

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

**TECNICA Y CONTROL EN LA FABRICACION
DE CONDUCTORES ELECTRICOS PARA
INTEMPERIE CON FORRO
DE NEOPRENE**

TESIS

que para su examen profesional de

QUIMICO

presenta el pasante

Agustin Cacho Gómez

MEXICO

1950

9

6

4



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.

*A MI MADRE
CON TODO CARIÑO Y GRATITUD*

TECNICA Y CONTROL EN LA FABRICACION DE
CONDUCTORES ELECTRICOS PARA INTEM-
PERIE CON FORRO DE NEOPRENE.

- I. — INTRODUCCION
- II. — MATERIALES
- III. — PARTE EXPERIMENTAL
- IV. — RESULTADOS Y CONCLUSION
- V. — BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objeto el estudio del control y fabricación de un conductor eléctrico para intemperie, empleando como materia prima para recubrir dicho conductor, un elastómero sintético de constitución química similar al elastómero natural conocido como caucho; el neopreno tiene las propiedades generales del caucho y además presenta ciertas propiedades específicas como su gran resistencia a los agentes atmosféricos; aprovechando esta enorme ventaja sobre el caucho se le ha destinado para la substitución de éste en la fabricación de estos tipos de forros para conductores eléctricos. Sus propiedades físicas y su gran duración lo hacen muy superior a las demás clases de conductores eléctricos destinados para este fin.

Los tipos comunes o sean los cubiertos con caucho, son fuertemente atacados por los agentes atmosféricos principalmente por el calor y luz solar y en una forma general por el oxígeno del aire; en cambio, el neopreno presenta, como ya se dijo, una marcada resistencia a la oxidación, siendo por esto por lo que se le ha dado esta aplicación, no como un substituto del caucho, sino como un producto con propiedades muy superiores a éste.

En los capítulos siguientes, se tratará con amplitud su proceso y formulación que son la base para obtener buenos resultados.

A continuación se hará un breve resumen del desarrollo del neopreno desde su nacimiento, hasta nuestros días, pues es de considerar que sea de interés por tratarse por decirlo

así, de la materia prima de más importancia en este proceso y ser un producto poco conocido y de interés no solo en esta industria, sino en todas en general.

En 1925 comenzaron las investigaciones en Estados Unidos de América, para obtener un producto con las propiedades del hule y que fuera adaptable para las necesidades de la industria en esa época; no fué sino hasta 1927, cuando el acetileno fué transformado a divinil-acetileno en los laboratorios de DUPONT, mediante un proceso catalítico inventado por Newland.

Los intentos para transformar el divinil acetileno en un hule sintético fueron un fracaso; posteriormente se encontró que el proceso de Newland podía ser modificado para producir monovinil-acetileno y se descubrió además, que el tratamiento del monovinil-acetileno con ácido clorhídrico gaseoso, produjo un producto previamente desconocido y que fué llamado cloropreno. El siguiente descubrimiento fué que el cloropreno, podría ser convertido por polimerización en un sólido semejante al caucho y en muchos aspectos, superior a éste.

En 1931 fué adaptada la marca de fábrica "DUPRENE" para designar el nuevo producto; una pequeña planta para su producción, fué construída en Deepwater, N. J. En 1935, se terminó una planta mayor, capaz de producir 500 toneladas por año. En 1936 fué cuando se adoptó el nuevo nombre de "NEOPRENE" para reemplazar el nombre de fábrica de "DUPRENE", el nuevo nombre proporcionó un término genérico que puede ser empleado no solamente para designar el hule sintético cloropreno de DUPONT, sino también para describir los miles de productos hechos por los fabricantes de hule. En 1941, la planta de Deepwater, N. J., produjo 6,000 Ton. de Neopreno y los planes de ese tiempo, se hicieron ya para construir una unidad de 10,000 Ton. En Louisville Kentucky, sin embargo, antes que la construcción fuera terminada, vino la guerra y la planta encera de Louisville se convirtió en parte del programa del "hule sintético" al servicio del gobierno americano. Por agosto de 1943, las facilidades para la producción de Neopreno a un promedio de 40,000 Ton. por año, habían sido instaladas en Louisville.

La producción combinada de las dos plantas, durante el resto del año, aumentaron a 30,000 Ton. Durante 1940, las mismas plantas produjeron juntas 53,000 Ton. de Neopreno.

La realización del trabajo de construcción a principios de 1945, ha aumentado la capacidad de producción media de la planta de Louisville a 60,000 Ton. y se dispone ahora de medios para producir más de 70,000 Ton. anuales.

