

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PROYECTO Y CALCULO DE UNA
PLANTA DE BREA Y BEWOLD PARA
LA INDUSTRIA DEL PAPEL

TESIS PROFESIONAL

ALEJANDRO SANCHEZ DE O.

MEXICO, 1958



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.

PROYECTO Y CALCULO DE UNA PLANTA DE BREA Y REVICID
PARA LA INDUSTRIA DEL PAPEL.

T E S I S

que presenta para su examen profesional de

INGENIERO QUIMICO

ALEJANDRO SANCHEZ DE OVANDO

ante la

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química Berzelius.

México de 1958.

A mis padres

Sr. Alejandro Sánchez G.

y

Carmen de C. de Sánchez.

A mi hermana

y hermanas.

A la Srta. Consuelo Fonseca
con todo cariño.

A mis Maestros,
Compañeros
y amigos.

Mi agradecimiento al Sr.
Ing. Alberto Solano por su orien-
tación para este trabajo.

C O N T E N I D O.

- I.- GENERALIDADES SOBRE EL COLLAJE DEL PAPEL Y CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA.
 - II.- DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE LA COLA.
 - III.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.
 - IV.- PROYECTO Y CÁLCULO DE LA PLANTA.
 - V.- BALANCE ECONÓMICO.
 - VI.- CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFÍA.

I.- GENERALIDADES SOBRE EL COLAJE DEL
PAPEL Y CARACTERISTICAS DE LA BREA.

La mayor parte de papeles se usa corriente de-
ben recibir un cierto grado de impermeabilidad. Esta im-
permeabilidad puede ser obtenida de diferentes maneras y
con muy diversas sustancias.

Una de las maneras consiste en un grado de en-
grasamiento muy elevado obtenido en el trabajo de refino.
Esto no siempre es conveniente para muchas clases de pa-
peles.

Otro procedimiento consiste en impregnar la ho-
ja con determinadas sustancias, especialmente con cola -
animal con cierta cantidad de alumbre, el colaje con es-
tas sustancias resulta caro y engorroso.

El procedimiento más cómodo y el más empleado -
es el colaje en la masa de la pasta de la pila, y las ma-
terias encolantes empleadas más comúnmente son la cola de
resina, o sea el resorcato sódico y el sulfato de aluminio.

Las fibras vegetales por su constitución son ap-
tas para que se fijen en ellas las sustancias encolantes.
El inventor del colaje en la pila fué Mauricio veterico -
Illig quien en el año de 1897 publicó sus instrucciones -

para encolar el papel en masa.

Enunciación de algunas teorías sobre el colaje a la resina

Según Illig, el colaje era debido únicamente a la resina, el álcali necesario para la disolución sólo obraba como disolvente y el alumbre o el agente precipitante solamente obraba como un agente físico que no tenía otro objeto que separar la resina de su disolvente y repartirla en la pasta bajo forma insoluble y finamente dividida.

Sus sucesores, especialmente los franceses, sustentaron la idea o hipótesis de que el poder encolante era debido al resinato de alúmina formado y no a la resina libre.

Tricli, químico francés y fabricante de papel, afirmó que el colaje era debido a una sal básica de alúmina en presencia de un cuerpo grasoso resinoso; la sal de alúmina por sí sola ya modifica la fibra y le quita una gran parte de su permeabilidad; los otros cuerpos no hacen más que completar su acción.

Wüsterer enuncia su teoría de la manera siguiente:

En las condiciones usuales de la práctica, es decir, empleando un exceso de las sales de alúmina y operando en solución muy diluida, el resinato de alúmina que se forma por la reacción entre el jabón de resina y las sales de alúmina, se descompone, enteramente o en gran --

parte por la acción prolongada de dichas sales de alúmina en exceso, en resina libre y sal básica de alúmina. Es la resina libre precisamente, la que envolviendo la fibra por todas partes le comunica la propiedad hidrófuga; la alúmina sólo efectúa una función secundaria. Por lo tanto, el encolaje vegetal solamente tendría por objeto extender la resina libre sobre toda la superficie de las fibras.

Cross y Bevan dicen que la celulosa se apodera de la alúmina contenida en las soluciones de sulfato, de cloruro y de acetato. Fundándose en esta propiedad creen que la celulosa toma la alúmina del resinate neutro para combinarse con ella; además los grupos OH que contiene la celulosa y que tienen función básica se combinan al propio tiempo con los ácidos de la resina.

Según Ivanov, el efecto del sulfato de aluminio es precisamente conseguir en la pasta un estado isoelectrico y el exceso de este sulfato proporciona a la misma una carga positiva, con lo cual se consigue que el estado electrostático natural negativo de las fibras se convierta en positivo y se neutralice con la carga negativa de la resina, produciéndose la fijación de esta con las fibras.

Lorenz abunda en las mismas consideraciones y apoyándose en sus estudios sobre la química coloidal resu- se el efecto de la floculación del sulfato de alúmina en

el encolaje de la pila de la manera siguiente:

1).- La floculación electrofítica de los iones de Al^{+++} se efectúa siempre dentro de los límites usuales de la concentración en las pilas holandesas.

2).- Con altas concentraciones de resina, especialmente cuando ésta ha sido cocida con mucho álcali y - por consiguiente con poca resina libre, una parte de la - resina es separada al mismo tiempo de la floculación iónica o aún antes, por la acción química del hidróxido de - - aluminio.

3).- La coagulación de una unión de absorción - de resina sulfato de alúmina depende de la concentración relativa existente de resina alúmina, pero siempre en - - unión con la coagulación electrofítica.

Si bien el coloide hidrato de alúmina ($-Al(OH)_3$) como medio de floculación no obra con la capacidad de los iones de Al^{+++} de un modo ideal, tiene un objeto importante: une la resina ya floculada con la celulosa obrando como una especie de cemento electrostático.

Fritz Arleiter cree también que el encolaje es un fenómeno eléctrico y, como Wiegner y otros, hace resaltar la importancia de la pequeñez del tamaño de las partículas de resina coloidal.

Finalmente Klemm estudia el efecto del Frittung, o sea del cohesionado de las partículas de resina en las fibras bajo la acción del calentamiento húmedo, o sea del

secaje de la hoja húmeda en la máquina de papel.

Osman publicó un trabajo muy notable sobre el colaje del papel en el cual se estudian detenidamente todos los factores que intervienen en dicho colaje y, abunda en la misma opinión de que éste es debido a un fenómeno eléctrico.

En cambio Schütz y Klaudivitz desechan esta afirmación y rebaten la hipótesis de la resina libre, fundando su explicación del encolaje, precisamente en la formación del resinato de aluminio. Afirman que las partículas coloidales de la cola de resina libre coloidal no son de resina libre, sino sales ácidas de ácido abiético o resínico del tipo RAR_4 (con lo cual se viene abajo la mayor parte de las hipótesis sostenidas para explicar el colaje del papel), y explican a su modo los fenómenos que se presentan, como la precipitación y absorción de la resina, - el Frittung y otros.

Otras sustancias y Procedimientos de Colaje.

En algunos casos se recurre a la substitución total o proporcional de la cola de resina o de la alúmina por otras sustancias más baratas o que comuniquen al papel propiedades especiales, Fécula y almidón.- Ya Illing había preconizado el empleo de la fécula en engrudo junto con la cola de resina. Posteriormente se ha observado -- que la adición del engrudo de fécula de patatas o de almidones de trigo y de arroz, además de favorecer el colaje

o la resina en la pasta de trapo, aunque no tanto en las de celulosa, aumentan la proporción de carga retenida, el brillo de los papeles calandrados y sus condiciones de re-

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNAM
FAM

Expediente: 100-100-100-100

Resolución: 100-100-100-100

Colaborador: J. P. L. L.

Asesor: J. P. L. L.

V. J. P. L. L.

Autor: J. P. L. L.

Titulo: J. P. L. L.

Lector: J. P. L. L.

Donado: J. P. L. L.

Libro: J. P. L. L.

100-100-100-100

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

Cuando el engrudo se forma en emulsión con el almidón, para que el papel retenga mejor la carga, se recurre a procedimientos especiales.

Con el empleo de la fécula se consigue el poder aumentar la proporción de cola de resina retenida en el papel, cuya proporción sin el auxilio de aquella, usando

de dibujo aumentan además la - se produce con las gomas de b - abio, añadir la fécula en propor - pasta porque el papel resulta -

conviene formar el engrudo con - apastar primero la fécula con - agua caliente en proporción de - r kilogramo de almidón, agitando durante que la temperatura no pa - isa una nueva ilustración del engru - ar la formación de grumos.

er la coacción con la cola. El - midón debe añadirse por separado de la cola. En lo posible debe vitar que al añadirlo a la pasta

o la resina en la pasta de trapo, aunque no tanto en las de celulosa, aumentan la proporción de carga retenida, el brillo de los papeles calantrados y sus condiciones de resistencia. En los papeles de dibujo aumentan además la resistencia al frote que se produce con las gomas de borrar. No conviene, en cambio, añadir la fécula en proporciones mayores de 10% de pasta porque el papel resulta quebradizo.

Según Klezza no conviene formar el engrudo con vapor burbotonado, sino empastar primero la fécula con agua fría y luego añadir agua caliente en proporción de 15 a 18 litros de agua por kilogramo de almidón, agitando la masa fuertemente y procurando que la temperatura no pase de 70°C; además precocina una nueva dilución del engrudo hasta 2 ó 4% para evitar la formación de grumos.

No conviene hacer la cocción con la cola. El engrudo de fécula o de almidón debe añadirse por separado a la pila, pero no antes de la cola. En lo posible debe tamizarse, pues hay que evitar que al añadirlo a la pasta contenga grumos o costras.

Cuando el engrudo se forma en emulsión con el alcohol, para que el papel retenga mejor la carga, se recurre a procedimientos especiales.

Con el empleo de la fécula se consigue el poder aumentar la proporción de cola de resina retenida en el papel, cuya proporción sin el auxilio de aquella, pasado

un cierto límite ya no tiene ninguna eficacia.

La adición del 2% de almidón al papel Kraft aumenta su resistencia al reventamiento de 12 á 26%. El sulfato de alúmina precipita al almidón en una suspensión acuosa, de manera que la mezcla de alúmina y almidón que se forma se fija sobre las fibras; para esto se añade de 1/2 a 1% de sulfato de aluminio a un 1% de almidón y luego se neutraliza con lejía de sosa. Los papeles cargados en esta forma son notablemente más sólidos y mejor satina dos; el almidón en ocasiones, en vez de añadirse a la pila, se añade entre la pila y la máquina de papel o bien, antes de las cajas aspirantes.

Caseína.- Se emplea mezclada con la resina en proporciones variables para obtener dispersiones estables con gran cantidad de resina libre. Se recomienda por algunos una proporción de caseína de 7% de la resina, con la cual puede obtenerse una cola de resina con un 92% de resina libre de muy buen efecto encolante. Algunas veces se añade a la resina un 2% de caseína con un 1% de sosa cáustica. Se emplea también directamente en la pila para el papel corriente.

Ceras.- Las ceras naturales están formadas principalmente por combinación de ésteres entre ácidos grasos y alcoholes, que presentan la propiedad de poder saponificarse, pero que se emplean saponificadas sólo parcialmente o sin saponificar.

También se emplean las ceras minerales, pero son más difíciles de preparar y presentan inconveniente de ensuciar el cilindro irrotatorio en los papeles satinados de una cara. Las ceras presentan la ventaja de que con ellas la resistencia del encolaje resulta invariable, cosa que no siempre sucede con las colas a la resina libre, con las cuales algunas veces el papel pierde resistencia al encolaje con el tiempo; además, mezclada la cera con la resina libre, se necesita una cantidad menor de cola que con la resina libre. Otra ventaja consiste en que empleando la cera, el papel sólo debe ser calentado a 75°C en vez de los 115°C que son necesarios para el encolado con la cola de resina, para obtener el mismo efecto encolante. Con la cera también se obtiene un aumento de efecto del satinado. Para obtener un buen colaje, con la cola a la cera el valor Ph conviene que esté comprendido entre 6.4 y 6.6. Wiegner recomienda un Ph alcalino en la pila.

En algunos casos especiales se ha empleado la parafina y aún la estearina.

Cancho.- El colaje con esta materia resulta 10 veces más caro que con la resina y se ha aplicado en algunos casos muy especiales. La superficie del papel se agrieta.

Cola animal o Gelatina.- Se emplea relativamente poco en el colaje en pasta, pues no da resultados pro-

porcionales a su costo. Se utiliza solo como colante pro-
 tector o como materia auxiliar en el colaje a la resina y
 tiene la propiedad de endurecer el papel comunicándole -
 más carteo, mayor resistencia longitudinal y mucha resis-
 tencia al frote. Su empleo está indicado en las clases -
 superiores de papel, como el de escribir, registro, dibu-
 jo, música.

En cambio es muy empleada en el colaje superfi-
 cial y en el estucado y matizado.

Antes de disolverla o liquidarla o de mezclarla
 en la caldera con la resina, es conveniente dejarla hin-
 char durante 8 ó 10 horas en agua fría, después de lo - -
 cual se disuelve fácilmente calentándola directa o indi-
 rectamente a 70° ó 90°C. Generalmente se le emplea en so-
 luciones del 5 al 10%.

Silicato.- En algunas circunstancias se emplea
 el silicato sódico para el colaje del papel y especialmen-
 te del cartón, en combinación con la alúmina, produciéndo-
 se con él buenos papeles de impresión con buena blancura,
 aumentando su solidez y la facilidad de retener las car-
 gas. Se obtiene con él un buen fricciónado, superior al
 de la resina para la impresión Offset. Es recomendable -
 para los apergaminados que requieren una superficie cór-
 nea.

Para obtener una buena reacción ácida en la pi-
 la es preciso emplear mucha alúmina. En papeles de im- -

presión mecánica con un 10% de pasta mecánica se ha podido obtener un buen colaje con 8 á 10% de silicato comercial a 38°36 y una cantidad de alúmina aproximadamente -- igual a la mitad de la ordinaria. Tiene el inconveniente de dar aguas de retorno turbias con remanente de silicato, la mayor parte de las veces debido a una adición prematura de alumbre. Con más de 10% de silicato se dificulta el desgate de la máquina. La alúmina no ha de ser añadida en polvo. También se emplea para formar una ceta -- completamente asenificadas de silicato de resina, como el procedimiento Blasweiler.

Bisulfato Sódico.- Para la substitución de la alúmina se han ensayado varias substancias, pero ninguna de ellas ha dado resultados comparables a los del sulfato de alúmina. Con el bisulfato sódico se han obtenido resultados bastante apreciables con papeles de impresión de -- periódicos y especialmente con papeles Kraft, pero el material de las pilas ha resultado muy perjudicado.

INFLUENCIA DEL COLAJE EN LA RESISTENCIA DEL PAPEL.

Los experimentadores no están de acuerdo con el efecto de la resina sobre la resistencia del papel; según parece, aumenta la de los papeles delgados y disminuye la de los gruesos. En varias experiencias efectuadas, un 2% de resina aumenta la resistencia del papel; pero aumentan de la proporción de resina disminuye esa resistencia.

