



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

Comité Técnico Examinador de Tesis
Estreno Aciluminio

TESIS PROFESIONAL

JULIETA MAUSER LUNA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Estudio Técnico Económico de Resinas Estireno Acrilonitrilo

JULIETA HAUSER LUNA

INGENIERIA QUIMICA

1 9 6 7

PRESIDENTE Prof.: FAUSTO URENCIO R.
VOCAL ° : RODOLFO CORONA DE LA V.
SECRETARIO ° : ENRIQUE RANGEL T.
1er. SUPLENTE ° : ABEL J. NAVARRO M.
2o. SUPLENTE ° : EDMUNDO PEREZ P.

Sitio donde se desarrolló el tema: Biblioteca de la
Facultad de Química de la U.N.A.M.

SUSTENTANTE:

Jelitza Hauser Luna

ASESOR:

Ing. Quím. Rodolfo Corona

CON GRATITUD Y CARISO: A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

DEMAS SERES QUERIDOS

C O N T E N I D O

INTRODUCCION

**CAPITULO I.- ESTUDIO DEL PRODUCTO Y SU
ELABORACION**

**CAPITULO II.- PROCESOS DE MOLDEO Y APLI
CACIONES**

CAPITULO III.- ESTUDIO DEL MERCADO

CAPITULO IV.- SELECCION DEL EQUIPO

CAPITULO V.- CONCLUSIONES

CAPITULO VI.- BIBLIOGRAFIA.

I N T R O D U C C I O N

Las resinas Estireno Acrilonitrilo pertenecen al grupo de los poliestirenos alto impacto. En la industria de hoy el término "Poliestireno" comprende Estirenos polimerizados simples y estirenos modificados con hules, aditivos, agentes estabilizantes e inclusive con otros monómeros con objeto de desarrollar propiedades especiales y encontrar necesidades industriales específicas.

Alrededor de 1950 se introdujo un copolímero de poliestireno, el cual tenía mayor resistencia que un poliestireno normal. Este copolímero es el de Estireno Acrilonitrilo; comúnmente conocido como resinas S A N.

El copolímero anterior se puede obtener variando el contenido de acrilonitrilo y estireno obteniéndose productos con diferentes propiedades.

Este copolímero es más rígido, con mayor resistencia mecánica y a la tensión, mayor módulo de elasticidad, su dureza y resistencia química son superiores a las de poliestireno para usos generales.

Aunque son resinas que tienen aplicaciones muy amplias en la industria, no se usan debido, principalmente a su costo elevado.

Estas resinas se usan en la industria de plásticos: para moldear de diferentes objetos: tableros, piezas de

refrigeradores, jarras, charolas, etc., de lo cual se hablará en los próximos capítulos.

Este tipo de resinas se encuentran en pleno desarrollo. Día con día supérese la tecnología del proceso de copolimerización.

El aprovechamiento comercial de estas resinas es muy reciente.

Generalmente las resinas de estireno acrilonitrilo contienen de un 25 a un 30% en peso de acrilonitrilo y el resto de estireno.

En resumen, son un tipo de resinas ampliamente empleadas en la industria plástica actual y del futuro.

Este tema fue escogido con el objeto de conocer más a fondo estas resinas, sus propiedades, métodos de fabricación, haciendo finalmente un cálculo de las dimensiones del equipo, en alguno de los procesos, estimando si resultaría costeable su fabricación.

CAPITULO I

ESTUDIO DEL PRODUCTO Y SU ELABORACION

Copolímeros de Estireno Acrilonitrilo.- Al incorporar acrilonitrilo a un polímero de estireno se aumenta el esfuerzo de tensión, y se mejoran las propiedades de resistencia química en general.

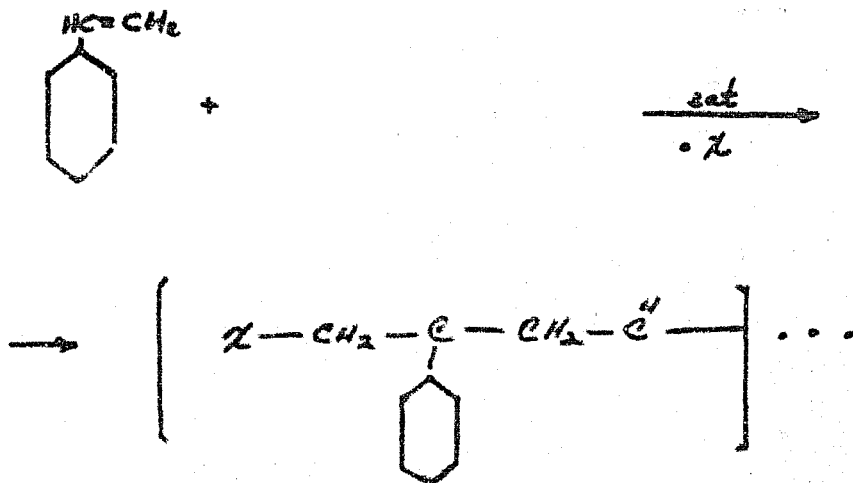
Las características de copolimerización de estos dos monómeros de estireno y de acrilonitrilo es tal que la composición debe ser la siguiente: 70 partes de estireno y 30 partes de acrilonitrilo lo que produce un copolímero homogéneo con excelente claridad y color.

Los copolímeros de estireno acrilonitrilo son plásticos transparentes y de alta resistencia química, son muy similares en su procesamiento a los homopolímeros de estireno.

El acrilonitrilo y el estireno producen copolímeros de varias composiciones dependiendo de las propiedades deseadas para el producto final.

Para iniciar la polimerización se requiere un catalizador.