Dentro de las muchas aplicaciones de este producto, se considera que una de las más importantes, es la que se trata en este trabajo, pues el empleo de este material para recubrir conductores eléctricos, acarreará economías considerables, tomando en cuenta que la vida en servicio es muy superior a la de los demás tipos de conductores empleados para este fin.

CAPITULO II

MATERIALES

El orden en que se irán tratando las materias primas a que nos referimos, será aquel en que se fueron utilizando.

ALAMBRE DE COBRE

Este alambre debe ser recocido, esto es, que una vez adquirido su diámetro final, sufre un recalentamiento con objeto de que recupere su ductibilidad, evitando con ésto que se torne quebradizo. El cobre que se emplea para la fabricación de este tipo de alambre debe ser electrolítico; los materiales que intervinieron en las pruebas para la obtención de la cubierta protectora, fueron los siguientes:

Neoprene GN-A
Neoprene tipo S
Akroflex C
Oxido de magnesio
Caolín
Negro de humo
Talco
Heliozone
Vaselina
Aceite ligero derivado del petróleo
Oxido de zinc
Permalux
Acelerador 552
Thermoflex A

M. B. T.
ELA.
Acetato de sodio

NEOPRENE GN-A Y NEOPRENE TIPO S

Composición Química

Están considerados como el producto de polimerización del Cloropreno, el cual se obtiene por síntesis a partir del acetileno.

Hay varios tipos de Neoprenes (polimerizaciones de cloropreno) con usos específicos.

En este caso se empleó como base, el denominado Neoprene GN-A y el Neoprene tipo S.

NEOPRENE GN-A

El Neoprene GN-A es el producto resultante de la polimerización del cloro-2 butadieno 1-3.

Densidad 1.23

Índice de Refracción 1.558

NEOPRENE TIPO S

Este elastómero es un cloropreno de fibra más resistente que el Neoprene GN-A; por esta cualidad, sólo se plastifica por medio de una molienda prolongada.

Composición Química

Polímero estabilizado del cloropreno

Densidad 1.23

Como se indica en el capítulo III, en las pruebas finales

se empleó una combinación del Neoprene GN-A y de Neoprene tipo S.

Esta combinación reduce el tiempo de plastificación, impartiendo además mayor resistencia a las deformaciones durante el proceso y vulcanizado; además se notó menor tendencia del material a pegarse a los rodillos, que cuando se empleó únicamente el tipo GN-A.

Con esta nueva formulación se puede agregar mayor cantidad de suavizantes sin que ocasione ésto distorsiones durante la vulcanización.

En pastas con muchas cargas, se pueden incorporar éstas sin reducción de la plasticidad (plastómetro de Williams), puesto que requieren gran tiempo de mezclado.

Se recomienda plastificar primero el Neoprene Tipo S y agregar posteriormente el Neoprene GN-A para aprovechar la mayor rigidez que presenta el primero.

Para la obtención de mejores resultados, es conveniente sustituir solo un 10% del total de Neoprene GN-A por Neoprene tipo S.

AKROFLEX C

Composición Química

35% de difenil-para-fenileno-diamina
65% de fenil-alfa-naftilamina

Densidad 1.18

Aspecto Físico

Es un material grasoso de color negro metálico.

El Akroflex C, es un antioxidante que imparte a la cubierta de los conductores, una gran resistencia contra el envejecimiento normal, calor y ruptura por flexión.

Por lo expuesto en el capítulo III, se sustituyó éste por Thermoflex A.

Composición Química

25% di-para-metoxi-difenilamina

25% difenil-para-fenileno-diamina
50% fenil-beta-naftilamina

Densidad 1.20

Aspecto Físico

Terrones irregulares de color gris oscuro.

Este producto es un antioxidante llamado de triángulo, por estar compuesto por tres substancias diferentes, impartiendo esta combinación una gran resistencia a los productos que estarán sometidos a fuertes trabajos, así como a la acción de los agentes atmosféricos.

OXIDO DE MAGNESIO

Densidad 3.46

Análisis Elemental

Mgo	91.50	%
CaO	1.30	%
CO ₂	1.90	%
Agua de combinación	4.03	%

Aspecto Físico

Polvo blanco.

Esta substancia actúa como estabilizador durante el almacenado de pastas elaboradas y durante el proceso; también como aceptor ácido y estabilizador, y a las temperaturas de vulcanización como acelerador.

Hay una teoría sobre la acción del óxido de magnesio sobre el cloropreno, y esta es que tratándose de un cloropreno polimerizado, bajo ciertas condiciones de almacenamiento y proceso, pone en libertad cloro, por lo que es necesario neutralizarlo para evitar que actúe como vulcanizante, lo cual

ocasionaría una prevulcanización y un posible chamuscado durante el proceso. Esta neutralización la verifica el óxido de magnesio.