Añadiendo a la materia encolante un 3% de cola animal se aumenta el alargamiento en un 10% y la resistencia longitudinal en un 15%.

La almidón y la fécula también aumentan el -- alargamiento y la resistencia longitudinal, además de favorecer el colaje. Hay que añadirlos en forma de gel, -- con lo cual se obtiene además una mejor utilización de la carga de un 17 a 18%, llegándose fácilmente a utilizar -- hasta un 70% de la misma.

De la resina añadida a la pasta en la pila queda solamente de 20 á 30% en el papel y de la alúmina de -- 50 á 60%, pero generalmente se considera que el peso de -- éstas sustancias añadidas a la pila sólo queda con de -- un 25 á 30% en el papel.

Características de la Brea.

La resina empleada en el colaje del papel es la colofonia, es decir el residuo deshidratado de la trementina, ésta sustancia se obtiene de la secreción fresca -- de los abetos y de los pinos, y es una solución de resina ácida en aceites esenciales y se conoce también con el -- nombre de eleorresina o trementina cruda.

Destilando con vapor se eliminan los aceites -- esenciales y los residuos no volátiles constituyen una masa -- dura resinosa. La mejor resina preparada por este método es la colofonia cuyo componente principal es el ácido abiótico, un producto de transformación de los ácidos

resínicas primarias y naturales.

El ácido abiótico puro es uno de los ácidos orgánicos más abundantes, empleándose para la preparación o fabricación de plásticos, jabones, como cola de papel y en la preparación de barnices.

La fórmula del ácido abiótico es:



Las propiedades, el color y hasta la composición de la resina, varían según su procedencia, la clase de árbol, su edad, la época y el proceso de extracción del bálsamo. El clima y la tierra ejercen variadas influencias en la composición y cualidades de las resinas.

La temperatura de fusión resulta también extraordinariamente variable debido a las citadas influencias. La mayor parte de las resinas funden a los 80° ó 100°C y se puede tomar como promedio 90°C. Se considera que el reblandecimiento empieza a los 70° pero hay que tener en cuenta que hay clases de resinas que funden entre los 50° y 60°C y existen otras que funden más allá de los 115° y esta es ya una temperatura considerada crítica porque pasada esta temperatura las colas empiezan a oscurecerse.

Las temperaturas de fusión y reblandecimiento -

son muy importantes, no sólo para la obtención del jabón - resinoso, sino también para el fenómeno del Frittung o -- Cohesionado que tiene lugar en la máquina de papel.

A la colofonia se le atribuye la fórmula $C_{20}H_{30}O_2$ del ácido silvico-abiótico y se le llama con el nombre vulgar de ácido resínico.

Según Demmebauer los ácidos nativos de la resina son dextrógiros, mientras que el ácido abiótico es levógiro.

Según el estado de isomerización que se puede -- alcanzar durante el proceso de obtención de la resina, -- existirán proporciones diferentes en la mezcla de ácidos dextrógiros o levógiros. Al calentar la colofonia progresa la isomerización; como los ácidos nativos son dextrógiros y están envueltos por el ácido abiótico, que es fuertemente levógiro, en la mayor parte de los casos se efectuará el giro hacia la izquierda.

Elevando aún más la temperatura hasta $250^{\circ}C$ y -- en condiciones completamente determinadas y con catalizadores como el carbón paladado se pirogenará la mezcla -- de ácidos resínicos y se formarán ácidos pircabióticos. -- Los ácidos brutos de la resina francesa contienen aproximadamente un 90% de ácido pircabiótico dextrógiro y un -- 10% de levógiro. Esta mezcla es también dextrógiro. Prosiguiendo la pirogenación aumenta el valor del giro hacia la derecha, de manera que con una sola determinación no --

se puede hacer ninguna deducción sobre la mezcla de ácidos puede dar un mismo giro; por lo tanto, la deducción ha de proporcionarla la curva de giro.

Por ejemplo la resina es coloidal y no está fuertemente lecherizada; su color amarillento podría estar en conexión con los ácidos nativos predominantes; la cristalización de esta resina aparece raramente; por lo tanto, en propia en todos sentidos para obtener la goma de resina.

El color de la resina va del amarillo pálido al pardo obscuro y según su color se valora. La resina ha de ser transparente, quebradiza y de fractura cóncava.

El examen de la fractura es muy interesante. Se han de rehusar las resinas de apariencia informe y de fractura difícil irregular y no cóncava lo mismo que las que sean completamente opacas y tengan vetas terrosas, llegando algunas veces a contener el 4 ó el 6%. Como fraude hay resinas que llevan hasta un 20% de barita.

Las resinas claras con frecuencia cristalizan fuertemente y muchas veces exigen mayor cantidad de álcali para la saponificación que las de color más obscuro.

Para obtener un mayor rendimiento en subproductos se apura muchas veces la extracción de éstos del bálsamo, pero la calidad de la resina se resiente de ello, no sólo por el contenido más reducido de aceite de trementina, sino porque se ha llegado en estos casos a tempera-

turas de destilación demasiado altas, lo que lleva consigo la isomerización de los ácidos abióticos cristalizados. Esto puede conducir a que la resina ya no resulte transparente ni quebradiza, sino que se convierta en dura, amorfa y difícilmente fusible o en insaponificable. Una resina tan fuertemente isomerizada se manifiesta en el jabón resinoso por una cristalización de la resina libre, y estos cristales de resina, que entonces ya son visibles a simple vista, ya no están en suspensión fina que en el jabón es necesaria para un buen colaje. En la solución acuosa se forman floculos gruesos que salen de la leche de cola espesadas y, en la leche de cola caliente pueden encontrarse los cristales microscópicos sin fundirse.

Por el contrario, las resinas que contienen un exceso de aguarrás que generalmente son de un color verdoso y poco transparentes, al saponificarse desprenden un mal olor muy fuerte y exigen una mayor cantidad de álcali para que el jabón quede en buenas condiciones, cosa que de todas maneras resulta muy difícil, por cuyo motivo deben desecharse.

Es conveniente siempre hallar el índice de saponificación de la resina. Las resinas malas de color negro difícilmente empleables para el colaje, pueden purificarse resolviéndolas con bencina y decolorándolas con fujita. Destilándolas a baja temperatura con un gran vacío, se obtienen resinas claras cuyo punto de fusión está a 100°.

II.- DIFERENTES METODOS DE PREPARACION DE LA COLA.

Fabricación usual del jabón de resina.-

Existen diversos aparatos y procedimientos para la fabricación del jabón de resina.

Como medio más primitivo puede emplearse una caldera cilíndrica abierta con un serpentín en el fondo para calefacción indirecta por medio de vapor. En el centro de la caldera hay una llave para vaciarla. Puede hacerse la agitación a mano o por medio de un agitador mecánico o moto-reductor. En este caso se disponen de unos ángulos verticales adosados al cuerpo de la caldera para que la masa no tome un movimiento de rotación total, sino que choque con dichos ángulos al rodar. Mejor que un serpentín de vapor para la calefacción es que la caldera tenga un doble fondo hasta el tercio inferior de la caldera con una entrada de vapor de una atmósfera de presión.

Como en la saponificación se producen abundantes espumas que podrían dar por resultado que se saliera el líquido y además de la pérdida consiguiente producir quemaduras a los obreros, debe poderse hacer entrar un

chorro de agua en la caldera o tener un cubo de agua preparado (por si llega el caso en que el nivel del líquido suba demasiado), de manera que se puede tirar un poco de agua en la superficie, con lo cual se produce un enfriamiento que basta para que la espuma y el líquido bajen en seguida.

El alcalí más generalmente empleado es el carbonato sódico, raras veces la lejía de sosa. Se consigue un notable efecto por medio de una saponificación parcial con amoníaco, pues éste, aunque desprende vapores desagradables e nocivos, tiene la propiedad de producir una división muy fina de la resina. También es recomendable la adición de bórax, pero éste es muy caro.

Para una repartición uniforme de la resina libre en la cola es indispensable una temperatura de ebullición de 101° a 102°C ; temperaturas muy bajas producirían una repartición incompleta. Temperaturas muy elevadas y cocciones demasiado prolongadas pueden producir la isomerización, por el calor de los ácidos resínicos.

Para la saponificación pueden seguirse tres métodos: uno en verter primero la resina y luego la sosa; otro consiste en verter primero una parte de la sosa, luego la resina y finalmente el resto de la sosa.

Generalmente se recurre al segundo procedimiento. Se calienta primero en la caldera la solución de sosa en tres veces su peso de agua y luego se añade gra-

dualmente la resina previamente triturada en trozos no mayores que el puño y algunas veces casi pulverizada. Se agita y se dá entrada al vapor. Se forma mucha espuma y al cabo de tres horas ya se ha desprendido todo el ácido carbónico. Si el líquido sube demasiado se cierra la entrada de vapor, y si conviene se tira un poco de agua a la superficie. Se continúa calentando a la temperatura de fusión. Al cabo de un tiempo que varía de 5 a 8 horas la masa ya no sube más y el calor del jabón empieza a oscurecerse. Es indispensable una fuerte agitación durante toda la operación; sólo en el caso en que el líquido suba demasiado debe pararse de agitar. No puede darse una regla fija para conocer el punto final.

Para el caso en que deba quedar mucha resina libre o que exista una mala agitación, la cocción debe prolongarse más tiempo.

Si se añade la sosa después de la resina debe hacerse siempre por pequeñas porciones y debe procurarse que la solución esté a la misma temperatura que la resina, de lo contrario podría producirse una floculación irregular de ésta. Lo mismo cabe decir para la adición de agua; ésta además debe adicionarse en proporción correcta.

CONTENIDO DE AGUA.

Para 0.2 de resina libre	de 80 a 150% de agua
Para 25% " " "	" 60 a 70% " "

Para el uso de resina de ...
 Para el uso de resina de ...

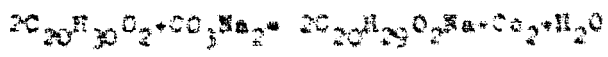
De muy importante al uso de estas resinas es el uso
 de carbonatos sódicos de resina. No es recomendable para
 del uso de resinas de la misma.

La resina de resina puede efectuarse también en
 la resina de resina y resinas a una presión de 1 atmósfera.
 Hay que advertir que la resina de resina no debe
 durante la resina suficiente, produciendo un equilibrio a
 resina de resina de resina de resina mejor que en
 resina de resina.

Entre las aplicaciones de preparación de la resina
 la resina que más efectivamente con agua la resina para
 resina, a ser posible con agua de condensación.

Como ya se ha indicado la resina ofrece la propiedad
 de saponificarse fácilmente con los alcalios y es
 esta propiedad la que se utiliza en la fabricación del
 papel para obtener el jabón resinoso para el colaje.

Basándose en la fórmula del ácido resínico —
 tal como la hemos expuesto, o sea $C_{20}H_{30}O_2$ la reacción —
 se verifica en la forma siguiente:



Por lo tanto, según la estequiometría, teóricamente
 para la saponificación del ácido resínico se necesitarían
 106 Kg. de carbonato sódico para cada 604 Kg. de
 resina, o sea 17.5 Kg. de carbonato por cada 100 Kg. de

resina.

En la práctica la cantidad de sosa necesaria - para la saponificación, dependen además del procedimiento que se emplea del índice de saponificación de la resina adoptada y de la proporción de resina libre que debe contener el jabón. Si el índice de saponificación alcanza el 11.5 para la saponificación completa de 100 Kg. de resina, serán precisos 11.5 Kg. de sosa calcinada. Este índice puede variar entre 11.1 y 12.2. Si se quiere determinar para un contenido de resina libre de 25%, por ejemplo, que es muy corriente, referida a la cantidad total de resina puede calcularse así:

(100 - 25) x índice de saponificación = x Kg. -
de sosa cáustica.
1 Kg. de sosa cáustica corresponde a 1.13 Kg. -
de sosa calcinada.

Si por ejemplo, el índice de saponificación es de 11.7 tendríamos 8.07 de sosa cáustica, o sea 11.7 de sosa Solway. Estos alcalis llevan algo de humedad e impurezas de manera que tiene que tenerse en cuenta un coeficiente de seguridad de 96.8 a 87.25%.

Empleando 8% de sosa puede haber aproximadamente un 48% de resina libre en el jabón; con un 9% un 40%. Se muy empleada una proporción de 25 a 30% de resina libre. Para papeles de trapo se acostumbra a emplear poco contenido de resina libre en el jabón.

En las celas del tipo de la Newoid o análogas a falta el contenido de resina libre en el jabón es muy

elevado y puede llegar hasta un 90%.

Ordinariamente por 100 Kg. de resina saponificada con:

Kg. de sosa	se produce	cerca de	46%	de resina	libre.
8
9
10
11
12
13
14
14.8

PREPARACION DE LA LECHE DE COLA.

El jabón con resina obtenido por el procedimiento anterior u otro análogo con la concentración usual no es a propósito para enviarlo directamente a la dilución. Para ello se procede a diluirlo en agua caliente a una temperatura comprendida entre 50° y 70°C obteniendo la cola blanca o leche de cola. En algunos aparatos se emplea la presión del aire para producir la dispersión, pero hay que tener en cuenta que la resina finamente dividida fácilmente es oxidable. Generalmente, en calderas abiertas calentadas por chorro de vapor se procede a diluir el jabón resinoso con una tercera parte del agua total necesaria calentada a dicha temperatura y luego se procede a añadir el resto de agua a temperatura ordinaria.

La cantidad de agua para la dispersión de la resina tiene cierta importancia en el resultado del colgajo. Generalmente se emplean de 10 a 20 gramos de resina

por litro de agua. Según Hoffmann, para obtener la misma resistencia de encolado para 15 gramos de resina por litro se necesitaba sólo 20% de resina en la pasta de papel; en cambio, si la proporción de resina por litro era de 50 gramos, se requería el empleo de un 4% de resina para obtener el mismo efecto de encolaje. Sin embargo, empleando cola Bawoid al 40% de contenido de resina añadiéndola directamente a la pila, se ha obtenido los mismos resultados de colaje que con otras colas más deludidas. En este caso conviene que la pasta con la cola dé algunas vueltas en la pila antes de añadir la almidón.

La leche de cola, aun para un gran contenido de resina, debe ser clara o a lo máximo algo opalina. Si las partículas no son coloidales, la cola aparece blanca. Para 45% de resina libre la lechada debe ser transparente, de modo que permita leer un impreso a través de una capa de cola de 2 mm. de grueso. Si las partículas de resina son del tamaño molecular, la lechada no es de color blanco, sino que toma un color azulado y un aspecto acuoso. La leche de cola fabricada con aguas duras siempre resulta más blanca y espesa que si está fabricada con agua de condensación. La cola blanca bien fabricada no debe ser precipitado ni formar en la superficie capas en forma de tarta; esto puede provenir de que la agitación, la temperatura, el jabón de resina o el agua templado, no sean las convenientes.

La laca de resina conviene que se deje en reposo unas 10 o 12 horas antes de aplicarla. Los cubos o depósitos que la contienen conviene que estén siempre muy limpios. Acostumbra llevar algún indicador de nivel para medir la cantidad gastada en cada operación, sobre todo si no existe depósito medidor en los cilindros.