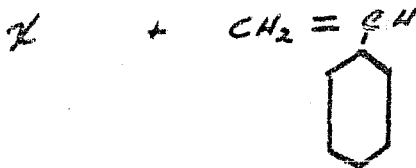
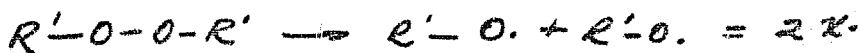
La siguiente ecuación ilustra la reacción:

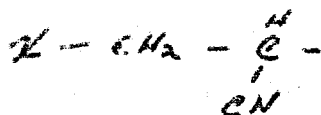
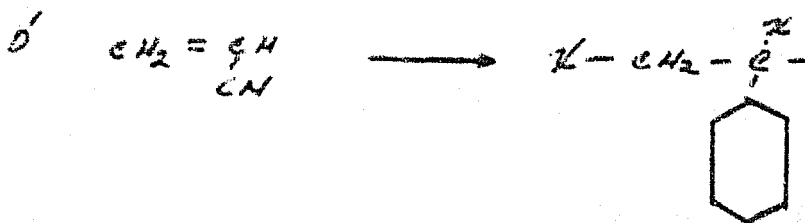


La polimerización por radicales libres incluye: iniciación, propagación y terminación por unión de radicales poliméricos y/o terminación por transferencia de cadena.

La iniciación de la reacción empieza con el desarrollo de la cadena.

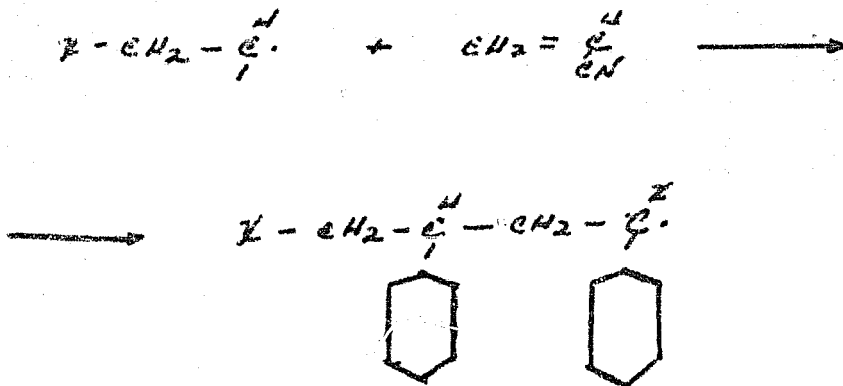
El peróxido (catalizador) inicial se descompone para formar radicales libres, los cuales son adicionados a dobles ligaduras de estireno o acrilonitrilo para formar nuevos radicales libres.





La relación de descomposición térmica del peróxido determina la relación de inecuación de la reacción. Es importante por consiguiente el escoger el peróxido adecuado, con objeto de obtener el peso molecular buscado.

Una vez que el radical polimérico se ha formado, la propagación de este radical ocurre por adición sucesiva de dobles ligaduras para formar la unidad de nuevos radicales como sigue:



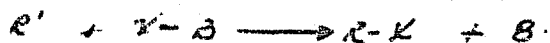
Esta reacción continúa agregándose a unidades monómeros de estireno y/o acrilonitrilo para formar cadenas grandes.

La terminación de la cadena ocurre cuando un radical polimérico reacciona con un compuesto de bajo peso molecular, removiendo un átomo activo.

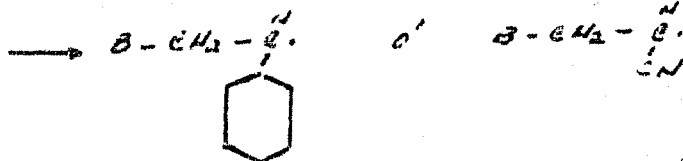
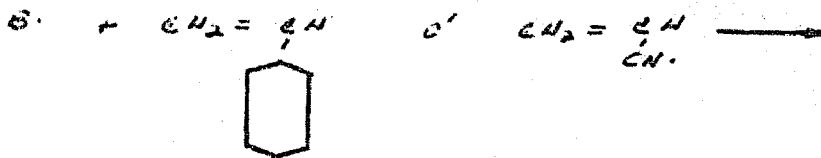
Esto completa el desarrollo de una cadena e inicia el de otra. Lo siguiente ilustra el mecanismo:

R' = radical Copolimero.

X = átomo activo.



B = nuevo radical activo.



nuevo radical en desarrollo.

Las tres variables más importantes que controlan el peso molecular son:

- a) Temperatura de polimerización.
- b) Concentración de catalizador.
- c) Concentración del agente de transferencia de cadena.

En general a altas temperaturas se producen más radicales libres, sitios de iniciación y radicales para unión de cadenas. Por consiguiente se obtienen polímeros de bajo peso molecular.

De igual manera, altas concentraciones de catalizador y agentes de transferencia de cadena darán los mismos resultados.

Métodos de Copolimerización. - Los métodos de copolimerización son los siguientes:

- a) Masa
- b) Emulsión
- c) Solución
- d) Suspensión

Antes de tratar por separado cada uno de estos procesos, a continuación veremos algunas generalidades sobre estos procesos.

La polimerización en general para los cuatro procesos se cataliza por medio de algún peróxido. El catalizador puede agregarse al principio de la reacción o duran-

te el curso de ella.

La reacción de polimerización es exotérmicamente fuerte y a menudo tiende a ser peligrosa, haciendo difícil el control de la temperatura de reacción.

La relación de polimerización y la velocidad de reacción están ligadas a la temperatura, pues ambas relaciones aumentan al subir la temperatura.

a) Copolimerización en masa.— Este método es uno de los más antiguos y complicados, razón por la cual es uno de los métodos menos empleados.

