$$

las "h" correspondientes para el vapor y la incrustación en los tubos del condensador se pueden considerar igual a 3000 B.T.U./hr.(sq.ft.) (°F) (Walker pag. 138).

Se considera en el presente caso que los tubos del condensador van a estar contruidos de metal Admiral con un Dex. = 1 in. (2.54 cm) $D_i = 0.902$ in. (2.291 cm), y el agua va a circular con una velocidad igual a 7 ft/sec. (2.128 m/seg)

El "H" para el agua se calcula mediante la fórmula:

$$h_{av} = 160 (1 + 0.01t) \frac{(V_s)^{0.8}}{(D)^{0.2}}$$

t = temperatura media del agua en °F

V_s = velocidad del agua ft/sec.

D = diámetro interior en pulgadas

$$h = 160 (1 + 0.85) \frac{(7)^{0.8}}{(0.902)^{0.2}} = 1456 \text{ B.T.U./hr.(sq.ft.) (°F)}$$

llevando estos valores tenemos:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{3000} + \frac{1}{3000} + \frac{0.049}{12(63)(0.951)} + \frac{1}{3000(0.902)} + \frac{1}{1456(0.902)}$$

$$\frac{1}{U} = 0.000333 + 0.000333 + 0.00006816 + 0.0003696 + 0.0007613$$

$$\frac{1}{U} = 0.001865$$

La diferencia de temperatura es:

$$145 - 70 = 75^{\circ}\text{F} (24^{\circ}\text{C})$$

$$145 - 100 = 45^{\circ}\text{F} (7.3^{\circ}\text{C})$$

El coeficiente se considera constante y entonces se aplica la media logarítmica

$$\Delta_m = \frac{75 - 45}{\ln \frac{75}{45}} = 61.4^{\circ}\text{F} (16.3^{\circ}\text{C})$$

de la ecuación de transmisión de calor

$$A = \frac{153.4 \times 1016 \times 0.001865}{61.4} = 4.73 \text{ sq.ft.} (30.5 \text{ cm}^2)$$

L = longitud = 18.08 ft. de tubo de 1 in. (5.49 m)

La solución concentrada de ácido cacodílico pasa a un cristizador, las aguas madres se regresan al evaporador.

Como ya dijimos anteriormente el cacodílico de esta primera cristalización, sale bastante impuro y hay que someterlo a recristalización, para lo cual lo disolvemos en alcohol en caliente. Para esta operación se empleará un disolvedor esmaltado con chaqueta de vapor y efectuará dos disoluciones diarias a razón

de una cada cuatro horas, tomando en cuenta el tiempo de carga y descarga. Tendrá un volumen de 40 litros, - estando dotado de un condensador de superficie que retorna los vapores condensados al mismo recipiente efectuando un reflujo.

Para la primera cristalización tratará 12 kilos - de ácido cacodílico impuro y 15 litros de alcohol, que darán un volumen aproximado de 27 litros.

La solubilidad del ácido cacodílico en el alcohol a la temperatura ordinaria apenas alcanza a 22.15 gr/lt., pero en caliente se llega casi a la completa solubilidad en la proporción anteriormente citada.

Supongo que al principiar a calentar la mezcla heterogénea de alcohol y ácido cada cual absorbe independientemente la cantidad de calor necesaria para elevar su temperatura desde la ambiente hasta 73°C que es la temperatura a la cual el alcohol empieza a destilar -- a 580mm de presión y que esta temperatura no se altera por efecto de encontrarse el ácido cacodílico en solución con el alcohol.

Balance de Calor

Calor latente del vapor:

$$W (946 \mp (249 - 163.4)) = 1031.6 W$$

Calor que entra con las sustancias:

Este se considera negativo, debido a que estas en tran a una temperatura inferior a 73°C; y como dije -- anteriormente se consideran las dos sustancias aparte.