Es conocido el hecho de que las soluciones de abietato y resinate son sensibles al anhídrido carbónico del aire y forman sales alcalinas de ácidos resínicos difícilmente solubles y del tipo NaR_2 . Sgouta y Kaludita afirman que la fase de resina libre de la cola de resina industrial está formada también por sales del tipo NaR_2 y no por partículas de resina libre. Así por ejemplo, una cola de resina que según el análisis ordinario está formada por 70% de una resina combinada y 30% de resina libre, en realidad está compuesta por 60% de resinate sódico y 40% de sales ácidas.

Algunas veces se disuelve fácilmente en agua a 80°C hasta que toma la consistencia de una crema y luego se añade agua fresca para rebajar la temperatura hasta 60°C, y entonces se añade el jabón resinoso para obtener un mayor efecto encolante. Es preferible emplear las dos sustancias por separado.

OTROS DIVERSOS PROCEDIMIENTOS DE PREPARACION -

PROCEDIMIENTO REWOLD.-

Su inventor, Wieger, define el procedimiento - como una dispersión mecánica coloidal de resinas fundida en una solución acuosa de coloide protector y emulsiona- miento. En una solución de cola pueden existir tres es- tados de dispersión: la dispersión molecular de las mo- léculas de resinate sódico, la dispersión coloidal en la que la resina está descompuesta hidrolíticamente y una - parte de la fase de la resina libre y la dispersión irreg- ular, que es otra parte de la fase de la resina libre.- es decir, aquella parte que se deposita por un largo re- poso. Al grado de dispersión irregular se llega tanto más pronto cuanto más pequeñas son las partículas al princi- pio, o sea, que la velocidad de crecimiento es inversa- mente proporcional al grueso inicial de las partículas. El resinate floccula casi instantáneamente, mientras que las partículas de resina libre en dispersión coloidal se si no aumenta o sólo lo hacen muy lentamente. Si las - partículas de resina constituyen una dispersión irregu- lar, las fibras las repelen y pierden su fuerza encolan- te. El tamaño óptimo de las partículas está entre la - dispersión molecular y la irregular.

La experiencia ha demostrado que las dispersio- nes con 100% de resina libre no pueden encolar; en oca- sión, las que tienen un 95% de resina libre son las mejo- res. La composición 92.5% de resina, 1% de caseína y -

0.5% de sosa para disolver la caseína y obtener productos de desdoblamiento es la mejor.

La cocción se verifica en un recipiente con calefacción indirecta y luego pasa a un tanque el cual tiene un agitador que puede ser de varias velocidades. La cola Bewoid es una lechata blanca que contiene 400 gramos de resina por litro a 6°Bé con un valor del Ph de 8.2.

Para un colaje a toda cola, por ejemplo, con una pasta de bisulfito con 10-12% de cenizas en un papel de 60 gramos se necesita aproximadamente 0.2% de resina. La economía de encolaje según Welger con la cola Bewoid está comprendida entre 25 y 50%.

El procedimiento Gillet adapta también un coloi de protector, pero el contenido de resina libre es menor que el del procedimiento Bewoid. La saponificación se efectúa en dos periodos: primero con una mezcla de carbonato alcalino y de bicarbonato y, luego con lejía de sosa. Para mejorar la repartición de la resina libre en el jabón sirve un nuevo dispositivo formado por una cabeza de inyector que aspire repetidamente la emulsión de la caldera y la proyecta contra una superficie acampanada. Los resultados obtenidos con este procedimiento han sido buenos en la mayor parte de los casos.

PROCEDIMIENTO DELTHERMA. - Este procedimiento consiste, en esencia, en la dilución en frío de la resi-

na en una lejía de sosa. Se obtiene una economía de vapor y de mano de obra. La economía de colaje, según los autores, llega a un 30%. No produce economía de almidón y, algunas veces, para asegurar el colaje, hay que añadir ácido sulfúrico, que para que no ataque la masa de fabricación se ha de neutralizar con carbonato de calcio.

APARATO DE ARLESTER.— Arlester es, por diferentes composiciones del jabón, según la clase de agua de fabricación y la de papel que se quiere obtener.

El aparato consiste, en síntesis, en una caldera con serpentín de vapor en el cual se efectúa la cocción en tres o cuatro horas. El jabón pasa a otro depósito intermedio, también con serpentín y, por medio de un dispositivo de mezcla y de un inyector a vapor se establece una circulación de agua que lleva la cola a un gran depósito con agua en donde se produce la leche de cola, a una temperatura de 74° a 76°C. que debe mantenerse constante. En este aparato pueden emulsionarse 400 Kg. de resina en 15 minutos. La concentración de la leche de resina ordinariamente es de 10 gramos por litro; para el papel de escribir puede llegar a 15 o 18 gramos por litro.

APARATO DE BRUNEL.— En este aparato la sosa se disuelve en un recipiente aparte y se envía a la caldera de cocción, que puede contener de 500 a 5000 Kg. de resina, según sea su capacidad. La mezcla se calienta -

hasta 102° o 105°C, a cuya temperatura se produce efer-
vescencia, con lo cual el jabón bajo la acción del anhí-
drido carbonico y del vapor sale por un tubo que lo des-
carga en el condensador y de aquí vuelve a la caldera.
Al cabo de 2 o 3 horas las calderas tienen hasta 1,000 -
Lts. de contenido y de 4 o 5 horas a las mayores, y la -
operación está terminada.

La resina libre a 50° o 60°C tiene la propie-
dad de agruzarse y producir manchas en el papel. Para -
evitar el paso de este punto crítico se emplea un pulve-
rizador con agua fría que rebaja la temperatura hasta -
unos 30°C.

En pocas horas se tiene preparada la lechada -
filtrada sin impurezas ni grumos de resina y puede enviar-
se a las pilas.

INDICE DE SAPONIFICACION.-

La prueba más interesante puede constituirla -
la reproducción de la saponificación formando con la ma-
tra de resina un jabón con la sosa cáustica, de manera -
parecida a la que se efectúa en la práctica para la obten-
ción de jabón resinoso, pero la proporción de sosa es ma-
yor que la que se emplea en la fabricación, en la cual -
se procura que el jabón contenga resina libre y en cas-
tilo en el análisis sólo se busca un punto de comparación
con otras resinas conocidas.

La operación se efectúa de la manera siguiente:

se hacen hervir 25 c. c. de sosa cáustica normal con 5 - gramos de resina pulverizada en una cápsula de porcelana, tapada con un vidrio de reloj, durante una hora aproximadamente.

El jabón obtenido se disuelve con 50 c. c. de alcohol metílico neutralizado, se añade unarrajado de na tilo como indicador y se va añadiendo con cuidado ácido clorhídrico normal con una bureta hasta que el líquido - vare al rojo.

El número de cc. empleados se restan de 25 y - el resultado dará el de cc. alcali normal necesarios para saponificar los 5 gramos de resina.

Los cc. de ácido se han de multiplicar por - - 3.46 para obtener el porcentaje de materia saponificable.

El factor de 3.46 es dato conocido en todas - las fábricas de papel que usan de un modo u otro resina.

III.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.

El pH.- El conocimiento del pH. es importantísimo para darse cuenta de los fenómenos del encolado y para controlar la ejecución del mismo. Empleando cola parcialmente saponificada, el valor del pH más favorable es de 4.5. a 5.0. Sin embargo, no se puede fijar un valor óptimo para todos los casos, porque depende de otros factores, como son la clase y propiedad de la pasta, especialmente de su grado de purificación, de la naturaleza y cantidad de las materias empleadas para la carga y aun para la coloración, de la dureza del agua de fabricación, de la clase de papel que vaya a fabricarse, etc. Para las mejores clases de papel el pH de las aguas pastosas más convenientes es de 5.5. a 6.0, de 4.8 para la pasta, para buenos papeles de 5.0 a 6.0, para papeles Kraft, de 6.5. a 6.8 en la jila. Además a de tenerse en cuenta el carácter de las materias colorantes, se recomienda con un pH de 4.5 emplear colorantes ácidos y viceversa, si se han de emplear colorantes básicos está indicado un pH de 7.1 a 7.3 siempre que el encolado y la carga lo permitan.

Es muy corriente trabajar en la máquina con 330-500 mg. de acidez por litro y no conviene trabajar con menos de 240-400 mg. en las máquinas a gran velocidad, no sólo para favorecer el escolaje, sino para tener limpios los rodillos de las prensas, evitando que la hoja de papel se pegue a las mismas.

LA NATURALERA Y ESTADO DE LAS FIBRAS.

Es muy notable la influencia de las fibras en el colaje. Especialmente influye el contenido de pentosanas, por este motivo la celulosa de paja, que lleva consigo una cantidad importante de pentosanas, es sumamente fácil de encolar. Según Bialkowski, las fibras de celulosa, además de la propiedad de absorber alcalí y de rebajar la alcalinidad de las soluciones alcalinas débiles, cuando están en contacto con las soluciones de cola de resinas para su combinación con los alcalí poseen la de intensificar la Hidrólisis.

Cuanto más limpia esté la pasta o purificada, tanto menor es dicha separación de resina libre, lo que está en relación directa de la encolabilidad; así, la pasta de trapos y la celulosa purificada es más difícil en encolar que la celulosa al bisulfito blanqueada, y ésta a su vez más que la sin blanquear.

Las materias extrañas que acompañan a la lintilla exterior de las fibras de celulosa, especialmente en las celulosas duras o fuertes más que en las blandas,

que producen una buena hinchazón de las fibras, también favorecen al colaje. Esto tiene relación con las propiedades encolantes de las pastas refinadas al estado graso, que ya se sabe sobradamente que produce naturalmente - - cierto grado de encolaje.

EL JABÓN DE RESINA Y EL AGUA DE FABRICACION. -

Las propiedades del jabón de resina, no solamente en lo que se refiere al coluido protector que puede contener ya la cantidad de resina libre, sino también el estado físico-químico de la resina y especialmente a - la magnitud de las partículas de la misma, son de gran importancia para el resultado del colaje. Sobre ésta di - - tina propiedad se fundan varios procedimientos para la - obtención del jabón resinoso.

De la influencia de agua de fabricación se ha exagerado mucho respecto al efecto que produce en el colaje la presencia de materias perjudiciales en dicha - - agua. Se reconoce que la dureza del agua es de gran importancia para el encolaje y hay que contar previamente con el elemento de sulfato de alúmina que representa co - - rregir la dureza del agua. Ésta tiene menos importancia de la sal de la celulosa al bisulfito expone al agua de a pila, de manera que un grado de dureza más o menos - el agua de fabricación no tiene importancia en compara - - ción de la sal que contiene el bisulfito y que éste en - - ta al agua.

Para averiguar si el residuo de cal que se forma en precipitados y si el residual se halla en el agua obra desfavorablemente respecto al consumo de resina se efectuaron varias experiencias. Se deduce de ellas no sólo deducir que el residuo de cal es algo soluble en el agua; que del total de resina sólo se precipita un 10% como residuo de cal, a pesar de que la cantidad de cal que se empleó en las pruebas era muy importante, correspondiendo a 90% hidratos de cal en la forma del agua. Según éstas surge en muy difícil obtener un buen colaje con aguas duras (si no se emplean sobre todo sales) con ciertas clases de fibras.

Se ha visto el caso de que aguas muy puras hayan tenido que ser corregidas con adiciones de cal para mejorar el colaje de las pautas de sistema.

Las sustancias que constituyen la carga pueden dar a la pasta, especialmente los minerales, notables por lo general de un modo desfavorable para el colaje.

En la práctica las aguas duras resultan de una influencia perjudicial para el jalón o la cola de resina, pues las descomponen con facilidad; por otro motivo para la preparación de estas sustancias es conveniente emplear agua lo más pura posible; si es posible, agua de condensación. En general se dice que el agua de fabricación no debe contener más de 50 mg. por litro de productos de descalcificación, o sea, que no puede exceder de 100 mg.

160 mg. de óxido de calcio y 40 mg. de óxido de magnesio.

Las sales de magnesio son aún más desfavorables para el colaje que las de calcio. En cuanto al electrolítico, es de un efecto sumamente perjudicial.

Del análisis del agua de fabricación se deducirá la clase de cola más apropiada. Desde luego, cuando se trate de aguas duras de sales, lo más lógico es emplear algún colante protector, como las caseínas o la gelatina animal, que estabilizan la dispersión. También se utilizan los grasas y aceites vegetales, así como el petróleo y el lanol, así como en proporción de 1% de la resina.

La corrección del agua de fabricación por medio de la soda o de la alúmina resulta casi impracticable. Es mejor evitar la alúmina directamente a la pila durante el colaje.

LA TEMPERATURA DE LOS DIFERENTES SECCIONES DE LA MÁQUINA DE LA HOJA.

El papel secado en la pila y luego secado al aire, es más difícil de encolar respecto al que se seca en los cilindros secadores de la máquina de papel. La temperatura de éstos en relación con la de la hoja y con la clase de cola empleada, tienen una importancia considerable para la ejecución de un buen colaje.

Varios experimentales han estudiado los fenómenos de encolaje que se producen en la máquina de papel. Estos se muestran en las pastas encoladas normalmente. -

también se forma sulfato básico de alúmina, el cual se -
 descompone hidrolíticamente en la máquina de papel con -
 lo cual se explica el Fh más bajo del papel terminado -
 respecto al de la pasta, análogamente a lo que Hochberger
 había demostrado anteriormente. Con Fh elevado se depo-
 nita en la masa, sobre las fibras, un precipitado de re-
 sinato que funde difícilmente y no cohesiona útilmente.-
 El resinato básico de alúmina dificulta la formación de
 la película en el secado.

Con un contenido creciente de resina libre se
 rebaja el punto de fusión o reblandecimiento de los pro-
 ductos de precipitación. El resinato de aluminio funde
 o se reblandece a 135° o 140°C; los productos de preci-
 pitación de las colas de resina que se utilizan en la -
 práctica con un 30% o 40 de resina libre, a 100° o 105°C;
 los que solo tienen un 10% de resina combinada, como son
 las colas Hewitt, de 85° a 90°C, de modo que se acercan
 al punto de fusión de la colofonia. La resina libre o -
 sus combinaciones de adsorción rebajan el punto de fu-
 sión del resinato.

Los primeros secadores de máquina de papel pa-
 ra un buen colaje deben trabajar a temperatura baja, que
 es el caso contrario de la forma en que se lleva la cale-
 facción para el papel secante. Se aconseja una tempera-
 tura de 115°C. El papel que se ha desencilado a causa -
 de un largo almacenaje puede volverse a convertir en - -

bien colado con un nuevo calentamiento húmedo.

