

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

CONTROL QUIMICO EN MOLIENDA, REFINACION
E HIDROGENACION DEL ACEITE DE LINAZA.

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO INDUSTRIAL
PRESENTA

SANTIAGO JARDON H.

1847

1949



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

CONTROL QUIMICO EN MOLIENDA, REFINACION
E HIDROGENACION DEL ACEITE DE LINAZA.

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO INDUSTRIAL
PRESENTA

SANTIAGO JARDON H.

1949

A mis padres,

como un testimonio de gratitud y cariño

A los señores

Eduardo Ruiz

Juan Gutiérrez Maza

Cándido Sardina

Santos Puente y

Francisco Villanueva

que dándome trabajo en sus fábricas, contribuyeron
a que realizara esta humilde tesis.

CONTROL QUIMICO EN MOLIENDA, REFINACION E HIDRO GENACION DEL ACEITE DE LINAZA

ANTECEDENTES

El aceite de linaza procede de la semilla de la planta cuyo nombre científico es *Linum usitatissimum*. Exceptuando algunas porciones de Europa y Rusia, las variedades de linaza cultivadas para semilla, no son utilizadas en la producción de fibra.

Los países más productores de esta semilla son Argentina, Rusia, Estados Unidos y Canadá, donde áreas inmensas de tierra virgen se están utilizando en su cultivo. Sin embargo, puede decirse que el cultivo de la linaza no se adapta a regiones de agricultura intensiva.

En algunos países, particularmente Rusia, cantidades considerables de aceite de linaza se consumen como aceite comestible. En los Estados Unidos, prácticamente todo se utiliza en pinturas, lino-leums, tintas y otros productos industriales que necesitan aceites con buenas propiedades secantes.

En México este aceite tiene las mismas aplicaciones que en los Estados Unidos, siendo hasta estos últimos años cuando se ha utilizado en escala considerable para producir hidrogenados de alto punto de fusión y de color inmejorable.

Los únicos factores que deben tenerse en cuenta para sujetar este aceite al proceso de hidrogenación son en primer lugar el precio que tiene la semilla en el mercado y, sobre todo, la demanda que haya en los Estados Unidos del aceite crudo. Así en el mercado de las oleaginosas algunas veces se ha cotizado hasta \$ 0.30 menos que los de ajonjolí y cacahuate; en cambio, otras ha costado \$ 0.35 más.

El precio que ha tenido el aceite de linaza se ha regido - sobre todo, a poca demanda del producto en los Estados Unidos o a - una cosecha considerable en Sonora; factores que casi siempre rigen los precios de cualquier artículo.

Haciendo caso omiso del aspecto financiero, voy a dedicar este estudio a la parte técnica de la molienda, refinación e hidrogenación del aceite de linaza, incluyendo en el capítulo de extracción industrial el control que se lleva de la materia prima en el laboratorio, para así poder clasificarla y en esa forma poder ayudar al industrial a darle su justo valor. En cuanto al aceite extraído, lo - clasifico siguiendo las normas de los aceiteros de los Estados Unidos de Norteamérica.

En otro capítulo esbozaré los sistemas usados para enfriar las mezclas de hidrogenados con alto punto de fusión y aceite; que - puede ser de algodón, ajonjolí o cacahuete refinados, dando origen a la industria de las mantecas vegetales. Sólo haré un estudio especial del aparato denominado Votator ya que tuve la suerte de hacer - la instalación de uno del tipo Senior con capacidad para 4,000 lbs./- hora de producto terminado así como de la compresora para amoniaco - marca Ingersoll Rand, y con una capacidad de 14.9 Tons. de refrigeración.

CAPITULO . I

EXTRACCION INDUSTRIAL

MOLIENDA.- Hay varios métodos en uso para extraer a la semilla de linaza su aceite. Así en Rusia, Hungría y Alemania, donde - se usa como aceite comestible, su expresión se hace en frío. En los

Estados Unidos de América la mayor parte de este aceite se extrae - caliente de la semilla por medio de prensas hidráulicas. Hay un sistema que cada día toma mayor incremento y que se denomina por Expeller. Este método tiene la ventaja de ser continuo y más económico; algunas veces en la misma fábrica se tiene el de ligera expresión - acompañado del extractor por medio de solventes.

El control que debe llevar el químico en la operación de - molienda, consiste en determinar primero el grado de la semilla que se va a beneficiar. Para ello debe muestrearse en la mejor forma posible, sacando el mayor número de muestras de los costales en que - venga la semilla y a la muestra total cuartearla como se nos enseña en Análisis Industriales. Lista la muestra se lleva al laboratorio, - y lo primero que se investiga es la humedad. Para ello se usa el método del horno que, es bien conocido; o bien, se determina eléctricamente con un aparato que lleva el nombre de Stenlite Electric Moisture Tester, el cual para cada clase de semilla indica el peso de semilla que deberá usarse, así como las tablas correspondientes para correcciones a diferentes temperaturas.

Otra determinación importante es la de materia extraña y - semilla vana; y consiste en pasar por diferentes mallas un peso exacto de la muestra, de tal modo que ayude a liberarla tanto de ramitas y hojas como de polvo y algunas semillas silvestres. Se recoge la semilla limpia y pesándola se transforma el resultado a por ciento de - materia extraña.

Para sacar semilla vana o dañada, se pesan unos 10 gr. de la muestra en la balanza de precisión; se cortan una por una todas - las semillas y se hace una selección de las buenas. Luego se pesan y se reportan a por ciento de semilla vana o dañada, según el caso. Es-

ta determinación en semillas pequeñas, como ajonjolí, nabo, linaza, etc., resulta trabajosa y para clasificarla se basa uno en su contenido de aceite y la acidez del aceite en la misma semilla. En resumen, puede decirse que para determinar grado de las oleaginosas hay varios sistemas en la industria que pueden dividirse en dos categorías: (a) El que ayuda a establecer las cualidades generales tomando como base su pureza, contenido de humedad y limpieza de materia extraña y (b) Aquel que nos indica la cantidad y calidad del aceite obtenido de la semilla.

Claro está que este último método de clasificación es más racional y requiere un análisis químico. Entre los métodos para clasificar la semilla de linaza existe el propuesto por la United States Grain Standards Act que estipuló los siguientes estándares:

Grado Núm.	Mínima prueba	Kgs. en 35.2383 Hs.	Límite máximo de semilla dañada %
1		23	20
2		22	30

Grado Muestra: Será incluida en este grado, la semilla de linaza que no entre en los grados 1 y 2, o las que contienen semilla quemada o con más del 11% de humedad, así como la mohosa o fermentada y con olor extraño. En resumen, la que es indistintamente de baja calidad.

Entre las semillas que tuve ocasión de analizar, encontré los resultados siguientes:

Humedad -----	7.8-	8.2%
Aceite -----	38.7-	40.1%
Materia extraña -----	4.0-	3.8%
Semilla falla y dañada --	2.0-	1.9%

Así que esta semilla queda clasificada en grado 1. La muestra sobre la que se practicó el análisis fue de 12.5 Ks. en ambos casos y después de calar más de 200 sacos de oleaginosa, cuartear etc.

LIMPIZA.- El primer paso que debe darse a la semilla para su correcta expresión, ya sea por el método de prensa hidráulica o por el de Expeller, es el de la buena separación de la materia extraña; teniendo enorme importancia, cuando se usa el método continuo en pasar la semilla por un separador magnético que tiene por objeto quitarle fierros que tanta destrucción causa en las máquinas limpiadoras y las extractoras. Inmediatamente después la semilla libre de metales cae a la máquina limpiadora, o sea un aparato mecánico compuesto de una serie de clasificadores que están sujetos a un movimiento vibratorio intenso (400 a 500 pulsaciones por minuto), estando todo este mecanismo sujeto a la acción de potentes ventiladores y de una serie de separadores que eliminan y clasifican las semillas extrañas, basuras polvo fino, etc., dejando completamente limpia la oleaginosa antes de pasar al molino.

REDUCCION DEL MATERIAL.- Esta operación tiene por objeto aumentar la superficie de los materiales a extraer y facilitar así la operación de secado a que se someten antes de entrar a la prensa o al Expeller.

Entre los molinos que más aceptación tienen, están los de cilindros, que son económicos y fáciles de operar. Consisten estos en una serie de cinco rodillos de fierro, puestos uno encima del otro, teniendo su mecanismo de alimentación en los dos rodillos superiores.

Después de estos rodillos que tienen las caras ásperas, la semilla, algo machadada, pasa a darles material a los inferiores. En

total da cuatro pasos antes de salir totalmente molida, pues los inferiores tienen las caras casi tersas. La superficie es áspera en los dos superiores para facilitar la alimentación de semilla.

Esta clase de molinos sirve únicamente para semillas pequeñas, pues por ejemplo, en copra se utilizan los de canasta y otros - que algunos los llaman de martillos y los americanos como Hammer - - Mill. Estos operan más por impacto que por presión.

Entre los molinos que mejor resultado han dado están los - que fabrica la French Oil Mill Machinery Co. y de cinco rodillos, te niendo los cuatro superiores 35.75 cms. de diámetro; el inferior es de 40.75 cms.

La reducción previa a que se someten las oleaginosas en general, no es tan esencial cuando se trata de semilla de tamaño pequeño; y menos aún cuando se utiliza el método continuo. Pues el calor - tan intenso que genera el gusano por la presión y fricción desarrolladas, origina rotura suficiente en la semilla para su correcta expresión.

La presión que llega a desarrollar un expeller de los más - modernos es de 1050 a 1410 Ks por cm^2 .

TRATAMIENTO EN CALIENTE. - Esta fase del proceso de extracción a que se someten las oleaginosas, es general, y se lleva a efecto antes del prensado. Comúnmente se denomina a esta fase "COCIMIENTO" y tiene por objeto coagular las proteínas en las paredes de las células que contienen la grasa y hacer que se vuelvan permeables al flujo del aceite. Este flujo es auxiliado por el descenso de la viscosidad y tensión superficial del aceite a elevada temperatura. Además, hay que hacer la observación de que los materiales oleaginosos

nunca son totalmente secados, y el tratamiento anterior está inevitablemente asociado con varios efectos dados por la presencia de humedad, aún cuando el agua haya sido añadida en la operación.

Es un hecho que el agua debe estar presente para la correcta coagulación de las proteínas. Así las anhidras no coagulan pronto o presentan otras evidencias de desnaturalización por el calor. También el agua ayuda al desplazamiento del aceite que se encuentra en la superficie de los materiales oleaginosos, debiéndose sin duda a la gran afinidad que tiene el agua por ellos (Afinidad fisicoquímica).

Hay otras sustancias en las oleaginosas que son activadoras de superficie, entre ellas están los fosfátidos y los ácidos grasos libres. Según el grado en que están presentes o se hacen activas éstas, durante el cocimiento, ejercen gran influencia en la tendencia de la semilla para absorber o retener aceite. Estas sustancias, en resumen, son emulsionantes.

La experiencia en la operación de molienda enseña que la semilla cañada o revuelta con lodos muy ácidos, da un rendimiento de aceite menor que la buena y con el mismo contenido de grasa.