Calor específico medio del alcohol, 0.648 gm.
cal/gm.

$$11835 \times 0.648 (73 - 20) = 406477 \text{ cal gm.} = 1613 \text{ B.T.U.}$$

Calor específico del ácido cacodílico, según la -

ley de Kopp.

$$12000 \times 0.24 (73 - 20) = 152640 \text{ cal gr} = 606 \text{ B.T.U.}$$

Calor que sale con el condensado:

$$W (175 - 163.4) = 11.6 W$$

Calor que se va con el reflujo:

Supongo que tengo un reflujo de 5 litros por hora y que el condensado retorna al seno de la solución sensiblemente a la misma temperatura:

Calor latente de vaporización del alcohol 174 -
cal gm./gr.

$$3.949 \times 174 = 647126 \text{ cal gm.} = 2568 \text{ B.T.U.}$$

$$1031.6W - 1613 - 606 = 2568 + 11.6W$$

$$1020W = 4787 \text{ B.T.U./hr.} (1203451.8 \text{ cal/hr})$$

$$W = 4.69 \text{ lb. de vapor/hr.} (2.124 \text{ Kgr. de vapor/hr})$$

El area de calentamiento necesaria, la deduzco de la ecuación anteriormente usada:

$$q = U A (T - t)$$

Para calcular U , el coeficiente de transmisión de calor, hago uso, como en el caso del evaporador de la figura 121, página 381 del Walker, que aunque está calculada para soluciones acuosas, en el presente caso, supongo que para la solución alcohólica la diferencia es nula.

$$\mu = 0.8 \text{ centipoises}$$

$$T - t = 249 - 163.4 = 85.6^\circ\text{F}$$

$$U \mu = 260$$

$$U = \frac{260}{0.8} = 325 \text{ B.T.U.}$$

$$4787 = 325 \times A \times 85.6$$

$$A = \frac{4787}{325 \times 85.6}$$

$$A = 0.17 \text{ sq.ft.} = (0.01579 \text{ m}^2)$$

Cálculo del condensador de reflujo del disolvedor.

Aplicamos la misma ecuación que en el caso del cálculo del condensador del evaporador.

$$Q = \frac{W \times L}{t_2 - t_1}$$

$$Q = \frac{8.6 \times 313.2}{100 - 70}$$

La superficie de enfriamiento será igual:

$$q = U A \Delta_m$$

Si consideramos que para el caso presente el valor de "U" es el mismo, lo cual se puede suponer en vista de que la única "h" que tendrá diferente valor será la correspondiente al film de los vapores de alcohol que se condensan. Tenemos para tubo de 1 in. de diámetro y velocidad de 7 ft/sec.

$$\Delta_m = \frac{(165.4 - 70) - (165.4 - 100)}{\ln \frac{165.4 - 70}{165.4 - 100}} = 79.5^\circ\text{F} (26.3^\circ\text{C})$$

$$\frac{1}{U} = 0.001865$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación de ---

transmisión de calor.

$$8.6 \times 313.2 = \frac{1}{0.001865} \times 79.5 A$$

$$A = \frac{8.6 \times 313.2 \times 0.001865}{79.5} = .0639 \text{ sq.ft.} = (.0063\text{m}^2)$$

$$L = 0.24.14 \text{ ft.} = (0.613\text{m})$$

para seguridad de no tener ningun escape de alcohol que me aumentaría los costos de producción, es conveniente usar en el presente caso que el area de enfriamiento es muy pequeña, un coeficiente de seguridad del 50%.

La solución alcohólica que sale de los tanques de disolución, se pasa a 2 filtros de gravedad con calentamiento por medio de serpentines para evitar cristalizaciones por enfriamiento que obstruirían el medio filtrante.

La solución filtrada pasa al cristalizador que es de tipo intermitente con agitación y va esmaltado. El cristalizador tiene una capacidad de 30 litros, y el agitador estará movido por un motor de 1/4 de HP girando a razón de 75 R.P.M.

Los cristales pasan a la centrífuga donde se acaban de separar de las aguas madres.

La centrífuga será fija, con la transmisión en la parte inferior de la canasta, la cual tiene un diámetro de 0.5 m. y es de lámina estañada. La centrífuga será accionada por un motor de 1/2 HP, y girará a razón de 950 R.P.M., generalmente estas centrífugas aguantan una carga máxima de 25 Kgs.