La técnica se basa en la polimerización de dos monómeros, modificados sólo por la presencia de un iniciador de reacción, o catalizador.

Hay varios procedimientos para llevar a cabo el método. Todos consisten básicamente de: Prepolimerización a baja temperatura en una conversión de 30 a 50% y alta temperatura al terminar la operación.

En este proceso se emplean tanto métodos continuos como intermitentes, siendo el más empleado el último.

Este método es capaz de producir copolímeros de pureza extraordinaria.

Una de las dificultades de este método es que se necesita manejar masas altamente viscosas durante los periodos más avanzados de la polimerización. Por otro lado es un serio problema eliminar el calor de polimerización.

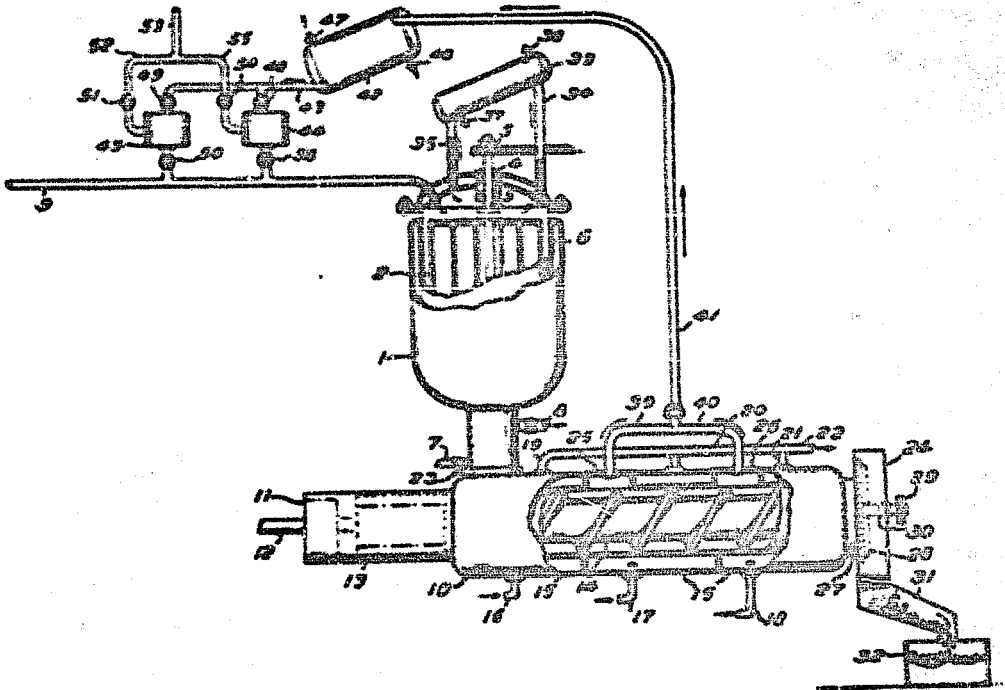


DIAGRAMA No 1

La única manera de quitarlo sería a través de las paredes del reactor, y esto implica una relación de superficie a volumen muy grande en el equipo; lo cual significa que la partida no puede ser polimerizada uniformemente.

Por lo anteriormente mencionado es necesario utilizar un equipo de reacción extraordinariamente complejo y además es necesario un equipo adicional para separar el copolímero de una fase acuosa o de solvente, ya sea centrifugando o secando.

A continuación se da una explicación al diagrama No. 1 que corresponde a la copolimerización en masa. El estireno y el acrílonitrilo entran en una proporción de 70 a 30, y se alimentan a presión al reactor 1. Los monómeros entran al reactor a una temperatura de 85 a 100°. Aquí ocurre una conversión de 40 a 60% en un período de 3 a 24 horas.

Las masas parcialmente polimerizadas pasan de la tolva 23 al extractor, en el cual los volátiles son eliminados debido a las altas temperaturas. El condensador 33 se conecta al reactor, así cualquier cantidad de monómero vaporizado en la parte superior del reactor, puede circular y retornar como líquido al reactor.

Copolimerización en Emulsión.— Este proceso tiene importancia en la fabricación de varios tipos de resinas pero para la fabricación de estireno acrílonitrilo tiene

un interés limitado.

Una razón principal por la cual el interés para este caso es limitado, es que para este tipo de polimerización se requiere una alta concentración del emulsificante, para conservar la fase orgánica bien dispersa en el medio acuoso, y estos agentes emulsificantes son difíciles de quitar del medio del producto terminado.

Esta técnica por consiguiente, produce un copolímero contaminado que no puede ser empleado para la fabricación de artículos sin color.

Este tipo de polimerización está gobernada por principios diferentes a los que se encuentran sujetos los procesos de masa y suspensión.

Aquí se emplean: mezcla de monómero, agua, emulsificante (estearato de sodio) y catalizador soluble en agua (persulfato de potasio).

Los monómeros de estireno y de acrilonitrilo se dispersan en un medio acuoso, en presencia de un emulsificante y de un catalizador, copolimerizan muy fácilmente para formar emulsiones de copolímeros estables.

La reacción puede efectuarse fácilmente si los reactores son adecuados, es muy rápida y el calor de copolimerización debe eliminarse por medio de una chaqueta de enfriamiento y/o reflujó.