Prácticamente se ha llegado a la conclusión, de que la proporción más adecuada de este óxido en pastas de Neoprene, debe ser cuatro partes por cada cien de elastómero.

OXIDO DE ZINC

Densidad 5.63

Aspecto Físico

Polvo fino color blanco

Humedad 0.25% a 100-110°C.

Análisis

Norma oficial para óxido de zinc, de la Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. Clave D. G. N. K5-44.

Este óxido, actúa como acelerador a todas las temperaturas, y para obtener un margen de seguridad durante el proceso, se emplea en combinación con el óxido de magnesio.

La adición del óxido de zinc, proporciona al artículo terminado, una vulcanización correcta, resistencia a la tensión y al envejecimiento normal.

Se recomienda emplearlo en una proporción de cinco partes por cada cien de Neopreno.

CAOLIN

Composición Química

Silicato de aluminio hidratado

Densidad 2.60

Aspecto Físico

Polvo de color blanco o crema

Humedad 0.5% máximo.

Finura 10% máximo sobre malla 300

Este material se empleó como reforzante, es decir, para proporcionarle al artículo terminado mayor resistencia a los trabajos a que deba ser sometido, así como para obtener una economía en su fabricación. En este caso particular, se empleó en un porcentaje igual al del Neopreno, por haber sido la proporción que rindió mejores resultados, la cual se obtuvo después de hacer varias pruebas como se verá en el capítulo III.

NEGRO DE HUMO

Este ingrediente actúa como reforzante para aumentar la resistencia a la abrasión, desgarramiento y dureza del artículo terminado.

En este trabajo se empleó un negro de humo, con las siguientes especificaciones:

Densidad 1.8

Humedad 3% (1 hora a 180°C.)

Nigrómetro 84-89

Aspecto Físico

Polvo negro sumamente fino.

Finura 0.1% máximo sobre malla 270

TALCO

Este material se empleó en las primeras pruebas como carga; entendiéndose por cargas, aquellos materiales que intervienen en una fórmula para proporcionarle al artículo vulcanizado, ciertas propiedades, tales como dureza, resistencia a los solventes, a los agentes atmosféricos, etc., así como una economía en el costo del producto terminado.

El talco empleado en este trabajo, tiene las siguientes especificaciones:

Composición Química

Silicato de magnesio hidratado.

Densidad 2.7-2.8

Pureza 98.9%

Finura 10% máximo sobre malla 250

HELIOZONE

Composición Química

Mezcla de ceras seleccionadas

Densidad 0.90

Punto de Fusión 67 a 69°C.

Aspecto Físico

Escamas de color amarillo claro.

Esta sustancia es un agente protector del artículo terminado contra el agrietamiento ocasionado por el calor y luz solar, la acción de este producto es enteramente física ya que aflora a la superficie antes de ser vulcanizado, formando posteriormente una película superficial que lo protege contra los agentes ya mencionados.

ACEITE LIGERO DERIVADO DEL PETROLEO

El aceite empleado en estos trabajos, es de la marca VALCUOLINE C, con las siguientes especificaciones:

Punto de Ignición 185°C.

Punto de Inflamación 210°C.

Índice de Viscosidad 87 (Saylbot Universal)

Densidad 29.3

Color A. S. T. M. — 1

Este material tiene acción suavizante, tanto en el artículo sin vulcanizar, como ya vulcanizado. El empleo de estos ti-

pos de suavizantes en el cloropreno está limitado dado a la resistencia que presenta a los aceites, un exceso de éstos acarrearía como consecuencia una exudación del mismo, con el lógico decremento en su volumen.

Los suavizantes que se emplean para cloropreno, se dividen en dos clases:

a).—Suavizantes verdaderos.

b).—Lubricantes.

Suavizantes verdaderos son aquellos que son compatibles con el cloropreno, en cantidades relativamente grandes, siendo los más importantes los aceites ligeros derivados del petróleo y del alquitrán de hulla, estos productos son por decirlo así, insustituibles dado que los demás suavizantes verdaderos como el dibutil-ftalato y dibutil sebasato, son bastante más caros que los antes mencionados.

Como lubricantes se entienden aquellos productos que no son solubles en el cloropreno y son exudados aún cuando se empleen en pequeñas cantidades.

Estos "Lubricantes" son empleados principalmente para ayudar al proceso ya sea en el molino, tubuladora, calandria, etc., evitando o reduciendo la tendencia de la pasta a adherirse a las máquinas.

Como lubricantes se recomiendan ácido esteárico, (0.5%), ácido oleico, parafinas, aceite de coco, vaselina.