Puede decirse que el método de cocimiento es esencial para producir aceite de buena calidad, y también para dar mayor o menor rendimiento en el aceite total. Posteriormente, influye en las pérdidas que se tengan al refinar el aceite crudo. Así, el aceite que lleva ocluido el soapstock, aumentará cuando hay mayor proporción de las materias emulsionantes; luego del control que se tenga durante el cocimiento, dependerá que haya más o menos emulsionantes. Luego esta fase de la molienda es de suma importancia para las operaciones posteriores. En resumen, puede decirse que el objeto principal sigui

do en la fase del cocimiento, es mantener los fosfátidos en tal forma que no estén en solución excesiva.

EXTRACCION MECANICA.- METODO CONTINUO.- Consiste en pasar la semilla previamente rolada, a unas máquinas que a grandes rasgos están compuestas por un secador, un gusano, un colador y el motor o motores que transmiten la fuerza a la máquina. El gusano desarrolla la presión mayor contra el barril que funciona como colador y está compuesto de barras de acero de un temple especial para resistir el desgaste ocasionado por la fricción tan grande al avanzar la pasta, ayudada por los gavilanes de las cuchillas que van librando los salientes del gusano. El gusano consiste en una flecha de diferentes diámetros que va cubierta por las refacciones siguientes: alimentador, anillos de dos diferentes largos, gusanos de presión y anillo de descarga donde al final puede llevar dispositivos para estrangullar la pasta a la salida, dando ocasión a los materiales a que estén más tiempo en contacto con la flecha. En las máquinas pequeñas de la línea Anderson, los Expellers son movidos por motores de 15 a 20 HP. y no tienen inyección de agua a la flecha. El motor transmite la fuerza a través de una caja reductora de velocidad.

En los Expellers modernos la semilla sufre una primera exprimida en un gusano vertical y accionado independientemente por un motor cuya velocidad varía con la carga impuesta. Además, el gusano vertical funciona dentro de su colador; estando compuesto como el mayor por tres secciones de barras de acero del mismo temple, separadas una de otra por espaciadores de espesor ya especificado para mollienda de cada tipo de semilla. Es conveniente tener siempre un juego de coladores de repuesto para poder hacer cambio rápido en las má

quinas, pues la operación de repuesto de gusanos, anillos o barras - en los Expellers es una operación muy laboriosa, que lleva siempre a tener sin trabajar dicha maquinaria mientras se hace la restitución de la refacción dañada. No sucede lo mismo cuando se tiene una flecha completa o un colador de repuesto, pues en esta forma se coloca el reparado previamente y el dañado entra al taller de reparación; y así existirá una reserva para economizar tiempo y, por tanto, costo en la operación de molienda. El motor vertical cuya velocidad varía con la carga impuesta, asegura una propia coordinación de la acción de prensado en los dos barriles y bajo amplias variaciones en el carácter de las oleaginosas que se desean moler.

Estas máquinas con dos barriles y gusano vertical, corresponden al tipo mayor que se fabrica en los Estados Unidos y tienen una capacidad de molienda de 20 a 25 toneladas en 24 horas de semilla de linaza y de 60 Tons. de algodón. Las fábricas chicas trabajan casi siempre con Expellers No. 1, o con máquinas RV, o bien con RED LION - y todas de la línea Anderson. Todas éstas carecen de gusano vertical. En cuanto al horizontal, está dividido en dos porciones correspondiendo a la primera la función de alimentar y prensar ligeramente, - la otra que tiene las vueltas más cortas desarrolla toda la fuerza - y que prácticamente extrae todo el aceite.

Invariablemente, el aceite extraído por este método contiene una pequeña cantidad de lodos o borras que pueden aumentar cuando se gastan las barras del colador o bien, que se pusieron equivocados los espaciadores. En este caso se tienen que abrir los coladores y - rectificar barra por barra.

Por eso es indispensable mantener en vigilancia continua - a los operarios mientras se verifican cambios de barras, y rectificar

que controla temperaturas y presiones. Las presiones son controladas por el amperaje que se llevan los motores y que en los Expellers modernos ya los amperímetros marcan hasta el porcentaje de corriente eléctrica que se está tomando cada motor. Otras veces las máquinas echan la pasta muy suelta, y entonces es conveniente añadir un poco de agua y en forma continua a la salida del cocedor. En fin, son detalles que se aprenden en la práctica.

En cuanto a los métodos seguidos en la determinación del contenido de aceite a la pasta, hay dos principales: el que usa extractores Eott, y el bien conocido por medio del Soxhlex. No hago descripción del método por enseñarse muy bien en Microbiología Industrial y en Análisis Industriales.

Los empleos que tiene la pasta en la industria es como fuente de producción de algunos plásticos, o bien, para extraer por medio de solventes, el 5 o 6% de aceite que aún le queda a la pasta. El uso más general lo tiene como alimento para el ganado.

CAPITULO II

CONDICIONES REQUERIDAS PARA SU HIDROGENACION

REFINACION DEL ACEITE CRUDO

Extraído el aceite de linaza por el método de la prensa hidráulica o el continuo, y después de estar perfectamente filtrado, - debe llenar ciertos requisitos para su correcta refinación y después poder hidrogenarse.

El aceite crudo se refina con objeto de quitarle mucílagos, materias colorantes y ácidos grasos libres, que además de estorbar -

el proceso de hidrogenación, dan productos de mal color y consistencia, del sistema utilizado para remover estas impurezas nos ocuparemos en este capítulo. Hay dos métodos importantes para refinar esta clase de aceites secantes: el ACIDO y el ALCALINO. La aplicación de cualquiera de ellos deberá regirse por el estudio previo que se haga de sus cualidades físicas y químicas. Así cuando un aceite de linaza tiene gran proporción de colorantes y mucílagos y baja acidez, deberá refinarse aplicando el método ácido; pues si neutralizamos los ácidos grasos con sosa, el jabón formado no será suficiente para arrastrar esas impurezas.

La refinación ácida se practica generalmente en pailas revestidas de plomo, pues como se trata el aceite con ácido sulfúrico de bastante concentración podría dañar seriamente la paila en caso de que no estuviera revestida con Pb. En cuanto a la cantidad y concentración del ácido, necesario para refinar un aceite de linaza, sólo las pruebas de laboratorio darán una indicación seria. Sin mucho error se necesitan más o menos de 10 a 11 Ks. de ácido concentrado por tonelada de aceite crudo. Esta cantidad llega al límite para evitar sulfonación del aceite.

Otros refinadores usan el ácido clorhídrico que muchas veces da mejor resultado que el sulfúrico, sólo que tiene el grave inconveniente de ser un veneno muy activo para el catalizador, y cuando se usa deberá lavarse el aceite hasta que no acuse reacción de Cl. Claro que con tanta lavada se incrementa la pérdida y sube el costo del refinado. Otros lo tratan con HCl y después neutralizan con NaOH de 14°Bé. Sin embargo, después tienen que arrastrar la sal de sodio formada. Después del tratamiento con el ácido se deja a decantar el producto unas 8 horas; se extraen por el cono las impurezas arrastra

das. Se da un lavado con agua caliente y finalmente se seca y está listo para pasar a blanqueo.

El sistema alcalino es el más usado, pues además de neutralizar los ácidos grasos libres, el jabón formado ocluye las materias colorantes así como los mucílagos. Se efectúa en pailas de fierro de capacidad variable, dependiendo ésta de la cantidad de hidrogenado que se necesite en la planta. Las pailas mayores llegan a ser 100 Ts. teniendo agitación mecánica y además agitación por aire. Para refinar se bombea el aceite crudo pesado o cubicado a la paila de refinación, se agita durante unos diez minutos así frío y se toma una muestra con objeto de llevarlo al laboratorio y poder practicar el análisis. Cuando el aceite de linaza ha sido controlado en la planta por partidas y donde se ha investigado humedad e insaponificables, sólo se determina acidez libre con objeto de calcular la NaOH necesaria para neutralizar los ácidos grasos. El exceso de sosa se determina experimentalmente haciendo pruebas de refinación en vasos de 1000 c.c. y usando para cada prueba 500 grs. de aceite; lejías de diferentes concentraciones y con excesos del 0.05% al 0.2 para aceites con 1% de ácidos grasos libres. La concentración de las sosas deberá estar de acuerdo con la acidez, pues entre más ácido es un aceite más concentrada deberá ser la lejía para evitar emulsiones peligrosas en el proceso, y que siempre dan pérdidas muy altas aún después de romperse a base de sal el soap-stock formado y el aceite refinado.

Por eso al terminar el capítulo, pondré una tabla que da la concentración de lejía para cada acidez. Esta tabla fué hecha por individuos con mucha experiencia en el ramo de aceites vegetales, y después de hacer muchas pruebas con toda clase de aceites. Así que determinada la sosa necesaria para neutralizar, se deberá poner un -

exceso según las cualidades del producto a tratar, pues entre más materiales en suspensión tenga, mayor deberá ser el exceso. De las pruebas en el laboratorio se determina la cantidad de sosa para refinar en la planta. Hay unos aparatos ya especificados para sacar tiempo de agitación, agitación en cuanto al número de revoluciones por minuto y así siempre habrá una base para saber que tan bien controlados fueron los fosfátidos en la operación de molienda. De eso ya tratamos en el capítulo anterior. Así tuve ocasión de analizar un aceite crudo de algodón que se vendía sobre la base de cantidad de refinado que dejaría después de sujetarlo al proceso de refinación, habiendo sacado una diferencia del 0.3% con respecto al resultado que dió el químico de la fábrica que compró el aceite. En general, puede aplicarse el 0.15% de exceso a los aceites con 1% de acidez. Hay otros como el de algodón que se refinan siempre con 0.4% de exceso como mínimo.

Los pasos que se dan después que se hubo determinado cantidad y concentración son: añadir la sosa lo más rápido posible; agitación rápida mientras se caliente a unos 43°C y en este momento que es cuando se forma el soap-stock debe reducirse la agitación al mínimo y se continúa hasta que se encuentre en la mejor condición para asentarse en la paila. Generalmente se llega a calentar a unos 60-62°C.

La observación de las diferentes etapas en el proceso de refinación se consigue sacando muestras, y cuando unas dos asienten el soap-stock en tal forma que los granos estén bien libres de refinado, se corta el vapor a los serpentines, se suspende agitación y se deja en reposo unas ocho horas o más según la cantidad que se refinó. El objeto del período de reposo es que el soap-stock más fino-

se asiente lo mejor posible, y que al enfriarse tenga más consistencia. Ya que hubo reposado lo suficiente queda listo para bombearse a la paila de lavado y blanqueo. Muchas veces hay conexión de agua - fría a los serpentines, para acortar la operación. Sin embargo, he visto en la práctica que el reposo natural y el enfriamiento por radiación que tiene la paila, impide que se acumule estearina con soap stock que además de incrementar la pérdida, deja las pailas con una costra que sólo por un raspado eficiente se desprende.