Esto permite un control de temperatura de copolí-

Refrigerante

Verticalmente

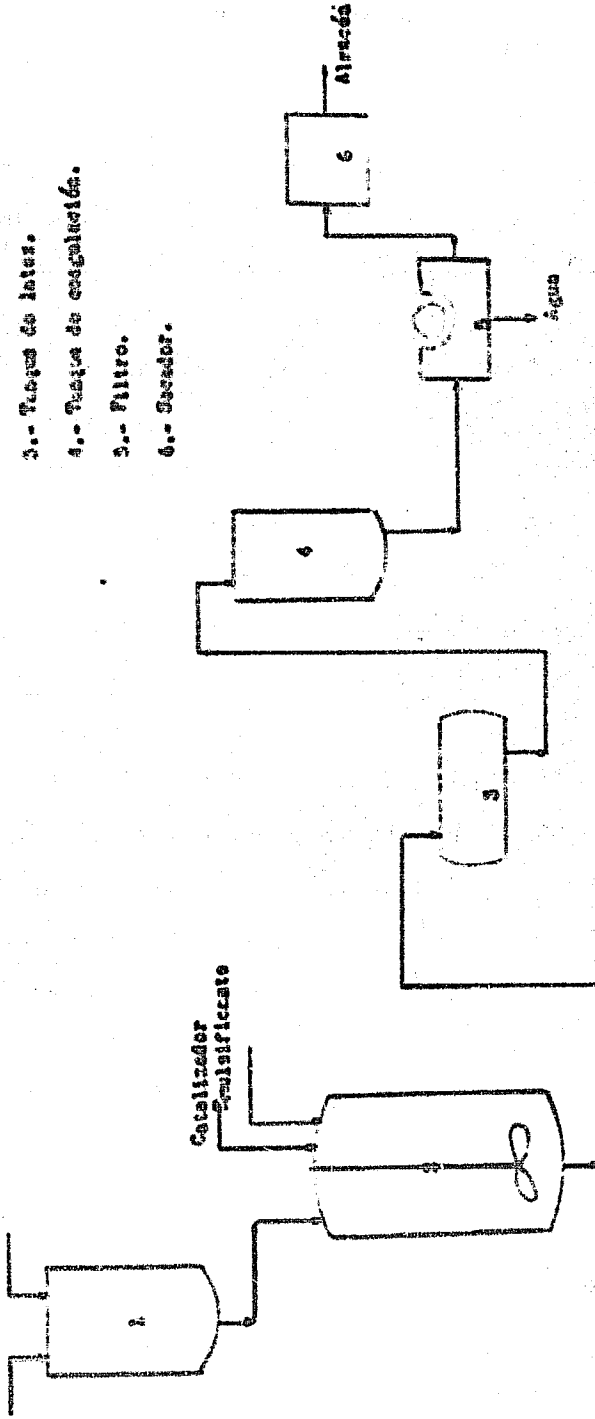


DIAGRAMA No. 2

merización excelente en un intervalo muy reducido.

Debido a que la incrustación en las paredes del reactor, es un problema frecuente en este proceso, por lo general el equipo empleado es vidriado, aunque hay casos en los cuales se puede utilizar en forma adecuada reactores de acero inoxidable.

La forma de adicionar los reactivos dependerá de la formulación que se use y de los problemas que se tengan de transferencia de calor.

El monómero no reaccionado en este proceso, es recuperado por destilación y recirculado.

El copolímero obtenido por esta técnica, puede recuperarse por secado directo, o coagulado, lavado y después secado.

El diagrama No. 2 ilustra este proceso. Los monómeros de estireno y acrilonitrilo entran en un tanque de mezcla, de ahí pasan al reactor de polimerización, en donde se adiciona el catalizador y el emulsificante, salen del reactor a un tanque de látex, a un tanque de coagulación, para después pasar a un filtro, donde se separa el agua. Del filtro pasa a un secador, de donde sale el almagón.

El equipo de trituración de la resina es adicional.

Copolimerización por Solución.— Este es uno de

1.- Tanque de Mezcla.

2.- Reactor.

3.- Recedor.

4.- Condensador.

5.- y 6.- Bombas.

Entrada Acrilonitrilo

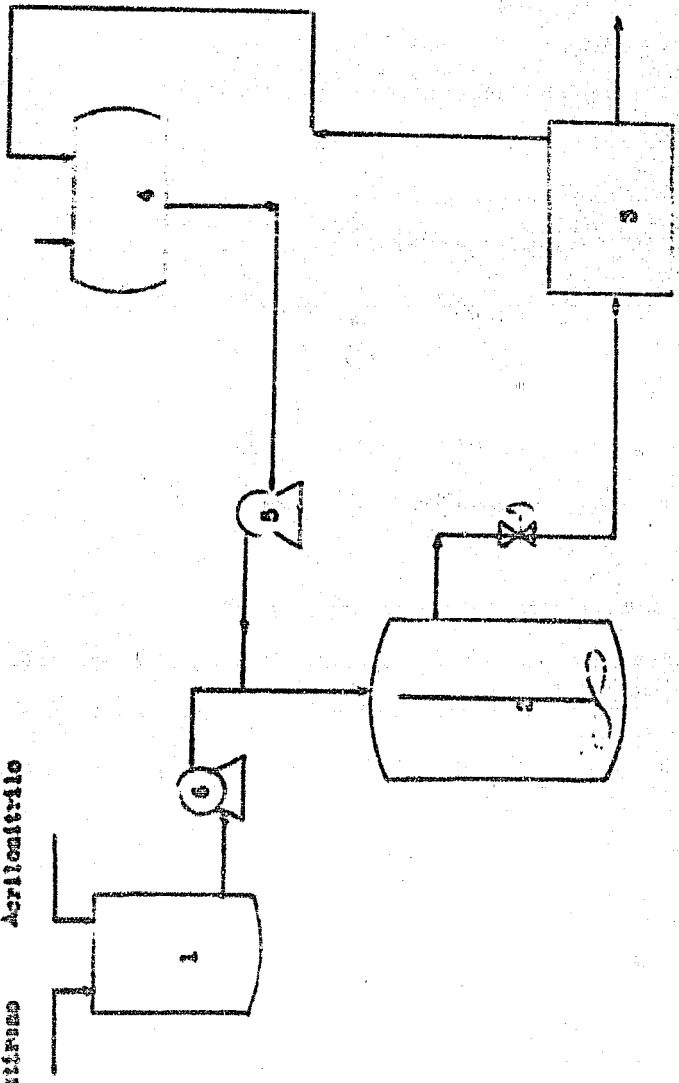


DIAGRAMA No. 3

los procesos de copolimerización más adecuado para la obtención de resinas de estireno acrílonitrilo.

