

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

Discusión y Selección del Equipo en el
Anteproyecto de un Reactor para la
Obtención de Resinas Sintéticas Empleadas
en la Fabricación de Pinturas y Tintas.

T E S I S
FELIPE PARRILLA CORZAS

MEXICO, D. F.
1 0 0 0



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

U N I V E R S I D A D I B E R O A M E R I C A N A
I N C O R P O R A D A A L A U. N. A. M.
E S C U E L A D E C I E N C I A S Q U I M I C A S

Discusión y Selección del Equipo en el
Anteproyecto de un Reactor para la
Obtención de Resinas Sintéticas Empleadas
en la Fabricación de Pinturas y Tintas.

T E S I S
Q U E P A R A O B T E N E R
E L T I T U L O D E
I N G E N I E R O Q U I M I C O
P R E S E N T A
F E L I P E P A R R I L L A C O R Z A S

M E X I C O , D . F .
1 9 6 5

A mis padres

cuyo ejemplo de laboriosidad
y sacrificio me han ayudado
a no defraudar sus ilusiones

A mi esposa e hijos

A mis hermanos

A la memoria de Emma

A mis maestros, compañeros y amigos

Agradezco a
Interchemical de México, S. A. C. V.
la cooperación brindada
para la realización de este trabajo

INTRODUCCION

INTRODUCCION.

En los últimos años el uso de las resinas sintéticas se ha visto aumentado ya que prácticamente en todos los campos de la industria se encuentran aplicaciones para este tipo de compuestos, v. gr. pegamentos (resinas epóxicas) aislamientos (resinas y barnices fenólicos) acabados para muebles (resinas poliéster) pinturas automotivas (resinas acrílicas) pinturas industriales (resinas clóricas) y una gran variedad de productos más.

En el año de 1963, más del 50% del consumo de resinas fueron fabricadas en el país y se espera que en pocos años sea factible satisfacer integralmente la demanda nacional.

Actualmente la obtención de este tipo de compuestos es, debido a su especialización, más compleja y variada, requiriendo el uso de equipo especializado ya que en la fabricación de resinas sintéticas se emplea una gran variedad de materia prima que como es natural difiere en sus propiedades químicas y físicas.

El presente trabajo tratará en una forma generalizada los tipos más comunes de estos compuestos, formas y métodos de fabricación, discusión de los sistemas de calentamiento, material adecuado para la construcción del equipo necesario, partes de que consta y cálculo del mismo.

GENERALIDADES

GENERALIDADES.

Las resinas sintéticas están formadas por una serie ó conjunto de monómeros de un compuesto dado, razón por la que se les conoce también con el nombre de polímeros.

Este tipo de compuestos han sido desarrollados para tratar de substituir y ó mejorar los productos naturales, ya que el uso de estos se encuentra limitado principalmente por la "producción" ó adquisición pues algunas de las resinas naturales son productos fosilizados u.gr. Congo, Batú, Elemi, Kauri, Damar, otros son productos de exudación vegetal ó animal u.gr. brea vegetal y goma laca respectivamente.

Algunos de estos productos tienen usos determinados u.gr. soluciones de goma Kauri para la determinación del K.B. de los disolventes y algunos otros productos no han sido igualados ó mejorados, tales como el Congo y la Goma Laca los que se tratan química y físicamente para mejorar sus propiedades (destilación y blanqueo respectivamente) y otros mas se emplean para la obtención de productos con mejores características u.gr. tratamiento de brea natural con anh. maleico para la obtención de resinas maleicas etc.

A continuación se tiene una lista con las resinas más comunes, sus métodos de obtención y temperaturas de fabricación.

Resinas provenientes de la modificación de brea natural.

Estas resinas, que se conocen también con el nombre genérico de resinas duras, se obtienen haciendo reaccionar la resina natural (brea) con el ó los agentes modificantes, entre estos se encuentran los agtes, Anh Maleico, Acido Fumárico, Pentaeritritol, Anh. Ftálico, Glicerol, Calcio y Zinc etc. y se conocen con el nombre del agente modificante, es decir resinas maleicas, fumáricas penta etc. La obtención de este tipo de productos puede hacerse en reactores de tipo abierto y cerrado ya que se obtienen por el método de fusión y la temperatura de fabricación varía alrededor de 250°C siendo necesaria agitación y gas inerte con objeto de prevenir coloración del producto.

Resinas sintéticas en las que no intervienen productos naturales.

En esta clasificación se encuentran productos que no requieren brea para su obtención y la cantidad de productos es mayor que en el caso anterior ya que frecuentemente se elaboran nuevos productos. A continuación se nombran los polímeros más comunes y algunas de sus variadas aplicaciones.

Resinas Alcédicas.

Provenientes de la reacción entre un ácido ó anhídrido poli-funcional u.gr. anh. ftálico, anh maleico y un polialcohol como glicerol, pentaeritritol etc. y que son modificadas con algún aceite vegetal (aceite de linaza, soya ó los ácidos grasos de estos) Su temperatura de obtención varía de 220 a 250°C. y se fabrican en reactores abiertos y ó cerrados, dependiendo del proceso empleado (proceso con disolvente ó por fusión).

Cuando estos productos se modifican con aceites vegetales es necesario efectuar primero el proceso conocido como alcoholisis y posteriormente efectuar la esterificación con el poliacido. Este proceso de alcoholisis no es necesario si el aceite modificante es

ricino ó si la modificación se hace con el ácido graso del aceite.

La combinación es necesaria ya que el ester no tiene ningún valor comercial. Las resinas alídicas se emplean principalmente para la obtención de barnices en acabados metálicos y como vehículos en pinturas hornearias ó se secan al aire.

Resinas Fenólicas.

Se obtienen al reaccionar a temperaturas que varían de 100 a 150°C (fenol ó sus homólogos C_6H_5 , m , p cresoles) con formaldehído, se conocen con el nombre genérico de baquelitas y pueden ser empleadas para artículos moldeados, para barnices aislantes y en los llamados barnices sanitarios ya que son resistentes a ciertos agentes químicos u.gr. sosa cáustica. Algunas resinas fenólicas se emplean para la obtención de barnices oleoresinosos empleados en la fabricación de tintas para imprenta. Este tipo de productos se obtienen en reactores cerrados debido a la volatilidad de la materia prima empleada en su fabricación.

Resinas Poliester.

Las resinas poliester han alcanzado un gran volumen de fabricación ya que tienen una gran variedad de aplicaciones debido no solo a su gran resistencia química sino también a una excelente resistencia mecánica a la abrasión, fuego etc. y comunican a las superficies en que se aplican un excelente brillo. En ocasiones estos productos se emplean alternativamente para la obtención de ciertos artículos como botones, partes automotrices etc. y convenientemente reforzados se usan para la fabricación de laminas resistentes, carrocerías automotrices, en una gran variedad de artículos. Estos productos se obtienen al reaccionar un alcohol y un poliácido ó una anhídrido, u. alcohol propilénico y anh. maleico en presencia de un catalizador como peróxido de benzilo y a temperaturas que varían alrededor de 125°C hasta obtener las características de

seadas. Las resinas poliéster deben ser fabricadas en reactores cerrados debido a la volatilidad de algunos de los reactivos.

Resinas Acrílicas.

Las resinas acrílicas se obtienen haciendo reaccionar monómeros acrílicos a temperaturas que estarán determinadas por el rango de destilación de dichos productos, siendo necesario el empleo de reactores cerrados para su obtención. Con estas resinas se obtienen pinturas con excelentes características de brillo así como láminas transparentes y algunos otros productos.

Resinas de Urea Formaldehído.

Este tipo de resinas se obtienen haciendo reaccionar urea y formaldehído a temperaturas que varían alrededor de 125°C en reactores cerrados, son de color claro y se emplean principalmente para productos textiles y en algunos artículos moldeados.

Resinas Epóxicas.

De amplio uso en la fabricación de adhesivos, pinturas, artículos moldeados y otros, se obtienen haciendo reaccionar Epíclorhidrina y Bisfenol en presencia de un catalizador (generalmente Hidróxido de Sodio) y con diferentes rangos de temperatura.

Las resinas epóxicas se fabrican con varias características que van desde líquidos viscosos hasta sólidos a temperatura ambiente. Esto se debe al grado de polimerización alcanzado y a la proporción de las materias primas empleadas.

Frecuentemente las resinas epóxicas se modifican con ácidos grasos vegetales (principalmente ácido graso de ricino), esta modificación se efectúa a temperaturas que varían alrededor de 250°C . Tanto la obtención de resinas epóxicas como la modificación de estas se hace en reactores cerrados, aunque algunas veces los esteres se obtienen en reactores abiertos pero el producto así obtenido es de

color mas oscuro y con un valor ácido mayor por lo que esta última forma de esterificación no es recomendable.

Emulsiones.

De una gran importancia, la obtención de emulsiones se efectúa en reactores cerrados y a temperaturas que generalmente no exceden 90°C . Se les designa con el nombre del monómero del que provienen u.gr. Emulsión de Estireno Butadieno. Emulsiones Acrílicas etc. Tienen una gran variedad de aplicaciones y se obtienen en reactores cerrados.

Polimerización de aceites.

Todas las fábricas de pinturas y tintas requieren durante el proceso de uno ó más productos, de los llamados "aceites estandarizados" y que son aceites polimerizados a temperaturas que varían alrededor de 300°C y sus características (viscosidad, valor ácido etc) dependen del tiempo de fabricación.

Barnices oleoresinosos.

Se conocen con este nombre algunos barnices que se obtienen por medio de la "disolución" de resinas duras en aceites secantes ó se miscicantes, la temperatura de obtención de estos barnices varía de acuerdo con los reactivos y grados de polimerización que se deseen en el producto y son de 175°C (caso del aceite de china y resinas fenólicas) a 260°C (resinas maleicas y aceite de linaza) Se obtienen por el método de fusión y no es necesario el empleo de reactores cerrados.

Resinatos metálicos.

Los principales son los resinatos de calcio y zinc. Se obtienen haciendo reaccionar los "cloruros de estos metales con brea a temperaturas que varían alrededor de 100°C . En estas reacciones no es necesario el empleo de reactores cerrados ya que se obtienen por el método de fusión.

**METODOS DE CALENTAMIENTO EMPLEADOS
EN REACTORES PARA RESINAS SINTETICAS**

MÉTODOS DE CALENTAMIENTO EMPLEADOS EN REACTORES PARA RESINAS SINTÉTICAS.

Los métodos de calentamiento empleados para esta clase de equipo pueden dividirse en directos e indirectos. A continuación se describen estos, con las ventajas y desventajas de cada uno de ellos y en esta forma seleccionar el método adecuado para el presente trabajo.

Métodos Directos.

a).- Es sin duda el más antiguo y sin embargo aún se usa ampliamente para la obtención de compuestos resinosos y los barnices que de estos se derivan. Esta forma de calentamiento se emplea con bastante frecuencia para obtener muestras de laboratorio ó resinas y barnices en los que el color del producto no es muy importante y los reactivos no son inflamables dentro de lo posible.

Aunque el combustible que se emplea en este tipo de calentamiento depende de la localización de la fábrica, generalmente se usan líquidos los que mezclados con aire se inyectan a una cámara de combustión. El empleo de gas natural como medio de calentamiento presenta grandes ventajas, tales como: mayor poder calorífico, menor cantidad de equipo, limpieza etc sin embargo su uso se encuentra restringido por factores como la instalación del gasoducto ó tanque de almacenamiento.