Tabla de diferentes concentraciones (en grados Bé) que deberán usarse para refinar aceites con diferentes contenidos de ácidos libres

<u>% Ac. Grasos</u>	<u>Prensa Hidráulica</u>	<u>Expeller</u>
1.5 o menos	12 y 14	16 y 20
1.6 a 3.0	12 - 16	16 - 20
3.1 - 4.0	14 - 18	16 - 20
4.1 - 5.0	16 - 20	16 - 20
5.1 - 7.5	18 - 22	20 - 26
7.6 -10.0	20 - 24	20 - 26
10.1 -15.-	20 - 26	20 - 30
Más de 15.%	22 - 28	20 - 30

Con esta tabla puede apreciarse que los aceites obtenidos por Expeller llevan leñas más concentradas; además debe dársele más tiempo de agitación por ser más duro de cortar.

BLANQUEO.- El aceite refinado tiene pequeñas cantidades de agua y trazas de soap-stock en suspensión, las cuales deben removerse para evitar hidrólisis en caso de que tenga que almacenarse el -

producto. Para quitar el jabón en suspensión, se añade agua caliente a la paila en forma de rocío, y se da la agitación más lenta para evitar salpicaduras y emulsiones peligrosas. El sistema que yo seguí para el lavado consistió en aplicar el agua caliente sin mover el aceite, pues las pailas con las que tuve que trabajar, no tenían movimiento lento. En caso de que se forme emulsión se añade sal al agua de lavado y se levanta la temperatura hasta que se rompa. Luego se deja reposar unos minutos para después sacar el agua por el fondo del cono estando presente en la operación uno mismo, o una persona práctica que controle con fenolftaleína al 1% en alcohol cuando el agua purgada no acusa reacción alcalina. Hasta entonces puede considerarse terminado el lavado. Es muy importante librar el aceite de todo residuo de jabón, porque éste es ocluido por la tierra, restándole poder de absorción y por lo tanto dificulta la operación de blanqueo. Lavado el aceite se calienta hasta 110 C, cuidando de no levantar este punto para evitar oxidación.

Para el blanqueo se añade tierra fuller y C. activado en la cantidad que el laboratorio indicó como óptima. Así cuando un aceite se quiere dejar con 5 unidades rojas y el laboratorio indica que con un 2% es suficiente, si por error o desidia se usa un 3%, la pérdida por blanqueo subirá a \$ 0.01 por Kg. de aceite blanqueado, tomando como precio para el refinado \$ 2.50 el Kg. Para este ejemplo me baso en que para una tonelada de aceite y aplicando el 2%, los 20 Kg. tendrán una pérdida por absorción de 7.8 y usando el erróneo de 30 Kg. se pierden 11.6 Ks. de grasa. Comparando los dos casos, veo que resulta una diferencia de \$ 10.00 aproximados por tonelada, ya que con el 2% hay una pérdida de \$ 19.40 y con el 3% de \$ 29.00. Luego el blanqueo debe aplicarse siguiendo los resultados que pierden -

\$ 29.00 en el caso del 3%, y \$ 19.40 con el 2%.

$\frac{29.00}{988.4} = \$ 0.029$ que sacaría de costo el filtrado

$\frac{19.40}{992.2} = \$ 0.019$ con el 2%; luego sube el costo de un centavo.

Para determinar el costo tomo como base 1000 Kgs. de aceite refinado, sin tomar en cuenta el precio de la tierra. El objeto de lo expuesto es de hacer comprende al que se inicia en esta rama de la industria de las grasas, la importancia que tienen los costos en cada paso del proceso, pues del control que tenga el químico en cada una de las operaciones dependerá el éxito de la buena colocación del producto en el mercado, ya que habiendo tenido bajo costo el proceso, se puede competir a base de precio sin menospreciar la calidad.

Para blanquear aceites también se usa el C activado junto con la tierra y en la proporción de 10 a 20 partes de tierra por 1 de carbón. El carbón es muy efectivo en remover la viveza de color debida a trazas de aceite mineral, y siempre se usa para cuando hay contaminación. El color verde debido a la clorofila se quita con más facilidad usando tierra activada, por la inestabilidad de estos pigmentos bajo condiciones ácidas.

El color moreno que tienen algunos aceites parece que se deben a productos degradados protéicos, carbohidratos, etc., y se encuentra en forma de dispersiones coloidales. El tratamiento con sosa en la refinación, tiende a estabilizar la clorofila, mientras que aplicando el sistema ácido, la vuelve inestable. Por eso los aceites que más dificultad presentan para el blanqueo se tratan con un álcali ligeramente y a baja temperatura, seguido de un fuerte tratamiento con tierra activada poco ácida. La hidrogenación parece intensifi

car el color verde y la convierte de α clorofila a β clorofila.

La capacidad que tienen los agentes blanqueadores para -- ocluir materiales, está en relación a la concentración de estos en -- la solución. Cuando la cantidad del soluto disminuye, hay una corres-- pondiente y progresiva disminución en la cantidad de soluto absorbi-- da por peso unidad de absorbente. La expresión matemática de absor-- ción relativa a concentración residual del soluto y a una temperatu-- ra igual, se desarrolla mediante la ecuación de Freundlich que se es-- tablece así:

$$\frac{x}{m} = Kc^n$$

- x = Cantidad de substancia absorbida
- m = Cantidad de substancia absorbente
- c = Cantidad de substancia residual
- K y n son constantes.

La ecuación anterior se puede expresar así también:

$$\log \frac{x}{m} = K + n \log c$$

Así que una gráfica de $\frac{x}{m}$ vs c en una escala log-log debe -- producir una línea recta, y que nos representa la absorción a una -- temperatura constante, y con una inclinación igual a n.

En el caso de blanquear aceites vegetales, la concentración de materia soluble colorante se expresa usualmente en "N" unidades -- rojas. La ecuación se aplica independientemente del método seguido -- en determinar color al aceite, y el único requisito es que sea expre-- sado en unidades aumentativas.

Prácticamente "K" puede considerarse como una medida de la actividad o poder decolorante del absorbente; mientras que "n" es la forma característica de absorción. Si los absorbentes tienen diferen

tes capacidades para absorber color, y tienen la misma forma de absorción, dando diferentes valores para "K" pero "n" igual, las cantidades requeridas para efectuar un grado de blanqueo, estarán en proporción inversa a los valores de K. Así cuando tenemos dos tierras, A y B que en las pruebas de blanqueo han dado las ecuaciones siguientes:

$$(A) \quad \frac{X}{m} = 0.5 c^{0.5}$$

$$(B) \quad \frac{X}{m} = 1.0 c^{0.5}$$

Luego se debe necesitar el doble de la tierra (A) por ser de menos actividad, y esta relación deberá mantenerse a cualquier nivel al que pueda llevarse el blanqueo.

El valor de "n" determina el grado de decoloración entre el cual el absorbente exhibe su mayor efecto. Si n es alto, el absorbente será efectivo en remover la primera porción de color a un aceite determinado, pero relativamente ineficiente como agente para efectuar un alto grado decolorante. Si "n" es pequeño sucede lo inverso.

Cuando se tienen dos tierras que han dado en el laboratorio una marcada diferencia en valor de n, es importante especificar el nivel al cual deben trabajar. Así por ejemplo, si queremos blanquear aceite refinado de algodón a 35A contra 3.5R una de las tierras de buen resultado, pero si el nivel de blanqueo lo queremos para que lo deje a 35A-2.5R puede ser que dé mejor resultado la otra tierra.

Los valores de K y n pueden variar mucho, de acuerdo con la naturaleza del aceite, del absorbente, y del modo en que se aplica el blanqueo. Así se ha experimentado con tierra oficial en Esta--

dos Unidos y siguiendo las normas de la Sociedad Americana de Químicos aceitesros, dándole a K y n valores de 0.6 y 0.4 respectivamente.

En la planta se tienen mejores resultados en la operación de blanqueo que en el laboratorio, y se debe posiblemente a la presión que se aplica al filtrar originando un cambio de equilibrio entre el absorbente y los materiales colorantes. Esto lo hemos visto en la planta al principio de la operación, ya que a medida que aumenta ésta, el filtrado sale menos colorido, y cuando la presión llega al máximo porque la torta de tierra es mayor, se presenta más brillante y de mejor aspecto. Así puede decirse que K en la planta y debido a la presión llega a ser de 30 a 70% más alto que en el laboratorio.

Así que el aceite secado, blanqueado, y después de estar bien filtrado, se encuentra en condiciones de pasar al "CONVERTIDOR" o aparato hidrogenador, donde recibirá el gas a determinada temperatura, presión y agitación. De cada uno de los factores que entran en el proceso, nos ocuparemos en el capítulo siguiente.

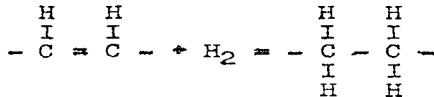
CAPITULO III

HIDROGENO.- Sistemas industriales para su obtención. Purificación y aplicación del gas para endurecer los aceites.

ANTECEDENTES.- En la tecnología de las grasas, el proceso de hidrogenación es el que mayor atención ha recibido por parte de los industriales de todo el mundo. Así por este proceso no sólo se endurecen los aceites vegetales para substituir a las grasas animales que casi siempre son más caras, sino que se utiliza para dar mayor consistencia y estabilidad a éstas. Así la grasa de puerco se

sujeta a una ligera hidrogenación para evitar la oxidación. La oleogearina también se hidrogena cuando se utiliza para fabricar la margarina, y así se procesan las grasas que dan origen a la industria de jabones. En resumen tiene este proceso muchas aplicaciones, pero la más extensa la constituyen los aceites hidrogenados.

La hidrogenación de las grasas y aceites consiste principalmente en la adición directa del H a las dobles ligaduras que llevan los lípidos en las cadenas de ácidos:



Así que conociendo el índice de yodo de cualquier aceite, se puede saber con bastante aproximación qué cantidad de hidrógeno se necesita para reducir las dobles ligaduras. Ya que los aceites son hidrogenados más de 125 unidades del índice de yodo, la hidrogenación aumenta el peso del aceite menos del 1%, pues se necesita 0.0079% del gas para reducir cada unidad del I. de yodo.

Se pueden usar como catalizadores paladio, platino y otros, pero el que más aceptación tiene por sus cualidades catalíticas y sobre todo por lo económico es el níquel reducido que se vende en cilindros de cartón y suspendido en kieselgur. El catalizador se añade al aceite antes de entrar al convertidor. Al terminar la operación queda en las lonas del filtro, estando en condición de usarse de nuevo. Sin embargo, el catalizador va perdiendo actividad con el uso, así que siempre se usa para un número determinado de hidrogenaciones, teniendo que añadirse catalizador nuevo cuando se observa que aumenta el tiempo de aplicación del gas a un aceite determinado.