En este trabajo se emplearon 2 tipos de lubricantes:

a).—*Vaselina*, que se incorporó a la fórmula en un (0.85%) y se empleó la de uso industrial de Petróleos Mexicanos.

b).—E.L.A.—Esta substancia es un lubricante fabricado por la DU PONT y lo recomienda para aquellos casos en que la pasta tiene gran tendencia a adherirse a los rodillos del molino. El empleo de esta substancia fué muy limitado, pues únicamente se empleó en las primeras pruebas y se puso sobre los rodillos solo en los momentos necesarios.

PERMALUX

Composición Química

Di-orto-tolil-guanidina-de-dicatecol borato.

Densidad 1.14
Punto de fusión 165°C.
Aspecto Físico

— Polvo color café grisáceo.
Este material actúa como acelerador para cloropreno y antioxidante para hule natural; por lo expuesto en el capítulo III, se suprimió su empleo.

ACELERADOR 552

Composición Química

Pentametileno ditiocarbamato de piperidina.

Densidad 1.13
Punto de Fusión 175°C.

Este material se descompone por la humedad, por lo que se recomienda almacenarlo en recipientes adecuados.

Esta sustancia actúa como ultra-acelerador en todos los elastómeros excepto en el cloropreno en el que actúa como plastificante.

M. B. T.

Composición Química

2-Mercapto-Benzo-tiazol.

Densidad 1.42
Punto de Fusión 169-179°C.
Aspecto Físico

Polvo blanco amarillento.
Esta sustancia se usa principalmente como acelerador para hule natural, empleado únicamente en las pruebas preliminares como se verá en el capítulo "Parte Experimental".

ACETATO DE SODIO

El acetato de sodio que se emplea en estos trabajos es un trihidrato.

Aspecto Físico

Polvo blanco grisáceo.

Densidad 1.4 — 1.53

Punto de Fusión 324°C.

Esta substancia actúa como retardador de vulcanización a las temperaturas de proceso únicamente; a diferencia del M. B. T., que aparte de retardar a las temperaturas de proceso también retarda a las temperaturas de vulcanización.

CAPITULO III

“PARTE EXPERIMENTAL”

Como base para la obtención de este tipo de conductores, se empleó la fórmula recomendada por el fabricante del Cloproreno, (habiéndose empleado los tipos denominados Neoprene GN-A y Neoprene tipo “S”).

FORMULA:

Neoprene GN-A	49.250
Akroflex C	1.500
Oxido de magnesio	2.000
Caolín	22.000
Negro de humo	9.750
Talco	7.500
Heliozone	1.500
Vaselina	1.000
Aceite ligero derivado del petróleo	2.500
Oxido de zinc	2.500
Permalux	0.500

100.000

MODIFICACIONES A LA FORMULA ORIGINAL

A esta fórmula, se le hicieron varias modificaciones para adaptarse a las condiciones del equipo y de la materia prima disponible en el mercado, considerando especialmente, que esta fórmula original fué calculada para el tipo de vulcaniza-

ción continua, y en este caso, se empleó el tipo de vulcanización a presión de vapor.

El Cloropreno empleado en las primeras pruebas, era poco plástico dificultando con esto su proceso. Como la plastificación mecánica podía ser perjudicial ya que se requería un exceso de molienda, con la consecuente elevación de temperatura, se recurrió a la plastificación química empleando para ello 0.5% de pentametileno ditiocarbamato de piperidina (acelerador 552), habiéndose obtenido con ésto, una plasticidad aceptable pero con mucha tendencia de la pasta a pegarse a los rodillos, a pesar de que éstos ya habían sido tratados para mejorar su sistema de refrigeración, ya que cuando ésta no es efectiva, la elevación de temperatura generada por la fricción de la pasta sobre los rodillos, perjudica las buenas condiciones de plasticidad en el Cloropreno.

Además se sustituyó el Akroflex C, por el Thermoflex A, que es una combinación de difenil-para-fenilen-diamina, di-para-metoxi-difenil-amina y fenil-beta-naftil-amina, siendo este tipo de combinación llamada de triángulo, de magníficas cualidades antioxidantes. Se hizo esta sustitución, por ser de más fácil adquisición el Thermoflex A, aparte de presentar una ligera economía en su costo. Estas sustancias le proporcionan una gran resistencia a los artículos terminados contra la deterioración por los agentes atmosféricos.