Cuando el combustible empleado es líquido el equipo necesario es a grandes rasgos el sgte:
Depósito de combustible.

Consiste en un tanque cuya capacidad varfa dependiendo del consumo de combustible, generalmente está colocado en un lugar cercano a los quemadores y debe separarse por medio de una pared con el objeto de prevenir incendios. A la salida de este depósito se instala una bomba con el ffn de alimentar el combustible a la cámara de combustión y el aire necesario para lograr esta se alimenta por una tuberfa paralela a la del combustible y se mezcla con este antes de llegar al hogar.

El hogar debe construirse de material refractario y al empezar las labores es conveniente mantener una alimentación baja de combustible y aire a ffn de calentar gradualmente, logrado lo anterior la mezcla de comburente se alimenta en forma normal hasta alcanzar la temperatura deseada en los productos.

En este tipo de instalaciones es conveniente instalar chimeneas ó extractores de humo a ffn de evitar que este pueda ocasionar incendios. Estos extractores deben colocarse a una distancia adecuada e inmediatamente arriba del reactor.

Puede considerarse que las resinas obtenidas en esta forma son de baja calidad y rendimiento debido a lo sgte:

Zona de calentamiento.

En el calentamiento directo la superficie de transmisión de calor es generalmente pequeña ya que únicamente se aplica en el fondo del reactor, lo que origina que en dicha zona exista un sobrecalentamiento poco deseado debido a que aún con buena agitación, la mezcla de reactivos llega a quemarse, lo que imparte coloración al producto y disminuye el rendimiento.

Desperdicio de materia volátil

El método de calentamiento directo comúnmente se emplea en reactores portátiles, los que generalmente carecen de condensador lo que origina desperdicio de materia volátil u.gr. anh. ftálico

pentaoxitritol que subliman; en esta forma disminuye el rendimiento del producto.

Peligro de incendio.

La instalación de extractores para vapores condensables no elimina totalmente el riesgo de incendio, ya que es frecuente que durante la fabricación de resinas se presente la formación de espuma la que al caer origina incendios.

Dificultad en el control de temperatura.

Debido a la naturaleza del calentamiento el control de temperatura es difícil originando altas y bajas lo que implica riesgos en la fabricación ya que un aumento demasiado brusco puede ocasionar la pérdida total del material.

La principal ventaja de este método de calentamiento estriba en el bajo costo de instalación y prácticamente nulo mantenimiento, así como la rapidez para la obtención de altas temperaturas.

Enfriamiento en reactores portátiles.

Cuando se emplea este método de calentamiento y una vez que se han obtenido las características deseadas en el producto, se procede al enfriamiento del reactor con el fin de evitar una sobrepolitización (gelación) Esta operación se hace retirando el reactor del hogar y enfriando con agua la pared del reactor, usando para este fin espumas ó cualquier otro método.

En ocasiones y cuando por alguna circunstancia se requiere una caída rápida de temperatura se llega a agregar agua dentro del reactor; este recurso se emplea en todos los tipos de reactores y aunque la temperatura baja rápidamente, se producen salpicaduras de material así como la formación de espuma lo que origina pérdida de material y aún quemaduras a los operarios, por lo que solamente en casos de emergencia es recomendable.

b).- Calentamiento con resistencias eléctricas.

Este método de calentamiento se usa poco en la actualidad y consiste en la inmersión de una serie de resistencias en los productos por calentar. Su principal empleo consiste en la polimerización de aceites vegetales.

Presenta grandes desventajas, entre otras la limpieza de las resistencias y sobre todo el alto costo de la energía eléctrica

Métodos de calentamiento Indirectos.

En los métodos de calentamiento indirectos el calor proveniente de la combustión de un fluido ó de la energía eléctrica se transfiere a otro y en esta forma se lleva al proceso ó area donde es necesario.

El fluido transmisor de calor debe satisfacer las sgtes. necesidades:

- 1.- Resistir deterioracion a temperaturas de trabajo.
- 2.- Buenas características de transferencia de calor.
- 3.- Tener baja viscosidad para disminuir la fuerza necesaria para la recirculación
- 4.- No formar depósitos de lodos ó carbón.
- 5.- Tener baja presión de vapor a temperaturas de operación.
- 6.- No sea tóxico.
- 7.- Facilidad de obtención a costo moderado.

A continuación se encuentran los métodos de calentamiento que se emplean con mayor frecuencia.

Calentamiento Eléctrico.

Este tipo de calentamiento se usa principalmente para elevar la temperatura en reactores fijos, tiene una gran aplicación en el laboratorio (uso de canastillas) y en ocasiones se emplea para calentar y hacer más fácil el manejo de aceites y ácidos grasos sólidos a temperatura ambiente y que se emplean en la obtención de resinas sintéticas.

Este tipo de calentamiento se obtiene haciendo pasar una corriente eléctrica a través de una resistencia, generándose en esta forma el calor que se aprovecha en el proceso.

Las resistencias que generalmente se construyen de aleaciones de níquel, se colocan en el interior de una camisa convenientemente aislada, esta cubrirá el reactor y las resistencias deben colocarse a una distancia adecuada a la pared del reactor.

La construcción de dos ó más circuitos de resistencias es recomendable, ya que no siempre se tiene una capacidad de carga completa en el reactor; cuando así sucede bastará con cerrar únicamente el circuito que se encuentre cubierto por la carga, evitando en esta forma que los productos se quemen ocasionando los defectos y problemas que se encuentran en el caso de calentamiento directo.

Usando electricidad el control de temperatura es preciso ya que se han desarrollado una serie de aparatos que aumentan ó disminuyen el paso de corriente eléctrica a medida que se logra la temperatura deseada.

Enfriamiento en reactores calentados eléctricamente.

El enfriamiento en este tipo de equipo se logra por medio de un serpentín por el que circula agua fría, este enfriamiento puede acelerarse circulando aire entre la camisa y la pared del reactor para enfriar las resistencias.

Ventajas de este tipo de calentamiento.

a).- .acilidad de operación.

La operación en este tipo de calentamiento es sumamente sencilla ya que basta con el empleo de apagadores para conectar ó desconectar los circuitos.

Limpieza.

Sumamente limpio ya que no interviene el manejo de materiales
Control de temperaturas.

Explicado anteriormente.

Desventajas.

a).- Calentamiento lento.

Debido a que la conducción de calor se efectúa por radiación a través del aire que rodea a la pared del reactor y posteriormente por conducción a través de dicha pared.

Posibles daños en las resistencias.

A pesar de que las resistencias están hechas de materiales adecuados, en ocasiones se presentan roturas en estas lo que origina discontinuidad en el circuito y por lo tanto poca ó nula generación de calor. Además las resistencias pierden eficiencia paulatinamente.

Localización de fallas.

En ocasiones y cuando el calentamiento es más lento que lo usual, la localización de fallas llega a ser difícil ya que implica una revisión completa del circuito, lo que es lento y llega a ocasionar el desmontaje del circuito, labor generalmente costosa.

Es conveniente que el serpentín de enfriamiento tenga una válvula de alivio de presión, ya que el líquido remanente en dicho serpentín se convierte en vapor durante un nuevo ciclo de fabricación y puede llegar a ocasionar daños, tales como la rotura del serpentín y ó roturas en los puntos de unión.

Calentamiento con vapor de agua.

Este tipo de calentamiento se usa poco en esta clase de procesos y en ocasiones se emplea únicamente como "calor de arranque" ya que la temperatura para la obtención de resinas sintéticas llega a ser hasta de 300°C y aunque esta temperatura puede obtenerse con vapor de agua, se necesitará material que resista la presión de vapor a esta temperatura (tubería, reactor, batería de calentamiento, etc). Este tipo de calentamiento se emplea para obtener temperaturas que varían de 100 a 250°C (obtencción de emulsiones) y raramente 300°C .

La principal ventaja de este método es su rapidez para elevar la temperatura al punto de calentamiento ya que el medio enfriante se hace circular por el mismo medio que el vapor.

Generalmente el empleo de este tipo de calentamiento requiere el uso de una fuente de calentamiento de agua, lo que hace que el costo del equipo sea aún mayor.

Calentamiento con Mobiltherm.

Este tipo de calentamiento emplea como fluido para la transferencia de calor aceites aromáticos provenientes del petróleo. Dichos aceites conocidos comercialmente con el nombre de Mobiltherm 600 y Mobiltherm ligero pueden emplearse a temperaturas hasta de 300°C para el primero y de 260°C para el tipo ligero y en fase líquida, con la ventaja de no desarrollar presiones en el interior de la camisa de calentamiento. Ambos aceites tienen una gran resistencia al rompimiento térmico molecular, no forman depósitos de carbón y tienen altas relaciones de transferencia de calor.

El equipo necesario para el empleo de este tipo de calentamiento consiste principalmente en una caldera y las bombas necesarias para la recirculación del fluido, así como un tanque de almacenamiento y un tanque de expansión en el sistema. Este tanque debe tener una capacidad de aproximadamente la mitad de la capacidad total del sistema, deberá colocarse en un nivel superior a aquel en que se efectúe el proceso y el aceite contenido en el deberá tener una temperatura no mayor de 55°C por lo que la tubería que alimente el citado tanque debe rodearse de un serpentín de enfriamiento y así prevenir la oxidación y descomposición del aceite.

En este sistema no debe usarse como material de construcción cobre ó sus aleaciones ya que son catalizadores que aceleran la descomposición del aceite y favorecen a la formación de lodos.

Calentamiento con Aroclor.

Aroclor es el nombre comercial con que se designa una serie de compuestos clorados desarrollados por Monsanto para emplearse como fluidos de transferencia de calor y con características similares a los aceites nombrados anteriormente es decir, se pueden emplear en fase líquida sin desarrollar presiones y a temperaturas hasta de 340°C Estos compuestos no atacan los metales empleados en la construcción de equipos para resinas sintéticas y tienen una excelente resistencia a la oxidación, descomposición química y mecánica. El equipo necesario para el empleo de este medio de calentamiento es similar al empleado en el calentamiento con Mobiltherm.

Otros.

En ocasiones se llega a emplear aceite vegetal como medio de calentamiento, pero esto es poco práctico ya que los aceites vegetales se descomponen con el calentamiento (polimerización y oxidación) a más de tener puntos de autoignición que varían alrededor de 300°C

Calentamiento con Dowtherm.

Este tipo de calentamiento emplea para la transmisión de calor mezclas de compuestos orgánicos que se conocen comercialmente con el nombre de Dowtherm A (mezcla de difenilo y óxido de difenilo, 26.5 y 73.5 % respectivamente) y Dowtherm E (Orto dicloro benceno), compuestos que cubren en forma satisfactoria los rangos de temperatura necesarias para la fabricación de resinas sintéticas.

Estos compuestos se emplean en forma similar al vapor de agua pero con la ventaja de que a una temperatura dada la presión es mucho menor que la del vapor de agua a la misma temperatura u.gr.

Dowtherm	Temperatura	Vap. de agua
40.64 cm de vacío	150°C	3.54 Kg/cm ²
9.87 Kg/cm ²	477°C	204.10 Kg/cm ²

De lo anterior se desprende que para temperaturas elevadas el Dowtherm presenta mayores ventajas que el vapor de agua debido a su presión de trabajo.