Es una reacción en solución, en la cual el monómero y algunas veces el polímero son solubles.

Es un proceso de polimerización adecuado para la preparación de copolímero de estireno acrílonitrilo, desarrollado por Dow Chemical Company. Este proceso comprende la copolimerización de dos monómeros, relativamente a alto porcentaje de sólidos en solución, y simultáneamente manteniendo buena homogeneidad de ambos monómeros.

Este proceso puede ser continuo o intermitente, alimentándose los reactivos y el solvente.

Este sistema es empleado para producir copolímeros de composición homogénea.

En este equipo, pueden efectuarse polimerizaciones a altas presiones y temperaturas. Proceso correspondiente al diagrama No. 3.

El copolímero así obtenido puede empacarse y usarse como tal, o puede emplearse en la manufactura de copolímeros de acrílonitrilo butadieno estireno, (ABS).

Copolimerización en Suspensión.— El problema de eliminar el calor y controlar la temperatura, que causa dificultades en polimerización en masa, es casi completamente nulo en el método de suspensión, proceso que opera con una suspensión de pequeños glóbulos de estireno en agua.

Es necesario agregar una suspensión estabilizada, la cual mantendrá la dispersión deseada del material orgánico en la fase acuosa.

En la mayoría de los procesos, esos agentes de suspensión son fosfatos de calcio, en concentraciones muy bajas.

La efectividad de estos agentes de suspensión se puede aumentar mediante una pequeña cantidad de detergente aniónico.

Estos agentes de suspensión se emplean en rangos de concentración, que han sido cuidadosamente establecidos para minimizar las aglomeraciones o precipitaciones de masa en el lecho, fenómeno que resulta como pérdida en la carga.

Como en polimerización en masa, el proceso de suspensión se lleva a cabo en 2 ó 3 niveles crecientes de temperatura. Generalmente hasta un 60% de conversión se mantiene la temperatura a 90°C. Más adelante la temperatura es aproximadamente de 115°C.

El producto es lavado con ácido diluido y con agua, y secado finalmente.

Algunas de las ventajas principales de este método son: la simplicidad del equipo, principalmente del reactor, otra es la ausencia de materiales altamente viscosos, que son frecuentes en polimerización en masa.

CAPITULO II

PROCESOS DE MOLDEO Y APLICACIONES

De las muchas técnicas para el procesamiento de resinas termoplásticas, las más usadas para el copolímero de estireno acrilonitrilo son: Moldeo por Inyección y Extrusión.

El proceso de moldeo por Inyección requiere el uso de la resina en forma de pelotitas.

La temperatura empleada es alrededor de 600°F. dependiendo de las condiciones del artículo terminado que se desea.

Este método es el más usado para la fabricación de artículos termoplásticos. Esta técnica es relativamente simple. Las pelotitas, gránulos o polvo de la resina, se alimentan a un cilindro, en donde son suavizadas y fundidas. Este material fundido es forzado con presión suficiente a una cavidad fría, llenando el molde con el plástico. La pieza se extrae del molde una vez que ha solidificado. Mientras tanto se alimenta copolímero a la cámara de calentamiento, donde se ablanda. El copolímero fundido de nuevo se inyecta al molde y se repite la operación. Este proceso es continuo.

El estireno acrilonitrilo requiere condiciones

estándar de moldeo. En general se puede moldear satisfactoriamente con temperaturas del cilindro comprendidas entre 425 y 550° F. y con temperaturas de molde de 160 a 195° F. No se recomiendan temperaturas bajas, puesto que generalmente implican la aplicación de altas presiones, a menos que el material sea preplastificado, o que el tiempo de residencia en el cilindro sea largo.

Si no se obtienen resultados óptimos bajo estas condiciones iniciales de moldeo, se pueden hacer ajustes en la presión, temperatura del cilindro y/o temperatura de los moldes. Siguiendo las indicaciones anteriores se mejorará el flujo y la estabilidad dimensional de la figura moldeada.

Este proceso es muy utilizado para modelos de sílice compleja, mediante él es posible fabricar piezas pequeñas muy trabajadas por un proceso totalmente automático, a un costo bastante bajo.

Proceso de Extrusión.— Este proceso se emplea para resinas termoplásticas destinadas a producir artículos de forma muy sencilla.

El procedimiento básico es el siguiente:

La mezcla de gránulos termoplásticos, en este caso de estireno acrilonitrilo, pasa de la tolva a través de un cilindro calentado por resistencias eléctricas para ramblenderlos, y mediante un tornillo sin fin se impulsa hacia

ta las matrices del molde, con el objeto de obtener una cinta plástica de muy diversas formas, es decir, como varilla sólida, tubos, planchas gruesas, hojas delgadas, las cuales se depositan sobre una banda transportadora en donde se enfrían, para endurecerlos, con chorros de aire o mediante un baño de agua.