PROCESO SEGUIDO EN LA PRIMERA PRUEBA

El proceso seguido en esta primera prueba, fué el siguiente:

Se plastificó el Cloropreno como ya se dijo, y se dejó reposar 24 horas para evitar un sobrecalentamiento durante el proceso, después de este tiempo, se puso el Cloropreno plastificado la víspera, en molino cerrado y frío e inmediatamente que formó una banda sobre los rodillos, se empezaron a agregar los ingredientes componentes en el siguiente orden:

- 1°—De dos a cinco por ciento del negro de humo.
- 2°—Oxido de magnesio.

- 3°—Después de abrir el molino, 50% de reforzantes (negro de humo y Caolín).
- 4°—Antioxidantes, suavizantes, cargas y resto de reforzantes.
- 5°—Después de enfriar, a las 24 horas siguientes el óxido de zinc.

RESULTADOS DE LA PRIMERA PRUEBA

El resultado de esta primera prueba, fué el chamuscamiento de la pasta en el molino, al adicionar el óxido de zinc a pesar de que esta operación se lleva a cabo hasta el final del proceso para asegurarlo, pues este óxido actúa como agente vulcanizante para Cloropreno, y el haber suprimido la sal de di-orto-tolil-guanidina de di-catecol borato (Acelerador 552), que actúa como acelerador de vulcanización.

En vista de la experiencia obtenida en la primera prueba, se pensó en utilizar el mercapto-benzo-tiazol (M. B. T.), que actúa como retardador para Cloropreno a las temperaturas de proceso y vulcanización, tratando de evitar con ésto, la prevulcanización y chamuscado de la pasta. Este retardador se empleó en un 0.5% y se adicionó junto con el óxido de magnesio.

PROCESO SEGUIDO EN LA SEGUNDA PRUEBA

Esta prueba se condujo en la misma forma que la anterior y el resultado fué un mezclado más o menos correcto en el cual fué necesario el empleo de un lubricante denominado ELA, el cual se agregó en pequeñas cantidades sobre los rodillos y únicamente en los momentos en que se notaba tendencia de material a pegarse a ellos; esta dificultad era motivada por un calentamiento excesivo de los rodillos ocasionado por la fricción de éstos con el material, y siendo requisito indispensable para obtener los mejores resultados tanto en los trabajos de hule natural como del Cloropreno que la temperatura del molino sea lo más baja posible, la cual se logra con un enfriamiento adecuado, haciendo circular agua fría por el interior de los rodillos.

Una vez hecha la pasta, se sacó del molino, se enfrió con agua y se dejó reposar 24 horas para ser tubulada al cabo de dicho tiempo.

Antes de pasar la pasta a la tubuladora, se le agregó el óxido de zinc obteniendo con ésto una reducción en el tiempo de plastificación y mezclado, dado que el material antes de pasar a la tubuladora, debe tener una plasticidad adecuada que es determinada generalmente por la práctica del operador.

RESULTADOS DE LA SEGUNDA PRUEBA

Durante el primer intento de tubulación, no se obtuvo éxito debido a un sobrecalentamiento que sufrió la pasta en el gusano de la máquina, originado esto por la fricción del material con el gusano, debido al resbalamiento que sufría por pequeñas cantidades de agua que escurrían a la caja del gusano por desperfectos en las cañerías; consecuentemente la pasta, al pasar de la caja a la cabeza de la tubuladora, la cual se mantiene a una temperatura tibia y de ahí al dado, en que la temperatura es caliente, sufría una prevulcanización y posteriormente el chamuscado.

Estas temperaturas son controladas por medio de tuberías internas por las cuales pasa agua a diferentes temperaturas, esto por lo que se refiere a la cabeza de la tubuladora; y la temperatura elevada que necesita el dado, le es proporcionada directamente con el empleo de un soplete.

Una vez corregidas las deficiencias de la máquina tubuladora y los controles de temperatura de las diferentes partes de ésta, se procedió a hacer una tercera prueba.

PROCESO SEGUIDO EN LA TERCERA PRUEBA

En esta tercera prueba se substituyó el empleo del mercapto-benzo-tiazol (M. B. T.), por acetato de sodio en el mismo porcentaje; que también actúa como retardador de vulcanización a las temperaturas de proceso. Se hizo este cambio de retardadores, porque el empleo del mercapto-benzo-tiazol (M. B. T.), presenta el inconveniente de seguir retardando aún a las temperaturas de vulcanización, a diferencia con el

Acetato de sodio, que siendo retardador a las temperaturas de proceso, su acción es activante a las temperaturas de vulcanización.

RESULTADOS DE LA TERCERA PRUEBA

En esta prueba, se obtuvieron tramos de conductor en buen estado, los cuales sufrieron un aplastamiento en la cubierta ocasionados posiblemente, por la suavidad de la pasta.