Este tipo de compuestos pueden usarse tanto en fase líquida como en fase vapor y el calor transferido en la fase gaseosa es mayor que en la primera debido a que en la fase gaseosa se aprovecha toda la temperatura de saturación de esta, con lo que se logra que la superficie expuesta (área de calentamiento) tenga una temperatura uniforme. En la fase líquida la transmisión de calor estará condicionada por la cantidad de líquido bombeado, lo que puede originar diferencias de temperatura en la superficie de calentamiento.

Cuando se emplea este tipo de calentamiento, el enfriamiento se logra circulando Dowtherm frío por la camisa de calentamiento la cual puede dividirse en dos ó más zonas de acuerdo con el volumen de carga de los reactivos. El enfriamiento puede ser mejorado empleando serpentines de enfriamiento.

Una vez explicados brevemente los medios de calentamiento más comunes, sus ventajas y desventajas, es necesario seleccionar el medio adecuado para el reactor en proyecto y es necesario tener en cuenta las sgtes. consideraciones

1.- El equipo será suficientemente flexible (Obtención de una gran variedad de productos, acorde con los métodos de fabricación de cada uno de ellos, materiales inflamables etc)

2.- Facilidad de obtención de los combustibles necesarios.

Con excepción del calentamiento eléctrico los restantes métodos requieren combustibles líquidos ó gaseosos para poder emplearse.

3.- Rapidez en el calentamiento y enfriamiento de reactivos y productos.

A continuación se encuentra la tabla # 1 en las que se anotan las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos descritos.

Tabla n. 1

Tipo de Calentamiento.	Costo de Equipo	Calidad de Productos	Facilidad de Operación. (Control de Temp.)	Rapidez de Calentamiento.	Rapidez de Enfriamiento.	Mantenimiento.	Riesgo de Incendio.	Total	Observaciones
Fuego Directo	Bajo (100)	Baja (60)	Hasta 70°C/hora (70)	Depende del sistema empleado, generalmente bajo. (70)	Prácticamente nulo, fácil de hacer. (60)	 (100)	 (40)	(500)	Este método es aconsejable para la obtención de productos sin solvente y para cantidades pequeñas.
Eléctrico	Intermedio (80)	Bueno (100)	 (100)	Depende de la distancia entre las resistencias y la pared del reactor. Generalmente bajo. (60)	Depende del área de enfriamiento (serpentin intermedio). Se mejora circulando aire. (80)	Con frecuencia es necesario reemplazar resistencias. (80)	 (90)	(500)	Sumamente fácil de operar, sin embargo es poco aconsejable debido a su lentitud en calentar y enfriar.
Vapor	Alto para los rangos de temp. requeridos. (30)	Bueno (100)	 (100)	 (90)	Área de enfriamiento igual a la de calentamiento. (100)	Costoso aunque poco frecuente. (70)	 (100)	(590)	Poco aconsejable para temperaturas superiores a 150°C. Mayor cantidad de equipo ya que con frecuencia requiere planta de tratamiento de agua.
Motiltherm. (Aroclor)	Ligeramente mayor que el Dowtherm (60)	Bueno (100)	 (100)	 (190)	Igual al Dowtherm (100)	 (60)	 (100)	(610)	Requiere mayor cantidad de equipo que el Dowtherm.
Dowtherm.	Más bajo que el anterior (60)	Bueno (100)	 (100)	Hasta 107°C/hora (100)	Área de enfriamiento igual a la de calentamiento hasta 5°C/in. (100)	Menor que el anterior (80)	 (100)	(620)	Se empleará este método de calentamiento, ya que combina las mejores características de los métodos anteriores.

**EQUIPO, PARTES DE QUE CONSTA Y MATERIAL
QUE DEBE EMPLEARSE EN SU CONSTRUCCION**

*EQUIPO, PARTES DE QUE CONSTA Y MATERIAL
QUE DEBE EMPLEARSE EN SU CONSTRUCCION.*

De acuerdo con los capitulos anteriores, es conveniente que el equipo sea lo más flexible posible, ya que debe operar a distintos rangos de temperatura y en esta forma ser útil en la obtención de una amplia variedad de resinas.

Una de las principales características de esta clase de productos es el color, que debe ser lo más claro posible y para lograrlo se emplea atmosfera inerte en el interior del reactor y en la construcción de este se empleará material que no imparta coloración.

Además de esto, el material de construcción del reactor y equipo debe reunir las sgtes características:

- 1.- Resistencia a ácidos (principalmente orgánicos, pero en ocasiones se emplean inorgánicos)*
- 2.- Resistencia a soluciones alcalinas. (Generalmente el equipo se lava con soluciones de sosa en concentraciones que varían alrededor de 15%)*
- 3.- Resistencia a desgaste mecánico. (abrasión)*
- 4.- Buena transmisión de calor.*
- 5.- Buena resistencia mecánica (que no sufra deformaciones debido a la temperatura)*
- 6.- Facilidad de labrado y maquinado.*

En la tabla # 2 se encuentra una lista de los materiales que se han empleado en la fabricación de este tipo de equipo y las observaciones obtenidas.

TABLA # 2.

MATERIAL	COEF. TRANS. DE CALOR (k) Kcal/hr/m ² /°C/cm.	COLOR.
Aluminio	18,490	Excelente
Cobre	33,232	Obscuro
Níquel	5,084	Bueno
Acero	3,844	Bueno
Acero Inoxidable	1,364	Excelente

Observaciones.

Aluminio. Tiene poca resistencia al lavado y sufre gran ablandamiento a las temperaturas usales de fabricación.

Cobre. Excelente coeficiente de transmisión de calor, poca resistencia al lavado, poca resistencia a ácidos y alcalis, baja resistencia mecánica.

Níquel. Igual a los anteriores.

Acero. Buena resistencia a agentes químicos pero imparte color

Acero Inoxidable. Buena resistencia a agentes químicos, abrasión resistencia mecánica y no imparte coloración.

Es conveniente observar que las coloraciones se deben a que el material de construcción reacciona con los ingredientes formando sales coloridas, esta coloración se debe también a oxidaciones producidas por el oxígeno del aire.

El espesor de la pared del reactor debe estar relacionado con el ablandamiento que sufre el material a las temperaturas de fabricación (creeping) es decir, que a una temperatura dada y pura igualar la resistencia de una placa de acero de 9.525 mm (3/8") se requiere una placa de de cobre de 19.05 mm (3/4") ó de 25.4mm de Aluminio (1").

En algunos casos y para la obtención de ciertos tipos de productos se llegan a emplear reactores vidriados, estos son poco comu

nes, ya que su costo es alto y aunque generalmente no se usan a temperaturas mayores de 140°C los cambios de temperatura en los ciclos de trabajo acortan la vida del recubrimiento, y requieren un mayor cuidado en su manejo.

De lo anterior se desprende que el material de construcción del equipo debe ser acero inoxidable y de los diferentes tipos de este material se escogerá el conocido como 304 debido a sus características de facilidad de labrado y unión por soldadura.

Equipo.

El equipo necesario para la fabricación de estos productos es el sgte.

A.- Reactor.

Construido de acero inoxidable, su capacidad estará dada por el volumen necesario de fabricación y debe tener los sgtes. aparatos

Línea de alimentación de disolventes, mirillas, medidor de temperatura, llave de descarga, manómetro, agujero de carga y debe conectarse a las sgtes partes.

1.- Condensador.

Generalmente las condiciones de operación requieren temperaturas que son iguales ó mayores al punto de ebullición de alguno ó algunos de los reactivos y en los casos de proceso con disolvente, la temperatura se regula por medio del disolvente empleado en el producto, de tal manera que el uso del condensador es necesario para prevenir pérdidas de material y asegurar las condiciones de trabajo.

Este aparato debe construirse con tubos de acero inoxidable por el que circularán los vapores y condensados y por una camisa de acero al carbon por la que circulará el medio enfriante.

Es conveniente que el condensador tenga un tubo de alivio para prevenir aumentos de presión cuando esta lo sea necesaria.

El condensador debe estar conectado al reactor y decantador por medio de tuberías y llaves de paso convenientemente colocadas, con

objeto de enviar los condensados a uno u otro aparato según sea el caso. La unión de salida del condensador a la tubería de unión del decantador y reactor debe ser de manguera reforzada ó cualquier otro material flexible, esto para evitar que las vibraciones que en ocasiones se presentan dañen dicha tubería.

2.- Decantador.

Tiene por objeto separar los disolventes empleados del agua de esterificación que se produce en algunas reacciones (obtención de resinas alclídicas, epóxicas etc.)

Este aditamento debe construirse del mismo material que el reactor y sus aditamentos son los sgtes:

- a.- Línea de alimentación externa. Se emplea para agregar disolvente ó agua cuando así sea necesario y con el objeto de regular la temperatura en el reactor.
- b.- Indicador de nivel. Este comúnmente consiste de una ó varias mirillas con objeto de observar el líquido que contiene el decantador y mantener una relación adecuada de solvente y agua. Estas mirillas así como las del reactor y condensador deben ser construidas de vidrio de borosilicato, ya que este material tiene una baja expansión térmica y buena resistencia al calor.
- c.- Llave de descarga. Colocada en el fondo del decantador, se emplea para descargar el líquido contenido en el aparato.

La unión del decantador al reactor se puede hacer en forma directa ó indirecta, esta última es la más empleada ya que en algunos casos es necesario extraer disolvente para lograr una temp. adecuada

Generalmente el decantador se carga con la tercera parte de su volumen con agua y el resto con el disolvente de la formulación

3.- Extractor de humos.

Durante el proceso de fabricación de este tipo de productos (principalmente durante el proceso por fusión y polimerización de aceites) algunos componentes de los reactivos se volatilizan y desprenden en forma de humo. Estos componentes generalmente tienen olores desagradables e irritantes a más de ser inflamables, por lo que es conveniente que estos productos sean descargados al exterior de la zona de fabricación, lo que se logra por medio del extractor de humos. Este aditamento consiste básicamente en una "trampa de agua" convenientemente colocada y que provoca el arrastre de vapores. La corriente de agua puede alimentarse directamente de la línea de abastecimiento interior o bien por medio de una bomba que recircula el líquido contenido en un recipiente apropiado, este último procedimiento es el más usado. Esta parte del equipo puede ser construída con material común.

Tanto el condensador como el extractor de humos deben tener llaves de paso en su unión con el reactor y en esta forma poder emplear uno ú otro según sea el caso.

4.- Agitador.

Este es posiblemente el aditamento más importante del reactor ya que ayuda a :

- a.- Mejorar la distribución de reactivos
- b.- Obtener un calentamiento uniforme y mejorar la transferencia de calor.
- c.- Disminuir el tiempo de reacción
- d.- Uniformizar el producto.

La agitación se logra por medio de un impulsor acoplado a una flecha y esta unida a un motor cuya potencia estará determinada por las características de la mezcla de reactivos y ó productos.

Para este tipo de equipo se han empleado principalmente tres clases de impulsores y de acuerdo con las características de cada

uno de ellos se seleccionará el adecuado para el presente anteproyecto.

a.- Agitador de hélice.

Este tipo de agitadores que generalmente consta de 3 paletas proporciona principalmente flujo axial. Se emplea con frecuencia para el mezclado de líquidos poco viscosos.

b.- Agitador de turbina.

Esta clase de agitadores se subdivide en tres tipos principales:

I.- Impulsor de aspas rectas.

Las aspas son radiales al eje ó flecha del agitador y son perpendiculares a la horizontal del agitador. Proporciona excelente mezclado debido al flujo axial y radial que proporciona.

II.- Impulsor de aspas curvadas.

En este tipo de impulsor las aspas, aunque con la misma colocación que en el caso anterior son curvadas en la misma dirección de giro de la turbina.