Otra forma de trabajar este tipo de resinas es el llamado moldeo al vacío. Este método básicamente consiste en reblandecer una lámina termoplástica mediante calor. A continuación se fija firmemente mediante un marco a la entrada de un molde cualquiera. Se aplica vacío por el interior del molde y la presión atmosférica hace que la lámina se ajuste interiormente a las paredes del molde, haciendo que tome la forma del mismo, así, por complicado que sea el diseño puede reproducirse con esta técnica toda la forma interior del molde. Se deja enfriar a temperatura ambiente, y la primera contracción que sufre la lámina debido al enfriamiento la separa del molde y así se obtiene.

A continuación presentamos algunas propiedades, usos y aplicaciones de este tipo de resinas.

Propiedades.— Las propiedades de este tipo de resinas en general son:

Excelente resistencia a la flexión y tensión, excepcional resistencia química.

Las piezas moldeadas con este material son ligeras

sionalmente estables y pueden ser maquinadas sin dificultad.

Los valores promedio de flexión y tensión son aproximadamente 12000 y 173000 psi respectivamente.

Presentan también resistencia a ácidos minerales ácidos, alcoholes, gasolinas, aceites, etc.

Densidad: 1.06 a 1.09 g/cc.

Estado físico.— Gránulos, se puede obtener transparente, translúcido u opaco, siendo este último el más común.

Los copolímeros de estireno acrilonitrilo pueden ser procesados por los métodos anteriormente mencionados.

Otra propiedad importante es su gran resistencia mecánica.

Como se puede ver, las resinas de estireno acrilonitrilo poseen excelente estabilidad dimensional a elevadas temperaturas. Esta característica les permite su uso en muchas aplicaciones para las cuales otra resina similar no es la adecuada.

Estas resinas tienen aplicación en muchas industrias, principalmente:

Industria Automotriz.— Se utiliza para la fabricación de tableros, perillas, botones, lámparas, etc.

Industria de cosméticos.— Se emplea indirectamente para la fabricación de todo tipo de envases que aquí se

utilizan.

Empaque de Medicamentos.- En esta rama estas resinas tienen gran aplicación, debido a que es un material inerte, resistente al impacto, completamente transparente, etc. Es decir, que puede llegar a competir bastante con el vidrio, máxime que su resistencia al impacto es mayor.

Refrigeración.- Aquí se emplea bastante para la fabricación de tableros, botones y la mayoría de los aditamentos de los refrigeradores.

Juguetes.- Aquí tiene gran aplicación, con el inconveniente de que, debido a su costo elevado puede esta resina ser sustituida por otra, cuando sea conveniente, con el objeto de disminuir el costo del artículo final.

Otras aplicaciones adicionales son las siguientes:

- 1.- Vasos, jarras, charolas, etc.
- 2.- Cortinas plegadizas para baño.
- 3.- Botones para guitarras y radios.
- 4.- Pantallas de televisión.
- 5.- Mangos para cepillos de dientes.
- 6.- Baterías eléctricas.
- 7.- Anteojos.

CAPITULO III

ESTUDIO DEL MERCADO

Esto es sin duda la parte más importante de un proyecto, pues nos da a conocer con certeza el futuro económico del estudio realizado.

El análisis de costos deberá ser lo más completo posible, con el objeto de saber si es conveniente o no lanzarse a su realización.

Descripción del Producto.-

Este producto como ya sabemos, es una resina ternoplástica, con excelentes propiedades, ya mencionadas con anterioridad, muy útil para la fabricación de artículos, principalmente aquellos que requieran de una gran resistencia, tanto mecánica como química.

Esta resina se emplea para la fabricación de artículos moldados, ya sea por Inyección o por Extrusión.

Normas y especificaciones.-

Aquí es necesario conocer las especificaciones tanto físicas como químicas que requieran estas resinas.

Es un material rígido, con buena estabilidad dimensional, muy buena resistencia química, y ésta se debe a su contenido de acrílonitrilo.

Propiedades Mecánicas.-

Este material debe ser resistente a la tensión, elongación, flexión, y principalmente al impacto cuando se emplea en la fabricación de envases.

Propiedades Físicas.-

Deformación bajo carga de 4000 psi, a 50°C, y durante 24 horas: 1.5%.

Resistencia Química.-

Hidróxido de Amonio al 30% -----	Excelente
Mantecaquilla -----	Excelente
Freón -----	Excelente
Gasolina -----	Excelente
Alcohol Isopropílico -----	Excelente
Kerosene -----	Excelente
Acido nítrico al 30% -----	Excelente
Acete de Olivo -----	Excelente
Café -----	Buena
Hidróxido de sodio al 50% -----	Buena
Acido Sulfúrico -----	Buena
Jugo de Tomate -----	Buena

En la tabla anterior, excelente o buena indica el comportamiento del plástico en contacto con cada uno de los reactivos, que se presenta por la variación en el peso o apariencia de dicho plástico.

Estas resinas no son tóxicas, pues se emplean en lo ya dijimos en empaques de medicinas y algunas veces ps-

ra empaques de alimentos.

Forma de empaque.-

La forma de empaque de esta resina es por lo general en bolsas desde 25 Kg. de 3 pliegos de papel con ferro interno de polietileno.

Estas resinas inicialmente eran producto de importación, las fabricaban Dow Chemical Company y Union Carbide. Esto fue así hasta fines de 1965 en que Monsanto Mexicana comenzó a producirla, cerrando de esta manera la posibilidad de importación.

Los datos de importación proporcionados por la Secretaría de Industria y Comercio en 1965 fueron los siguientes:

Según la fracción arancelaria 33022.005 :

120 toneladas.

Actualmente esta resina es producida por Monsanto Mexicana y según informes su producción cubre totalmente las necesidades del mercado.

Un estudio más completo no fue posible lograrlo, debido a que el estireno acrilonitrilo es una resina relativamente nueva y que ha dado buenos resultados.