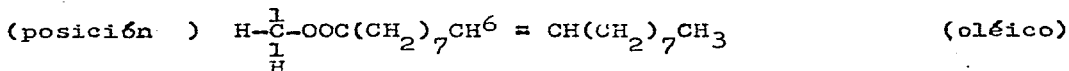
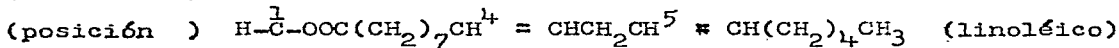
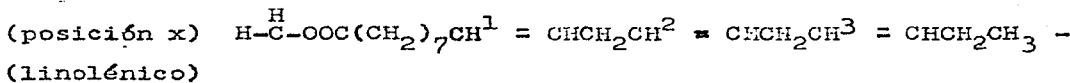
Para que la hidrogenación se verifique en las mejores con-

diciones, es necesario que el aceite se encuentre a una temperatura adecuada para que el H_2 se disuelva, agitación para renovar el aceite que está en contacto con el catalizador. Además, la solubilidad del H en aceite se incrementa con la temperatura y la presión.

Los factores que llevan a buen término el proceso son: la temperatura, naturaleza del aceite, actividad del catalizador y la velocidad a la que son llevados al catalizador las moléculas insaturadas a la superficie del mismo y en presencia del H. La composición y carácter de los productos hidrogenados, pueden variar de acuerdo con la posición de las dobles ligaduras, o a ciertas influencias isomerizadoras que acompañan la reacción y que dependen siempre de las condiciones a que se lleva a efecto la saturación.

INFLUENCIA DE LOS FACTORES QUE ENTAN EN EL PROCESO DE HIDROGENACION.- Selectividad del hidrógeno.- Los glicéridos están compuestos por glicerina y ácidos grasos. Estos contienen más de una doble ligadura en la cadena, así que pueden añadir H en varios puntos de ésta.

Así una molécula de glicérido que está compuesta de oléico, linoléico y linolénico sufre la adición del H en la forma siguiente:



El hidrógeno tiende a fijarse al ácido más insaturado. Así que primero se añade a las dobles ligaduras del linolénico, para producir la oleodilinoleina. Sin embargo, puede producirse dioleo--

linolenin, o aun estearo-linoleo-linolenin cuando se hidrogena ácido oléico. Pero parece que se fija en los ácidos más saturados como último recurso. Otra complicación del proceso de hidrogenación es que alternativamente afecta a los glicéridos en la posición o . Así la primera molécula de H se fija en la doble ligadura No. 3 para producir oleo-dilinoleina. Para que otra molécula de H se una, puede hacerlo a la cadena del ácido, linoléico que está en posición y producir en esta forma linoleo-dioleina, o bien, que lo haga sobre el ácido linoléico en posición para producir linoleo-dioleina.

Así también, en el curso de la hidrogenación se llegan a producir isómeros de los ácidos no saturados naturales. Además, cuando se quieren hidrogenar dos aceites con diferentes índice de yodo para dar productos de la misma consistencia, el aceite más no saturado no puede hidrogenarse a un índice de yodo tan bajo como el más saturado. Así cuando se quiere hacer una manteca vegetal del tipo totalmente hidrogenada, y como base aceite de cacahuate, puede tener un índice de yodo de 55 o menos; y si queremos preparar una manteca vegetal del mismo tipo y como base aceite de algodón, su I. de yodo llega a tener más de 60 unidades.

Se ha visto en la práctica que los ácidos de mayor peso molecular se hidrogenan más despacio que los de menor peso molecular y teniendo la misma insaturación. Así, el ácido erúcico se hidrogena más difícilmente que el oléico.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA..- La hidrogenación se acelera mucho con la temperatura. Sin embargo, el efecto de ésta es variable, dependiendo sobre todo del aceite que se hidrogena y de las condiciones bajo las que se ha llevado el proceso. Así, las pruebas que se -

han hecho con un mismo aceite y bajo diferentes condiciones de hidrogenación han revelado que a temperaturas más altas de 176°C a 178°C la velocidad de reacción es menor, y que al elevarla a 206 C encuentra su más alto valor. Pasando de 206 disminuye la velocidad de reacción.

Pasando la temperatura óptima en cuanto a velocidad de reacción hay una selectividad en convertir el ácido linoléico a oléico, siguiendo en turno el oléico a esteárico. Luego hay una tendencia del hidrógeno a fijarse en los ácidos más insaturados cuando se incrementa la temperatura. También se forman isómeros a altas temperaturas, así los ácidos isooléicos se producen a elevadas temperaturas.

TABLA QUE INDICA FORMACION DE DIFERENTES ACIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS E HIDROGENALOS A UN I. DE YODO DE 65.7 (aceite de algodón. - Ctes. agitación catalizador).

No. de pruebas	Temp. catalizador, °C	concentración		Tiempo de hidrogenación Mins	% composición de ácidos grasos		
		C.	Ni.		Sat.	Iso-oléico	Linoléico
39.3	20.	122	0.05	72	39.6	8.5	12.6
47.5	12.	149	0.05	31	34.1	11.2	7.2
47.6	18.	177	0.05	19	32.5	14.3	5.6
Antes de la hidrogenación							
27.1					26.9	---	46.0

Se puede apreciar la formación de iso-oléico ya sujeto al proceso.

La tabla anterior fué sacada en hidrogenaciones practicas en una plantita piloto hecha en Estados Unidos.

INFLUENCIA DE LA PRESION Y LA AGITACION.- Los factores - que afectan directamente la velocidad de disolución del gas en el - aceite son: presión del hidrógeno, y grado de agitación de la carga de aceite con el catalizador.

La presión que el gas tiene en el convertidor para las hidrogenaciones comerciales varía de 1 a 6 atmósferas.

La agitación es difícil de valuar, pues los resultados que se obtienen en la planta son distintos a los que se obtienen en el laboratorio. No obstante esa dificultad, se ha notado que la agitación acorta el tiempo de hidrogenación.

Teóricamente, la agitación tiene dos objetos: dar movilidad al aceite y al catalizador para que de este modo se renueve continuamente el aceite de la superficie del catalizador y además extender la superficie para incrementar la difusión del gas. En los sistemas comerciales el objeto que se persigue es que haya un contacto eficiente entre el H_2 y el aceite. Así que la agitación obtenida en un convertidor se mide por la interface mantenida entre el gas y el aceite mientras el aparato está en operación.

Los efectos de presión y agitación sobre los ácidos grasos de los aceites hidrogenados, resaltan con la tabla que se expone en seguida. Los resultados se sacaron con aceite de algodón.

TABLA DE HIDROGENACION DE ACEITE D. ALGODON A UN I. DE YODO DE 65.7 CON DIFERENTES PRESIONES Y AGITACION. Los otros factores constantes.

TABLA DE HIDROGENACION DE ACEITES DE ALGODON A UN I. DE YODO DE 65.7 CON DIFERENTES PRESIONES Y AGITACION. Los otros factores constantes.

Prueba No.	Núm. Presión Kg/cm ² .	Agitación R.p.m.	Ks. de aceite	% Ni.	Tiempo de hidrogenación Min.	Porcentaje de ácidos grasos producidos			
						Sat.	Iso-oléico	Oléico	Lino-oléico
19	0.35	408	5.46	0.05	67	32.8	13.2	48.1	5.9
12	1.89	408	5.46	0.05	31	34.1	11.2	47.5	7.2
17	3.50	408	5.46	0.05	21	35.2	10.2	46.2	8.4
11	1.89	290	7.30	0.10	101	31.7	15.6	47.7	4.8
15	1.89	408	5.46	0.10	24	32.8	12.4	48.9	5.9
9	1.89	528	3.63	0.10	12	34.2	10.7	47.8	7.9

En estos experimentos la agitación se varió alterando simultáneamente la velocidad de las aspas y la cantidad del aceite. Naturalmente, tuvo la mayor agitación cuando se movió a más velocidad y con menos cantidad de aceite. La tabla muestra el descenso que tiene la formación de ácido isooléico y la selectividad; que son resultado de la agitación. Los mismo resultados se obtienen incrementando la presión.

INFLUENCIA DEL CATALIZADOR.- Casi todos los catalizadores usados en el proceso de hidrogenar aceites vegetales, dan los mismos productos. No importa el método seguido en su obtención, ya que para tener Ni reducido se descompone el formiato de níquel por el calor, si no se precipita el carbonato con un álcali y se reduce posteriormente a polvo fino.

El poder de un catalizador no se determina por la cantidad

de Ni que contiene, sino por la cantidad de Ni catalíticamente activa. Así pueden contener dos catalizadores la misma cantidad de metal y sin embargo, uno de ellos puede ser más eficiente por contener más Ni activo. Cuando se aumenta la concentración del catalizador se incrementa la selectividad y por lo tanto, se forma mayor cantidad de iso-oléico. Cuando la reacción se lleva rápidamente la selectividad disminuye. Así que para que haya gran cantidad de ácido iso-oléico - se necesita que el H se fije lentamente. Bajo la mayoría de condiciones que pueden afectar el proceso, a mayor concentración de catalizador la velocidad de reacción aumenta. El catalizador absorbe fácilmente trazas de jabones y otras impurezas, dificultando su poder catalítico y aún nulificándolo totalmente. Cuando tal cosa sucede, se dice que el catalizador está "envenenado". En el caso de un aceite bien refinado, lavado y blanqueado, sólo un 0.01% del catalizador se envenena.

Entre los venenos más activos para un catalizador de Ni están en primer lugar los compuestos gaseosos de S: H_2S , CS_2 , SO_2 ; etc. Estos venenos llegan al convertidor mezclados con el hidrógeno producido por el método HIERRO-VAPOR. Se ha comprobado que 100 grs. de Ni activo se envenenan con 3 a 5 grs. de S. dando origen a NiS.

El S se combina estequiométricamente con el Ni, así que no importa que aquél se derive de H_2S , CS_2 ó SO_2 .

Otro de los venenos que más detienen la influencia del catalizador es el CO que también resulta en la obtención del H por el sistema fierro-vapor. Cuando es absorbido por el catalizador se interrumpe la circulación del gas, y bajo agitación se efectúa un vacío razonable (25 pulgadas de Hg.) por unos 15 minutos.

Si la hidrogenación se efectúa a unos 205 C su poder de envenenar el catalizador es mínimo. En cambio a 150 C y con el 0.1% de CO en el H, es imposible fijar el gas sin darle purgas seguidas al convertidor.

La presión influye también, pues a baja presión aumenta el poder del CO como veneno del catalizador. El soap-stock, o cualquier jabón de sodio, potasio, litio, magnesio, bario, berilio, hierro, cadmio, cromo, zinc, mercurio, plomo, bismuto, uranio y oro; hidróxido de cobre, molibdato de amonio; ácido clorhídrico, bórico y arsenioso, son venenos activos del catalizador. De allí que la refinación por el sistema ácido del aceite de linaza deberá efectuarse controlando muy bien las lavadas que se den al refinado hasta que no haya reacción de cloruros. Los ácidos grasos en poca concentración no afectan la actividad del catalizador.

OBTENCION DEL HIDROGENO EN LA INDUSTRIA Y SU PURIFICACION.-

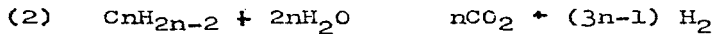
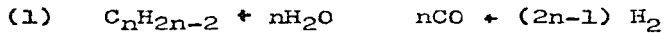
Hay seis métodos industriales para producir Hidrógeno.