III.- Como tercera subdivisión se tiene la turbina cuyas aspas son inclinadas con respecto al eje perpendicular del agitador. Este tipo de aspas proporciona una excelente agitación debido a la combinación de flujo axial y radial, puede colocarse en zonas cercanas al fondo lo que ayuda al mezclado de reactivos y producto.

c.- Agitador de cono.

En este tipo de agitador el flujo (principalmente axial) se obtiene por medio de la fuerza centrífuga desarrollada en la periferia de las partes ancha y angosta del cono, se emplea principalmente para el mezclado de líquidos sumamente densos ya que produce remolinos que ayudan a la mezcla de estos productos.

d.- Agitador de herradura.

Este tipo de agitador se usa en la obtención de emulsiones. Su empleo no requiere el uso de mánmanas ya que los brazos del agitador

"raspan" las paredes del reactor, se usan a velocidades que generalmente no exceden 50 R.P.M. ya que a mayores la emulsión tiende a aglomerarse perdiendo sus características.

Mámparas.

Todos los tipos de agitadores desarrollan en mayor ó menor grado remolinos que llegan a impedir un buen mezclado de los productos para ayudar a mejorarlo se emplean mámparas ó cualquier otro artefacto de ángulo variable con respecto al agitador. (mámpara con de dos ó de cola de castor)

En este tipo de equipo se emplean mámparas rectas y la colocación y área de estas se determina por la viscosidad del producto, ya que a medida que aumenta, estas mámparas serán de menor área y su distancia a la pared del recipiente es mayor y en algunas ocasiones cuando el líquido es muy viscoso su uso es innecesario (viscosidades mayores de 50,000 cps)

La relación que debe existir entre el diámetro del reactor y el diámetro del agitador es de 2.5 a 3.5 para el caso de equipo sin recubrimiento de vidrio y de 1.5 a 2.5 para equipo recubierto.

Es conveniente que en la flecha del agitador y a un nivel ligeramente superior al ocupado por la carga máxima del reactor se coloque un "rompe espumas" Con esto se ayuda a evitar la formación de espuma, que en ocasiones origina grandes problemas.

La velocidad periférica de agitación es factor importante en este equipo y a continuación se encuentran las tablas # 3 y 4 en las que se proporcionan las velocidades periféricas y observaciones.

TABLA # 3

Agitación moderada	125 mt/mín.
Agitación media	215 a 270 mt/mín.
Agitación turbulenta	330 a 400 mt/mín.

En la tabla # 4 se encuentra la relación de tiempo y velocidad de agitación para la misma fórmula y a la misma temperatura.

TABLA # 4

Vel. periférica. m/mín.	Tiempo mín.	Viscosidad 50% T.N.V. Gardner & Holdt.
0	385	D
60	258	C
200	135	C
400	124	C

Es conveniente que el motor que proporciona el movimiento al agitador sea de velocidad variable a fin de ajustar esta a las necesidades del proceso, ya que en ocasiones las materias reactivas son sólidas a temp. ambiente y como es natural o se puede emplear el agitador a su velocidad normal hasta que la mezcla de reactivos se encuentre fluida.

5.- Tanque de corte, dilución ó reducción.

Tiene por objeto ajustar el producto obtenido en el reactor a la cantidad especificada de materia no volátil y ó a la viscosidad deseada. Este tanque debe construirse de acero inoxidable y contar con un medio de calentamiento ó enfriamiento y en esta forma controlar la temperatura del producto para facilitar su manejo.

Es conveniente que este tanque tenga una capacidad de por lo menos 4 veces la capacidad del reactor y esté equipado con lo sgte

- 1.- Agitador y mamparas con el objeto de mezclar los solventes necesarios para el ajuste del producto, así como para mezclar dos ó más fabricaciones del mismo producto.
- 2.- Condensador. Para prevenir pérdidas de solvente ó materia volátil. Este condensador será de reflujo con entrada de vapores por la parte inferior.
- 3.- Medidor de nivel ó peso.
- 4.- Termómetro.
- 5.- Llave de descarga
- 6.- Tubería para la conducción de gas inerte. Esta tubería es nece

sería ya que la descarga de productos usualmente se efectúa a temperaturas relativamente altas (125 a 150°C) lo que puede originar incendios y oxidación del producto e impartir coloración.

Generalmente el tanque de corte se encuentra colocado en un plano diferente al del reactor y la descarga se efectuará por gravedad o por medio de una bomba dependiendo de la colocación del tanque

Es conveniente que el tanque de corte se encuentre separado del reactor por medio de una pared, lo que favorecerá que en caso de incendio este no se propague.

La unión entre el tanque de reducción y el reactor debe hacer se por medio de tubería flexible para absorber las vibraciones que se presenten. Usualmente la tapa del tanque de corte tiene una forma adecuada y así se facilita la limpieza.

6.- Sistema de gas inerte.

Tiene por objeto prevenir oxidaciones poco deseadas ya que imparten coloraciones obscureciendo los productos, prevenir incendios aumentar la presión en el reactor, ayudar a la agitación, y en las reacciones en que se produce agua ayuda a la eliminación de esta por arrastre de su vapor.

El gas inerte debe alimentarse tanto a la parte superior como a la inferior del reactor y tanque de dilución, esto se logra mediante el empleo adecuado de tuberías y llaves de paso.

La alimentación de gas inerte será constante durante todo el proceso; sin embargo en ocasiones esta alimentación se termina al empezar el reflujó de solvente ó reactivos.

El gas inerte puede ser Nitrógeno ó Dióxido de Carbono, siendo este último el que más se usa debido principalmente a su costo.

Cuando se usa CO_2 se recomienda la instalación de algún medio de calentamiento a la salida del reactante o almacenamiento pues la tubería se taponó por "congelamiento" del gas y al ocurrir el descongelamiento se originan aumentos bruscos de presión lo que puede

ocasionar rotura de válvulas de seguridad y desperdicio de material.

Si se carece de medio de calentamiento se recomienda el uso de varios cilindros de gas con salidas pequeñas de este, así se evita rá el problema en la tubería.

Además del sistema de gas inerte para proceso debe existir un sistema extintor de incendios. Este será independiente del anterior completamente automático.

7.- Dispositivos de presión.

Tiene por objeto prevenir que un aumento brusco de presión dañe al equipo, usualmente se emplean discos de ruptura y válvulas de alivio, colocadas en tal forma que al romperse el disco y al la presión ya no es suficiente la válvula no actúe volviendo el vapor al lado de material, la salida de estos dispositivos debe desembocar en un lugar por no ocasionar percances (condensar a quemaduras).

Este dispositivo se usa únicamente en el reactor.

En atención y como complemento al equipo anterior debe existir un tablero en el que se encuentren colocadas las aparatos de registro u. g. termómetros, manómetros, flujómetros para que sirva etc. y es necesario contar con un sistema de enfriamiento se agna para emplear esta en el condensador, cambio de enfriamiento al se emplea vapor de agua como medio de calentamiento, o en el cambiador de calor si el medio de calentamiento es algún otro, ya que aunque el fluido de enfriamiento pueda ser alimentado directamente esto es poco aconsejable, por lo que es necesario el empleo de una torre de enfriamiento y esternas de depósito del líquido.

CALCULO DEL EQUIPO

CALCULO DEL VOLUMEN DEL REACTOR.

El volumen del reactor estará dado por la cantidad de material por procesar y el volumen del mismo.

De acuerdo con lo anterior se han escogido dos fórmulas que servirán de base para conocer el volumen necesario para 100 partes de reactivos.

Fórmula # 1.

Reactivos.	Partes en peso	Gr. esp.	Vol. lts.
Anh. Matico	14.0	0.771	18.1
Anh. Ftálico	20.0	0.665	30.2
Frnt. Sn Glicol	24.0	0.960	25.0
	<u>58.0</u>		<u>73.3</u>
Estireno*	42.0	0.900	46.6
	<u>100.0</u>		<u>120.9</u>

* En el tanque de corte.

Fórmula # 2.

Aceite de soya	29.8	0.925	32.1
Aceite de ricino	9.7	0.960	10.1
Pentaeritriol	11.4	1.380	8.3
Anh Ftálico	15.1	1.665	22.8
Xileno	34.0	0.860	39.65
	<u>100.0</u>		<u>113.95</u>

Las temperaturas usuales de fabricación para este tipo de compuestos son de 180 a 210°C y de 230 a 250°C para las formulas 1 y 2 respectivamente.

Ambas fórmulas se procesan en reactores cerrados es decir que los

vapores de reactivos se harán circular por el condensador, en el primer caso el reflujo se hará directo y en el segundo los condensados se circularán a través del decantador a fin de separar el xileno y agua de reacción.

La fórmula # 1 puede utilizarse en reactores abiertos por medio del llamado proceso por fusión y en este caso únicamente se procesarán los cuatro primeros reactivos y el xileno se agregará cuando se obtengan las características deseadas y previo enfriamiento, sin embargo se mantiene el proceso con solvente idéntico a las ventajas que ofrece a. y. menor cantidad de materia prima, menor costo, tiempo de fabricación más corto y además la ventaja de que no es necesario abatir la temperatura al mismo nivel que en el proceso por fusión ya que se puede agregar el disolvente sin riesgo de pérdida y para que este ayude al enfriamiento.

Con objeto de obtener la temperatura deseada en la fórmula # 2 se empleará la tabla # 5 obtenida experimentalmente y que relaciona la cantidad de solvente con la temperatura.

TÁBL. # 5

Disolvente	Cant. en peso	Temp. °C
Xileno	3.0	250 - 260
"	4.0	245 - 250
"	2.0	205 - 215.

De acuerdo con lo anterior la fórmula # 2 contendrá únicamente 4 partes de disolvente en la carga del reactor y el resto de xileno se empleará para enjuague del reactor y posteriormente se mezclará con la resina en el tanque de corte. En esta forma la carga en el reactor será de 70 partes y ocuparan un vol de 78.95 lts.

Es conveniente hacer notar que la carga en el reactor varía del 75 al 50% de su volumen y el volumen restante se deja libre con

objeto de prevenir cualquier problema que pudiera presentarse, principalmente formación de espuma y aumento de volumen de los reactivos debido a la temperatura.

De lo anterior se desprende que asumiendo un volumen útil del 80% de la capacidad total del reactor el volumen necesario para cada una de las fórmulas es:

Fórmula # 1

Kgs.	Lts x Fac Vol.	Vol Total Lts
59.0	73.3 x 1.2	88.0

Fórmula # 2

70.0	78.9 x 1.2	95.0
------	------------	------

Una vez conocido el volumen necesario para la obtención de cada uno de los productos se debe determinar la capacidad requerida para la cantidad necesaria del producto, esta se determina ya sea por un estudio de mercado si los productos se venden directamente ó bien de acuerdo con las necesidades interiores de la fábrica si esos productos se procesan subsecuentemente, como en el presente caso. En este anteproyecto se considera que el volumen adecuado es de 2000 lts ya que algunos de los productos no requieren el tanque de reducción u.gr. polimerización de aceites, fabricación de resinas duras etc.

Las medidas necesarias para obtener el volumen requerido son

Altura h 1.80 mts

Díámetro D 1.20 mts

Verificación del volumen.