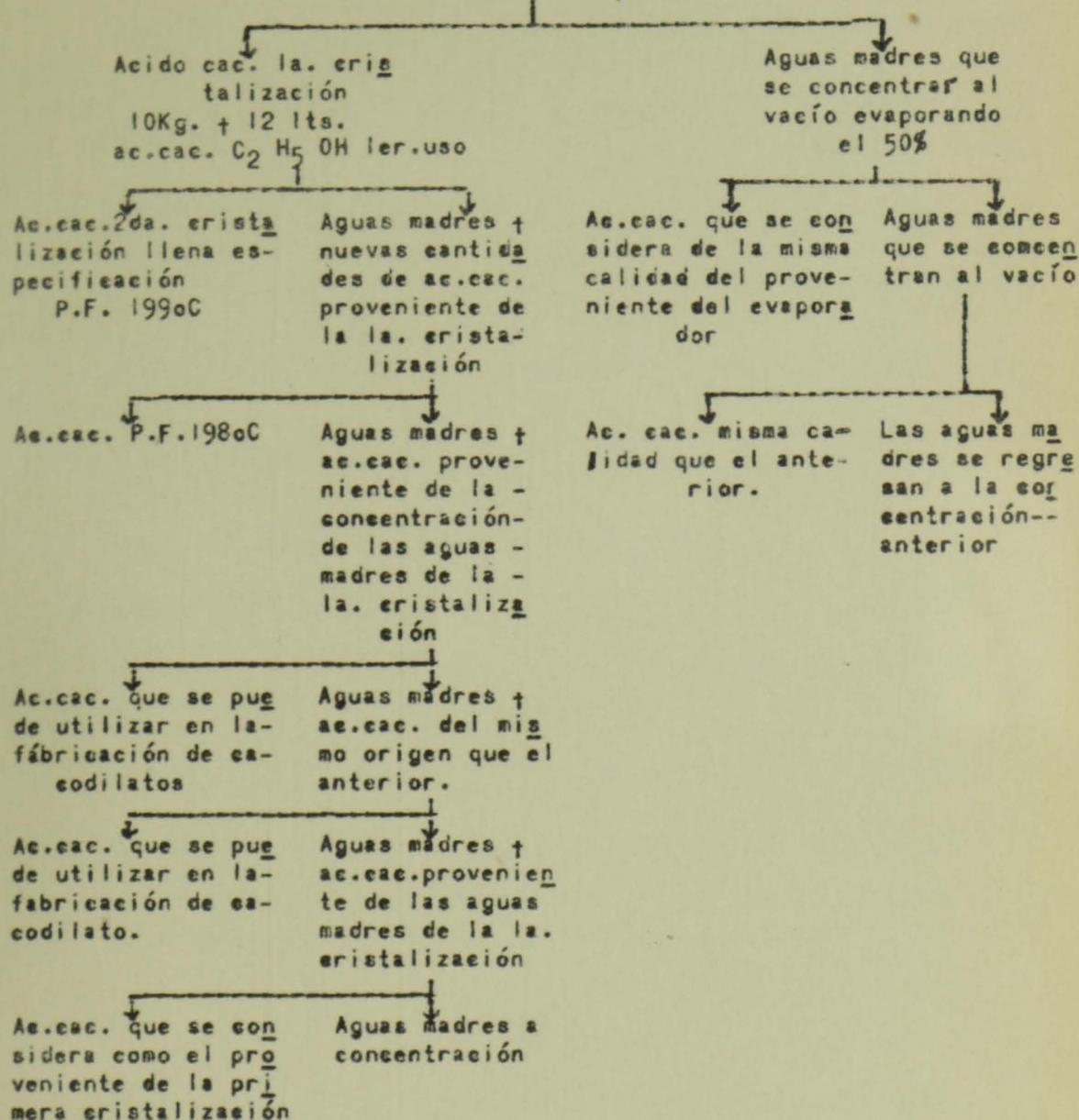
Debido a las dos recristalizaciones que se tienen que llevar a cabo, de utilizar alcohol nueve pa-

ra cada recristalización, se presentaría el problema de tener que concentrar diariamente cierta cantidad de soluciones alcohólicas y además purificar el alcohol que se recupera en estas destilaciones, lo cual gravaría los costos de producción, y probablemente ocasionaría rendimientos un poco menores en ácido cacodílico.

Para evitar estos inconvenientes, creo que un ciclo de cristalizaciones como el que a continuación expongo, determinaría cierta reducción en los costos.

ACIDO CACODILICO DEL
EVAPORADOR
ALCOHOL DE PRIMER USO.

12 Kg. + 15 lts.
ac. cac. $C_2 H_5 O H$



Por el cuadro anterior, vemos que en la segunda cristalización se trabaja con diferentes cantidades, para las cuales no está calculado el aparato para disolver.