"FRITTING" O COHESIONADO, -

Para poner de acuerdo la teoría del estado isoelectrónico con la teoría del Fritting, o sea del cohesionado, dice Kozza que el estado isoelectrónico debe ser mantenido hasta que se haya conseguido el Fritting o que se haya producido el fenómeno del reblandecimiento en el filtrado mecánico de las fibras. Para esto parece esencial que el deshinchamiento de las partículas de resina, efectuándose libremente o en forma de combinaciones de adsorción, no pueda desarrollarse notablemente antes que el fenómeno del Fritting haya terminado, porque de lo contrario el reblandecimiento sin fusión de la resina que une una con otra las partículas de la misma, se efectúa irregularmente y el envainamiento de las fibras por la película hidrófuga que es la que caracteriza el colaje en los secadores, es incompleto. Hay que tener en cuenta que cuando las fibras al entrar en los secadores tienen un grado de humedad más elevado que el ordinario, las partículas de resina en cierto modo flotan o nadan en el agua, pudiéndose mover libremente, y si la temperatura a que se somete la hoja es demasiado elevada, la resina en vez de reblandecerse solamente se funde y se originan partículas demasiado grandes, lo que disminuye las posibilidades de recubrimiento de las fibras por la resina y el colaje pueda rebajado.

El arte del encolaje es que las fibras se revistan con resina dividida lo más finamente posible, en unión con un gel. La cantidad de resina o coloide depende, como dice Arledter, de la superficie que representa la resina y las fibras. Es el sitio que ocupaba el agua evaporada entre la resina reblandecida y envuelve las fibras. Esto origina una sólida mezcla de resina y fibras con los coloides y la materia de las cargas.

Según las consideraciones anteriores, para el encolaje es importante no sólo el grado de humedad con que la hoja entra en los secadores, sino también la temperatura de éstos y el transcurso de secado de la hoja del papel, especialmente en la región en donde se verifica el cohesionado de la resina.

Se recomienda que la humedad de la hoja, a la entrada de los secadores, sea por lo menos de 56%, y que la temperatura de la hoja aumente gradualmente por una calefacción que no sea demasiado fuerte en los primeros cilindros, hasta 70° o 90°C mientras la sequedad del papel no llegue al 50%. En estas condiciones de calefacción húmeda aparece, según Kieme el llaxado frittung o cohesionado de las partículas de resina. Como el fenómeno del encolado ya está terminado generalmente al llegar la hoja a la tercera parte de los secadores el papel aún contiene humedad, entonces hay que evitar un recalentamiento del mismo para no perjudicar el colaje, para lo

cual es necesario que la temperatura de la hoja vaya de-
cendiendo gradualmente.

Este transcurso de temperaturas con un gradual pero rápido aumento en la parte en que se ha de elevar - la temperatura de la hoja, hasta la región de secado en la cual se efectúa el fritting y luego disminución gradual de temperatura hasta la del ambiente, raramente se observan en la práctica, en primer lugar porque los primeros cilindros trabajarían tan fuertemente obligados - que se ensuciarían y se pegarían en ellos partículas de papel, contra lo cual no servirían los mejores raspadores; además, en el segundo tercio de los secadores la temperatura del papel está comprendida entre 90° y 100°C y finalmente en el último tercio debe conseguirse la eliminación de los últimos restos de agua, para lo cual debe llegarse a una temperatura de 100°C en la hoja de papel. De todas maneras, la observación de los puntos de referencia anteriores son muy convenientes para conseguir un - buen colaje.

En las máquinas de secado monocilíndricas o en las de cilindro friccionador, pueden obtenerse también - unos buenos efectos de encolaje, teniendo la precaución de que la proporción de resina no sea muy elevada para - no ensuciar la superficie del cilindro. Generalmente en éstas máquinas existe una diferencia de colaje en las do - caras del papel.

INFLUENCIA DEL CALORAJE Y DEL ALMACENAMIENTO

El trabajo de la calandra también puede influir sobre el colaje del papel, disminuyéndolo. Hay que evitar el trabajo con presiones excesivas, pues fácilmente pueden producir disminución de la resistencia del encolaje, la cual puede llegar hasta una décima parte de su valor primitivo. Hay que poner atención también en que la cantidad de agua empleada para remojear el papel no sea excesiva.

Una larga duración del almacenamiento de la celulosa y del papel pueden ser también causa del debilitamiento de la resistencia del colaje.

En las pastas almacenadas durante mucho tiempo, varía el punto isoelectrico, lo mismo que las que han sido tratadas por bases o ácidos débiles. Este tratamiento puede utilizarse para mejorar el punto isoelectrico de una pasta, especialmente si es de carácter ácido.

Con las colas con mucha cantidad de resinas libre es fácil que resulten colajes que con el tiempo pierdan parte de su resistencia.

PREPARACION DE LA SOLUCION DEL SULFATO DE ALUMINA.

Para papeles ordinarios puede emplearse el sulfato de aluminio adicionándolo a la pila un grano, pero para papeles de calidad no debe efectuarse la adición sin haberlo disuelto previamente.

La forma en que se verifique la dilución de la

Alúmina es muy importante, pues la cantidad de sulfato contenida por litro afecta no solamente al coloraje, sino que también a la coloración, produciendo irregularidades que se traducen luego en reclamaciones por parte de los clientes y en una mayor mano de obra a causa de los diferentes visos de color que aparecen en la sala de secado.

Cuando se trata de disolver la alúmina en cantidades relativamente pequeñas, la operación se efectúa en cubas de madera de 1.20 m. de alto por 1 m. de base, revestidas de plomo, en las que se carga la alúmina sobre un tasis de bronce o de cobre con agujeros de 7 mm. de diámetro que constituye un doble fondo (situado a unos 14 cm. encima del fondo) sobre del cual se cargan unos 200 Kg. de alúmina.

Se añade agua, que a ser posible debe estar siempre a la misma temperatura, hasta una cierta altura determinada por un flotador que abre y cierra el grifo del agua automáticamente.

Como el agua a una temperatura determinada sólo disuelve una cantidad fija e invariable de alúmina, si hay suficiente alúmina, en la caja, se obtendrá siempre una dilución saturada de la misma, la cual se extrae por un tubo de caucho que está cerca del fondo. La saturación exige un tiempo bastante largo; en una hora un litro de agua disuelve aproximadamente unos 24 Kg. Casi -

nunca se trabaja con soluciones de una densidad menor de un 10% en peso. Es conveniente que la cuba lleve agitador.

La alúmina que se añade a la pila se mide por medio de cubos de madera de 10 a 14 litros, pero en las instalaciones modernas se emplean pequeños depósitos encima de las pilas unidos a la tubería que sale de las cubas de reserva, con las cuales se gradúa la cantidad de alúmina que hay que añadir para el colaje.

En las instalaciones importantes se adoptan disposiciones especiales para la obtención y repartición de la solución de alúmina. En todos los casos repetimos que es indispensable la comprobación de la densidad de las soluciones de alúmina.

La cantidad de alúmina necesaria para el colaje depende;

1.- De la cantidad de alcalí empleado para disolver la resina, o bien, si el jabón ha sido lavado, de la cantidad de agua que todavía contenga.

2.- De la cantidad de sal de alúmina necesaria para acidular ligeramente el agua.

Las proporciones de resina y de alúmina para el colaje depende en primer lugar de la clase de colaje que se quiere obtener, si ha de ser a 1/4 de cola a 1/2 de cola o a toda cola, o si se quiere obtener un papel supercolado, y luego de la composición del papel, de la

clase de cola empleada y del agua de fabricación debería obtenerse un colaje óptimo con una proporción de 1 1/2 de resina y 1 1/2 de alúmina; sin embargo, difícilmente se llegan a estos resultados en la mayor parte de papeles, cualquiera que sea la cola empleada. Con una proporción de 2% de resina se puede llegar, en determinadas condiciones, a un buen encolaje a toda cola. Cuando la proporción de alúmina es superior al 4% hay que reducirla.

Según Schvalbe, existe una relación entre el máximo efecto o resistencia del colaje (sk) obtenido y la proporción entre la cantidad de resina y alúmina empleadas.

En la práctica se obtuvieron los siguientes resultados:

Con 0.5% de resina, el máximo (20 sk) se obtiene con 1 1/2% de alúmina.

Con 1.% de resina, el máximo (140 sk) se obtiene con 2% de alúmina.

Con 1.5% de resina, el máximo (400 sk) se obtiene con 2.5 de alúmina.

Con 2% de resina, el máximo (430 sk) se obtiene con 2.5% de alúmina.

Con 2.5% de resina, el máximo (520 sk) se obtiene con 2.5% de alúmina.

Con 3% de resina, el máximo (más de 840 sk) se

obtiene con 35% de alúmina.

Para una gran velocidad de la máquina se necesita mayor cantidad de resina que para una velocidad menor.

El efecto del colaje aumenta solo hasta cierto límite con el aumento de resina. Especialmente para los papeles cargados no tiene ningún objeto poner más de 4% de resina. El Pn menor teniendo en cuenta la carga, es de 5. a 5.5.

METODO DE INVESTIGACION CUANDO SURGEN DIFICULTADES EN EL COLAJE.

En el caso de que se presenten diferencias notables en el colaje de una misma fábrica, deberán examinarse los diferentes factores que pueden hacerlo variar.

1.- La temperatura de los secadores, la de la hoja de papel y su humedad en su transcurso por los secadores.

2.- El Pn de la pila, el de las aguas coladas y el del agua de fabricación.

3.- Las aguas de retorno y el agua de fabricación, pues la composición de ésta puede variar por distintas circunstancias. Habrá que determinar la dureza - por los bicarbonatos y la total, las sales contenidas, - el anhídrido carbónico, las materias orgánicas, etc.

4.- La resina.

5.- El jabón resinoso o la cola blanca y sus --

temperaturas de fabricación.

6.- El porcentaje de alúmina en el sulfato empleado y en la solución del mismo, aún en diferentes alturas de un mismo depósito.

7.- Las pastas empleadas, su carácter, punto isoelectrico, contenido en pentosanas, ácido acético, cenizas y series resinosas.

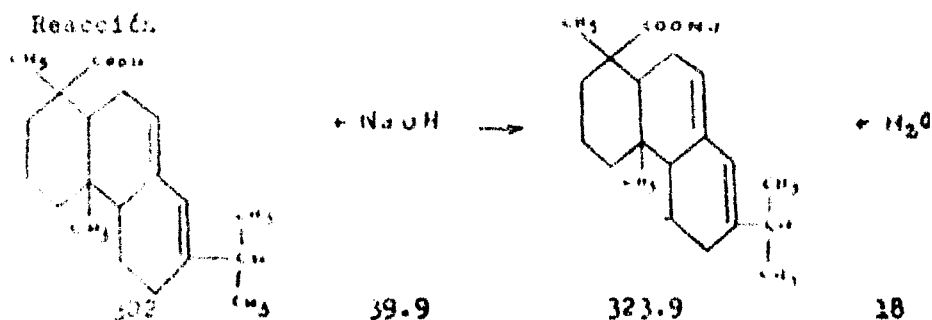
Según sean los resultados obtenidos en estos análisis, deberán variarse, en lo posible, los factores que intervienen en el colaje y las proporciones de materias encolantes y aún la carga del papel, recurriendo en el último caso a la adopción de otras materias colantes más eficientes que las empleadas hasta el momento en que se produjo la perturbación del colaje.

IV.- PROYECTO Y CALCULO DE LA PLANTA.

La planta de que trata este estudio se proyectó y calculó para satisfacer las necesidades de producción de la fábrica de papel en la que se efectuó el mismo. Dichas necesidades o consumo de brea Dewold, será proporcional a la producción y calidad del papel manufacturado, ya que no todas las clases de papel elaboradas llevan la misma cantidad de brea, pues ésta varía según el uso que se le va a dar al papel, el color, la calidad, el grueso y el almacenaje.

La planta únicamente trabajará durante 8 horas diarias, ya que la producción de Brea Dewold que se tenga en ese período ha a satisfacer las necesidades de la planta. La producción base de brea Dewold diaria será de 40,000 litros por 8 horas, teniendo un gusto de brea de 1,600 Kg. diarios, y el tanque de almacenamiento de la solución al 4% será de 40,000 litros, del cual se bombeará la brea a las diferentes secciones de la fábrica que requieran de ella.

El Balance estequiométrico será:



Según el método para la producción de la breca - Bawell, el índice de saponificación debe estar comprendido entre 12.5 y 13%, o sea que para este caso y sobre la base de 200 Kg., necesitaríamos 1.4 Kg. de NaOH

$$\% \text{ saponificación} = \frac{1.4 \times 100}{200 \times 10.9} \times 100 = 12.87\%$$

Cantidad necesaria de breca:

$$40,000 \times 0.04 = 1,600 \text{ Kg.}$$

$$\text{Cantidad de cascina: } \frac{4}{200} \times 1,600 = 32 \text{ Kilos}$$

$$\text{Cantidad de NaOH: } \frac{1.4}{200} \times 1,600 = 11.2 \text{ Kilos}$$

Cantidad necesaria de agua:

$$40,000 \times 0.95 = 38,000 \text{ litros.}$$

La cascina usada en este procedimiento es para tener un colchete protector y una mejor dispersión de la breca al agregarla a la pasta de papel; se puede agregar directamente en la pila, pero es más recomendable agregarla en el proceso de producción de breca.

La planta aquí se proyectó teniendo en cuenta que ya se tenía un edificio, en el cual se aceptó la planta, y teniendo además espacio para los tanques de almacenaje de la solución, así como para guardar la materia prima, ya que se recomienda tener siempre una existencia que fluctúe entre 9,600 y 12,000 Kg., a fin de no tener que parar la planta por falta de materia prima. El edificio en que se instaló la planta cuenta con líneas de cableado

te eléctrica, vapor, agua, etc.

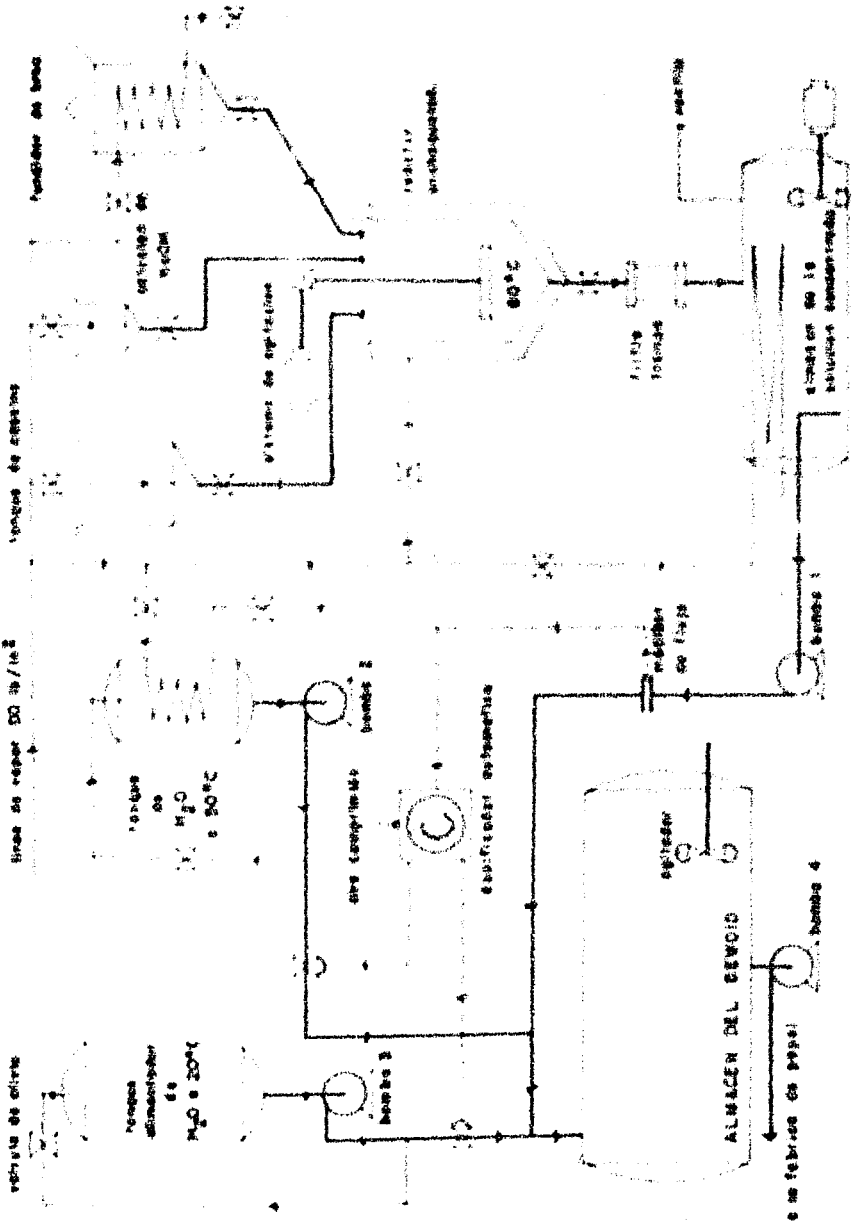
A continuación tenemos un esquema de la planta.