Los tramos obtenidos en buen estado, se vulcanizaron durante 30 minutos a 60 libras (4.22 Kg/cm.^2) de presión, tardando la vulcanizadora 30 minutos en levantar la presión necesaria.

Estos tramos rindieron buenos resultados a la prueba de aislamiento a que se sometieron, llegando a resistir hasta 5,000 volts, y en vista de que estos tipos de conductores nunca son empleados para voltajes superiores a 800, las pruebas se condujeron bajo un voltaje de 2,500 observándose que solamente en aquellos casos en que el forro del conductor estaba roto y presentaba partículas extrañas, no resistía este voltaje.

Estas pastas se hicieron en un molino (1) cuyas especificaciones están tratadas en el Inciso, EQUIPO de este mismo capítulo.

Se notó que la relación de velocidad entre el rodillo anterior y el posterior, no era adecuada para el trabajo del Cloropreno, por tener los rodillos una gran diferencia de velocidad superficial.

Estando la casa interesada, en obtener este producto en cantidades industriales, se dispuso de otro molino (2) al cual se le cambiaron los engranes para obtener una relación de velocidad de 1 : 1.108, la cual es más apropiada para el trabajo de este material. Las especificaciones de este molino, están dadas como en caso del molino (1), en el Inciso EQUIPO; así como también las especificaciones de la tubuladora.

Se hicieron otras pruebas bajo la misma fórmula en el molino (2), y los resultados no llegaron a ser del todo satisfactorios, pues aunque las dificultades relativas a las condiciones del molino habían sido vencidas, los conductores seguían presentando los mismos aplastamientos anteriores. En vista de

esto, se hicieron modificaciones a la fórmula para impartirle mayor dureza al producto.

NUEVA FORMULA:

Neoprene GN-A	41.25
Thermoflex A	1.20
Oxido de magnesio	1.70
Caolín	41.25
Negro de humo	8.25
Heliozone	1.25
Vaselina	0.85
Aceite ligero derivado del petróleo	2.00
Oxido de zinc	2.00
Acetato de sodio	0.25
	<hr/>
	100.00 %

Como puede verse, en esta fórmula, en comparación con la anterior, tiene mayor cantidad de reforzantes, manteniéndose constante la proporción de suavizantes, no habiéndose reducido éstos, para facilitar el proceso.

Es de notarse también, la eliminación del talco que en la primera fórmula actuaba como carga, con el objeto de darle mayor dureza al producto terminado y reducir su costo.

En vista que en la fórmula número 2 o sea esta última, se emplearon 100 partes de Caolín, en vez de 45, que se emplearon en la fórmula 1, era innecesario el empleo de otros tipos de cargas.

PROCESO SEGUIDO

El proceso seguido al trabajar con esta nueva fórmula, fué el mismo que en los casos anteriores y el tiempo de vulcanización fué también el mismo.

Los resultados obtenidos con esta nueva fórmula fueron satisfactorios, pudiéndose considerar el éxito de este trabajo.

PRUEBAS POSTERIORES

Se hicieron pruebas posteriores aprovechando una nueva información de la casa fabricante del Cloropreno en la que recomienda una combinación de dos tipos de Cloroprenos, uno denominado Neoprene GN-A y otro Neoprene tipo S. Esto según indica dicha literatura, y se pudo comprobar prácticamente, proporciona mayor rigidez a la pasta antes de ser vulcanizada.

Esta propiedad se aprovechó para eliminar por completo el defecto que se venía obteniendo desde los primeros tramos recubiertos, es decir, los aplastamientos antes mencionados.

PROCESO SEGUIDO

El proceso seguido en esta última prueba fué similar a la anterior diferenciándose únicamente en que al plastificar el Cloropreno, se sustituyó como ya se dijo, un 10% del Neoprene GN-A por el Neoprene tipo S. Una vez plastificado quedó listo para ser procesado en la misma forma que en los casos anteriores.

FORMULA FINAL:

Neoprene GN-A	37.15
Neoprene tipo S	4.10
Thermoflex A	1.20
Oxido de magnesio	1.70
Caolín	41.25
Negro de humo	8.25
Heliozone	1.25
Vaselina	0.85
Aceite ligero derivado del petróleo	2.00
Oxido de zinc	2.00
Acetato de sodio	0.25
	<hr/>
	100.00

Las vulcanizaciones se hicieron todas bajo las mismas con-

diciones, es decir a 60 Lbs. (4.22 Kg/cm.²) durante 30 minutos, obteniéndose con esto, un producto terminado con un buen vulcanizado.

RESULTADOS FINALES

Con esta fórmula y con las indicaciones y precauciones seguidas en la prueba anterior, se obtuvo el éxito del que se ocupa este trabajo.