Además, tenemos que disolver de cada de trabajo, tenemos que evaporar 59.84 lbs. de alcohol, para lo cual aprovechamos el mismo evaporador que anteriormente calculamos.

Pero como en los dos casos tenemos que los aparatos son para trabajar en distintas condiciones, veremos en que forma se llevan a cabo estas operaciones.

Para el caso de la segunda cristalización, tenemos:

$$12 \times 789 (73 - 20) 48 = 325168 \text{ cal gr} = 1290 \text{ B.T.U}$$

Para el ácido cacodílico:

$$10000 \times 0.24 (73 - 20) = 127200 \text{ cal gr} = 504 \text{ B.T.U.}$$

La cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 20°C a 73°C, es de 1794 B.T.U.

En el caso anterior el total es de 4787 B.T.U.

$4787 - 1794 = 2993 \text{ B.T.U./hr}$ (752440.2 cal gr/hr)
este calor restante se aplicará a la vaporización, y por lo tanto tendremos un reflejo de:

$$R \times 174 = 753875$$

$$R = 4.332 \text{ Kgr/hr.}$$

Para concentrar las soluciones alcohólicas, aprovechamos el evaporador, que por esta causa hemos dotado de condensador de superficie. Las condiciones en que trabajará el evaporador en el presente caso, son:

Suponemos el calor específico de la solución alcohólica igual a 1.

La temperatura de ebullición del alcohol a 17" -- (431.8 mm) de vacío refiriéndose a la presión de 22.8" (579.12 mm) de Mercurio, correspondiendo a una presión absoluta de 147.32 mm de mercurio, haciendo uso de la gráfica del Badger, figura 173, página 369, vemos que corresponde una temperatura de 109.4°F. - 43°C.

En el presente caso también suponemos que el punto de ebullición tampoco sufre alteración por la sustancia en solución o por la presión hidrostática.

Balance de Calor

El balance de calor lo efectuamos haciendo las mismas consideraciones y tenemos:

$$Q_v = W (946 \uparrow (249 - 109.4)) = 1085W$$

El calor latente que entra con el líquido de alimentación también lo consideramos negativo en el caso presente.

$$-Q_1 = -11968 \times 1 (109.4 - 70) = -4615 \text{ B.T.U./hr} \\ (1160211 \text{ cal gr/hr})$$

El calor latente de vaporización del alcohol, lo calculamos del Walker, figura 4, página 13, y tenemos que resulta igual a 219.52 cal. gr/gr.

$$Q_e = 59.84 \times 219.52 \times 1.8 = 21844 \text{ B.T.U.}$$

$$Q_c = W (175 - 109.4) = 65.6 W$$

$$1085 W - 65.6 W = 26460 \text{ B.T.U./hr.} (6650044 \text{ cal gr/hr})$$

$$W = 25.9 \text{ lb vapor/hr} (11.73 \text{ Kg/hr})$$

Los cristales de ácido cacodílico se extienden -- sobre placas de vidrio para secarlos, al abrigo de --- cualquier corriente de aire que no esté perfectamente filtrada, para evitar contaminaciones; el secado se -- efectúa rápidamente debido a la volatilidad del alco-- hol, debido a lo cual no se diseñó secador para dismi-- nuir los gastos fijos.

REGENERACION DEL OXIDO AMARILLO DEL MERCURIO

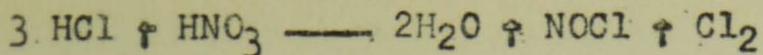
Para la regeneración de óxido amarillo de mercurio, el cual al actuar como oxidante del óxido de cacodilo, precipita el mercurio metálico.

Se procede a precipitarlo en una solución de cloruro mercúrico, mediante una solución de hidróxido de sodio al 30%.

Por lo tanto, el primer paso en la regeneración -- será la obtención de cloruro mercúrico.

El procedimiento para obtener cloruro mercúrico, -- es burbujear cloro sobre el mercurio metálico, condensando posteriormente los vapores producidos.

Los métodos corrientes de obtención del cloro al estado de gas, tales como el tratamiento de la magnesi-- ta por el ácido clorhídrico y el método Deacon en sus distintas modificaciones, pero que en principio consis-- te en pasar el ácido clorhídrico gaseoso y seco con -- aire sobre ladrillos al rojo, impregnados de cloruro -- cúprico; todas estas variantes del citado método, tienen como inconveniente para el presente caso, una instalación más o menos costosa y de poco tiempo de vida, aparte de que requiere una atención excesiva por parte de los operarios. Para el presente caso me pareció como más ventajosa la producción del cloro, basándose en la reacción del agua regia dada por Goldschmidt.