La planta en estudio será operada por un solo individuo y para tener una mayor exactitud y mayor control en la operación, se colocarán controles automáticos, tales como control de temperatura, control de nivel, rotámetros e indicadores eléctricos en las bombas. Todo esto estará en un tablero, el cual tendrá un esquema de la planta para el control del operario.

El equipo de que consta la planta será, a grandes rasgos, el siguiente: un tanque cilíndrico con un serpentín de cobre para fundir la brea, un tanque con chaqueta de vapor con un agitador, su motor y una caja de engranes o velocidades para obtener las velocidades necesarias en la agitación, tanques para disolver la sosa cáustica y otro para la caseína, un tanque con agitación y serpentín de vapor para almacenar la brea a 400 gramos por litro, un tanque con serpentín para el agua caliente y otro más para el agua fría, y por último, un tanque para la brea a 40 gramos por litro. Se cuenta también con las bombas necesarias, un ventilador, trampas de vapor y una tubería adicional para el lavado de la principal para el final de la operación, así como las válvulas necesarias.

CALCULO DEL EQUIPO

Para poder calcular el serpentín necesario para



ESQUEMA DE LA FABRICACION DEL GEVOIC

fundir la brea necesitamos primero encontrar el dato h , coeficiente de película de la brea en B.T.U. por pie cuadrado, hora, grado Fahrenheit, y como este dato no se encuentra en literatura, lo calculamos experimentalmente. Para esto, en un recipiente de lámina con serpentín de cobre de área conocida, construído igual al que se usará en la práctica, se efectuó la experiencia. Se conoce también la presión del vapor y la cantidad de condensado, así como el tiempo en que se funde la cantidad de brea, que en este caso fue de 535 gramos.

La presión absoluta del vapor es:

$$588 \times 0.01933 + 7 = 18.3 \text{ libras por pulgada cuadrada.}$$

La presión del vapor en la operación fue de 7 libras por pulgada cuadrada, el factor 0.01933 es de conversión de milímetros de H_g a libras por pulgada cuadrada, 588 es la presión atmosférica en la ciudad de México expresada en milímetros de H_g ,

o sea también la presión absoluta, 1.286 Kg. por centímetro cuadrado.

Aplicamos ahora la fórmula $Q = w\lambda$ para obtener los B.T.U. necesarios para fundir la brea; en la fórmula w es el peso del condensado y es igual a 0.154 libras de agua, o sean 70 gramos de agua. El dato λ es calor latente del vapor a esa presión y es igual a 960. 1 B.T.U. por libra,

$$\text{de donde: } Q = 0.154 \times 960.1 = 147.9 \text{ B.T.U. por .75 hora}$$

La cantidad de calor en una hora será de 197.5 B.T.U.

Obtenemos ahora el coeficiente total U de transmisión de calor. Para ésto aplicamos la fórmula

$$Q = U A \Delta T$$

Q = la velocidad de transmisión de calor por convección en B.T.U. por hora.

U = coeficiente total en B.T.U. por pie cuadrado, hora, grados Fahrenheit.

A = el área de la pared de contención en pies cuadrados.

T = la diferencia de temperatura entre el cuerpo principal de un fluido y el cuerpo principal del otro, en grados Fahrenheit.

El área empleada fué:

$A = 3.14.16 \times .475 \times 100 = 149$ centímetros cuadrados, igual a 0.16 pies cuadrados.

Substituyendo en la fórmula tendremos:

$$197.5 = U \times .16 \times (223 - 176)$$

Despejando $U = \frac{197.5}{.16 \times 47} = 26.2$ B.T.U. por pie cuadrado, hora, grados Fahrenheit.

Con estos datos podemos calcular el coeficiente de película de la brea y para esto usamos la fórmula general que nos relaciona el coeficiente total con los coeficientes de película.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_v} + \frac{L}{K} + \frac{1}{h_b}$$

U = coeficiente total en B.T.U. por pie cuadrado, hora, grado Fahrenheit.

h_v = coeficiente de película del vapor en B.T.U. por pie cuadrado, hora, grado Fahrenheit y su valor es de 2,000.

L = espesor de la pared en pies y su valor en este caso es 3.28×10^{-3}

K = conductividad térmica de la pared en B.T.U. por pie cuadrado, hora, grado Fahrenheit y su valor es 218.

h_b = coeficiente de película de la brea en B.T.U. por pie cuadrado, hora, grado Fahrenheit.

Substituyendo valores

$$\frac{1}{26.2} = \frac{1}{2,000} + \frac{3.28 \times 10^{-3}}{218} + \frac{1}{h_b}$$

$$0.0382 = 0.0005 + 0.000015 + \frac{1}{h_b}$$

$$\frac{1}{h_b} = 0.037685 \text{ de donde } h_b = 26.5 \text{ B.T.U. por pie cuadrado, hora grado Fahrenheit.}$$

igual a 0.0035939 calorías gramo por centímetro cuadrado, segundo grado centígrado.

Ahora calculamos el calor necesario para fundir 300 Kg. de brea (660 libras) que se necesitan en la operación. El cálculo se efectúa sobre la base de 300 Kg. y no sobre 200 Kg. que son los usuales en el aspecto de op

ración, para tener siempre una cantidad de brea fundida - por si se quiere aumentar la producción diaria de la brea Bencid o cuando el consumo de brea sea mayor, debido a la calidad del papel, etc., la planta de brea funcionará 8 horas diarias, como ya se indicó anteriormente, mientras que las máquinas de producción de papel funcionarán 24 horas.

Calculamos la cantidad de calor para fundir los 300 Kg.

$$Q = 300 \times \frac{12712}{5} = 110,750 \text{ B.T.U. por hora o sea}$$

igual a: 1.909,000 calorías-gramo por hora.

Efectuamos ahora un balance térmico, para el cual usamos la fórmula siguiente:

$$Q = W_b C_{pb} (T_f - T_a) + W_b \lambda_b + q \text{ pérdidas.}$$

Q = cantidad de calor en B.T.U.

W_b = peso de la brea en libras.

C_{pb} = calor específico de la brea en B.T.U. por libras, grados Fahrenheit.

T_f = temperatura de fusión de la brea, su valor 176°F.

T_a = temperatura ambiente, su valor 68°F.

λ_b = calor latente de fusión de la brea en B.T.U. por libra.

q = pérdidas de calor y comprende a q_1 suma de pérdidas de calor al exterior, y q_2 pérdidas de calor por radiación y convección.

Para aplicar la fórmula anterior tenemos que en-

contrar primero el valor de q_1 y q_2 .

Buscamos el valor q_1 , sea pérdidas de calor - al exterior, ya que el tanque se encuentra situado en la parte superior, para lo cual aplicamos la fórmula siguiente:

$$h_1 = h + \frac{q_1}{A}$$

h_1 = coeficiente combinado para la convección y radiación de superficies planas o cilíndricas en una habitación en B.T.U. por pie cuadrado, hora, grados Fahrenheit.

h = coeficiente laminar de convección en B.T.U. por pie cuadrado, hora, grados Fahrenheit.

e = emisividad de la superficie de la aislación supuesta 0.90.

h_r = el coeficiente de radiación en B.T.U. por pie cuadrado, hora, grado Fahrenheit. Este coeficiente - lo calculamos por la fórmula siguiente:

$$h_r = \frac{0.173 \times 10^{-8} (T_1^4 - T_2^4)}{(t_1 - t_2)}$$

T_1 y t_1 = temperatura del interior del tanque 176°F.

T_2 y t_2 = Temperatura ambiente 68°F.

Substituyendo

$$h_r = \frac{0.173 \times 10^{-8} (636^4 - 528^4)}{176 - 68}, \text{ efectuando}$$

$\frac{h_r}{T} = 1.369$ B.T.U. por pie cuadrado, hora, grados Fahrenheit.

$ch_T = 0.9 \times 1.397 = 1.258 \text{ B.T.U. por pie cuadrado, -}$
hora, grados Fahrenheit.

Para encontrar el valor h usando la fórmula siguiente:

$$h = h_0 \times F_1 \times F_2$$

h_0 = el coeficiente adimensional en B.T.U. por pie cuadrado
hora, grados Fahrenheit.

F_1 y F_2 = factores de corrección de la temperatura y
presión y su valor se encuentra en gráficos.

Se toma $h = 1 \times 1 \times 1 = 1$ substituyendo en la fórmula

$$h_T = h \times ch_T \text{ tendremos}$$

$h_{T1} = 1 \times 1.258 = 1.258 \text{ B.T.U. por pie cuadrado, hora,}$
grados Fahrenheit.

Para h_{T1} encontramos que $h = 1.71 h_0$ y al valor 1

$$F_2 = 1$$

$h_{T1} = 1.71 \times 1.258 = 2.150 \text{ B.T.U. por pie cuadrado, hq}$
ra, grados Fahrenheit.

Encontramos el valor de las áreas respectivas de
 A_1 y A_2 . El Área 1 corresponde a la parte superior del
tanque que está tapado y tiene 3.28 pies de diámetro -
el área. El Área 2 corresponde al área lateral del tanque
que tiene 4.92 pies de altura (1.50 m.) más la base del tan-
que.

Se tiene $A_1 = 0.4$ pies cuadrados

$$A_2 = 50.5 \text{ pies cuadrados}$$

entonces tendremos:

$eh_T = 0.9 \times 1.399 = 1.2591$ B.T.U. por pie cuadrado, =
hora, grados Fahrenheit.

Para encontrar el valor h usamos la fórmula siguiente:

$$h = h_0 \times F_t \times F_p$$

h_0 = el coeficiente laminar en B.T.U. por pie cuadrado
hora, grado Fahrenheit.

F_t y F_p = factores de corrección de la temperatura y
presión y su valor se encuentra en gráficas.

De donde $h = 1 \times 1 \times 1 = 1$ substituyendo en la fórmula

$$h_{T_2} = h + eh_T \text{ tendremos}$$

$h_{T_2} = 1 + 1.259 = 2.259$ B.T.U. por pie cuadrado, hora,
grados Fahrenheit.

Para h_{T_1} encontramos que $h = 1.27 h_0$ y el valor de

$$e_0 = 1$$

$h_{T_1} = 1.27 + 1.259 = 2.529$ B.T.U. por pie cuadrado, ho-
ra, grados Fahrenheit.

Encontramos el valor de las áreas respectivas de
 A_1 y A_2 . El área 1 corresponde a la parte superior del
tanque que está destapado y tiene 3.28 pies de diámetro
(1 m.). El área 2 corresponde al área lateral del tanque
y tiene 4.92 pies de altura (1.50 m.) más la base del tan-
que.

de donde $A_1 = 0.4$ pies cuadrados

$$A_2 = 50.5 \text{ pies cuadrados}$$

Finalmente tendremos:

$$q_1 = A_1 h_{t1} \Delta t_1$$

q_1 = velocidad de transmisión del calor por conducción en B.T.U. por hora.

h_{t1} = coeficiente laminar en B.T.U. por pie cuadrado, hora, grado Fahrenheit.

A = Área de la pared en pies cuadrados.

Δt_1 = la diferencia de temperaturas en grado Fahrenheit.

Substituyendo los valores:

$$q_1 = 1.4 \times 2.529 \times (176 - 68)$$

$q_1 = 229$ B.T.U. por hora o sean 575,687 calorías-gramo por hora.

El calor de q_2 será:

$$q_2 = A_2 h_{t2} \Delta t_2$$

$$q_2 = 50.5 \times 2.529 \times (176 - 68)$$

$q_2 = 13,00$ B.T.U. por hora o sean 3,477,000 calorías-gramo por hora.

$$q = \text{pérdida} = q_1 + q_2$$

$$q_p = 229 + 1300 = 1609 \text{ B.T.U. por hora.}$$

Substituyendo en la ecuación original:

$$Q = 300 \times 2.2 \times 0.545 (176 - 68) + 300 \times 2.2 \times 40 \times 1.8 \times 1609.$$

$$Q = 102,464 \text{ B.T.U. por hora.}$$

$$Q = 25,821,600 \text{ calorías-gramo por hora.}$$

CALCULO DEL SER PARED

Calculamos ahora el serpeante de la pared, así

cada su área, el número de vueltas y la separación entre cada una de las vueltas.

Aplicamos la fórmula general de transmisión de calor $Q = U A \Delta T$, pero inicialmente necesitamos conocer U o coeficiente total de transmisión de calor; para ésto aplicamos la fórmula siguiente:

$$\frac{1}{U} = \frac{D_o}{h_v D_i} + \frac{L}{K} + \frac{1}{h_p}$$

El tubo de que está formado el serpentín es de cobre de 2 pulgadas de diámetro y sus características son las siguientes:

L = espesor de la pared en pulgadas, 0.083

K = conductividad térmica 320 en B.T.U. por pie, hora, grado F.

D_i = diámetro interior en pulgadas, 1.834

D_o = diámetro exterior en pulgadas, 2.

Substituyendo los valores en la fórmula tendremos:

$$\frac{1}{U} = \frac{2}{2500 \times 1.834} + \frac{0.083}{12 \times 320} + \frac{1}{26.5}$$

$$\frac{1}{U} = .042429$$

de donde $U = 23.6$ B.T.U. por pie cuadrado, hora, grado Fahrenheit.

$U = 0.0032096$ calorías por centímetro cuadrado, hora, grado centígrado.