1) PROCESO VAPOR-HIDROCARBUROS.- La casa Girdler produce H de 99.97% de pureza haciendo reaccionar hidrocarburos con vapor y usando un catalizador a una temperatura de 320 C, bajo condiciones en las que los hidrocarburos se convierten casi en su totalidad en óxidos de carbón e hidrógeno. El CO y vapor se convierten catalíticamente en H y CO₂ removiéndose el CO₂ del hidrógeno haciendo burbujear la mezcla de gases en una solución de aminas por el proceso Girbotol. Por varias purificaciones se llega a tener un hidrógeno de 99.97% de pureza.

Los hidrocarburos que más se utilizan son: gas natural, gases como el metano se purifican con objeto de quitarles todos los

compuestos de S, y haciéndolos reaccionar con vapor a elevada temperatura sobre un catalizador para convertirlos en H, CO y CO₂. Empleando un catalizador apropiado, en un horno diseñado para este proceso, los hidrocarburos se descomponen casi en su totalidad, pues un análisis del hidrógeno producido deberá tener menos del 0.1% de hidrocarburo residual.

Las siguientes reacciones químicas suceden dentro del horno:



Reacciones similares tienen lugar con los hidrocarburos insaturados como el etileno y propileno. Como estas reacciones son endotérmicas, debe suplirse al horno calor para mantener la temperatura adecuada.

La mezcla de hidrógeno, monóxido y carbono y bióxido de carbono así como de vapor se enfría a 375 C aproximadamente al salir del horno y revolver la mezcla con más vapor. Todo junto pasa al convertidor que contiene catalizador y donde el CO reacciona con el vapor para producir CO₂ e hidrógeno:



Esta reacción es ligeramente exotérmica, así que no se necesita añadir calor al convertidor. Además, esta reacción es reversible, así que según se hayan controlado las temperaturas se obtiene una conversión del CO con un rendimiento del 90 al 95%. La mezcla de gases que salen del convertidor se enfría, y el CO₂ formado se elimina por el proceso Girbotol. El hidrógeno se purifica para quitarle el CO residual (como el 1%) por conversiones posteriores y elimina--

ción del CO_2 . También se purifica por metanación:



Esta reacción es ligeramente exotérmica y se efectúa a una temperatura un poco mayor.

Alta pureza de hidrógeno se obtiene por este proceso, combinando apropiada alimentación de hidrocarburos resultantes de la refinación de aceite crudo mineral (propano), y después de tres conversiones del CO .

2) PROCESO GAS DE AGUA.- El gas de agua es una mezcla de CO e H_2 que reacciona con vapor a elevada temperatura para producir CO_2 e H_2 . La reacción se lleva a efecto con un catalizador. Para descartar el CO_2 formado se burbujea la mezcla en una solución de aminas.

El gas de agua se obtiene del coque incandescente soplado con aire y pasando vapor sobre el lecho incandescente manteniendo las mejores condiciones de operación. En las mejores condiciones se obtiene bajo contenido de nitrógeno. El gas de agua producido se enfría en un cambiador de calor y se almacena. De allí se comprime, se añade vapor y la mezcla se pasa a un cambiador de calor donde se calienta a unos 370 C. y en un convertidor con catalizador el CO se transforma en CO_2 . Los gases resultantes se enfrían y pasan al tanque que contiene la solución de aminas que absorben el CO_2 y dejan puro el H_2 . Generalmente, tiene la siguiente composición:

Hidrógeno -----	97.2%
CO_2 -----	0.1%
CO -----	1.2%
CH_4 -----	0.3%
N_2 -----	1.2%

El bióxido de carbono y el monóxido de C se reducen al valor que uno quiere por purificaciones posteriores.

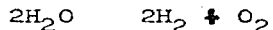
3) PROCESO METANOL-VAPOR.- Se utiliza para producir hidrógeno en unidades portables. La reacción es:



y se lleva a efecto a 260°C. No me extiende más porque este proceso se utilizó en la guerra pasada para producir hidrógeno en pequeña escala. Además, resulta costoso el metanol.

4) PROCESO ELECTROLITICO.- La producción de hidrógeno por este proceso resulta cuando se tiene electricidad a bajo costo y hay demanda del oxígeno producido como subproducto, o cuando se necesita poco H. (1000 pies cúbicos de H por hora o menos). Además, se obtiene el gas libre de compuestos de C.

El agua se descompone por electrólisis así:



Se utiliza corriente directa y se usan como electrolitos - KOH o NaOH que sirven para acelerar la electrólisis del agua. El H - se desprende del cátodo, y el O₂ del ánodo. Usando un diafragma apropiado permeable de asbesto para separar el cátodo del ánodo y prevenir que los gases se mezclen, cada celda consiste en un tanque rectangular estrecho, los polos y el diafragma. Se construyen para producir unos 10 pies cúbicos de H por hora. Así que la capacidad de la planta estará sujeta al número de celdas. Las cámaras colectoras separan el H del O con una pureza del 99.8%. El voltaje mínimo en la celda debe ser de 1.7 volts. En celdas comerciales se mantiene un voltaje promedio de 2 volts y se gastan aproximadamente 150 kilowatt hora por cada 1000 pies cúbicos de hidrógeno en condiciones estándar.

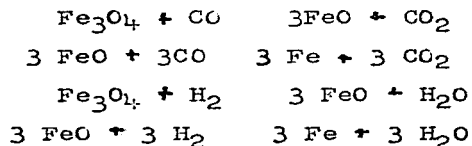
dars.

Debe asentarse que la capacidad de una planta dada se incrementa aumentando el amperaje, pero también se disminuye la eficiencia en términos de pies cúbicos de hidrógeno por kilowatt-hora de corriente consumida.

5) PROCESO FIERRO-VAPOR.- El hidrógeno se produce pasando vapor sobre Fe caliente o que ha sido previamente reducido por gas de agua. A elevada temperatura el hierro y vapor reaccionan para dar óxido de hierro e hidrógeno. El proceso es intermitente con ciclos de reducción del metal y producción de hidrógeno. Por este proceso se obtiene H económico cuando se desea producir de 2500 o más pies cúbicos por hora. Antiguamente había sistemas anticuados de purificación que restringían su uso, pero ahora se llega a tener H tan puro y aún más que el electrolítico.

El gas se produce por reducción y oxidación alternativa de la masa de óxido de Fe. La reducción es efectuada por el gas azul producido al soplar coke caliente al rojo con vapor. En el ciclo de oxidación, la masa de mineral de hierro recibe una inyección de vapor recalentado, combinándose el oxígeno de éste con el mineral previamente reducido, liberándose el hidrógeno. Los cambios exactos en la masa de hierro no se han establecido completamente pero se supone que sucede así:

REDUCCION:



OXIDACION CON VAPOR:



Hay una tendencia para la interreacción del CO y el vapor durante el ciclo de reducción para producir CO_2 e H_2 :



Luego el CO puede funcionar directamente como agente reductor sobre el óxido ferroso férrico o indirectamente para producir H_2 por la ecuación anterior.

Las impurezas en el hidrógeno vienen del depósito de C que se deposita sobre la pirita al final del período de reducción. A las altas temperaturas a que se encuentra el CO en el Generador y bajo la influencia del Fe reducido deja C en libertad:



Durante el período de oxidación con vapor el C que se encuentra en libertad en la pirita, reacciona con el vapor para producir CO_2 y CO que vienen a formar las impurezas en el hidrógeno:



El ácido sulfhídrico siempre viene impurificando el gas azul. Durante la fase de reducción, el H_2S tiende a combinarse con la masa de contacto para producir FeS. Este reacciona posteriormente con vapor originando el H_2S y algunos compuestos orgánicos de azufre.

Cuando se está produciendo H_2 y sabiendo que se deposita más C y S del que es removido, se acostumbra seguir cada período de oxidación con vapor de uno corto de aireación con objeto de quemar --

el C y S que hay en la masa de contacto. Cuando se falla en el intento de remover esas acumulaciones, se dice que "la masa de contacto se haya inactiva".

La composición del hidrógeno impuro varía con el tipo de generador y el modo de operarlo, pero será aproximadamente como este:

Dióxido de carbono -----	0.5 - 1.0%
Monóxido de carbono -----	0.2 - 0.5%
Oxígeno -----	0.0 - 0.1%
Nitrógeno -----	0.3 - 1.0%
Acido sulfhídrico -----	0.05- 0.15%
Azufre orgánico -----	0.1 - 0.5% (de 0.064799 gr por 3.5 me tros cúbicos)
Hidrógeno -----	98.0 - 99.0%

Hay varias marcas de Generadores, siendo las más importantes los Zenit, Bosch y Damag. Todos difieren poco y consisten en un cilindro colocado a unos dos metros del piso, revestido con ladrillo refractario y aislante. El interior está dividido en dos secciones. La inferior contiene la masa de contacto soportada en una rejilla; - la superior que compone el recalentador está formada por ladrillo refractario colocado en tal forma que deje huecos para recalentar el vapor. Hay conexiones de vapor y aire en la parte superior. Entre el recalentador y la masa de contacto aire. En el fondo de una conexión en cruz parte una tubería conectada a la entrada del gas azul, tubería de salida del hidrógeno y tubería de purga, y aseguradas todas por válvulas de acción rápida.

Todas las llaves, incluso las de la parte superior y la válvula cónica que descarga en la chimenea están unidas en acción - mútua y se manejan desde una plataforma en la parte superior del ge-

nerador.

El Generador trabaja a una temperatura de 815°C aproximadamente y su operación es continua dentro de lo posible, ya que bastante tiempo se requiere para calentar esta unidad cuando está fría.

El ciclo completo de operación comprende las siguientes fases:

1) REDUCCION.- El gas azul se saca con un abanico centrífugo diseñado para dar una presión de 20 a 30 pulgadas de agua y se inyecta en el fondo del generador pasando a través de la masa de contacto reduciéndola a alta temperatura y encontrándose con una corriente de aire en la parte inferior del recalentador.

La combustión del gas azul remanente se verifica en el recalentador y abastece de calor al mismo para el período siguiente de oxidación con vapor.

2) PURGA.- El gas azul se deja inyectar, y la producción de H_2 empieza cuando se pasa vapor a través del recalentador y a través de la masa de contacto. Las primeras porciones de gas se descargan por la línea de purga a la atmósfera, con objeto de arrastrar fuera del sistema el gas azul que queda en el período de reducción.

3) OXIDACION CON VAPOR.- Se cierra la válvula de purga, --abriéndose simultáneamente la válvula de salida del H_2 y la oxidación se continúa. Todo el hidrógeno que se produce es colectado en un tanque especial para después sacarlo a purificación.

4) SOPLADO CON AIRE.- Se abre la válvula que da paso al aire en la parte superior del generador con objeto de que pase por todo el aparato y oxide el C y el S acumulado en la masa de contacto.

5) REDUCCION.- Se vuelve a inyectar gas azul con el abanico y se repite la reducción de la masa de contacto, luego purga, oxi

dación soplado con aire, etc., etc.