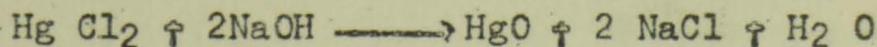
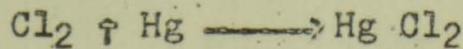
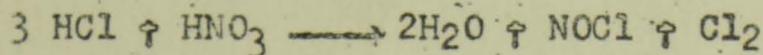
en la cual al poner en contacto el ácido clorhídrico con el ácido nítrico, nos produce agua, cloro libre y cloruro de nitrosilo. Este último, en contacto del agua da ácido clorhídrico y ácido nítrico.

Mediante este método, tratando el mercurio directamente con el agua regia, nos produce el cloruro mercuríco, el cual queda en solución ácida.

Para la obtención del cloruro mercuríco, emplee un tanque de madera con forro de plomo de 500 litros de capacidad, de sección circular y con inyección directa de vapor para que mediante la elevación de temperatura activar la reacción.

Una vez obtenida la solución del cloruro mercuríco, se pasará a dos tanques de madera que trabajarán alternándose y también de sección circular. Los tanques tendrán una capacidad de 1,000 litros cada uno.

Las reacciones que se efectúan en el proceso de regeneración del óxido amarillo de mercurio, son:



RECUPERACION DEL ALCOHOL

Se obtiene también como producto de desecho alcohol etílico, proveniente de la recristalización. La cantidad obtenida es aproximadamente igual a 200 libras (90.6Kg) semanarias.

Este alcohol resulta con una concentración de -

80%, como término medio, y va acompañada de gran número de impurezas, tanto orgánicas como sales de metales pesados.

El uso de una columna de rectificación sería el método señalado para volver el alcohol a su primitiva concentración y pureza, pero por una parte los gastos fijos que implicaría la adquisición de una columna de rectificación para una cantidad tan relativamente pequeña, y por otro que en el proceso de recristalización si el alcohol no lleva la concentración del 96% que es la máxima que se puede alcanzar, no perjudica en nada el proceso; por lo tanto, lo único importante es librar al alcohol de las impurezas que lo acompañan, por lo cual creo conveniente que un simple aparato de rectificación diferencial, tratando previamente el alcohol con cal viva y permanganato de potasio, es suficiente para obtener el alcohol a los fines a que se va a destinar.

El aparato destilará a razón de 50 libras ----- (22.65 kg/hr), por hora, es decir, que trabajará cuatro horas a la semana.

Balance de Calor

Calor específico medio del alcohol 0.648

Calor necesario para elevar el alcohol a la temperatura de destilación, suponiendo que ésta sea 73°C

$$22700 \times 0.648(73 - 20) = 779608.8 \text{ cal gr} = 3093 \text{ B.T.U/hr}$$

Calor necesario para efectuar la destilación

$$22700 \times 174 = 3949800 \text{ cal gr} = 15073 \text{ B.T.U.}$$

Calor latente del vapor

$$W(946 + (249 - 163.4)) = 1031.6 W$$

Calor que sale con el condensado

$$W (175 - 163.4) = 11.6 W$$

La ecuación del Balance de calor queda finalmente

$$1031.6 W - 3093 = 15073 + 11.6 W$$

$$W = 18.3 \text{ lb vapor/hr. (8.289 Kg/hr)}$$

Para calcular la capacidad de la caldera, sumo las libras de vapor necesarias y las divido entre el equivalente para tener caballos caldera

evaporador	163.6 lb. vapor
disolvedor	4.7
destilación	<u>18.3</u>
	186.6

Según lo anterior, una caldera de seis caballos-vapor es suficiente; pero anteriormente mencioné el vapor como medio de calentamiento en algunos casos, pero me fué imposible efectuar un cálculo aproximado, debido a la carencia de datos, por lo cual creo necesario y a la vez suficiente el empleo de una caldera de diez caballos vapor.

BALANCE ECONOMICO

El costo de un equipo es la suma de los gastos - de adquisición más los gastos de instalación.