1.- Considerando el volumen de un cilindro recto:

$$V = \pi r^2 h; \text{ substituyendo}$$

$$V = 3.1416 \times 60^2 \times 1.80 \dots\dots\dots 2035 \text{ lts.}$$

2.- La parte inferior del reactor debe ser de forma ligeramente esférica para ayudar a la descarga de los productos, esta sección tiene el sgte. volumen:

$$V = 1/3 \pi h^3 (3r - h)$$

En este caso h es la altura que existe entre la base del supuesto cilindro y el fondo del casquete esférico.

Substituyendo:

$$V = \frac{3.1416 \times 22^2 (3 \times 57 - 22)}{3} \dots\dots\dots 80.00 \text{ lts}$$

La tapa del reactor también será esférica y tiene el mismo volumen que el fondo sin embargo este no se ocupa, por lo que el volumen total será de2115.0 lts.

CALCULO DEL AREA DE CALENTAMIENTO.

Para el cálculo del área de calentamiento es necesario contar con los sgtes factores:

1.- Altura que debe cubrir la camisa de calentamiento.

Esta altura debe ser menor que la altura ocupada por la carga de reactivos, teniendo en cuenta que el volumen de estos ocupará únicamente el 80% del volumen total del reactor, esta disminución es conveniente para evitar que se encuentren zonas de sobrecalentamiento y que los reactivos al golpear en estas partes se descompongan u.gr. el glicerol se descompone en acroleína ó bien que los productos se quemen y oscurezcan, lo que afectará la calidad del producto.

De acuerdo con lo anterior el volumen de reactivos es:

$$2115.0 \times 0.8 \dots\dots\dots 1692.0 \text{ lts}$$

Este volumen máximo de carga incluye el volumen de la sección esférica del fondo, por lo que únicamente estará afectada la altura del supuesto cilindro.

De lo anterior se obtiene:

$$1692.0 - 80 \dots\dots\dots 1612.0 \text{ lts.}$$

Substituyendo este valor en la fórmula empleada para obtener el volumen del cilindro, se tiene:

$$1612.0 = 3.1416 \times 60^2 \times h$$

efectuando la operación anterior y despejando h :

h 1.42 mts.

Esta altura es necesaria para cubrir un volumen equivalente a 1612.0 lts sin embargo y para prevenir los efectos nombrados al final del inciso 1, la altura de la camisa de calentamiento será de

h 1.30 mts.

2.- Para conocer el área de calentamiento es necesario determinar el espesor de la pared de calentamiento en el reactor, ya que el diámetro exterior está afectado por este, por lo que el siguiente paso será calcularlo.

De capítulos anteriores se infiere que el método más apropiado para el calentamiento en esta clase de equipo es el conocido como Dowtherm, por lo tanto será el empleado en el presente anteproyecto. De tablas con las propiedades de estos compuestos se obtienen los sctes datos:

Temperatura		Presión	
°C	°F	Kg/cm ²	Psia.
315.6	600.0	3.3	46.0

El material escogido para la fabricación del reactor es el acero inoxidable tipo 304 ya que presenta excelentes características de maquinado y facilidad de unión por soldadura. Este material tiene un coeficiente de ruptura de 435 kgs/cm² a una temp. de 315°C (7000 lbs/in² a 600°F)

Aplicando la fórmula:

$$e = \frac{P \times D}{2f} + C$$

en donde:

e = espesor de la pared en mm.

P = Presión en el interior de la camisa en Kg/cm²

D = Diám del reactor en mm

f = Resistencia del material en Kg/cm²

C = coeficiente de corrosión en mm.

Substituyendo valores

$$e = \frac{3.5 \times 1200}{2 \times 485} \cdot 2 = 6.35 \text{ mm.}$$

El valor anterior de 0.635 cm corresponde a 1/4" y es conveniente hacer notar que la presión en el interior de la camisa se tomó como 3.5 Aps con un valor que es superior a la presión de trabajo, sin embargo conviene aumentar este espesor a 0.7938 cm que corresponde a 5/16".

La camisa del reactor se construirá con placa de acero al carbón y con el mismo espesor que el cuerpo del reactor, ya que las características de estos materiales son similares. El diámetro de la camisa será 20 cm mayor que el del reactor es decir será de 1.40 mts. (esta holgura es para permitir la circulación del fluido de calentamiento).

Con el dato de espesor de pared se proseguirá el cálculo del área de calentamiento y debido a que el aumento del diámetro es pequeño (1.6 cm) este se considerará constante es decir de 1.20 mts.

El cálculo del área de calentamiento se hará en una forma similar a la del volumen del reactor.

Cálculo del área lateral.

De datos obtenidos anteriormente se sabe que la altura de la camisa es de 1.30 mts y la fórmula para el cálculo del área lateral de un cilindro recto es:

$$A = 2 \pi r h$$

Substituyendo:

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.60 \times 1.30 \dots\dots\dots 4.90 \text{ mts}^2$$

La fórmula para encontrar la superficie de una sección esférica es:

$$A = 2 \pi r h$$

(y en este caso como en el cálculo del volumen de la misma sección h equivale a 0.22 mts.)

Substituyendo:

$$A = 2 \times 3.1416 \times 0.60 \times 0.22 \dots\dots\dots 0.83 \text{ mts}^2$$

Area total de calentamiento 5.73 mts²

En capítulos anteriores se anota la necesidad de que el área de calentamiento se divida en 2 partes que se designarán como zona lateral ó superior y zona del fondo, sin embargo esta última no solo cubrirá el fondo ya que también abarcará parte del área lateral

Si se divide el área total de calentamiento en dos partes se tiene:

$$5.73 \times 0.5 \dots\dots\dots 2.865 \text{ mts}^2$$

lo que implica que el área del cilindro recto en la zona del fondo es de:

$$2.865 - 0.83 \dots\dots\dots 2.03 \text{ mts}^2$$

Empleando la fórmula para el área lateral del cilindro recto:

$$2.03 = 2 \times 3.1416 \times 0.60 \times h$$

efectuando operaciones y despejando h:

$$h \dots\dots\dots 0.54 \text{ mts.}$$

La división entre las zonas de calentamiento puede considerarse de 5 cms. por lo que las alturas serán:

1.- La altura para la camisa en la zona lateral

$$1.30 - 0.54 \dots\dots\dots 0.76 \text{ mts.}$$

2.- Disminuyendo la altura necesaria para la separación de las zonas de calentamiento las alturas que esta cubra en la parte lateral son :

$$\text{Zona del fondo} \dots\dots\dots 0.51 \text{ mts.}$$

$$\text{Zona lateral} \dots\dots\dots 0.74 \text{ mts.}$$

El volumen necesario para cubrir la zona del fondo es:

a.- Para el cilindro recto:

$$V = \pi r^2 H$$

substituyendo:

$$V = 3.1416 \times 0.60^2 \times 0.51 = \dots\dots\dots 575.0 \text{ lts.}$$

b.- Vol del casquete esférico..... 80.0 lts.

$$\text{Volumen total} \dots\dots\dots 655.0 \text{ lts.}$$

En ocasiones no se emplea una carga inicial suficiente para cubrir este volumen, por lo que es conveniente reducir el volumen de calentamiento para la zona del fondo, esto se logra reduciendo la altura en la zona lateral, es decir que las alturas de la camisa en la parte del cilindro recto serán:

Zona lateral ó superior0.85 mts
Zona del fondo 0.40 mts.

En esta forma las aspas del agitador estarán completamente cubiertas por los reactivos.

Es conveniente hacer notar que el área de calentamiento correspondiente a la zona del fondo es ligeramente menor, ya que el casquete esférico está afectado por el orificio para la llave de descarga.

CONDENSADOR.

Parte importante del equipo, ya que previene la pérdida de materia prima u. cr. anhidrido fólico, solventes u por medio del cual se puede el control de la temperatura ya que los vapores de di solvente al condensarse u regresar al reactor ayudan a regular la temperatura. Esta parte del equipo deberá construirse de acero inoxidable en las secciones que estén en contacto directo con los vapores u el condensado u estos circularán por el interior de los tubos u el medio enfriante por el exterior de estos u a través de la camisa. La longitud del condensador no debe ser mayor de 1.50 mts (5 pies) ya que será vertical u del tipo de re flujo con entrada de vapor por la parte superior u salida de condensado por la parte inferior. Esta sección debe ser ligeramente esférica u a un nivel adecuado tendrá una salida para tubo de alta presión. Los tubos para el retorno de condensado cuando este regresa directamente al reactor deberán tener una curva ó vuelta, en forma tal que el condensado forme un sello hidraulico esta condición será necesario también en la tubería de retorno que provenga del decantador.

Datos obtenidos experimentalmente indican que para un reactor de la capacidad del presente antiproyecto y con una formulación que contenga 5% de solvente (xileno) en la fabricación de resinas alifáticas se obtienen los datos costos:

Reflujo del solvente = 4 lts/min.

Máxima prod. de agua = 0.5 lts/min.

Se dice que la capacidad total de trabajo por hora es de 4.5 lts/min. u para el caso que mayor capacidad en el cálculo del condensador que se está considerando como el agua que, ya que los coeficientes de agua son más altos que los del solvente y en esta forma se logrará una mayor superficie de condensación

En el presente caso los datos anteriores son válidos para una temperatura de 140°C (300°F) y a 1 atmósfera de presión. Los cálculos para esta parte del equipo se harán con unidades en el sistema inglés.

Cantidad de calor cedido por los vapores al condensarse:

$$Q = W C_p (T_2 - T_1)$$

en donde:

Q = Cantidad de calor en BTU/hr.

W = Peso de los condensados en lbs/hr.

C_p = Calor específico de los condensados.

T_2 = Temperatura de entrada de los vapores

T_1 = Temperatura de salida de los condensados.

Substituyendo los valores obtenidos:

$$Q = 60 \times 10 \times 1 (300 - 112) = 112800 \text{ BTU/hr.}$$

Cantidad de agua necesaria para obtener este enfriamiento.

$$w_a = \frac{Q}{T_2 - T_1}$$

en donde:

w_a = Contr. de agua en lbs/hr.

T_2 = Temperatura de salida del agua = 104°F

T_1 = Temperatura de entrada del agua = 86°F

Q = Cantidad de calor cedido por los vapores al condensarse

Substituyendo:

$$w_a = \frac{112800}{104 - 86} = 6267 \text{ lbs/hr.}$$

Cálculo del área del condensador.

Para el cálculo del área del condensador se hace uso de la siguiente ecuación:

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T}$$

en donde

Q = Cantidad de calor en BTU/hr.

U_D = Coeficiente de transmisión de calor en diseño y acorde con el vapor y fluido de enfriamiento.

ΔT = L.L.T.D. = Diferencia logarítmica de temperatura.

Para poder emplear la fórmula anterior es necesario conocer el valor de L.L.T.D. lo que se logra en la siguiente forma:

Fluido Caliente		Fluido Frío		Diferencia
300 T_1	Temp. Alta	104 t_2		196 At_2
112 T_2	Temp. Baja	86 t_1		26 At_1
<hr/>		<hr/>		<hr/>
188		18		170

Para flujo a contra corriente:

$$\Delta T = LMTD = \frac{AT_2 - AT_1}{2.3 \log AT_2 / AT_1}$$

Substituyendo:

$$LMTD = \frac{170}{2.3 \log 196/26} = 84^\circ F$$

Substituyendo en la ecuación para A.

$$A = \frac{112800}{70 \times 84} = 19.2 \text{ ft}^2$$

Cantidad de tubos requeridos para esta área de enfriamiento.