Respecto al tiempo empleado en cada una de las operaciones sólo está sujeto al plan económico de la planta. Por supuesto hay una firme disminución en la velocidad de producción de hidrógeno -- cuando la oxidación se alarga, y una disminución **similar en la velocidad** de reducción del óxido de fierro durante el período de reducción. La cantidad de hidrógeno producido durante un período de oxidación promedio queda sujeta por la cantidad de reducción completa de la masa de contacto. Así que la operación de reducción debe efectuarse lo más correcto posible para obtener la mayor cantidad posible de fierro reducido y aprovechar por consiguiente mayor volumen de gas azul. Los períodos de oxidación y reducción duran aproximadamente 12 minutos cada uno. Los ciclos de purga y soplado con aire son mucho más cortos.

La economía en estas plantas se deriva de obtener un gas libre de impurezas, y una capacidad de producción buena. La materia prima que más importancia tiene en la obtención del hidrógeno por este sistema es el coke para producir gas azul. Además, la cantidad necesaria es casi la misma en plantas antiguas que modernas. La diferencia está en los generadores de hidrógeno, y su forma de operarlos. Antes un consumo de 2.5 a 3.0 veces el volumen de hidrógeno producido se consideraba como de buen rendimiento. En las plantas modernas, esta relación baja de 1.7 y aún 1.5 volúmenes de gas azul por 1 de hidrógeno. Esta relación corresponde a un consumo de **22.7 kilos** de coke por **35.7 m³** de H₂.

Como todas las reacciones de oxidación y reducción son reversibles, su punto de equilibrio depende sobre todo de la temperatura a la que opera el generador, y la concentración de reactantes.

El tipo de pirita empleada juega un papel muy importante en la eficiencia de los generadores fierro-vapor. Así hay algunas que tienen suficiente consistencia para resistir un uso prolongado sin desintegrarse.

Un caso frecuente de impureza del hidrógeno se debe al gas azul que pasa por válvulas rotas o de asiento defectuoso. Las válvulas son grandes y de abertura rápida, presentando el defecto de no cerrar perfectamente; y como la presión del gas azul es mayor que la del hidrógeno, cuando existe alguna abertura se mezclan los gases.

El equipo adicional de una planta productora de H_2 es:

- a).- GENERADOR DE GAS AZUL.
- b).- TANQUES DE ALMACENAMIENTO.- Para el Hidrógeno y el gas azul.
- c).- TANQUES BAJOS.- Para enfriar y almacenar hidrógeno crudo.
- d).- ABANICOS CENTRIFUGOS PARA AIRE Y GAS AZUL.
- e).- COMPRESORA DE HIDROGENO Y TANQUES DE ALTA PRESION DE ALMACENAMIENTO.
- f).- EQUIPO PURIFICADOR DE H_2 .

Para operar eficientemente una planta FIERRO-VAPOR, se necesita medida de vapor, coke, gas azul e hidrógeno; así como análisis frecuentes tanto del gas azul como del hidrógeno cuidando con detalle cada operación. La pureza del hidrógeno se puede controlar a cualquier instante de la operación, facilitando esto; indicadores especiales del tipo de conductividad térmica.

PURIFICACION DEL HIDROGENO

El bióxido de carbono se absorbe en álcalis, y se requiere aproximadamente 1.8 libras de sosa para purificar 1000 pies cúbicos de hidrógeno conteniendo el 1% de CO₂. Por este sistema se quitan trazas de H₂S, pero los compuestos orgánicos de S no son absorbidos.

Hay tres diferentes métodos para quitar el monóxido de carbono. El sistema que mejor resultado ha dado consiste en hacer reaccionar el CO con vapor a elevada temperatura sobre un catalizador para formar CO₂ e hidrógeno. Después el CO₂ se absorbe en álcalis.

La purificación del hidrógeno debe conducirse a liberarlo de cualquier traza de CO, pues éste gas es un veneno muy activo para el catalizador a baja temperatura.

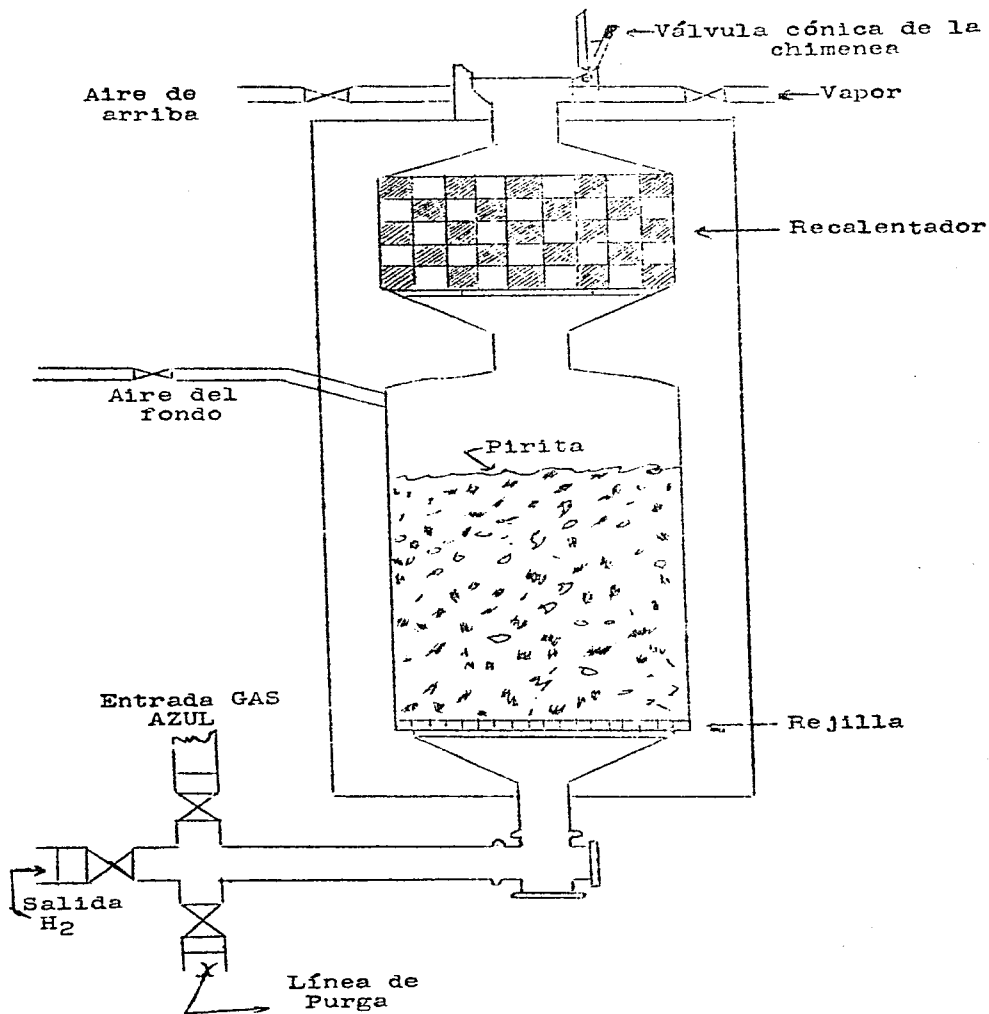
Un método alternativo para remover el monóxido de carbono es por metanación. En este proceso el hidrógeno se pasa a través de un manto de catalizador de níquel mantenido a una temperatura de 296^o 300^oC. El CO se convierte a metano en esta forma:



El catalizador se prepara impregnando pequeños pedazos de ladrillo refractario con nitrato de níquel, secándolos y reduciendo el catalizador bajo corriente de hidrógeno y a la temperatura especificada.

Este sistema presenta la dificultad de agregar al hidrógeno el gas metano que se forma. Aunque éste no constituye un veneno para el catalizador, su acumulación acaba por presentar algún contratiempo en el sistema cerrado.

Generador de hidrógeno



El sistema de metanación resulta antieconómica por el consumo de hidrógeno (tres veces el volumen de CO), así que muchas veces es preferible combinar este sistema con el de obtención del H₂ por el proceso vapor de agua CO a elevada temperatura. La remoción completa del H₂S es un requisito previo para una operación ventajosa del sistema de purificación por metanación.

El proceso Harger-Terry para purificar el hidrógeno consiste en mezclar el gas con un volumen de O₂ equivalente a cerca de dos veces el requerido para la combustión del CO y después pasarla sobre un catalizador de Fe-Cr-Cerio (óxidos) y a una temperatura de 232°C. Así, el CO se transforma en CO₂ por oxidarse antes que el H₂. Mezclando vapor, ayuda a que la reacción sea selectiva. Este sistema, como el anterior, resulta algo oneroso porque pierde un poco de hidrógeno y es algo ineficiente. Además, resulta difícil saber cuándo ha sido completa la adición de O₂.

Un gas que debe removerse del sistema por lo venenoso que resulta, es el ácido sulfhídrico. El equipo de purificación consiste en una serie de cajas con anaqueles que suspenden viruta de óxido de fierro o de madera impregnada del óxido. Por estas cajas se pasa el hidrógeno hasta que se impregne de S, cosa que se reconoce por el color negro que toma la viruta. Basta exponer a la acción de la atmósfera este material, para que vuelva a revivir su poder de absorción del S. Esta cualidad se reconoce por el color rojizo que toma el óxido de Fe. Así que por este sistema sólo se gasta en la secada y reposición del material.

Por este tratamiento, el sulfuro de C, oxisulfuro, y otros compuestos orgánicos de S no son absorbidos por el óxido de fierro. A menos que éste sea calentado a unos 300°C y suspendido en lana mi-

neral para que presente mayor superficie de exposición.

El aparato más moderno para remover los compuestos orgánicos de S consiste en una caja perfectamente aislada con asbesto dentro de la cual hay platos con lana mineral impregnada de óxido de fierro y descansando en serpentines con vapor para mantener el óxido a unos 150°C. El hidrógeno saturado con vapor a temperatura ordinaria lleva suficiente agua para que se verifique la reacción siguiente:



para que el sistema anterior sea eficiente debe cuidarse que no baje la temperatura y llegue a condensarse el vapor.

EQUIPO DE HIDROGENACION

Hay dos sistemas para fijar el hidrógeno al aceite: el continuo y el intermitente. El primero se usa poco por ser inefectivo en cuanto a selectividad, dando productos distintos a los obtenidos por el método intermitente. Por el método continuo se utiliza catalizador fijo, o en polvo que al final de la operación se centrifuga. Como el método intermitente es más económico y más en uso, se describe en este capítulo el convertidor y la forma más común de operar dicho aparato.

El convertidor es un cilindro alargado de acero con estopero en la parte superior ajustado a la flecha, con aspas para agitar en el interior al aceite y presentar en esa forma gran interfase para la absorción del hidrógeno; además, lleva en su interior serpentín para vapor y conexión de agua fría para controlar la reacción del H₂ con el aceite. Al inyectar el gas por el fondo del convertidor mediante una bomba de un solo émbolo y accionada por vapor, no -

todo el H_2 reacciona en las dobles o triples ligaduras, así que se va acumulando en la parte superior del aparato. De allí se le puede sacar mediante la bomba o un ventilador de presión para circularlo de nuevo; algunas veces pasa al tanque donde se comprime.