Gastos de Adquisición:

1	Tanque de madera de 200 lts.	\$	50.00
2	Agitadores con motor de 1/2 HP a \$ 400.00 c/u.		800.00
1	Tanque lámina 1/8 de 200 lts.		100.00
4	Quemadores de petroleo a \$ 45.00 c/u.		180.00
1	Molino de bolas de madera forrado de lámina con motor de 1 HP		800.00
2	Retortas de hierro de fundición, dotadas de refrigerante de superficie		3,500.00
1	Recipiente Pfaulder con condensador - de superficie		2,000.00
2	Cilindros para gas carbónico		100.00
1	Tanque de 600 lts. de capacidad, construido de material antiácido		375.00
1	Tanque de madera 500 lts.		200.00
1	Evaporador al vacio de tipo de chaqueta, con accesorios		10,000.00
1	Tanque de disolución esmaltado y con chaqueta de vapor		3,000.00
2	Filtros de gravedad con calentamiento a \$ 250.00 c/u.		500.00
2	Cristalizadores esmaltados con serpentines de enfriamiento y agitación a -- \$ 750.00 c/u.		1,500.00
1	Centrífuga con motor de 1/2 HP		1,950.00
1	Aparato para destilar alcohol		500.00
1	Tanque madera forrado de plomo y recubierto con pintura antiácida		600.00
2	Tanques de 1,000 lts. de madera a -- \$ 300.00 c/u.		600.00
			<u>600.00</u>
	A la hoja No. 34	\$	26,755.00

De la hoja No. 34	\$ 26,755.00
1 Caldera de 10 C. V.	1,500.00
1 Máquina de refrigeración de 1 HP	1,750.00
8 Charolas de vidrio con marco de madera	80.00
Aparatos y útiles de laboratorio	<u>5,000.00</u>
Total de los gastos de adquisición	\$ 35,085.00

Gastos de Instalación:

Para los gastos de instalación se calcula un porcentaje sobre los gastos de adquisición. En el presente caso, tomo el 20% sobre los gastos de adquisición

$$\$ 35,085.00 \times 0.20 = \$ 7,017.00$$

El capital total no está únicamente constituido - por el costo del equipo, hay que considerar cierta cantidad de capital inicial que se destinará a compra de materia prima y pago de salarios al iniciar las operaciones.

Para capital inicial destino una cantidad igual - al 50% de los gastos de adquisición

$$\$ 35,085.00 \times 0.50 = \$ 17,542.00$$

\$ 35,085.00

7,017.00

17,542.00

Capital Total: \$ 59,644.00

Costo de Producción Anual:

El costo de producción anual de un equipo, es la suma de los gastos fijos, gastos de operación, gastos de mantenimiento y gastos de reparación.

Gastos Fijos:

Los gastos fijos de un equipo estan constituidos por: amortización, impuestos y seguros.

La amortización del capital, se efectuará en 5 años, debido al desgaste por corrosión que sufre el equipo.

Amortización	\$ 8,420.40
Impuestos y seguros 5% sobre el capital invertido	2,982.20
Renta local	3,600.00
Intereses 4% anual	<u>2,385.76</u>
	\$ 17,388.36

Gastos de Operación Diarios:

Los precios para las materias primas fueron tomados de "Oil and Paint Drug Reporter" Vol. 146, No. 20 Nov. 13, 1944.

Los precios son f.o.b. New York y por lotes grandes. Por lo cual les cargué 20% por concepto de fletes y derechos aduanales.

Sin embargo debido a las actuales restricciones de la guerra, muchas materias primas tendrán que ser adquiridas en el mercado nacional a precios mayores.

	Libras	Dlls.	\$/Kgr.	\$/Kgr. † transportes
Acido Acético	100	9.40	0.97	1.16
Hidroxido de potasio	1	0.07	0.756	0.907
Trioxido de arsénico	1	0.04	0.356	0.356
Acido nitrico	100	6.00	0.63	0.752
Acido Clorhídrico	100	2.25	0.24	0.288
Hidroxido de sodio	100	5.70	0.606	0.727

	Libras	Dlls.	\$/Kgr.	\$/Kgr. † transportes
Alcohol	---	---	----	1.80
Mercurio	76	118.00	16.577	16.577
Acido cacodílico	1	22.00	234.98	234.98

Costo de la materia prima necesaria diariamente:

50	Kgr.	Acido acético	\$ 58.00
46.5	"	Hidroxido de potasio	42.18
71	"	Trioxido de arsénico	25.28
22.20	lts.	Alcohol desnaturalizado	39.96
21.29	Kgs.	Acido Nítrico	16.01
73.66	"	Acido clorhídrico	21.21
39.63	"	Hidróxido de sodio	28.78
1.63	"	Mercurio	27.01
			<u>258.43</u>

Gastos de operación anuales:

\$ 258.43 x 300 \$ 77,529.00

NOTA: Para el consumo diario de mercurio y alcohol, se basa en el porcentaje de pérdidas mecánicas, tanto durante su uso como durante su regeneración.