EQUIPO

MOLINOS

Molino N° 1

Largo de los rodillos	1.065	Mts.
Diámetro rodillo anterior	0.4064	Mts.
Diámetro rodillo posterior	0.4064	Mts.
Velocidad superficial rodillo anterior	28.00	M/min.
Velocidad superficial rodillo posterior	18.50	M/min.
Relación de velocidad	1:1.5	
R. P. M. rodillo anterior	45.5	
R. P. M. rodillo posterior	68.8	

Molino N° 2

Largo de los rodillos	1.065	M.
Diámetro rodillo anterior	0.4064	M.
Diámetro rodillo posterior	0.4064	M.
Velocidad superficial rodillo anterior	25.50	M/min.
Velocidad superficial rodillo superior	23.00	M/min.
Relación de velocidad	1:1.108	
R. P. M. rodillo anterior	61.5	
R. P. M. rodillo posterior	56.5	

Estos molinos son accionados por un motor marca BERTH-
OLD WESTINGHOUSE, con las siguientes especificaciones:

220 Volts.
330 Amp.
3 P. H.
50 C. V.
480 R. P. M.
125 H. P.

La tubuladora empleada es marca JOHN ROYLE AND
SONS PERFECTED-2.

Carrete

Longitud	1.04 M.
Diámetro central	0.91 M.
Diámetro lateral	1.22 M.
Claro	0.31 M.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y CONCLUSION

RESULTADOS:

Después de las diferentes pruebas verificadas para la obtención de un conductor en perfectas condiciones; fueron requisitos indispensables: las buenas condiciones del equipo, el proceso seguido, y una fórmula bien balanceada para las condiciones del equipo disponible.

Para obtener los mejores resultados, se recomienda lo siguiente:

I. — EQUIPO

(a).—*Molino.* Para este tipo de trabajos, es decir la preparación de la pasta, se puede emplear cualquier molino, de los que se usan en la industria hulera, pero para obtener mayor seguridad en el proceso, y consecuentemente mejores resultados, se recomienda ante todo, que tenga un buen sistema de refrigeración y una relación de velocidad de 1:1.110, pues ésta evita un exceso de trabajo de la pasta; consecuentemente la temperatura de proceso será menor, requisito indispensable para el buen éxito del mezclado.

(b).—*Tubuladora.* Antes de entrar el alambre de cobre ya recocido a la tubuladora, es conveniente que sea pasado por un rectificador, para asegurarse de que al entrar a la máquina vaya perfectamente recto, asegurando así, la perfecta adhesión de la pasta sobre dicho alambre.

La tubuladora en sí, debe tener un buen control de tem-

peraturas con el objeto de asegurar el proceso, pues un sobrecalentamiento en alguna de sus partes, puede ocasionar la prevulcanización del material. Una vez que el conductor sale por el dado de la tubuladora, pasa a un recipiente de talco y de ahí a un sistema de enfriamiento, el cual consta de dos ruedas en un mismo plano y acanaladas en su circunferencia, por donde se hace pasar el conductor y son accionadas por el mismo sistema de la tubuladora, con el objeto de que la velocidad de recubierto, sea igual a la de enfriamiento y éstas a la vez están ligadas a la bobina sobre la que se va a enrollar el producto terminado, listo para la vulcanización. El sistema mecánico que controla las velocidades de las diferentes partes, debe estar en perfectas condiciones, pues si llega a haber una diferencia de velocidad entre ellas, habrá una tensión en el conductor, y estando la cubierta sin vulcanizar, es decir, en estado plástico, sufrirá aplastamientos y aún rupturas en la misma.

(c).—*Autoclave* (Vulcanizadora). Para la obtención de estos tipos de conductores, se recomienda el tipo de vulcanización continua, la cual requiere equipo especial pudiéndose substituir éste por el tipo de vulcanización en “vapor libre”; la fórmula empleada en la fabricación de la cubierta de estos conductores, fué adaptada para el tipo de vulcanización a “vapor libre”, por ser el equipo de que se disponía. Esta operación se lleva a cabo en vulcanizadoras (Teclé), de tamaño adecuado, para dar alojamiento a las bobinas que se empleen.

Requisito indispensable para la obtención de un buen vulcanizado, es tener el manómetro en buenas condiciones y el aparato en sí, libre de fugas.

II. — PROCESO

(a).—*Materias primas*. Las materias primas que se emplearon en este trabajo, se pueden dividir en dos grupos: los productos comerciales patentados o sus mezclas y los productos químicos industriales propiamente dichos; de las primeras, es requisito indispensable, que se sigan las especificaciones para su almacenamiento, trabajo y disposiciones generales reco-

mendadas por la casa fabricante, así como que los productos químicos reunan las especificaciones requeridas para este tipo de trabajo.