Los convertidores están diseñados para resistir una presión de 6 Ks. / centímetros cuadrados. El aceite, después de absorber la cantidad de hidrógeno necesario, se enfría en el convertidor inyectando agua fría a los serpentines y haciendo un buen vacío en la parte superior del aparato con objeto de preservarlo de la oxidación. La torta que se separa en la filtración se recoge y después de encostalarla queda lista para la siguiente hidrogenación. Hay que tener en cuenta que siempre se añade el 0.02% de catalizador nuevo con el usado para cubrir las pérdidas por envenenamiento.

Efectos de la hidrogenación en los aceites vegetales.

Las características que permanecen inalteradas con el proceso son: Índice de saponificación, Reichert Meissl, materia insaponificable, teniendo influencia determinante sobre el I. de yodo, I. de refracción, la estabilidad contra la oxidación (enranciamiento), etc., usándose el I. de refracción para saber el grado que lleva de hidrogenación, ya que entre más avanzado está el proceso más bajo es el I. de refracción. Además, con la hidrogenación se destruyen los olores peculiares de las grasas, substituyéndolos por uno característico de los productos que han sido tratados con el H_2 . Sin embargo, este olor es fácil de quitar, mediante la desodorización a que se someten posteriormente; para poder tener un control químico del proceso de hidrogenación, es necesario hacer gráficas que con determinar una constante, podamos en cualquier momento, saber la otra. Así, yo pude checar el punto de fusión del aceite de linaza determi-

mando el índice de refracción a intervalos regulares del proceso y usando muestras a 60 grados C. Desgraciadamente, me fué robada junto con apuntes que saqué del sistema más moderno que se conoce para producir hidrógeno automáticamente por el sistema fierro-vapor, controlándose cada fase por un disco que a intervalos regulares hace contacto con circuitos eléctricos que abren las válvulas de entrada de gas azul, aire del fondo, de arriba, purga, vapor, así como la válvula de chimenea. Del Gasógeno o productor del gas azul el control de soplado con vapor, aire, para avivar la temperatura del coque, tiempo de recolección, funcionamiento de las compresoras de aire también se efectúa por este sistema automático.

APLICACION DE LA HIDROGENACION. - En primer término, para producir los aceites endurecidos, que se utilizan para la fabricación de los jabones semicocidos y cocidos; la industria de mantecas vegetales y sustitutos de la mantequilla; para sacar margarina la hidrogenación debe conducirse en tal forma que se produzca mayor cantidad de ácido iso-oléico. Esto se logra llevando la hidrogenación a una temperatura de 135°C, una presión sistema métrico de 0.36 K/cm², y en un tiempo que su índice de Yodo sea de 67.0. La margarina debe tener la suficiente consistencia como para poderse empacar, que al meterla al refrigerador no se endurezca tanto que se vuelva quebradiza, y que al estar en contacto con la lengua de los consumidores no se apelmace y se ponga sebosa. Como estas cualidades las tiene el ácido iso-oléico, de allí se desprende el porque debe conducirse la hidrogenación a la selectividad. Otra aplicación es la de hidrogenar ácidos grasos de elevado peso molecular como el láurico, palmítico, etc., para producir sus respectivos alcoholes, que posteriormente se

sulfatan. Estos sulfatos son altamente detergentes y no forman sales insolubles de Ca y Mg, así que son eficientes tanto en aguas neutras o ligeramente ácidas.

$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{10} \text{COONa}$
laureato de sodio

$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{11} \text{OSO}_2\text{Na}$
sulfatolaureato de sodio

Estos compuestos serán conocidos en México y pueden por sus cualidades competir con ventaja a los jabones de sodio, y dar origen a una bonita industria.

En el próximo capítulo hablaré de los sistemas usados para enfriar las mezclas de hidrogenado con aceite, y haré un relato del aparato denominado "VOTATOR" y de su principio, relatando su modo de operación y marcando sus ventajas sobre el antiguo del "ROLL".

CAPITULO IV.

INDUSTRIA DE LAS GRASAS VEGETALES

La aplicación más importanté que tienen los aceites hidrogenados en la Industria, es sin duda, la que tiene como materia prima para producir mantecas vegetales.

Las mantecas vegetales pueden fabricarse hidrogenando cualquiera de los aceites vegetales, dando origen a las grasas que se denominan completamente hidrogenadas. Los aceites vegetales que más aceptación tienen son: los de cacahuete, ajonjoló, algodón y linaza. Claro está que hay algunos industriales que refinan el aceite de nabo y lo utilizan después de refinado y blanqueado para mezclarlo con los anteriores en proporciones variables. El aceite de nabo se usa poco; en primer lugar por estar prohibido por Salubridad y en segun-

do lugar por tener el gran defecto de regresar el olor tan particular que tiene aún después de haberse desodorizado completamente.

Hay otra clasificación que divide las grasas vegetales: en vegetales propiamente dichas y mezclas de grasas duras animales con aceites vegetales. En este último caso, se utilizan sebos con menos del 1% de acidez en oléico, o bien, oleoestearina sacada por cristalización de sebo de buey y separación por prensado y filtración. Lo que pasa por la prensa-filtro tiene un punto de fusión de 32 a 34 C., y teniendo poca plasticidad. En cambio, el residuo tiene un punto de fusión de 40 a 50 C., y es lo que constituye la oleoestearina. Cuando se fabrica manteca vegetal usando este producto, se tiene cuidado de preservarlo de la oxidación añadiéndole 0.1% de lecitina.

Las grasas que más aceptación tienen en el comercio, son: las producidas hidrogenando parcialmente aceites vegetales, o las que contienen aceite hidrogenado con alto titer mezclados con aceites comestibles en proporción variable para que tengan un P., de fusión de 39 a 40 C. Son preferidas las grasas vegetales por tener mayor estabilidad que las animales.

Quando se utiliza oleoestearina, debe agregarse en la proporción de 20%; en caso de que no coja cuerpo, se llega a añadir un 5% de hidrogenado de linaza. Algunas veces se utiliza sebo de res y aceites vegetales; aquel debe estar en la mezcla en una proporción del 35% como mínimo. El sebo Argentino como tiene bajo titer, tarda mucho en coger consistencia después de que la mezcla ha sido enfriada. Si sucede esto, por pruebas hechas en el laboratorio conviene añadir a la mezcla un 5% de hidronegado.

Los pasos que se deben dar para tener manteca en condiciones de venta son: Añadir en la paila de blanqueo, al aceite refinado

y lavado el hidrogenado en la proporción del 10 al 13% según sea de alto o bajo punto de fusión. Después de calentar la mezcla a 100 C o hasta que haya vaporizado totalmente, aplicar la tierra y el carbón en la proporción que indicó el laboratorio como óptima. Se filtra la mezcla mediante un filtro prensa, pasando el filtrado al desodorizador con objeto de arrastrar los compuestos orgánicos que dan olor a las grasas. El arrastre se efectúa a una temperatura que varía de 120 a 220 C, vapor recalentado a 280° a 300°C y reducido a una presión de 2.44 K/cm². La desodorización debe efectuarse a la mayor temperatura posible y bajo el más alto vacío. En las plantas más modernas, se está substituyendo el equipo de calderas que trabajan a elevada presión, por el de calderas equipadas con Dowtherm. Los elementos esenciales de este sistema son caldera tubular que quema gas o petróleo, que vaporiza una mezcla del 26.5% de difenil y 73.5% de óxido de difenilo. Esta mezcla hierve a 258 C a la presión atmosférica y se genera a 5 y 15 lbs. para desodorizar la manteca dándole una temperatura de 230°C.

Desodorizada la mezcla se pasa al cambiador de calor que también está al vacío, o bien, se pasa agua por los serpentines del aparato. Esto se hace para evitar que se oxide y enrojezca la grasa.

Esta operación de enfriar la manteca para salir del desodorizador debe efectuarse con mucho cuidado para evitar la oxidación de las sustancias que protegen a la grasa del enranciamiento.

Yo tuve la ocasión de analizar una manteca después de filtrada dándome un color de 20 A-3 R, y ya desodorizada nos aumentó a 15 unidades rojas. Lo difícil fué encontrar por dónde se colaba el aire, hasta que se nos ocurrió pasar un cigarro encendido por todas las uniones y juntas; las rajaduras mayores se soldaron, y las meno-

y lavado el hidrogenado en la proporción del 10 al 13% según sea de alto o bajo punto de fusión. Después de calentar la mezcla a 100 C o hasta que haya vaporizado totalmente, aplicar la tierra y el carbón en la proporción que indicó el laboratorio como óptima. Se filtra la mezcla mediante un filtro prensa, pasando el filtrado al desodorizador con objeto de arrastrar los compuestos orgánicos que dan olor a las grasas. El arrastre se efectúa a una temperatura que varía de - 120 a 220 C, vapor recalentado a 280° a 300°C y reducido a una presión de 2.44 K/cm². La desodorización debe efectuarse a la mayor temperatura posible y bajo el más alto vacío. En las plantas más modernas, se está substituyendo el equipo de calderas que trabajan a elevada presión, por el de calderas equipadas con Dowtherm. Los elementos esenciales de este sistema son caldera tubular que quema gas o petróleo, que vaporiza una mezcla del 26.5% de difenil y 73.5% de óxido de difenilo. Esta mezcla hierve a 258 C a la presión atmosférica y se genera a 5 y 15 lbs. para desodorizar la manteca dándole una temperatura de 230°C.

Desodorizada la mezcla se pasa al cambiador de calor que - también está al vacío, o bien, se pasa agua por los serpentines del aparato. Esto se hace para evitar que se oxide y enrojezca la grasa.

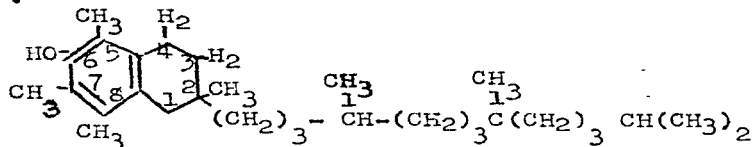
Esta operación de enfriar la manteca para salir del desodorizador debe efectuarse con mucho cuidado para evitar la oxidación - de las substancias que protegen a la grasa del enranciamiento.

Yo tuve la ocasión de analizar una manteca después de filtrada dándome un color de 20 A-3 R, y ya desodorizada nos aumentó a 15 unidades rojas. Lo difícil fué encontrar por dónde se colaba el - aire, hasta que se nos ocurrió pasar un cigarro encendido por todas las uniones y juntas; las rajaduras mayores se soldaron, y las meno-

res se reaclacaron y añadió una pintura a base de minio. Ya que se hubo arreglado, las mezclas que llevaban aceite de coco, se blanquearon hasta de una unidad roja en el tintómetro de Lovibond; las que estaban hechas a base de aceite de ajonjolí e hidrogenado de linaza, permanecieron inalterables. En todos los casos puede analizar la acidez y encontrar una disminución de 0.2 a 0.35%. El I. de Saponificación permaneció igual.

Las sustancias antioxidantes más importantes en los aceites vegetales son los tocoferoles que se encuentran en la forma α y

8.