Aplicamos la fórmula general de transmisión de calor, para encontrar el área.

$$Q = U A \Delta t$$

$$120,000 = 23.6 \times A \times (270 - 176)$$

$$A = \frac{120,000}{23.6 \times 94}$$

$$A = 54.1 \text{ pies cuadrados}$$

Dividiendo este dato entre 0.5936 pies cuadrados por pie nos da la longitud del serpentín.

$$\frac{54.1}{0.5936} = 91.1 \text{ pies de longitud o sea igual a } 27.8 \text{ metros.}$$

Calculamos la longitud de la parte inferior del serpentín, el cual va a ser en forma de espiral para tener una mayor área de calentamiento antes de la salida -- del tanque, y así tener la seguridad de que toda la brea que sale es completamente líquida, evitando de esta manera problemas en los pasos siguientes del proceso. Además antes de la salida del tanque en donde se funde la brea, se tendrá una malla o tela de alambre para que retenga -- los trozos de brea que no lleguen a fundir y las impurezas que trae consigo la misma brea, que en la mayoría de las veces son pedazos de papel del mismo saco de la envoltura. La salida del fundidor es por medio de un tubo de 4 pulgadas de diámetro y lleva una válvula de compuerta -- para la descarga y además una entrada de vapor para el caso en que la brea se solidifique y obstruya el paso de la brea fundida.

El tubo de cobre en forma de espiral tendrá un

diámetro máximo de 0.70 m. y el círculo menor de 0.40 m., ya que por ser de 2 pulgadas de diámetro no puede doblarse más; se tendrán entonces 4 circunferencias de diferentes diámetros y por lo tanto, la longitud del serpentín en forma de espiral será:

$$L = \pi (D_1 + D_2 + D_3 + D_4)$$

$$L = 3.14 (0.4 + 0.475 + 0.55 + 0.625)$$

$$L = 3.14 (2.050)$$

$$L = 6.45 \text{ metros}$$

La longitud del serpentín será:

$$L = 27.3 - 6.45 = 20.85 \text{ m. o sean } 70.045 \text{ pies.}$$

Calculamos el número de vueltas que va a tener el serpentín lateral, para lo cual hacemos el cálculo sobre los 21.5 m. de tubo de cobre que restan del total -- calculado anteriormente.

$$N = \frac{21.35}{3.14 \times 0.70} = 9.7$$

Total de vueltas: 10

El diámetro del serpentín es de 0.70 m. y el del tanque es de 1 m. Se le dió ese diámetro al serpentín para tener un mayor calentamiento de la brea, ya que si el serpentín fuera de 1 m. de diámetro parte del calor pasaría a la lámina del tanque y se perdería por conducción y radiación, en cambio de menor diámetro el serpentín, todo el calor que se desprende pasa a fundir la brea y así la operación de fundición es en menor tiempo. Esto

se observó claramente en la experiencia al calcular el coeficiente k de la breca, que si el serpentín toca la lámina dilata mucho más tiempo la operación.

La separación entre cada uno de los tubos será de 5 cm. y la altura del serpentín será de:

$$h = (5 + 5.08)10$$

$$h = 1.08 \text{ m.}$$

Por lo tanto, el tanque tendrá una altura de -- 1.50 m. y la altura del serpentín será de 1.08 m. Se le dará una mayor altura al tanque que la del serpentín, para tener una mayor capacidad y para facilitar la construcción.

El serpentín puede estar sostenido lateralmente por medio de soleras y en el fondo tendrá un falso fondo para sostenerlo, además de una tela de alambre que sirve como coladera. Cada uno de los detalles de construcción dependerá de la casa constructora y de la economía en la construcción.

Calculamos la aislación del tanque, la cual será por medio de colchoneta de fibra de vidrio con malla metálica tipo TW-F que suministra la casa proveedora Industrial, S. A. en esta ciudad; la colchoneta la suministran con grueso de 1 a 6 pulgadas y en rollos con una densidad de 6 libras por pie cúbico. Para encontrar el grueso de la aislación aplicamos la siguiente fórmula:

$$L_o = 12$$

$$\left[\sqrt{\frac{nc^2 K (t_s - t_a)}{f \times 10^6}} - \frac{f}{h_t} \right]$$

L_o = espesor más económico en pulgadas.

n = tiempo que funciona el equipo por año en horas.

c = costo de la aislación aplicada en dólares por pie cúbico.

c' = el costo de la pérdida de calor en dólares por millón de B.T.U.

f = la fracción del costo de la aislación en B.T.U. por pie hora, grado Fahrenheit, amortizable por año.

t_s = la temperatura de la superficie a aislarse en grados Fahrenheit.

t_a = temperatura del medio ambiente en grados F.

K = conductividad térmica media de la aislación B.T.U. por pie, hora, grados Fahrenheit.

h_t = coeficiente combinado para convección y radiación de la superficie de la aislación en B.T.U. por pies cuadrados, hora, grados Fahrenheit.

Substituyendo valores en la fórmula:

$$L_o = 12 \left[\sqrt{\frac{2400 \times 0.45 \times 0.301 (176 - 68)}{0.2 \times 0.67 \times 10^6}} - \frac{0.301}{1.68} \right]$$

$$L_o = 12 \left[\sqrt{0.259} - 0.18 \right]$$

entrada
de vapor

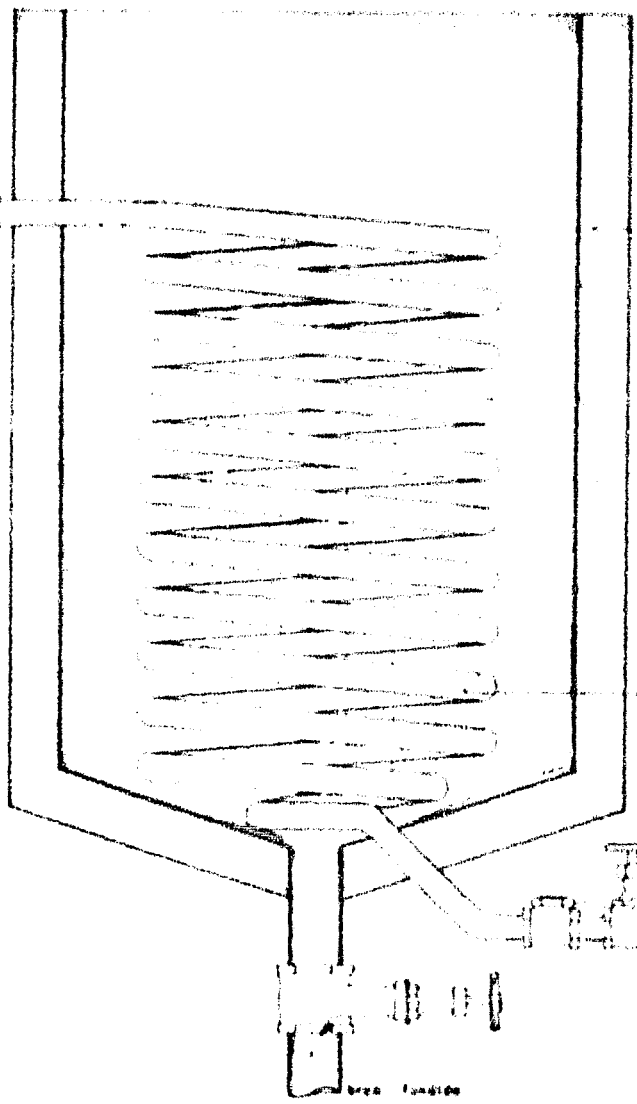
ambiente

serpente de Cu.

salida de
condensado

para fusión

(A 81)



$$L_0 = 12 \quad \left[0.509 - 0.18 \right]$$

$$L_0 = 4 \text{ pulgadas de espesor igual a } 10 \text{ cm.}$$

La línea de alimentación de vapor al tanque fundidor y a los demás tanques que utilizan vapor es por medio de una tubería de 3/4 de pulgada la entrada al tanque fundidor está accionada por una válvula de globo de 3/4 de pulgada y después de ésta, una reducción de 2 pulgadas, ya que éste es el diámetro del tubo de serpentín. La salida del condensado será por la parte inferior y tendrá una trampa de vapor.

Cálculo de la trampa:-

Q = cantidad de calor por hora 102,464 B.T.U.

P_v = presión del vapor 2 Kg. por centímetro cuadrado.

Aplicando $(W)_v = \frac{Q}{R}$

$(W)_v$ = peso del vapor en libras de agua por hora.

Q = cantidad de calor en B.T.U. por hora es 102,464

R = calor latente del vapor en B.T.U. por libras; este dato es 933.7

$$(W)_v = \frac{102,464}{933.7} = 110 \text{ libras de agua por hora}$$

Se colocará una trampa de 150 libras de agua por hora.

La salida de la brea del tanque fundidor será por medio de un tubo de fierro galvanizado de 4 pulgadas

to finance y tener una limitación de 1 millón, además de
falta de tiempo de implementación, así como de facilidades,
y tener además una relación de dependencia de 4 personas.

Integración de actividades:

Señaló que durante la sesión se hizo un análisis de
por qué se le daba prioridad a ciertos proyectos de
mayor porte económico y menor beneficio social. En consecuencia
señaló la necesidad de un seguimiento y un monitoreo del progreso de
los proyectos. Señaló que se debería de considerar...

El primer grupo de actividades de la semana de los proyectos
será:

- 1. El primer grupo de actividades de la semana de los proyectos
- 2. El segundo grupo de actividades de la semana de los proyectos
- 3. El tercer grupo de actividades de la semana de los proyectos
- 4. El cuarto grupo de actividades de la semana de los proyectos
- 5. El quinto grupo de actividades de la semana de los proyectos
- 6. El sexto grupo de actividades de la semana de los proyectos
- 7. El séptimo grupo de actividades de la semana de los proyectos
- 8. El octavo grupo de actividades de la semana de los proyectos
- 9. El noveno grupo de actividades de la semana de los proyectos
- 10. El décimo grupo de actividades de la semana de los proyectos

Se mencionó que se debería de considerar...
de parte de los interesados en el proyecto...
de las actividades de la semana de los proyectos.

Se mencionó que se debería de considerar...
de parte de los interesados en el proyecto...
de las actividades de la semana de los proyectos.

y se descarga la velocidad de 300 revoluciones por minuto para tener una emulsión perfecta de la sosa, la brea y la caseína.

Cálculo del agitador:

El agitador será de 2 paletas colocadas en ángulo recto una contra otra y a 30 cm. de distancia una de otra y la inferior a 20 cm. del fondo del tanque. Para el cálculo del agitador necesitamos encontrar primero el número de Reynolds:

$$Re = \frac{n D^2 \rho}{\mu}$$

n = revoluciones por segundo: 5

D^2 = diámetro de las paletas, 68 cm. ó 2.23 pies.

ρ = densidad, 81 litros por pie cúbico.

μ = viscosidad, 68 centipoises (dato obtenido) ó 0.0456 litros por pie segundo.

$$Re = \frac{5 \times 2.23^2 \times 81}{0.0456} = 44.100$$

Aplicamos ahora la fórmula:

$$P = \frac{\phi \rho n^3 D^5}{g_c}$$

ϕ = lo encontramos en gráfica del Reynolds = 0.61

P = Potencia.

ϕ = número adimensional.

ρ = densidad, 81 litros por pie cúbico.

n = revoluciones por segundo, 5.

D_1 = Diámetros de las paletas: 2.23 pies.

G_0 = Factor de conversión fuerza area: 32.2 pies por segundo cuadrado.

$$\text{Tendremos } P = \frac{0.51 \times 81 \times 5^3 \times 2.23^5}{32.2} = 10,450 \text{ pies-libras por segundo.}$$

Este resultado no es muy exacto, ya que el tanque carece de reflectores, por lo tanto, para mayor exactitud de la potencia consumida se debe introducir los coeficientes de corrección del modo siguiente:

$$\sqrt{\left\{ \frac{D_t}{D_1} \right\} \left\{ \frac{Z_1}{D_1} \right\} \text{ de curva}} / \left\{ \frac{D_t}{D_1} \right\} \left\{ \frac{Z_1}{D_1} \right\} \text{ de gráfica}$$

en donde: D_t = diámetro del tanque: 2.62 pies.

Z_1 = elevación de la paleta sobre el fondo: 0.695 pies.

Z_2 = altura del líquido en el tanque: 3.28 pies.

D_1 = diámetro de las paletas: 2.23 pies.

de donde:

$$\sqrt{\left\{ \frac{2.62}{2.23} \right\} \left\{ \frac{3.28}{2.23} \right\}} / (3) (3.2) = 0.1369 \text{ pieq}$$

$$P = \frac{10450 \times 0.1369}{550} = 2.6 \text{ H.P.}$$

El motor tendrá una eficiencia de 60%, por lo tanto, la potencia del mismo será 4.33 H.P. Dado que se carga el tanque con brea fundida y no con solución de 400 gramos por litro, y como la brea fundida tiene una densidad mayor y una viscosidad de 39.125 centipoises a 78°C y no de 68 centipoises, el motor del agitador debe de tener

una potencia mayor y por lo tanto, se aumentará a 7,5 H.P. en vez de 5 H.P.

Además del motor se tendrá una palanca de velocidades, por así llamarse, para poder cambiar la velocidad del agitador; también la flecha del motor a la flecha del agitador estará montada en sus respectivas cámaras y su transmisión. El tanque estará cubierto por una tapa, la cual será fija al tanque en su mitad y la otra mitad se podrá levantar para ver la operación.

La descarga del tanque será por la parte inferior por medio de un tubo de dos pulgadas de diámetro, así como una llave de compuerta, y antes de entrar al primer tanque almacenador tendrá un filtro trampa compuesto de varias mallas con el objeto de retener las impurezas que pudiera llevar la solución de brea.

Además de este tanque, se tendrán dos más colocados en la parte superior de éste, para que la descarga sea por gravedad; uno de ellos tendrá una capacidad de 147 litros o más, en el cual se hará la solución de caseína con agua y después se calentará el agua para efectuar la disolución de la brea. En el otro tanque, que puede ser de acero inoxidable y con una capacidad de 24 litros, se diluye la brea. Ambos tanques tendrán una entrada de vapor, la cual se toma directamente de la tubería general de vapor, y con tal se serán de 1/2 de pulgada y tendrán además llaves de cierre de 1/2 de pulgada para abrir y cerrar el -

vapor; la descarga será por la parte inferior y por medio de un tubo de 1/2 pulgada, con sus llaves respectivas de 1/2 pulgada también, así como los coes y accesorios necesarios. La longitud será de 1.50 m. y 1.20 m. respectivamente; esta varía según las necesidades e instalaciones de la planta.

El tanque tendrá también su entrada y salida de vapor. La entrada será por medio de un tubo de 1/4 de pulgada y su válvula respectiva, y a la salida tendrá una trampa de vapor de 100 libras de agua por hora.

Cálculo del tanque que recibe la solución de - - - - -
 urea de 40 gr. por litro. - El diámetro de este tanque será de 1.5 m. y la longitud de 2.1 m.; se dieron estas dimensiones para que el tanque tenga una capacidad varias veces mayor a la del tanque donde se efectúa la dilución de brea, caseína y casea.

El tanque constará de un serpentín para mantener la temperatura constante entre 50°C y 60°C. La alimentación será también por medio de una tubería de 1/4 de pulgada y estará accionada por medio de una válvula mecánica, de modo que según sea la temperatura del líquido, deje entrar o no más vapor. Igualmente a la salida del tubo, de hierro galvanizado, se tendrá una trampa de vapor también de 100 libras de agua por hora; el serpentín constará de tres vueltas. El punto de vapor es mínimo, ya que la solución se encuentra en un principio a 70°C y es

este tanque el máximo de temperatura es únicamente de - - 60°C, por lo que el consumo de vapor es muy poco.