El consumo de ácido nítrico, ácido clorhídrico e hidróxido de sodio son las cantidades necesarias para producir los 8 kilos de óxido amarillo.

Gastos de energía eléctrica:	\$ 600.00
Gasto de petroleo combustible	<u>600.00</u>
Gasto energía total:	\$ 1,200.00

Gastos mano de obra:

4	Obreros	a \$ 3.50	\$ 14.24
1	Obrero	a 5.00	5.00
1	Fegonere	para caldera	6.00
1	Ingeniero Químico	Gerente	20.00

1	Empleado oficina	\$	<u>10.00</u>
			55.24

Gasto mano de obra anual:

\$ 55.24 x 365 \$ 20,162.60

Además de los gastos anteriormente anotados, que se pueden considerar directamente como gastos de operación. Hay que considerar los gastos de oficina y en vase del producto.

Gastos de Oficina:

Teléfono	\$	192.00
Correspondencia y propaganda impresa		<u>1,000.00</u>
	\$	1,192.00

Gastos de envase:

Debido a que cualquier pedido debe ir perfectamente envasado a fin de que no se dañe el producto, - considero \$ 0.50 de gastos de envase por kilo de caco dílico.

3,000 x \$ 0.50 \$ 1,500.00

Gastos totales anuales:

Gastos fijos	\$	17,388.34
Gastos de materia prima		77,529.00
Gastos de energía		1,200.00
Gastos mano de obra		20,162.00
Gastos oficina		1,192.00
Gastos envase		<u>1,500.00</u>
	\$	118,971.34

No obstante que la cotización del "Oil and Paint Drug Reporter" para el ácido cacodílico es de -----

Dlls. 22.00 la libra (\$ 234.98 el Kgr.) este precio-- es nominal, ya que la oferta de ácido cacodílico es a precios muy inferiores al arriba indicado, Creo que un precio de \$ 60.00 Kgr. es bastante conservador.

Entradas por concepto de la venta de 3,000 Kilos de ácido cacodílico a \$ 60.00 = \$ 180,000.00

Ganancia neta anual: \$ 49,583.66

Hay que considerar sin embargo que el consumo directo de los laboratorios que se dedican a la fabricación de compuestos medicinales, no lo hacen de ácido-cacodílico, ya que casi ninguno fabrica los derivados de dicho ácido (sodio, bismuto, hierro, guayacol), si no prefieren hacerlo de los derivados. Por lo que hay que considerar la fabricación de dichos derivados que aparte de proporcionar mayores utilidades, facilitan la venta del producto, sin aumentar sensiblemente el capital invertido.

CONCLUSIONES

I.- Una planta destinada a la fabricación del ácido cacodílico, puede representar una buena inversión.

II.- Para asegurar el éxito económico en la fabricación del ácido cacodílico, es necesario que a la planta se le agregue el equipo necesario para la obtención de sus sales.

III.- Se debe procurar agregar la fabricación de productos que tengan un mercado similar y requieran también un equipo similar, a fin de que la adquisición del equipo que en el presente caso me pareció antieconómico, se reparta entre las distintas fabricaciones y trabaje a capacidad máxima.

BIBLIOGRAFIA.

Walker, Lewis, McAdams and Gilliland. Principles of Chemical Engineering. McGraw Hill Book Company, -- Inc. New York and London. Third Edition 1937.

Badger and Mc Cabe. Elements of Chemical Engeneering. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York and --- London. Second Edition 1936.

Dr. Fritz Ullmann. Enciclopedia de Química Industrial. Gustavo Gigli, Editor, Barcelona 1931.

Fremy, M. Encyclopedie Chimique. Paris Dunod.

Lebeau & Couteis. Traité de Pharmacie Címique. Paris Mason et Cie Lib. L'Académie de Medicine 1938.

Industrial Engeneering Chemistry. Analitycal --- Edition.