(b).—*Orden de adición.* El orden de adición de los diferentes ingredientes componentes al elastómero empleado, es de gran importancia, pues de éste depende la facilidad del proceso, es decir, el mayor o menor tiempo que dure éste y estando en relación directa, el tiempo de mezclado con la elevación de temperatura, lógicamente es de suponerse, que un perfecto mezclado en el menor tiempo posible, será lo más adecuado. Para lograr ésto se plastifica primero el Neoprene tipo S y se adiciona después el Neoprene GN-A, posteriormente se agrega de 2 a 5% del negro de humo, con objeto de darle mayor cuerpo a la pasta; después el óxido de magnesio y el acetato de sodio. Todas estas adiciones se verifican en molino cerrado, es decir, que la abertura entre los rodillos, sea muy pequeña. Después de abrir el molino, se agrega aproximadamente el 50% de los reforzantes, es decir el negro de humo y el caolín; éstos intercalados con los suavizantes: aceite ligero derivado del petróleo y vaselina, con el objeto de facilitar el trabajo, evitando así un sobrecalentamiento. Posteriormente se agrega el Thermoflex y el resto de reforzantes hasta obtener una pasta homogénea. Una vez logrado ésto, que se comprueba haciendo un corte de la banda y observando su espesor; en caso de que no se encuentren partículas englobadas de las diferentes sustancias que han intervenido en la fórmula, se puede considerar que el mezclado está bien hecho. Una vez que la pasta homogeneizada, se saca del molino, se enfría y se deja reposar 24 horas quedando lista para adicionarle el óxido de zinc que es el agente vulcanizante, y tubularla posteriormente.

Se recomienda que las mezclas sean hechas en pequeñas porciones, dependiendo la magnitud de éstas, del tamaño del molino disponible, pues en esta forma se facilita su proceso y el tiempo de mezclado es menor.

CONCLUSION:

Después de las diferentes pruebas verificadas, y tomando

en cuenta las condiciones del equipo disponible, se llegó a la conclusión de que la siguiente fórmula y tiempo de vulcanización son los más apropiados para la obtención de la cubierta protectora de este tipo de conductores:

FORMULA:

Neoprene GN-A	37.15
Neoprene tipo S	4.10
Thermoflex A	1.20
Oxido de magnesio	1.70
Caolín	41.25
Negro de humo	8.25
Heliozone	1.25
Vaselina	0.85
Áceite ligero derivado del petróleo	2.00
Oxido de zinc	2.00
Acetato de sodio	0.25
	<hr/>
	100.00

Vulcanización:

60 Lb. (4.22 Kg/cm.²) durante 30 minutos.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFIA

- (1).—The Story of Neoprene
A Du Pont. News Bulletin
February 1937.
- (2).—Insulation and jacket
Compounds for wire and cable
By
R. S. Griffin. J. P. Fuller
Report 47-6.
Rubber Chemical Div.
E. I. Du Pont de Nemours & Co., Inc.
- (3).—The Neoprenes
By
D. F. Fraser. N. L. Catton
Report 42-3
Rubber Chemical Div.
E. I. Du Pont de Nemours & Co., Inc.
- (4).—Compounding ingredients
for Rubber
Second Edition
1947
Compiled by the editors of
India Rubber World.
New York, N. Y.

- (5).—The Science of Rubber
By
K. Memmler
American edition
By
Dunbrook and Morris.
Reenhold Publishing Co.
New York, N. Y.
1934
- (6).—The Vandervilt Rubber Handbook
R. T. Banderbilt Co., J. M. Bull
230 Park Avenue,
New York, N. Y.
1942
- (7).—Chemestry and technology of rubber
Davis and Blake
Reinhold Publishing Co.,
New York 1937.
- (8).—Compounding and Processing
of Neoprenes Types
GN and GN-A
GR-M and GRM-10
Report OER-46-2
E. I. Du ont de Nemours & Co., Inc.
Sept. 1946.
- (9).—Processing Characteristics of Neoprene
By Beill L. Catten
Rubber Age. Vol — 65 — I.
April, 1949.
- (10).—Maglite-M.
A Magnesium Oxide.
Produced By Patented Process.
for use with Neoprene
By
Robert D. Abbott.

(11).—Diccionario de Química
Stephen Miall-LL. D., B. S. C.
1943
Traducción por el Dr. José Giral
Editorial Atlante, S. A.
Altamirano N° 127
1943

(12).—Norma Oficial para el Oxido de Zinc
Secretaría de Economía
Dirección General de Normas.
Clave D. G. N. K5-44.