El tanque constará también de un agitador del - tipo hélice marina de tres espas, con un paso igual a dos veces el diámetro del rolete.

Para calcular la potencia del motor, busquemos - primero el Reynolds:

$$Re = \frac{n D^2 \rho}{\mu}$$

en donde n es revoluciones por segundo: 15

D = diámetro de las paletas: 0.656 pies

ρ = densidad: 81 libras por pie

μ = viscosidad: 0.0456 libras por pie segundo.

$$Re = \frac{15 \times (0.656)^2 \times 81}{0.0456} = 11,500$$

El valor de ϕ en gráfica es igual a 0.9

Substituyendo este valor en la ecuación:

$$p = \frac{\phi \rho n^3 D^5}{g_c}$$

p = potencia en pies-libras por segundo.

ρ = densidad: 81 libras por pie cúbico.

n = revoluciones por segundo: 15

D = diámetro de las paletas: 0.656 pies.

g_c = factor de conversión fuerza masa: 32.2 pies por segundo cuadrado.

Substituyendo:

$$P = \frac{0.9 \times 81 \times 15^3 \times 0.526^2}{37.2} = 93.6 \text{ pies-libras por segundo.}$$

Introduciendo los factores de corrección:

$$\frac{D_2}{D_1} = 3 \quad \text{y} \quad \frac{D_2}{D_1} = 3.6 \text{ valores obtenidos en las tablas.}$$

D_2 = diámetro del tambor: 4.25 pies

D_1 = diámetro de las poleas o sepes: 0.566 pies

l = longitud del tambor: 5.9 pies

Aplicando la ecuación:

$$\left(\frac{D_2}{D_1} \right) \left(\frac{l}{D_1} \right) \text{ tablas} \left(\frac{D_2}{D_1} \right) \left(\frac{D_2}{D_1} \right) \text{ eficiencia}$$

Substituyendo:

$$\left(\frac{4.25}{0.566} \right) \left(\frac{5.9}{0.566} \right) (1) (1.4) = 2.99 \text{ pies}$$

Finalmente calculamos la potencia:

$$P = \frac{11.6 \times 2.99}{3.75} = 9.44 \text{ H.P.}$$

El motor tendrá una eficiencia del 60%, por lo tanto, se colocará un motor de 9.75 H.P.

El tanque final de almacenamiento también llevará un agitador de 1 H.P.; en este agitador la potencia es mayor, ya que las aspas son un poco mayores, dada la capacidad del tanque que es de 40,000 litros, aunque la viscosidad y la densidad del líquido es menor que en caso anterior.

Viscosidad = 37.86 centipoises.

Densidad: 62.5 libras por pie cúbico.

Calculamos ahora las caídas de presión que hay durante el transcurso del líquido del primer tanque al tanque final de alimentación, así como las diluciones necesarias.

Se vió prácticamente en el laboratorio que la relación de flujos de agua fría a agua caliente es de 2.7 para efectuar la dilución de la solución que sale a 400 gramos por litro y se tiene que llevar a 40 gramos por litro.

Por un balance de masa en litros

$$40,000 \times 40 = 400 \times C_1,$$

$$C_1 = 4,000 \text{ litros de solución por 8 horas}$$

$$C_1 = 500 \text{ litros por hora}$$

$$C_1 = \frac{500}{1.3} \quad \text{densidad} = 385 \text{ kilos por hora}$$

Para encontrar la cantidad de agua caliente y agua fría, aplicamos:

$$\frac{C_1}{C_2} \quad \begin{array}{l} \text{flujo agua fría} \\ \text{flujo agua caliente} \end{array}$$

$$\frac{W_3}{W_2} = 2.7$$

$$W_2 + W_3 = 5,000 - 385 = 4,615 \text{ kilos o litros por hora.}$$

Resolviendo:

$$W_2 = \frac{4615}{3.7} = 1,250 \text{ litros por hora}$$

$$W_3 = 4,615 - 1,250 = 3,365 \text{ litros por hora}$$

El diámetro más económico para el mayor gasto es de 1 pulgada.

La longitud del tubo de 1 pulgada del tanque de 400 gramos por litro, a la entrada del agua caliente, con la que se efectúa parte de la dilución, es de 10.06 metros, o sean 32 pies; además hay que sumarle a este dato las longitudes equivalentes siguientes:

$$4 \text{ codos de } 90^\circ = 11.2 \text{ pies}$$

$$2 \text{ niples} = 2.4 \text{ "}$$

$$5 \text{ coples} = \underline{9.0 \text{ "}}$$

$$22.6 \text{ pies}$$

$$22.6 \quad 32 = 54.6 \text{ pies, que es la longitud equivalente real.}$$

Calculamos la caída de presión en esta longitud.

Área transversal del tubo

$$a = \frac{0.785 \times 1.1}{12} = 0.072 \text{ pies cuadrados}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Gasto}}{\text{Área}}$$

0.353 factor de conversión de litros a pies cúbicos por segundo.

$$v = \frac{500 \times 0.0151}{3600 \times 0.078} = 0.068 \text{ pies por segundo}$$

Encontramos ahora el Reynolds:

$$Re = \frac{D v \rho}{\mu}$$

D = diámetro de tubo = 1.049 pulgadas

v = velocidad = 0.068 pies por segundo

ρ = densidad = 1.3×62.3 = 81 libras por pie cúbico

μ = viscosidad: 68 centipoises

$$\text{aplicando } Re = \frac{1.049 \times 0.068 \times 81}{12 \times 68 \times 0.00067} = 11.68$$

Encontramos el factor de fricción; para ésto aplicamos:

$$"f" = \frac{64}{Re}$$

$$"f" = \frac{64}{11.68} = 5.48$$

Para la caída de presión aplicamos:

$$\Delta P_1 = \frac{"f" \rho v^2 L}{2 gc D}$$

L = longitud equivalente en pies: 54.4

D = diámetro del tubo: 1.049 pulgadas

ΔP_1 = caída de presión en libras por pie cuadrado.

"f" = factor de fricción: 5.48

ρ = densidad: 81 libras por pie cúbico.

$$\Delta P_1 = \frac{5.48 \times 81 \times (0.068)^2 \times 54.4 \times 12}{64.4 \times 1.049} = 19.85 \text{ libras per pie cuadrado.}$$

Calculamos ahora la caída de presión entre las secciones donde el líquido va diluido con agua caliente, hasta donde el líquido recibe el agua fría para completar la dilución.

La longitud del tubo es de 2.25 metros, o sean 7.4 pies; a esta longitud hay que sumarle además la longitud equivalente de dos entradas T de 1 pulgada cada una y su valor es de 1.8 pies cada una. Por lo tanto, la longitud final será de 11 pies.

La densidad del líquido es de 1.18, valor encontrado en el laboratorio; densidad = $62.3 \times 1.18 = 73.5$ libras por pie cúbico.

$$\text{La velocidad} = \frac{\text{Gasto}}{\text{área}}$$

$$v = \frac{1750 \times 0.0353}{3600 \times 0.72} = 0.238 \text{ pies por segundo.}$$

ΔP_2 = caída de presión en libras por pie cuadrado.

$$\Delta P_2 = \frac{32 \mu v L}{gc D^2}$$

μ = viscosidad: 39.8 centipoises, dato de laboratorio de la dilución a 50°C.

Substituyendo los valores:

$$\Delta P_2 = \frac{32 \times 39.8 \times 0.00067 \times 0.238 \times 11 \times 144}{32.2 \times 1.1} = 8.8 \text{ libras por pie cuadrado.}$$

Calculamos la caída de presión del punto 3 o sea donde el líquido recibe el agua fría hasta la entrada del tanque de almacenamiento final.

La densidad del líquido es de 65 libras por pie cúbico; el dato entrado en el laboratorio fué de 1.05.

La velocidad es:

$$v = \frac{\text{Gasto}}{\text{Área}} = \frac{5065 \times 0.153}{3600 \times 0.072} = 0.73 \text{ pies por segundo.}$$

$$Re = \frac{D v \rho}{\mu} = \frac{1.049 \times 0.73 \times 65}{12 \times 33 \times 0.00067} = 187.66$$

μ = viscosidad: 33 centipoises, dato de laboratorio.

$$r^* = \frac{64}{Re} = \frac{64}{187.66} = 0.341$$

Caída de presión: ΔP_3

$$\Delta P_3 = \frac{r^* \rho v^2 L}{2gc D}$$

$$\Delta P_3 = \frac{0.341 \times 65 \times (0.73)^2 \times 14.8 \times 12}{64.4 \times 1.049} = 31.05 \text{ libras por pie cuadrado.}$$

La longitud del tubo es de 12 pies, pero hay que sumarle 2.8 pies que es la longitud equivalente de 1 codo de 90°; por lo tanto, la longitud final es de 14.8 pies.

La caída de presión ΔP_4 es la altura que hay del nivel donde se alimenta la bomba a la descarga, y es igual a 10.2 pies, por lo tanto,

$$\Delta P_4 = 10.2 \times 1.3 \times 62.3 = 826.10 \text{ libras por pie cuadrado.}$$

La caída de presión final será:

$$\Delta P_T = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4$$

Substituyendo:

$$P_T = 19.85 + 8.8 + 31.05 + 826.10$$

$$P_T = 885.80 \text{ libras por pie cuadrado.}$$

A esta caída de presión hay que aumentarle la -- caída de presión que hay en el medidor de flujo, así como la de las válvulas que están accionadas por el desifica-- dor automático que nos controla la cantidad de agua en-- liente y agua fría. La casa que proporciona estos apara-- tos dé una caída de presión para todo el equipo automáti-- co del 5% de la caída total de presión, por lo que la caí-- da total final de presión es de 932.1 libras por pie cua-- drado.

La caída de presión es muy baja, por lo que la potencia del motor que acciona la bomba será de 1 H.P.; -- las potencias de los motores que nos suministran el agua caliente y fría para efectuar la dilución hasta 40 gramos por litro, serán de 0.5 H.P. respectivamente. La poten-- cia del motor que suministra la solución de 40 gramos por litro a planta será de 1 H.P. en este caso, ya que la -- planta de brea se encuentra cerca de las pilas holandesas, que es donde se efectúa la adición de brea a la pasta ya preparada.

Según sea la cantidad de brea de 400 gramos por litro que se bombeo, así será la cantidad de agua fría y

caliente que alimenta las bombas; para ésto se tiene un medidor de flujo, el cual, según sea la cantidad marcada en el registro, acciona un desactivador automático y éste a su vez abre o cierra las válvulas de agua fría o caliente. También en esta operación el agua caliente y fría -- fluirá por una tubería de 1 pulgada de diámetro y además existirá una línea de flujo para la recirculación del -- agua que no sea necesaria en la dilución. Dicha línea de flujo tendrá una válvula de globo de 1 pulgada de diámetro, la cual actúa como válvula de alivio. Se incluye en esta línea de recirculación para en caso de que no se use -- toda el agua fría o caliente no cause perjuicios a la operación, y también con el objeto de que no se force la bomba y el motor.

Toda la tubería en la que se efectúa la dilución tiene su sistema de lavado, para el cual se añade al fin de la tubería una T y una válvula por la que saldrá -- el agua de lavado; la entrada de esa agua puede ser en el tanque que tiene solución de 400 gramos por litro y de -- este modo se lava dicho tanque, la bomba y toda la línea. La operación de lavado puede ser también en un principio con agua caliente y luego con agua fría; la válvula adicional que se pondría, así como la T, sería igualmente de 1 pulgada de diámetro; únicamente hay que tener la precaución de tener esa válvula cerrada cuando no se efectúe la operación de lavado.

El tanque de almacenamiento de brea Bencid de 40 gramo por litro será cilíndrico y estará colocado horizontalmente. Sus dimensiones serán: Diámetro 1.50 m. y altura 6.10 m.; el volumen será de 12,066 litros, lo que nos da un margen aún cuando esté lleno a 40,000 litros, - en caso de que en el día anterior no se hubiera consumido el volumen total de brea preparada. El grueso de la lámina que se usará en todos los tanques será de 1/4 de pulgada y será lámina galvanizada. Únicamente en el fundidor el grueso de la lámina será de 1/16 de pulgada, siendo también lámina galvanizada. El tanque de agua fría tendrá un diámetro de 1.20 m. y 5.60 m. de altura, teniendo un volumen de 29,312 litros. El de agua caliente tendrá un diámetro de 1.20 m. y 3.40 m. de altura, con un volumen de 19,368 litros.

PROCEDIMIENTO NORMAL PARA LA PREPARACION
DE LA CELA C BREA BENCID.

Ante todo, se debe tener cuidado de que todas las válvulas estén bien cerradas y sus empaques en condiciones de trabajo, así como todo el equipo en general.

Se asegura que el fundidor esté completamente seco y se abre la válvula del vapor que alimenta al serpentín.

Se añade la brea al fundidor, procurando que ésta no sea en trozos muy grandes sino más bien pequeños, -

se anota la hora y se abre la llave de vapor al tanque en el cual se va a calentar el agua para la dilución.

En el recipiente de acero inoxidable se disuelven 3 Kg. de sosa cáustica de 96-99% en 6 litros de agua caliente y se deja reposar la solución. En el recipiente metálico, o sea el otro tanque pequeño, se calientan 20 litros de agua con vapor directo. Cuando está hirviendo, se para el vapor y se agregan 4 Kilos de caseína y 450 grs más de sosa cáustica y se agita hasta que la caseína se disuelve completamente. Esta solución se diluye hasta 60 litros y en el momento de usarse debe tener una temperatura de 50°C.

Una vez que está completamente suspendida la brea, se descarga al tanque, en donde se efectúa la mezcla de sosa cáustica, brea y caseína y se pone al agitador a baja velocidad, 60 r.p.m. hasta que la brea alcanza el límite crítico para 200 kilos. Una vez alcanzado el límite se pone el agitador a alta velocidad, 300 r.p.m. y en seguida se añade la solución de sosa cáustica muy despacio (esta operación debe hacerse en 5 minutos más o menos). Después se abre la válvula del recipiente de la caseína, teniendo la precaución que la solución caiga en la flecha del agitador para que con el movimiento se obtenga una mezcla perfecta. La temperatura debe ser 60°C más o menos. Cuando se observa que no se forman más grumos, puede retirarse la solución de caseína más rápidamente.

Ahora se diluye la masa con 240 litros de agua. Primero se calientan 120 litros a 50°C en el recipiente - medidor (el mismo en que se efectúa la solución de caseína) y se comienzan a añadir en forma lenta, procurando -- que el chorro vaya a las paredes del tanque y no al cen-- tro, ya que el líquido presenta una superficie convexa y así no se mezcla en la masa.

Mientras más agua se agregue a la masa de esta manera precavida, mejor saldrá la dispersión. En el labo-- ratorio se vió prácticamente que con un mínimo de 50 li-- tros se logra la dispersión. En caso de que la mezcla es-- té muy líquida, se puede poner el agitador a baja veloci-- dad. Los 120 litros restantes del agua se pueden añadir rápidamente, pero procurando guardar algo de agua para la-- var el tanque cuando éste se descarga.