Es conveniente que los tubos para el condensador sean de 2.54 cm (1") de diám nominal, en esta forma el anhídrido félico que sublima no los tapone disminuyendo la eficiencia del condensador, se sabe que la longitud del condensador no debe ser mayor de 1.50 mts (5 pies)

Si :

$$N = \frac{A}{L \times S}$$

N = Número de tubos

L = Longitud de los tubos.

S = superficie de los tubos por unidad de longitud.

Substituyendo :

$$N = \frac{20}{4 \times 0.2618} = 19$$

La cantidad mínima necesaria de tubos es de 19 sin embargo debido a que el reactor será empleado para otros tipos de resinas cuyo proceso de fabricación exija una mayor superficie de condensación, el número de tubos será aumentado a 55 y colocados en "trebolillo" con un espacio centro a centro de 3 cm (1.25 ") lo que hace que la camisa de calentamiento tenga un diám interior de 30 cm (12")

En la forma anterior será necesario aumentar también el gasto de agua de enfriamiento a por lo menos tres veces la cantidad obtenida en cálculos anteriores.

Es conveniente que la tubería de conducción del agua de enfriamiento tenga una llave de paso y en esta forma se podrá regular el flujo de líquido en el condensador.

Aislamiento.

Prácticamente todo el equipo será recubierto con un aislamiento adecuado para disminuir las pérdidas de calor.

Acorde con los catálogos al respecto se empleará el aislamiento conocido como "Vervic" y con un espesor de 5 cm (2").

El aislamiento se fija al equipo en la sgte. forma:

Se sueldan a las partes por recubrir tuercas colocadas en forma vertical es decir en tal forma que la perforación de las tuercas sirva para hacer pasar a través de estas un alambre que posteriormente servirá para fijar el material. En los lugares en donde no se pueda emplear este tipo de anclaje bastará con colocar "cinchos" para que sirvan al mismo propósito.

Una vez que el material aislante ha sido colocado se recubrirá con metal teñido de aluminio hexagonal (tela de gallinero) y posteriormente con un recubrimiento de cemento plástico impermeable ("Plastalite") en un espesor de 1" a 1.5" mm. Este último recubrimiento tiene por objeto proteger al material aislante contra roturas y evitar que se humedezca y baje su eficiencia.

CALCULO DEL MOTOR DEL AGITADOR.

De acuerdo con lo visto anteriormente acerca de los agitadores comúnmente empleados para el mezclado de productos y el tipo de agitación producido, el agitador más conveniente en este tipo de equipo es el de turbina con aspas inclinadas en un ángulo de 45° con respecto al eje horizontal. Para encontrar la potencia necesaria en el motor del agitador se emplea la sgte fórmula:

$$P = c L^3 S N^3 D^{1.1} W^{0.3} H^{0.6}$$

en esta fórmula:

P = Potencia del motor en H.P.

c = Coeficiente de potencia (adimensional)

L = longitud de las aspas en pies.

S = Densidad del líquido en lb/ft^3

N = Velocidad de las paletas en Rev/seg.

D = Diám del reactor en pies.

W = Ancho de las aspas en pies

H = Altura del líquido en pies.

El empleo de la fórmula anterior está condicionada a los sgtes puntos.

- 1.- La flecha del agitador debe estar en el centro del recipiente.
- 2.- Las aspas del agitador deben ser equivalentes a por lo menos $1/3$ del diám del reactor y con un ancho no menor de $1/6$ la longitud de las aspas.
- 3.- La altura del líquido H no debe ser mayor de 1.5 Diám del reactor.

De lo anterior se desprende que dicha ecuación puede ser empleada ya que los datos de diseño se encuentran dentro de las limitaciones de la fórmula, a saber:

- 1.- La flecha del agitador está colocada en el centro del reactor

2.- Las aspas tienen una longitud de 0.45 mts (1.5 ft) lo que satisface la relación $D/L \geq 3$ y el ancho de las aspas es de 0.075 mts (0.25 ft) lo que cubre la segunda condición del inciso 2.

3.- La altura máxima del líquido es de 1.80 mts que es la altura total del reactor, sin embargo de acuerdo con los datos de carga y volumen máximos esta altura H es de 1.50 mts (6 y 5 ft respectivamente)

Con los datos anteriores y los obtenidos experimentalmente (densidad del líquido, viscosidad) se puede substituir en la fórmula de White, sin embargo es necesario conocer el valor de "c" lo que se obtiene aplicando la sget fórmula:

$$c = \frac{L^2 N S}{z}$$

en donde L , N y S tienen el mismo valor y significado que en la fórmula de White y

z = Viscosidad absoluta en lb/ft.seg.

este último valor se obtiene multiplicando la viscosidad en centipoises por 6.72×10^{-4} .

Para poder encontrar los valores de las fórmula anteriores es necesario conocer el valor de N lo que se logra de la sget manera:

De lo expuesto en capítulos anteriores se sabe que la mejor velocidad periférica de agitación en este tipo de equipos es de 210 mts/mín. (700 ft/mín.) y que la longitud de las aspas debe ser de 0.3 D.

Si:

Vel periférica mts/mín = π x Diám del agitador x N revs/mín.
substituyendo valores:

$$210 = 3.1416 \times 0.45 \times N$$

$$N = 148 \text{ revs/mín.}$$

Conocido el valor anterior se substituye en la fórmula para "c" y se obtiene:

$$c = \frac{1.5^2 \times 2.5 \times 72}{8.72} = 60$$

Con este valor se recurre a la gráfica P de la pág 1225 del Perry y se encuentra el valor de c que en este caso es de 0.0001 y substituyendo en la fórmula de White:

$$P = 0.0001 \times 1.5^3 \times 72 \times 2.5^3 \times 4^{1.1} \times 0.5^{0.3} \times 5^{0.6} = 0.7 \text{ H.P.}$$

Esta fórmula está dada para recipientes sin mamparas y en el presente caso se emplearán estas por lo que la potencia necesaria debe ser por lo menos 4 veces el valor anterior, ó sea 3 H.P.

Las mamparas deben tener un ancho de aproximadamente 1/12 del diámetro es decir que su ancho debe ser de 3 a 10 cms y con una separación a la pared del reactor de 4 cm. (3.25" a 4 " y 1.5 respectivamente) el espesor de estas mamparas será de 0.6 cm (1/4") y su altura de 1.50 mts es decir ligeramente menor que la del supuesto cilindro.

Existe otra forma de calcular la potencia del motor para el agitador, en este método se emplea un nomograma que relaciona la velocidad periférica y el diám del agitador. Empleando este método se encuentra que el motor del agitador debe tener una potencia de 0.9 h.P. y bajo las mismas condiciones que el anterior es decir sin mamparas, sin embargo este valor está afectado por:

- a.- El factor para la viscosidad (en este caso es de 1.5)
- b.- Factor de pérdida por fricción a través de baleros, caja prensa entopa etc. Este factor varía de 0.4 a 0.5 H.P.
- c.- Factor del ángulo de inclinación de las aspas. Si las aspas tienen un ángulo de inclinación de 45° este factor varía de 0.98 a 1.02. Si las aspas del agitador son verticales la potencia obtenida debe multiplicarse por 1.15
- d.- Para obtener un valor de N = 148 R.P.M. es necesario reducir

la velocidad de salida de los motores comerciales. Esta reducción se logra por medio de bandas y poleas convenientemente acopladas o bien por medio de un motorreductor lo que es más aconsejable ya que su eficiencia es de 98%

De lo anterior se obtiene que la potencia necesaria en el motor y siguiendo este tipo de cálculo es de :

$$P = 0.9 \times 1.5 + 0.3 \times 0.98 = 1.6 \text{ H.P.}$$

$$P = 1.6 \times 4 = 6.4 \text{ H.P.}$$

Es aconsejable que la tapa del reactor sea convenientemente reforzada con el objeto de soportar el peso del motor y reductor flecha del agitador, aspas etc. Lo anterior puede lograrse por medio de secciones metálicas cuyos cortes ajusten a la esfericidad de la tapa y que estén unidos en forma vertical a esta (secciones en forma de media luna y del mismo material del reactor ya que estarán colocadas en el interior de este)

Resumiendo las características del agitador:

Agitador de 6 aspas y cada aspa con un ángulo de inclinación de 45° el diámetro del agitador será de 0.45 mts con un ancho de 7.5 cm y estarán acopladas a una flecha de 5 cm (2")

El reactor tendrá 4 mamparas de 10 cm de ancho, 0.635 cm de espesor y 1.60 mts de longitud.

La potencia del motor debe ser de 5 H.P. acoplado a un motorreductor con una relación tal que la vel. de salida sea de 150 R.P.M para el caso de velocidad normal y de 75 R.P.M. cuando se requiera una velocidad menor. Otra forma de obtener variación de velocidad constate en el empleo de un reóstato. El equipo que se emplee así como la instalación eléctrica necesaria (cajas, tubos etc) deben ser a prueba de explosión.

Tanque de reducción.

De lo expuesto en capítulos anteriores se sabe que:

1.- El tanque de reducción debe tener un volumen de por lo menos

4 veces el volumen del reactor

2.- Debe estar equipado con agitador, condensador, llave de descarga, agujero de hombre, línea para gas inerte, termómetro, indicador de nivel (que generalmente es del tipo de caldera) y mirilla

Por lo que respecta al inciso 1 en el presente anteproyecto el tanque de reducción tendrá un volumen de 8000 lts por lo que sus medidas serán $h = 2.30$ mts y $d = 2.10$. Esta capacidad es adecuada ya que permitirá una mayor uniformización de lotes de producción debido a que se pueden mezclar 4 fabricaciones con un contenido de no volátiles de 100% ó dos con un contenido de 50% etc.

Es conveniente que el tanque de reducción esté equipado con una camisa de calentamiento y ó enfriamiento con objeto de mantener el producto a una temperatura adecuada que permita su manejo esta camisa puede ser construida a una altura de 0.70 mts. cubriendo además la zona del fondo, con lo que el área total de calentamiento en esta parte del equipo será de 5.70 mts^2 es decir similar a la del reactor. Esta camisa al igual que la del reactor debe tener una separación de 10 cm a la pared del tanque de corte y los materiales empleados en la construcción de esta parte del equipo serán iguales a los empleados en la construcción del reactor.

Agitador.

Debe tener las mismas características que el del reactor es decir que su longitud (diám) no sea menor de $1/3$ el diámetro del tanque, en este caso será de 0.70 mts. con 6 aspas cada una de ellas inclinadas a 45° 0.12 mts de ancho y 0.635 cm de espesor. La potencia del motor del agitador puede ser menor que la del motor del reactor, aunque es recomendable que sean de las mismas características con el objeto de ser intercambiables. Las mamparas del tanque de reducción tendrán las mismas medidas que las del reactor en lo que respecta a espesor y separación a la pared del tanque, cambian do únicamente el ancho que será de 0.18 mts y la altura que será

4 veces el volumen del reactor

2.- Debe estar equipado con agitador, condensador, llave de descarga, agujero de hombre, línea para gas inerte, termómetro, indicador de nivel (que generalmente es del tipo de caldera) y mirilla

Por lo que respecta al inciso 1 en el presente anteproyecto el tanque de reducción tendrá un volumen de 8000 lts por lo que sus medidas serán $h = 2.30$ mts y $d = 2.10$. Esta capacidad es adecuada ya que permitirá una mayor uniformización de lotes de producción debido a que se pueden mezclar 4 fabricaciones con un contenido de no volátiles de 100% ó dos con un contenido de 50% etc.