El costo actual de esta resina es de 11.00 \$/Kg. que comparada con poliestireno alto impacto 7.95\$/Kg., es más alto.

En resumen, viendo en forma comparativa los cos-

tos, consumos, producción, etc. de una y otra, no creo que sea conveniente la instalación de una nueva planta para la producción exclusiva de estas resinas.

CAPITULO IV

SELECCION DEL EQUIPO

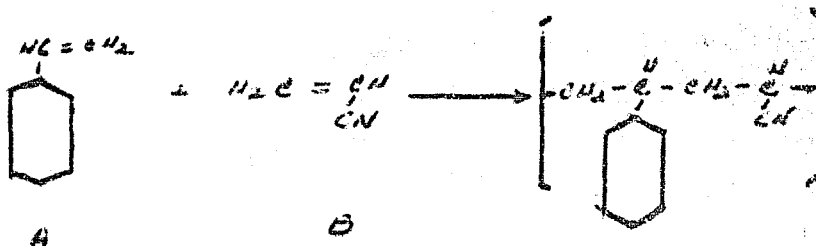
El proceso seleccionado para efectuar los cálculos fué el de Solución.

Se consideró éste debido a que tal vez sea el método que ocasione menos problemas, respecto a condiciones de temperatura, presión, viscosidad, etc.

Según el estudio del mercado vemos a considerar para nuestros cálculos una base de 60 ton/año, de estireno acrilonitrilo.

El proceso lo considerará intermitente, por lo tanto siendo 60 ton/año al mes serán 7 toneladas. Para la producción de esta resina se trabajarán 14 cargas al mes de media tonelada cada una.

La reacción es la siguiente:



El catalizador empleado es peróxido de benzoino.
La sustancia que actuará como solvente es tetra-
aloroetano.

Los reactivos son los dos copolímeros: Estireno
y acrilonitrilo.

Condiciones de Operación.-

Temperatura de copolimerización: 100 a 120°C.

Tiempo medio de reacción: 16 horas.

Porcentaje de estireno: 70%

Porcentaje de Acrilonitrilo: 30%

Presión: Atmosférica.

Eficiencia de la reacción: 95%

El equipo para el proceso consta de:

Tanque de Mezcla.

Reactor.

Filtro.

Secador.

Almacén: Tambores, o cuñetas.

Cálculo del Tanque de Mezcla.- En el tanque de
mezcla se tienen los copolímeros, el catalizador y el sol-
vente.

El solvente generalmente se considera en un 60%,
siendo el 40% restante la mezcla de copolímeros.

Los copolímeros, el catalizador y el solvente no
deben permanecer mucho tiempo en el tanque de mezcla, ya

que el estireno y el acrilonitrilo llega a copolimerizar a temperatura ambiente o ligeramente superior.

Balace de Material.-

Entra al tanque de mezcla:

395 Kg. de estireno

165 Kg. de acrilonitrilo

820 Kg. de solvente

TOTAL = 1370 Kg.

Tomando densidades, obtenemos un volumen de 1302 l. con lo cual podemos sacar las dimensiones del tanque.

DIMENSIONES DEL TANQUE.-

$$\text{Vol. cilindro} = \frac{\pi d^2 h}{4}$$

Consideramos un 15% más en el volumen y suponemos una altura de 1 m. Sustituyendo:

$$A = \frac{1442000 \text{ cm}^3 \times 4}{10000 \text{ cm} \times \pi} = 183 \text{ cm}$$

$$h = 1.83 \text{ m.}$$

En el tanque de mezcla es necesario tener un agitador, con objeto de obtener una mezcla homogénea. El tipo de agitador más adecuado es el de turbina. Las especificaciones del agitador se obtuvieron de un boletín propo-

cionado por Pfandler Permutit Inc. (Bulletin 1016).

Los pasos a seguir fueron los siguientes:

1.- Seleccionar un número índice, según el proceso y su grado de dificultad.

2.- Determinación de las revoluciones por minuto, de acuerdo con la capacidad del tanque o del reactor, según el caso.

3.- Cálculo del número de Reynolds. Esto por medio de un nomograma que relaciona: r.p.m., densidad relativa, y viscosidad.

4.- Cálculo del llamado número de potencia. Este se obtuvo en tablas de acuerdo con el número de Reynolds.

5.- Cálculo de la potencia, la cual se obtuvo con ayuda del número de potencia, el número de Reynolds y la densidad.

Los valores obtenidos en cada uno de los pasos fueron los siguientes:

1.- Número índice: 5

2.- r.p.m.: 125

3.- Número de Reynolds: 6×10^3

4.- Número de Potencia: 5.5

5.- Potencia: 5.7 HP = 6 HP STD

ESPECIFICACIONES DEL REACTOR

El reactor adecuado ya que la reacción es extremadamente exotérmica, será un reactor con chaqueta, reflujo, condensador y agitación.

Las especificaciones proporcionadas por Pseudler Permutit fueron las siguientes:

Material de Construcción: Acero Inoxidable tipo 304.

Chaqueta de acero al carbón.

Acabado interno: pulido.

Medio de calentamiento: aceite.

Medio de enfriamiento: agua.

Conexiones en la chaqueta: entrada y salida para agua y aceite.

Tipo de recipiente: Cilíndrico Vertical.

Capacidad del recipiente: 350 gal.

Díámetro interno: 58 pulgadas.

Profundidad: 49 pulgadas.

Presión interna: atmosférica.

Presión Chaqueta: 65 lb/in².

Tapa superior:

Registro para limpieza.

Brida para la flecha del agitador.

Brida para reflujo.

Brida para alimentación.

Brida para termopozo.

Tapa inferior:

Brida de salida.

Accesorios.-

Tipo de agitador: Turbina.

Material del agitador: Acero inoxidable.