Se descarga la solución al primer tanque de al-- macenamiento 400 gramos por litro y de ahí se bombea y se efectúa la dilución hasta 40 gramos por litro.

Una vez que el tanque final de almacenamiento - está hasta su volumen máximo, se lava todo el equipo y se deja en condiciones de trabajo para la siguiente opera-- ción.

Todo el condensado que sale de las trampas pue-- de ser recolectado en un tanque y de ahí mandarlo a la -- caldera nuevamente; ésto depende de la fábrica que insta-- le el equipo, del costo y de la falta de agua que exista en el

V.- BALANCE ECONOMICO.

Siendo el objeto de la presente tesis el estudio de un proceso para la manufactura de la cola o brea - Boveit y teniendo definido el proceso a seguir por su experimentación en laboratorio, así como el cálculo del - - equipo elemental necesario utilizado en una supuesta planta para la elaboración de este producto, se creyó conveniente adicionar un estudio preliminar de costos, con el objeto de conocer y evaluar, aunque en forma somera, las principales reglas o factores que intervienen en la - inversión requerida, así como el costo aproximado al que resultaría el producto, sobre las bases de producción consideradas.

BASES CONSIDERADAS.

Capacidad.- La producción de la planta se fijó en 40,000 litros de solución de 40 gramos por litro. Suponiendo que la planta trabajase 25 días al mes, en un - - solo turno de 8 horas, daría una producción mensual de - - 1,000,000 de litros o sean 12,000,000 de litros de solución anuales. Esta capacidad fué tomada de acuerdo con -

los datos estadísticos de brea gastada por la fábrica de papel en la que se efectuó dicho estudio.

Equipo.- El análisis de costos de equipo que se presenta está basado parte en cotizaciones específicas y parte en datos obtenidos en literatura especializada.

Localización.- Esta planta se encuentra adjunta a otra planta dedicada a la manufactura de papel, pudiéndosele proporcionar de ésta última, servicios generales, tales como agua, vapor, fuerza eléctrica, etc.

Con el objeto de facilitar la estimación de los renglones que integran los costos, se supone que las dos plantas se encuentran localizadas en una zona industrial del Distrito Federal.

Precio de Materias Primas.- Las materias primas básicas para el proceso son: la brea, caseína y la sosa cáustica.

El precio de la brea es de: \$ 1,850.00 tonelada

El precio de la caseína es: \$ 8.60 kilo

El precio de la sosa cáustica es: \$ 2.10 kilo, de 98% de pureza.

Amortización.- Para los fines de este estudio, se consideró la amortización como función lineal del tiempo. Se tomaron 10 años para el equipo y 20 años para el capital correspondiente a edificios.

Intereses.- Se considera el 12% del capital total de inversión para el pago de intereses, cuponiendo -

que la inversión requerida fuese proporcionada en parte -- por alguna institución de crédito. En el caso de que el capital fuese propiedad de la empresa, este renglón sería ganancia.

Impuestos. -- No se incluirán en este estudio; -- sin embargo, para dar una idea acerca del gravamen que -- causa esta industria.

a) **FEDERALES:**

1. Impuesto sobre la renta.
2. Impuesto sobre Utilidades Excedentes.
3. Impuesto sobre Utilidades Distribuibles.
4. Impuesto Federal de Ingresos Mercantiles.

Estos impuestos pueden suprimirse en este caso ya que la planta depende de una fábrica de papel y no tendrá ninguna utilidad efectiva, ni tampoco ingresos mercantiles; en caso de que esta industria sea independiente de la fábrica de papel, tendrá que pagar estos impuestos.

b) **IMPUESTOS LOCALES:**

1. Impuesto Predial: varía según la ubicación de la planta.
2. Derechos sobre aguas: se pagará a razón de \$ 0.20 el metro cúbico usado, pudiendo variar este impuesto si la fábrica -- cuenta con pozo y dependiendo de la profundidad de éste y la cantidad de agua -- extraída.

Mantenimiento.— Los cargos de mantenimiento se consideran semejantes a los que se gravan este tipo de industrias: 1% del capital invertido en inmuebles y 3% del costo del equipo.

Consumo de Vapor.— El vapor necesario en el calentamiento se utilizará en el tanque fundidor, en el tanque donde se efectúa la emulsión, en el tanque de almacenamiento de brea de 400 granes por litro y para calentar el agua con la que se efectúa la dilución, así como en los tanques en donde se efectúan las soluciones de caseína y caseína cáustica.

Suponiendo que todo el equipo esté trabajando al máximo y al mismo tiempo, se calculará la cantidad de vapor usado de 50 libras por pulgada cuadrada, manométricas en todos los casos.

La cantidad de calor que se suministrará será:

Tanque fundidor de brea.	120,000 B.T.U./hora
Tanque de emulsiónamiento.	35,000 B.T.U./hora
Tanque de almacenamiento 400 gr/lt.. . . .	57,000 B.T.U./hora
Tanque para calentar el agua	23,000 B.T.U./hora
Considerando un 10% de aumento por pérdidas de radiación:	
Total: 145,500 B.T.U./hora.	

Como el contenido de calor del vapor de 50 libras (64.7 libras por pulgada cuadrada absoluta) es igual a 1,179 B.T.U. por libra, la cantidad de vapor necesaria será de:

$$\frac{148,500}{1,179} = 127 \text{ libras per hora}$$

Suponiendo que el vapor se vende de la planta adyacente a razón de \$ 10.00 por cada 1,000 libras, el costo diario por concepto del mismo será de \$ 10.16 y el costo mensual de 25 días de trabajo será de \$ 254.00.

Consumo de Energía Eléctrica.-

Para calcular este consumo consideramos que todo el equipo se encuentra trabajando.

El equipo que consume energía eléctrica es:

Un motor que mueve el agitador en el tanque de emulsificación y es de 7.5 HP.

Un motor que mueve el agitador que se encuentra en el tanque de almacenamiento de brea de 400 gramos por litro y es de 0.75 HP., y otro motor más en el tanque final de almacenamiento para el agitador y su potencia es de 1 HP.

Dos bombas para el agua caliente y fría respectivamente y la potencia es de 0.5 HP. cada una.

Dos bombas de 1 HP. respectivamente para el bombeo de las soluciones de 400 gramos por litro y de 40 gramos por litro.

La potencia total del equipo es de 12.25 HP.; - para convertir ésto a Full-vatio-hora se multiplica por 0.746, pero para darle una mayor eficiencia hacemos 1 HP. = 1KW-hora, o sea que finalmente tendremos 12.25 Kw. hora.

A este dato hay que sumarle el consumo de energía eléctrica de los controles automáticos y de la iluminación del local; el dato final es de 15 Kw-hora por día de trabajo.

El consumo por 25 días de trabajo es de: 575 Kw-hora

El precio del Kw-hora se considera a \$ 0.20, -- siendo por lo tanto el costo mensual igual a \$ 115.00.

Supervisión y Mano de Obra. -- La planta está calculada para que trabaje un solo empleado durante el turno de 8 horas, trabajándose la planta durante 25 días al mes, con un salario de \$ 550.00 mensuales.

No se incluyen en este renglón salarios de empleados, mecánicos e Ingenieros Químicos, ya que la planta cuenta con este personal. En caso de que la planta se quiera montar independientemente y vender el producto a las fábricas de papel, habrá que considerar los casos anteriores y su salario respectivo.

Costo Específico del Equipo. --

Equipo de Proceso:

- | | |
|--|--------------|
| a) Un tanque para almacenar la solución de brea de 40 gramos por litro, construido de lámina y en forma cilíndrica, con capacidad de 40,000 litros.. | \$ 11,500.00 |
| b) Tanque para agua fría para efectuar la dilución, de lámina, forma cilíndrica y con una capacidad de 25,000 litros. | " 7,800.00 |

c) Tanque para agua caliente para efectuar la dilución, de lámina, forma cilíndrica y con una capacidad de 15,000 lts...	3	5,200.00
d) Tanque para almacenar la solución de -- 400 gr. por litro, construido de lámina y en forma cilíndrica, con capacidad de 12,100 litros.	"	4,800.00
e) Tanque donde se efectúa la emulsión, -- construido también de lámina y con chaqueta de vapor.	"	2,300.00
f) Tanque para la dilución de sosa cáustica y de caseína	"	1,550.00
g) Tanque fundidor construido en lámina. .	"	1,840.00
h) Aislación del tanque fundidor	"	650.00
i) Tubo de cobre para el serpentín, incluyendo sus accesorios, como nipples y válvulas.	"	1,567.00
j) Válvulas empleadas en los tanques de solución de caseína y sosa, así como la -- de lavado del sistema.	"	458.00
k) Tubería de 1 pulgada necesaria en la -- operación, igual a 20 metros, así como codos, nipples, etc.	"	541.00
l) Agitador de paletas construido por una maquinaria Excelsior y su motor de 7.5 H.P. para el tanque de emulsión.	"	10,500.00

m) Dos agitadores para los tanques de almacenamiento, de 1 HP. y 0.75 HP. respectivamente.	\$ 8,680.00
n) Dos bombas marca Worthington, tipo all bronze, acopladas a motores de 0.5 HP. respectivamente, para el bombeo de agua fría y caliente.	" 5,036.00
o) Dos bombas marca Worthington para el manejo de las soluciones de brea	" 6,750.00
p) Filtros de vapor, de dos pulgadas	" 420.00
q) Trampas de vapor marca Wright Austin, con asientos de acero inoxidable, para un consumo de 150 libras de condensado por hora.	" 247.00
r) Reguladores de presión y temperatura -- marca Keckley, tipo Tps, con conexión de dos pulgadas.	" 4,680.00
s) Dos reguladores de temperatura para el tanque de agua caliente, solución de brea a 400 gr. y tanque de emulsión, -- marca Parbow.	" 4,044.00
t) Equipo para el densificador automático, así como medidor de flujo, marca Foxboro, Mod. R2-2KLP-110	" <u>6,725.00</u>
Total por equipo de proceso.	\$ <u>85,288.00</u>

ESTIMACION DEL CAPITAL DE INVERSION.

a) Edificio, superficie construida 100 m2. a razón de \$ 500.00 el m2.	\$ 50,000.00
b) Maquinaria y equipo.	" 85,288.00
c) Instalación (supervisión y mano de obra 15% del costo del equipo)	" 12,794.00
d) Imprevistos (5% costo del equipo) . . .	" <u>4,265.00</u>
	<u>\$ 152,347.00</u>

CAPITAL DE TRABAJO.

1.- Efectivos:

Un mes de nómina.	\$ 550.00
Imprevistos.	1,500.00
Electricidad, agua, vapor, etc., per mes.	569.00

2.- Reserva Materia Prima:

Brea, 4 veces la cantidad diaria	11,840.00
Cafeína.	137.00
Base cáustica.	<u>31.60</u>
Total Capital de Trabajo	<u>\$ 14,629.60</u>
Capital Total Requerido.	<u>\$ 166,976.60</u>

COSTO MENSUAL DE PRODUCCION.

BASES:

Producción diaria: 40,000 litros de solución de brea

de 40 gramos por litro.

Resumen: 1,000,000 litros de solución.

<u>I.- Materiales directos:</u>		
a) Materia prima necesaria		\$ 74,515.00
b) Electrificación	*	115.00
c) Trazo	*	254.00
<u>II.- Mano de obra directa:</u>		
a) De planta	*	580.00
<u>III.- Materiales indirectos:</u>		
Herramientas y accesorios, 0.5% anual		
del costo del equipo	*	72.00
<u>IV.- Gastos generales:</u>		
Agua, limpieza, etc.	*	100.00
<u>V.- Mantenimiento:</u>		
Corriente y edificio	*	40.00
Equipo e instalación	*	200.00
<u>VI.- Cargas fijas generales:</u>		
Depreciación del equipo	*	650.00
Depreciación del edificio	*	<u>1,000.00</u>
Total gastos por nos.		\$ 77,996.00

Producción mensual: 1,000,000 litros.

Costo por litro: 0.06 de solución de 40 gramos por litro.

La empresa tiene que pagar también la cuota al Seguro Social y Prevención Social.

En caso de que el capital sea prestado, habrá que aumentar en el costo mensual el % de intereses que -
se litro que pagar

VI.- CONCLUSIONS.

Se seleccionó el método de brea Dewoid, por ser el procedimiento en el que se tiene el mayor porcentaje de resina libre (45%), ya que los otros métodos existentes actualmente no dejan la solución con tanta resina libre; el que más deja es la brea totalmente saponificada y es únicamente el 6%.

Al usar solución de brea saponificada, es mayor la cantidad de sulfato de aluminio usado en la máquina de papel para la precipitación de la brea en el papel.

Además, se obtiene economía en el espacio que ocupa la planta, así como en el trabajo, ya que sólo la opera un individuo. También existe una economía en vapor, ya que la cantidad que se usa en este método es muy poca. La inversión inicial para la compra e instalación del equipo es muy baja y se tiene también economía en el tiempo de trabajo, ya que la planta únicamente trabaja 8 horas diarias.

Si se compra otro producto se tiene el inconveniente de que hay que diluirlo y esto causa una pérdida de tiempo y una inversión, por los depósitos que se deben

dejar para los envases. Generalmente son tanques de 200 kilos cada uno, de acero, por lo que la compañía que los vende exige depósito efectivo por los mismos.

La planta tomada en este estudio, como ya se ha indicado, se calculó para las necesidades de una fábrica de papel con gran producción de papel fino, por lo que se consideró que sí es conveniente el montaje de dicha planta.

No se efectuó un balance para el caso en que se vendiera este producto a otra fábrica, ya que la misma - planta lo consumirá. En caso de que se vendiera el producto a otra planta, se podría saber la ganancia que tuviera la planta.

Se procedió al cálculo del equipo para una - - planta de capacidad de 40,000 litros de solución de 40 - - gramos por litro, que es la cantidad que consume diariamente la planta de papel. En caso de que dicha fábrica - aumentara su producción, se podría trabajar la planta - - otro turno y así duplicaría entonces la producción.

Se realizó un análisis preliminar de costos, con lo cual se determinó que el capital fijo requerido es de \$ 152,347.00 y el capital de trabajo asciente a la cantidad de \$ 14,629.60, para las condiciones de operación fijadas.

BIBLIOGRAFIA.

- Edición "L'Industrie Papetiere" x Paris.
- "Manual du Chemestri Papetier" de Henry P. Stevens.
- "Traite Practique de la Fabrication du papier" de Hoffmann Carl.
- "Le Collage Vegetal et La Nature du Papier" Capicomout.
- "Collage des Pates a Papier" de R. Leiber.
- "Manual del Fabricante del Papel" de T. Costa Coll.
- "Tecknik und Praxis der Paper Fabrikation" de Hauser and Oppermann.
- "Operaciones Unitarias" de Brown G. C.
- Pleser y Pleser - "Química Orgánica"
- "Process Heat Transfer" - Kern D. Q.
- "Chemical Engineers' Handbook" - Perry J. H.
- "Applied Heat Transmission" - Stoever H. J.
- "Chemical Engineering Cost" - Zimmerman O.O. y Lavine.
- "Data and Methods for Cost Estimation" - Chemical Engineering Sep. 1948.