Es conveniente que el tanque de reducción esté equipado con una camisa de calentamiento y ó enfriamiento con objeto de mantener el producto a una temperatura adecuada que permita su manejo esta camisa puede ser construida a una altura de 0.70 mts. cubriendo además la zona del fondo, con lo que el área total de calentamiento en esta parte del equipo será de 5.70 mts^2 es decir similar a la del reactor. Esta camisa al igual que la del reactor debe tener una separación de 10 cm a la pared del tanque de corte y los materiales empleados en la construcción de esta parte del equipo serán iguales a los empleados en la construcción del reactor.

Agitador.

Debe tener las mismas características que el del reactor es decir que su longitud (diám) no sea menor de 1/3 el diámetro del tanque, en este caso será de 0.70 mts. con 6 aspas cada una de ellas inclinadas a 45° 0.12 mts de ancho y 0.635 cm de espesor. La potencia del motor del agitador puede ser menor que la del motor del reactor, aunque es recomendable que sean de las mismas características con el objeto de ser intercambiables. Las mamparas del tanque de reducción tendrán las mismas medidas que las del reactor en lo que respecta a espesor y separación a la pared del tanque, cambiando únicamente el ancho que será de 0.18 mts y la altura que será

de 2.00 mts. Usualmente la tapa de esta parte del equipo es plana y al igual que la del reactor debe estar convenientemente reforzada:

El tanque de reducción debe estar soportado en forma tal que que exista una separación que permita el uso de llaves y tubería para la descarga y su fondo debe ser ligeramente esférico.

Condensador

El condensador del tanque de reducción puede ser menor que el del reactor ya que únicamente se emplea para condensar los vapores de disolvente que se originan al hacer la descarga del producto. Este condensador generalmente consta de un solo tubo por el que circulan los vapores y condensados y el medio enfriante circula por el exterior de este. En el presente caso bastará con un tubo de condensamiento de 5 cm diám nominal con 4.88 cm de diám interior y con una camisa de enfriamiento que cubra 2.40 mts. La altura total del tubo de condensamiento debe ser tal que permita una descarga libre al exterior y en esta forma se aumenta la capacidad de funcionamiento. En este condensador no se requiere que el tubo por el que circulen los vapores de disolvente sea de acero inoxidable, pudiendo ser de fierro galvanizado. La camisa de enfriamiento tendrá un diám de 10 cm. y en esta forma la superficie cubierta del condensador será de 0.37 mt^2 . (4.01 Ft^2).

Decantador.

Su uso fué explicado en capítulos anteriores y la capacidad de este accesorio es generalmente del 5 al 8 % de la capacidad del reactor, en este caso el volumen será de 150 lts por lo que sus medidas son de 0.50 mts de diám y 0.25 mts de altura, el fondo y la tapa deben ser ligeramente esféricos y estará unido al reactor y condensador teniendo además los accesorios nombrados anteriormente es decir mirilla, línea para agregar reactivos y llave de descarga. Este accesorio debe ser construido del mismo material que el reactor y su altura debe ser tal que permita una libre descarga del ma

terial que contenga.

Las líneas de alimentación de reactivos y disolventes al reactor y decantador deben ser construidas de tal manera que los productos que se agreguen ó descarguen "resbalen" en las paredes del recipiente, en esta forma se evitarán salpicaduras y desperdicio de material. Esto debe aplicarse también a la línea de descarga del reactor al condensador.

Extractor de humos.

Esta parte del equipo es básicamente un eyector que empuja líquido como fluido motor para el arrastre de gases, sus partes principales son :

Bonilla. Es un dispositivo que transforma una elevada presión del fluido en velocidad.

Difusor. Es básicamente una cámara de mezcla.

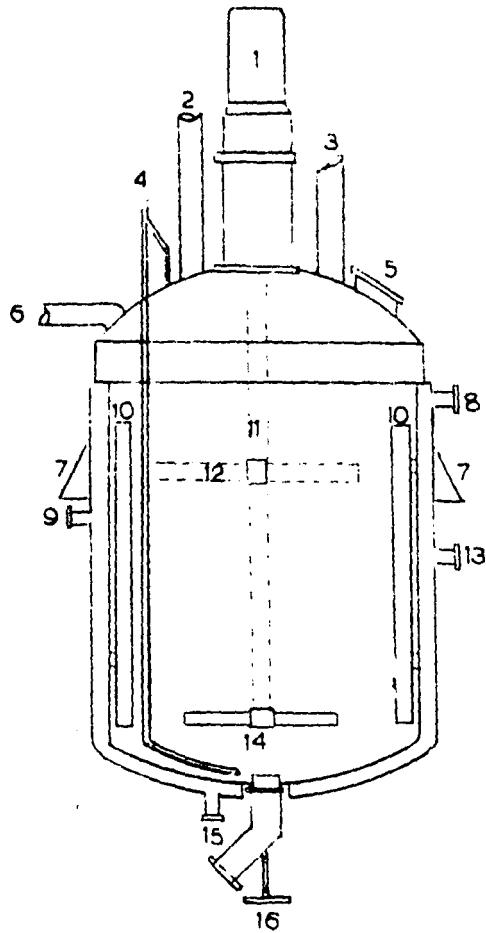
Este tipo de aparatos ofrece una gran utilidad cuando su uso es intermitente ya que su costo es generalmente bajo.

Se carece de una ecuación ó método para el cálculo de esta parte del equipo pero se sabe que algunas unidades pueden tener un gasto de 200 a 400 lts/mfn (50 - 100 G.P.M.) para manejar un volumen de 28.32 mts³ de gas (1000 ft³)

En el presente caso y debido a que esta parte del equipo se empleará en forma intermitente (fabricación de resinas por el método de fusión, obtención de resinosos metálicos) y únicamente cuando se deba agregar algún reactivo o tratar de obtener muestras, operaciones en las que el tiempo necesario es generalmente corto se considera que es suficiente con una bomba de 0.75 H.P. con un gasto de 240 lts/mfn (60 gal). Esta bomba tiene una salida de 3.75 cm (1.5") entrada de 5 cm (2") y produce una presión de 0.9 kgs/cm² (13 lbs/in²) a una distancia de 15 mts.

Es conveniente que la instalación se haga en una forma parecida

al diacrama (fig # 2) en esta forma. Únicamente se repondrá el líquido perdido por evaporación y el agua será recirculado. El tanque debe tener una capacidad de 200 lts por lo que sus medidas serán de tener a las del decantador.



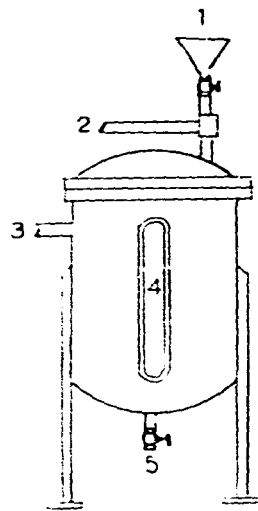
REACTOR

Fig 1

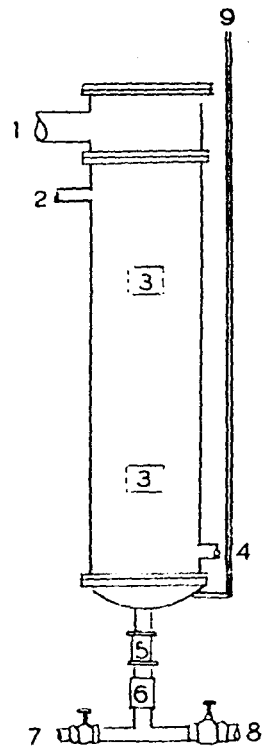
U I A
Felipe Parrilla Corzas
Tesis Profesional

REACTOR.

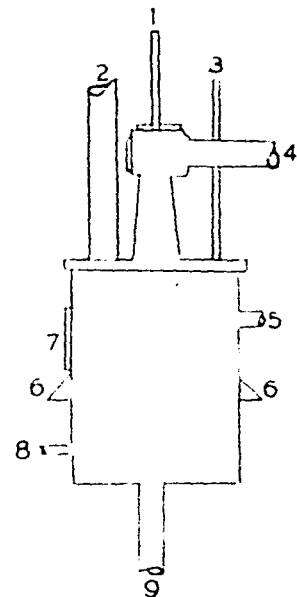
- 1.- Motor del agitador.
- 2.- Salida del disco de ruptura.
- 3.- Salida al condensador
- 4.- Entrada de gas inerte.
- 5.- Acuario de gases.
- 6.- Salida al extractor de humos.
- 7.- Soportes del reactor.
- 8.- Entrada del Dewtherm. (Zona superior)
- 9.- Salida del Dewtherm. (Zona superior)
- 10.- Gorgoros
- 11.- Flecha del agitador.
- 12.- Borde espumas.
- 13.- Entrada del Dewtherm (Zona inferior)
- 14.- Agitador.
- 15.- Salida del Dewtherm (Zona inferior)
- 16.- Llave de seguridad. (Tipo "Ram" fabricada por Strahman valves Inc.)



DECANTADOR



CONDENSADOR



EXTRACTOR de
HUMOS

Fig 2

UIA
Felipe Parrilla Corzas
Tesis Profesional

ACCESORIOS.

DECANTADOR.

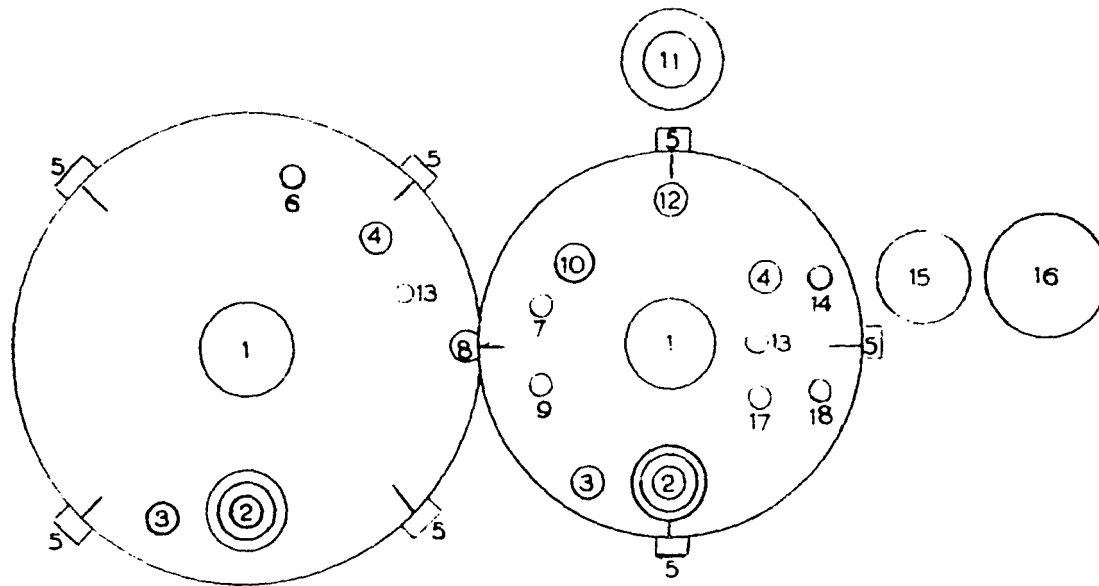
- 1.- Línea para acercar solventes y ó agua.
- 2.- Línea proveniente del condensador.
- 3.- Salida de condensados al reactor.
- 4.- Mirilla.
- 5.- Línea de descarga.

CONDENSADOR.