α -Tocoferol

pero se destruyen por el O del aire a elevada temperatura.

El defecto que tiene el aceite de linaza de regresar el color lo tienen todos los aceites con más de dos dobles ligaduras.

Las sustancias que dan color a los aceites son algunas que tonas de peso molecular elevado. Algunas veces tienen hidrocarburos que les comunican fuerte olor. Casi todas son arrastradas con el vapor recalentado y bajo un vacío de 56 cms. de mercurio.

La manteca se saca del desodorizador cuando tiene una temperatura de 60 C bombándola hasta las pailas de bajada. Estas se denominan así, porque de ellas y después de una buena batición, pasa la manteca y a la temperatura arriba del punto de fusión al sistema enfriador donde se abate su temperatura hasta dejarla en condición de pasar a la tubería de envase y de allí a tambores metálicos o la-

Hay varios sistemas para enfriar las grasas:

El antiguo del RCLL que es un aparato cilíndrico y hueco - de fierro, con su cara exterior bien copillada. Está colocado en posición horizontal y sostenido por chumaceras en los extremos, llevando conexión de salmuera enfriada previamente por el evaporador con su válvula de expansión; o bien, lleva la expansión directa acoplada.

La grasa caliente se distribuye por medio de tubería de menor diámetro y con caída a una charola reguladora con una cara abierta al roll. Así que al dar vueltas el cilindro, se impregna de grasa que se enfría. Antes de dar la vuelta se encuentra con una cuchilla - que la desprende cayendo a la canal batidora que lleva su flecha con aspas y que la obliga a correrse hasta la succión de la bomba de engranes que la envía a la tubería de envase. La cantidad de aire que uno desca incorporar se regula por el tiempo de batición que, a su vez, depende de la cantidad de grasa enfriada.

Este sistema de enfriamiento tiene la gran desventaja de perder frío por radiación, además se lleva algo de agua condensada en la superficie del roll, que incorpora a la manteca. Por otra parte, resulta difícil sacar un producto uniforme en cuanto a cantidad de aire incorporado a la mezcla.

El aparato que acaba con esas desventajas, recibe el nombre de VCTATOR. Este consiste en un cilindro refrigerado por su parte exterior por amoniaco líquido, pasando por su interior la manteca y bombeada continuamente a presión. Lleva una flecha con aspas, y accionada por un motor de 15 caballos, que obliga al producto a estar en contacto con la pared de enfriamiento por la fuerza centrífuga.

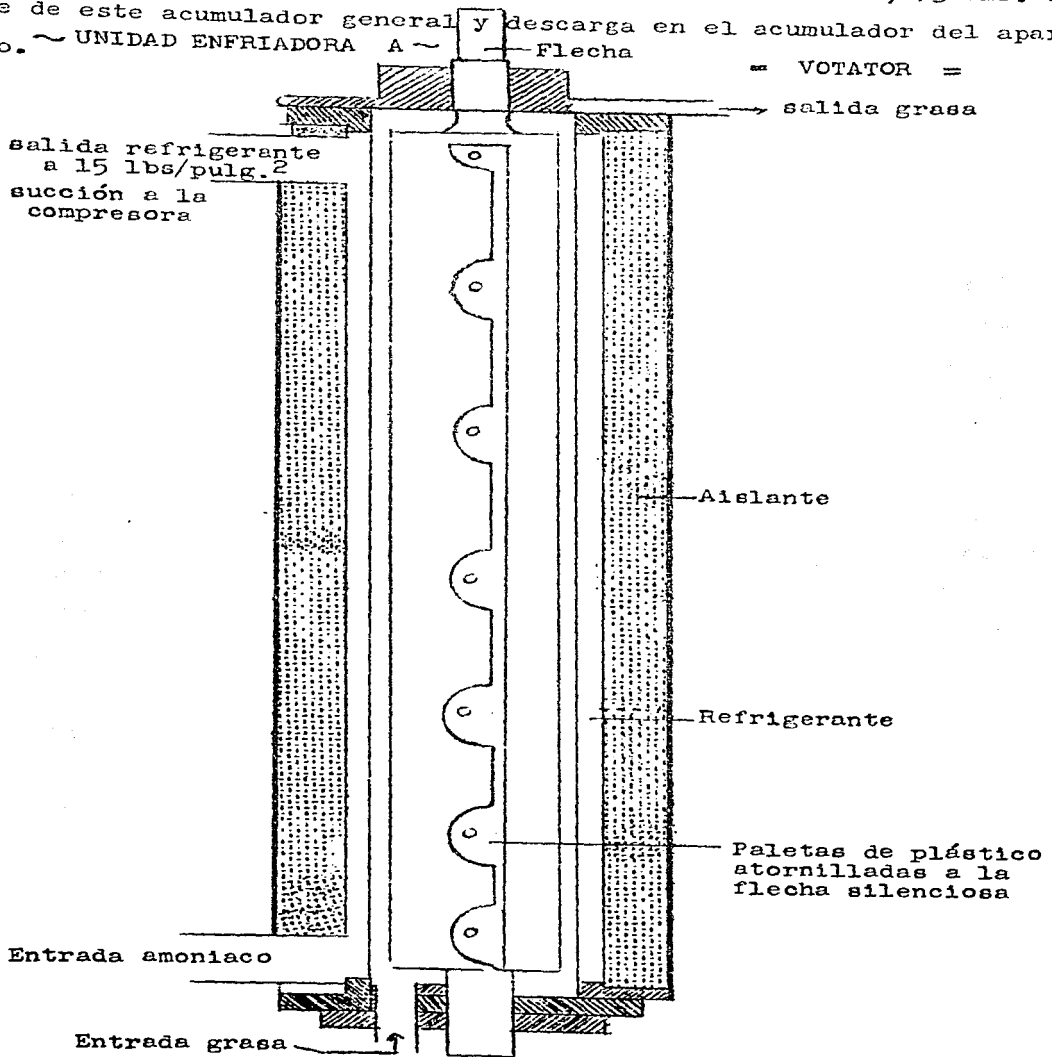
Las aspas que lleva esta flecha silenciosa, raspan la su--

perficie enfriadora. Si no fuera por estas paletas se formaría una -
capa de manteca congelada que impediría la transmisión de calor. Así
se ha calculado que un votator que enfría 4540 kilos de manteca por
hora, sólo necesita 12 pies cuadrados de superficie enfriadora. Un -
roll para la misma cantidad necesita 113 pies cuadrados.

Hay que hacer la aclaración que la flecha de la unidad A -
(enfriadora) es de gran diámetro y sólo deja 1 cm. para el paso de
manteca y a una presión de 21 Ks. /centímetro². Esta presión es da
da por una bomba de engranes de un ajuste perfecto y accionada por -
un motor de 10 caballos y capaz de levantar la presión en el sistema
a 35 Ks. /centímetro². Esta bomba es la que succiona la manteca -
del tanque de material y la envía al preculer y de éste pasa a la -
unidad enfriadora. Hay termómetro en la entrada del cambiador de ca-
lor y a la salida de la unidad enfriadora. La manteca enfriada a la
temperatura deseada según su punto de fusión y sobre todo por su ti-
ter pasa a las unidades batidoras con objeto de homogeneizarla e im-
pedir que se aglutine.

La grasa fría y batida pasa por otra bomba rotativa que la
succiona de una válvula reguladora de presión, y la envía a la tube-
ría de envase, pasándola antes por una válvula de extrucción con ob-
jeto de darle tersura. Toda la tubería de envase está gobernada por
una válvula de seguridad que generalmente se pone a 24 Ks/cm². El -
equipo se recibió con una compresora "Ingersoll Rand" de un pistón -
horizontal y de doble efecto siendo su capacidad de 14.9 toneladas -
de refrigeración; el condensador se compró usado y lo coloqué a la -
altura del acumulador del votator y descansando en un par de horqui-
llas bien empotradas. La descarga del amoniaco condensado se verifi-
ca a un cilindro que la hace de acumulador general. Este lleva válvu

la de seguridad, y de purga de aceite, una tubería de 1,273 cms. sale de este acumulador general y descarga en el acumulador del aparato.



Para trabajar el equipo, lo primero que hay que hacer es circular manteca a una temperatura unos grados más arriba que su punto de fusión, abrir la entrada de agua caliente al precooler, y teniendo todo el sistema sin presión, se arrancan los motores de la unidad "B". Estando libre la flecha de la unidad enfriadora, se arranca su motor. Con el bypass abierto vuelta y media, se va cerrando la válvula que controla presión de la primera bomba rotativa, hasta que marque 21 Ks/cm^2 . Se cierra el agua caliente y se abre luego la fría. Se arranca la compresora de amoniaco y bombas que circulan el agua. La de entrada de amoniaco al acumulador del Votator, hay que abrirla totalmente y nivelar la presión de succión con la válvula reguladora. Se espera hasta que el acumulador esté a su nivel y se abre la entrada del refrigerante líquido. Se conecta la válvula solenoide y es cuando la grasa empieza a enfriarse. Cuando ha bajado su temperatura de 56 C que tiene a la entrada del cambiador de calor, se ajusta la válvula de Extrusión que lleva antes de la reguladora a 17.6 Ks/cm^2 . y cuando tiene unos 29 C se ajusta la de seguridad en la tubería de envase a 24.5 Ks/cm^2 . abriéndose la de envase y colocando la de Extrusión a 21 Ks/cm^2 . se empieza a recoger en tambores o latas. Esta manteca debe ponerse en reposo para que los cristales cojan consistencia. Si se tienen bodegas refrigeradas es mejor, ya que en esas condiciones coge una plasticidad notable.

Es necesario hacer notar que este equipo lleva una tubería conectada a un lado del by-pass por donde se inyecta aire a presión con objeto de soplar todo el interior del aparato al finalizar la operación.

La lubricación de la caja reductora debe revisarse con frecuencia, lo mismo que las graseras de las dos unidades. En estas con

diciones, el equipo trabaja con uniformidad, y sin peligro de rep--
ner partes.

Para finalizar doy las más expresivas gracias al Sr. Juan
Gutiérrez M. por la confianza que me depositó en la instalación y -
operación de la compresora y del Votator.

F I N

INDICE

	Hoja
Antecedentes	1
CAPITULO I Extracción Industrial	2
CAPITULO II Condiciones requeridas para su Hidrogenación. Refinación del- Aceite crudo y Blanqueo.	11
CAPITULO III Hidrógeno. Sistemas Industria— les para su obtención.—Purifica ción del gas.	20
CAPITULO IV Industria de las grasas vegeta- les. Votator.— Aplicación del - Hidrógeno.	44

B I B L I O G R A F I A

Vegetable fats and oils.- George S. Jamieson

Reinhold Publishing Corporation. Edición 1943

Industrial OIL AND FAT PRODUCTS.- Alton E. Bailey

Interscience Publisher, Inc.- New York

Chemical Engineering Plant Design.- Frank C. Vilbrandt

McGRAW-HILL BOOK COMPANY.- 1942

UNIT PROCESSES IN ORGANIC SYNTHESIS.- P. H. Groggins

McGRAW-HILL BOOK COMPANY, Inc.- 1938