Termopozo.- 58 pulgadas de longitud. Distancia de la tapa superior al punto de mayor agitación.

Tipo de empaques: neopreno.

CONDENSADOR

Según tablas del boletín: Pfaudler Heat Exchangers:

STD: 65 ft², este valor depende de la capacidad del reactor de la temperatura de la presión.

Para 75 ft² en tablas, el diámetro de los tubos es de 8 pulgadas, y de 8 ft de altura.

Consta de 48 tubos de 3/4 de in. de diámetro exterior, de 19 BFG. en paso, triangular de 1 in.

Superficie de calentamiento STD: 75 ft².

FILTRO

El material polimerizado sale del reactor en una solución, éste debe separarse de la solución por medio de

una malla vibratoria, que se utilizará al descargar los reactores; para posteriormente transferir la solución a los tanques de alimentación.

SECADOR.-

Una vez filtrado el copolímero es necesario eliminar la humedad restante; para esto emplearemos un secador del tipo atomizador recomendado por Hino Atomizer cuyas características se dan a continuación:

Es un secador de espray, del tipo Production Hino, ajustado para atomización centrífuga y provisto de vapor calentado y aire caliente.

La capacidad de evaporación es aproximadamente de 11 kg/h.

Temperatura de entrada del aire 130°C.

Temperatura de salida 60°C.

Cámara de secado.- De acero inoxidable provista de una puerta de servicios.

Ducto de aire.- De acero inoxidable para transportar el aire de salida y el polvo hacia el separador ciclónico.

Ciclón.- De acero inoxidable y diseñado especialmente para producir separación efectiva entre el polvo y el aire.

Recipiente colector.- De acero inoxidable colocado en posición conveniente abajo del ciclón.

Ventilador.

Tablero.- Con todos los controles.

ALMACENAMIENTO.-

El almacenamiento en este caso puede hacerse en tambores o cañotes diversos, sin importar las dimensiones de éstos. Aquí el almacenamiento es momentáneo ya que después pasará a su empaque definitivo.

COSTO DEL EQUIPO

El costo del equipo se obtuvo en su mayor parte mediante cotizaciones, sin embargo, parte de él fue estimado en función de otros costos.

Reactor (completo)-----	\$	400,000.00
Tanque de Mezcla -----		150,000.00
Tanques almacenamiento mat. prima Estireno -----		90,000.00
Acrylonitrilo -----		90,000.00
Secador -----		355,000.00
Bombas -----		12,000.00
Agitadores -----		18,000.00
Filtro -----		30,000.00
Instalación.- Se consideró un 20% del costo del equipo -----		256,000.00
Total equipo instalado -----	\$	1,361,000.00

Costos en función del equipo instalado.-

Instrumentación (manómetros, termómetros, etc.) se estimó como un 5% sobre el equipo instalado -----		100,800.00
Tubería (incluyendo válvulas, uniones, codos, etc.) se estimó 8% sobre el equipo instalado -----		161,280.00
Cimentaciones y estructuras para		

el equipo. Se estimó 20% sobre el equipo instalado -----	\$ 403,200.00
Auxiliares (tableros, montacar- gas, básculas) se estimó un 6% sobre el - equipo instalado -----	120,960.00
Equipo de laboratorio (Balanza analítica, estufa, etc.) se estimó como -----	50,000.00
Terreno, aproximadamente 500 m ² a \$ 40.00 m ² -----	20,000.00
Costo de oficinas, a \$1000.00 m -----	200,000.00
Costo fábricas y bodegas a ----- \$800.00 m. -----	240,000.00
Imprevistos 10% sobre el equipo instalado -----	201,600.00
Costo total instalación y equi- po para dicha planta: -----	<u>\$ 2,838,840.00</u>

CAPITULO V

CONCLUSIONES

A pesar de las buenas propiedades de estas resinas, con la serie de cálculos y estimaciones efectuados en el capítulo anterior se llegó a la conclusión de que no es conveniente, ni costeable instalar una planta aislada únicamente para la producción de resinas estireno acrilonitrilo, debido al elevado costo de fabricación comparado con el precio actual de venta.

Otra razón es la siguiente: El mercado, como ya vimos, es pequeño, y algunas plantas que actualmente producen dicha resina cubren completamente las necesidades del mercado.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Perry J. H.- Chemical Engineers Handbook.- Mc. Gram Hill Book Company INC.- New York 1950.
- 2.- Walker W. H.- Principles of Chemical Engineering 3a. Ed. Mc. Gram Hill Book Company Inc. New York 1937.
- 3.- A B S Plastics, S. H. B.- Reinhold Publishing Corp. New York 1964.
- 4.- Modern Plastics.- March 1957, Vol. 34, No. 7.
- 5.- Bayer Plastics.- Bayer Pocket Book for the Plastics Industry. 3a. Ed.
- 6.- Plastic Engineering Hand Book.
- 7.- D'Alelio. Fundamental Principles of Polymerization Rubbers, plastics and fibers. John Wiley and sons, Inc. New York 1952.
- 8.- Copolymers of Acrylonitrile- George E. Ham.- (to Monsanto Chemical Co.) U.S. 2 559 154, July 3, 1951.
- 9.- Copolymers of Acrylonitrile- Earl C. Chapin and George E. Ham (to Monsanto Chemical Co.) U. S. 2 559 165 July 3 1951.
- 10.-Styrene acrylonitrile Copolymers:- Clifford --

Jones, Bronson Harris, and Frank L. Ingley (to Dow
Chemical Co.) U. S. 2 739 142, March 20 1956.

11.- Polymerization of Styrene and Acrylonitrile.- James
A. Melchore, (to American Cyanamid Co.) U. S. 2 745
024, May 15 1956.