- 1.- Tubería para gases provenientes del reactor.
- 2.- Salida del agua de enfriamiento.
- 3.- Soportes del condensador.
- 4.- Entrada para agua de enfriamiento.
- 5.- Sección tubular de vidrio (mirilla)
- 6.- Sección de tubería flexible.
- 7.- Salida de condensados al reactor.
- 8.- Salida de condensados al decantador.
- 9.- Tubería de cierre de presión.

EXTRACTOR DE HUROS.

- 1.- Entrada de agua proveniente de la bomba de circulación.
- 2.- Salida de hueros con descarga al exterior.
- 3.- Entrada de agua de requebro.
- 4.- Tubería proveniente del reactor
- 5.- Tubo de salida de agua (trabazadero)
- 6.- Soportes.
- 7.- Tapa para agua.
- 8.- Salida a la bomba de recirculación.
- 9.- Salida de descarga.



Tanque de reduccion

Reactor

DISTRIBUCION del EQUIPO y ACCESORIOS

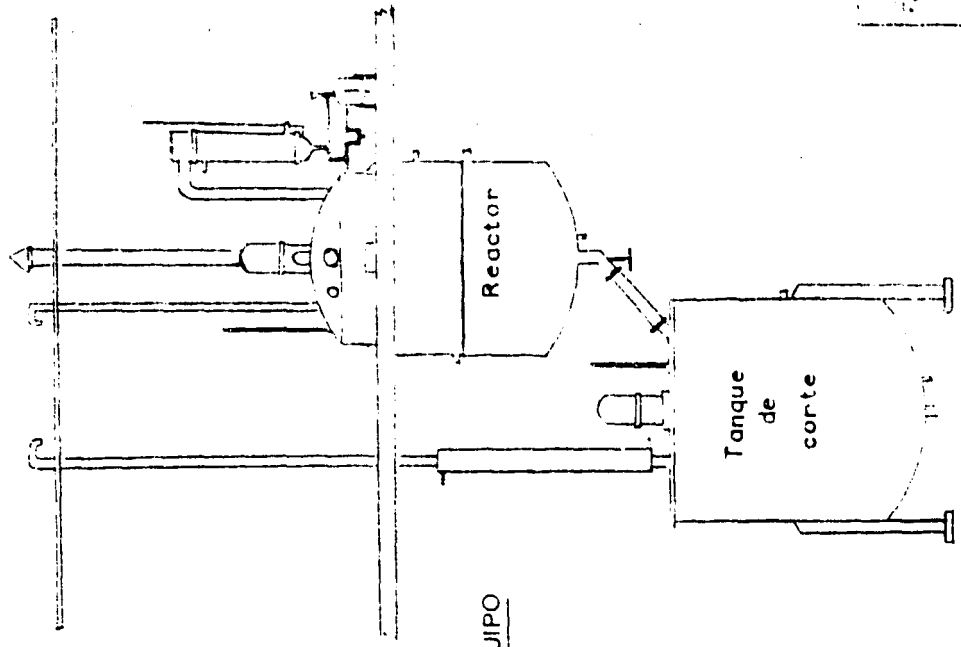
Fig 3

U I A
Felipe Parrilla Corzas
Tesis Profesional

DISTRIBUCIÓN DE EQUIPO

1. ADICIONALES.

- 1.- Motor del agitador.
- 2.- Anillo de apoyo.
- 3.- Muelle.
- 4.- Salida al condensador.
- 5.- Soportes.
- 6.- Entrada de gas inerte.
- 7.- Línea de alimentación de solventes.
- 8.- Entrada para la descarga de producto.
- 9.- Línea para la alimentación de reactivos.
- 10.- Salida del diagrama de seguridad.
- 11.- Extractor de humos.
- 12.- Salida al extractor de humos.
- 13.- Indicadores de temperatura.
- 14.- Entrada de condensados.
- 15.- Condensador.
- 16.- Decantador.
- 17.- Indicador de presión.
- 18.- Entrada de gas inerte.



UBICACION del EQUIPO

Fig 4

A continuación se encuentra un presupuesto aproximado del costo del equipo así como de los accesorios necesarios.

Reactor con capacidad de 2000 lts y camisa de calentamiento equipado con condensador y motor para el agitador	\$ 25,000.00
Tanque de reducción con capacidad de 7000 lts y camisa de calentamiento, motor para el agitador.....	\$ 32,000.00
Extractor de humos, construido con acero al carbón y acuerdo con las especificaciones del anteproyecto	\$ 3,000.00
Tanque decantador con salida y entrada para solventes de 3.75 cm (1.5") y mirilla, construido con acero inoxidable	\$ 4,000.00
Estructura para soportar el reactor, decantador, extractor de humos etc.	\$ 12,000.00
Equipo extra, u.c. registradores de temperatura (termografía) manómetros, termopares etc	\$ 12,000.00
Varios (Tubería, llaves de paso etc)	\$ 4,000.00
Instalación del equipo	\$ <u>14,000.00</u>
Total	\$ 172,000.00

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.

El equipo propuesto es lo bastante versátil para emplearse en la mayor parte de resinas así como los barnices que de estos productos se obtienen, ya que cubre con facilidad los rangos de temperatura adecuados para todas y cada una de las resinas sintéticas. Si se desea fabricar emulsiones es posible convertir el tanque de reducción en un pequeño reactor, ya que solo será necesario cambiar el agitador por uno de herradura y modificar ó cambiar el condensador, debido a que dicho tanque está construido con una camisa de calentamiento y de enfriamiento y la temperatura necesaria para este tipo de compuestos no excede 90°C y de acuerdo con el proyecto la agitación en esta parte del equipo es inferior a la obtenida en el reactor, siendo adecuada para la producción de emulsiones.

A continuación y con objeto de tratar de ayudar a la obtención de productos con buena calidad se encuentran una serie de indicaciones que deben ser observadas.

- 1.- Evitar sobrecalentamiento local
- 2.- Emplear materia prima limpia y libre de contaminaciones
- 3.- Uso de atmósfera inerte durante el proceso
- 4.- Obtener un buen reflujó de disolvente y emplear el extractor de humo cuando así proceda.
- 5.- Evitar contaminación con sales metálicas que generalmente imparten coloración, esto se evita empleando buenos materiales de construcción.
- 6.- No calentar a un nivel superior al ocupado por la carga de reactivos

7.- La descarga de productos debe hacerse a temperaturas lo más bajas posibles cuando las propiedades lo permitan, en esta forma se evitarán coloraciones por oxidación.

8.- Filtración de productos. Esto es conveniente cuando el producto se preste para ello, ya que con frecuencia durante la fabricación de estos compuestos se forman pequeños "geles" que son arrastrados durante la descarga, impurificando el producto. La filtración se hace por medio de los métodos convencionales (filtro prensa, de platos etc.)

Cuando se obtienen resinas aléldicas por medio del método de alcoholisis algunos de los catalizadores empleados en la obtención del monoglicerido llegan a producir complejos con el anh, ftálico, estos complejos tienden a enturbiar el producto, turbidez que se elimina por medio de la filtración.

Puede emplearse como filtro ayuda cualquierá de los productos que con ese objeto se consiguen comercialmente (Dicalite, Filtrol etc) en proporciones que varían alrededor del 2% del producto.

9.- Todas las partes del equipo que constan en el anteproyecto deben estar conectadas a tierra, esta conexión a más de abarcar el reactor, tanque de corte, decantador etc. debiera abarcar también la estructura en que se encuentre montado el equipo, en esta forma se evitará la formación de chispas originadas por electricidad estática.

10.- En caso de incendio se deben emplear únicamente extinguidores de gas ya que otro tipo de ellos (agua, espuma) pueden ocasionar espumaciones y agrandar el siniestro.

11.- Algunas de las sustancias empleadas comúnmente en la obtención de estos productos son tóxicas (y principalmente los vapores ó sublimados) por lo que es conveniente que los operadores empleen ropa e implementos adecuados (guantes, mascarillas etc) principalmente durante la carga de estos materiales.

12.- Es conveniente que el equipo sea lavado completamente al cambiar de ciclos de fabricación, en esta forma se evitarán contaminaciónes. En ocasiones y cuando sea necesario fabricar una gran cantidad de material del mismo tipo es aconsejable lavar el equipo después de un número adecuado de fabricaciones ya que las resinas tienden a pegarse en las paredes del reactor, lo que origina que se quemem e impartan color al producto. El lavado del equipo deberá hacerse con solución de sosa caústica y nunca con disolventes ya que además de contaminar estos su uso implica riesgo.

13.- El equipo debe inspeccionarse en forma periódica en sus puntos de unión (roscas, bridas etc) con objeto de evitar y prevenir fugas. De la misma manera es conveniente revisar los discos de ruptura y válvulas de presión, comprobando el buen estado y funcionamiento respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Badger L. Walter
McCabe L. Warren
Elements of Chemical Engineering
McGraw Hill Book Co.
New York 1937.
- 2.- Bjorksten Research Laboratories Inc.
Polyesters and their Applications.
Reinhold Publishing Co.
New York 1960 4th Ed.
- 3.- Balow P.F.
Indirect Heating with Aromatic Oil.
American Institute of Chemical Engineers
Chicago Ill . Dic 1962
- 4.- Dowtherm for Heat Transfer
Paint and Varnish Production
Julio 1955
- 5.- Dowtherm Handbook
Dow Chemical Co.
- 6.- Heating with Mobiltherm
Socony Mobil Oil Co Inc.
- 7.- Hovey A.G.
Development of equipment for alkud resin manufacture
Industrial and Engineering Chemistry.
Junio 1949.
- 8.- Jhonson B.Dudley
Caring for Glass Lined Equipment
Chemical Engineering Jun 8 1964
McGraw Hill Inc.

9.- Kern A.D.

Process Heat Transfer
McGraw Hill Book Co Inc.
New York 1950

10.-Krumbahar W.

Coating and Ink Resins
Reinhold Publishing Corp.
New York 1947

11.-Linstack B.G.

Rupture Disk Systems provide protection for
Pressure Vessels.
Chemical Engineering Jul 5 1965
McGraw Hill Inc.

12.-Lofberg E.K.

Installation and Maintenance of
Glass equipment.
Chemical Engineering April 26 1965
McGraw Hill Inc.

13.-Martin S.R.W.

Synthetic Resin Chemistry for Students.
Chapman and Hall L.T.D.
Londres 1958.

14.-Naidu Harold

Emulsion Polymers for Paints.
Industrial and Engineering Chemistry
April 1963.

15.-Parker H.Norman

Mixing
Chemical Engineering Jun 8 1964
McGraw Hill Inc.

16.- Perry John H.

Chemical Engineers Handbook

McGraw Hill Inc.

New York 1951.

17.- Steeber W.

Applied Heat Transmission

McGraw Hill Book Co

New York 1941

18.- Conduitt Stainless Steel Tubes.

The Conduitt Steel Co.

Suedia 1960.

19.- *The Chemistry and Processing of Alkyd Resins*

Monsanto Chemical Co. 1952

20.- *The Story Of Alkyd Resins, Processing and Equipment.*

Brighton Corp 1959

21.- *The Aroclor Compounds.*

Monsanto Chemical Co.


22.- United States Steel Co.

Fabricación de los aceros "U.S.S."

Inoxidables y resistentes al calor

New York 1951.

+0+0+0+0+0+0+0+0+

 ~~INTEGRACIONES~~ *Compañía de* ~~...~~ S. de R. L.

MIER Y PESADO 227 COL. DEL VALLE TEL. 23-03-33
MEXICO 12 D F