

Automatización en la fábrica de cables

Prysmian Group

www.prysmiangroup.com.ar

El pasado jueves 2 de agosto, *Prysmian Group* abrió las puertas de su planta La Rosa. Las innovaciones en tecnologías y maquinarias convierten esta planta porteña en uno de los seis centros de excelencia de cables de alta tensión en todo el mundo, junto a las ya existentes en Francia, Holanda, Finlandia, Italia y Turquía.

Entre las inversiones se adquirió una nueva catenaria, más equipamientos, entre los cuales se destacan los siguientes:

- » *Closed box*. Los materiales de las capas semiconductoras y aislación son alojados en

compartimentos y aislados del medioambiente y del contacto humano, garantizando un proceso cien por ciento libre de interferencias y de impurezas ambientales.

- » Precalentador. Este equipo permite aumentar la temperatura del conductor previo a la aplicación de las capas semiconductoras y la aislación, incrementando así la eficiencia del proceso de reticulación.
- » Medidor rayos 'x'. Mediciones en tiempo real de diámetros y espesores, permitiendo realizar un centrado de los cables con mayor precisión y velocidad.
- » Tubo de vulcanización. El tubo tiene básicamente dos sectores diferenciados: el primero, denominado 'sector de vulcanización', opera bajo una presión de aproximadamente 12 bar y cuenta con una longitud de 46 metros y ocho zonas de calentamiento que alcanzan una temperatura del orden de los 450 grados centígrados; el segundo sector corresponde a la zona de enfriamiento de la aislación y posee un largo de 114 metros. Las características de este tubo nos permiten alcanzar elevados grados de productividad.

Dentro de las inversiones mencionadas se adquirió una nueva línea de vaina de aluminio liso soldado para el blindaje metálico de los cables. El resultado es un producto con menor peso final, más compacto y que facilita la instalación y tendido.

Con el objetivo de alcanzar una producción eficiente, la línea está equipada con un acumulador de cinta y una soldadora transversal para poder unir el final de los rollos de cinta de aluminio con el rollo siguiente sin la necesidad de interrumpir



la producción. Posteriormente, un tensionador, un sistema de centrado y un equipo de corte de excedente de cinta garantizan que ambos bordes se enfrenten perfectamente al momento de realizar la soldadura longitudinal. Seguidamente el cable pasa por un banco de reducción donde el diámetro del tubo de aluminio se ajusta al diámetro del cable. Luego, se desplaza hacia el grupo de extrusoras donde se aplicará un estrato de pegamento, la cubierta exterior y una fina capa semiconductor como reemplazo del grafito en ensayos eléctricos.

Como parte de las inversiones en equipos de alta tensión, esta planta cuenta además con un nuevo laboratorio de ensayos de rutina. Se instaló allí un sistema resonante serie de 350 kilovolts y diez megavolt-amperes de potencia que permite ensayar cables hasta 220 kilovolts y longitudes del orden de un kilómetro. En términos de seguridad, el nuevo laboratorio incluye una sala de control totalmente aislada y comunicada al interior de la jaula vía fibra óptica evitando cualquier contacto de los operadores con los equipos durante la ejecución de los ensayos.

Así se fabrica un cable

Aislación

El proceso comienza con un cable desnudo listo para que se le aplique la aislación. La máquina es capaz de hacer cuerdas de aluminio de hasta 1.600 milímetros cuadrados y de cobre, hasta 1.200, con una capacidad de trabajo de doce metros por minuto. Incorpora el sistema *closed box*, es decir, el material aislante que se usa para fabricar el cable no entra en contacto con la mano del hombre, lo cual asegura la calidad del cable porque impide todo tipo de contaminación posible.

Incorpora también un acumulador de 160 metros que hace el empalme de la cuerda en línea con la máquina funcionando y evita el contacto del cable cuando se hace la unión de una cuerda con la otra.



Túnel catenaria

Se aplican tres capas de aislación a la cuerda con tres extrusoras de ochenta, 176 y 16 milímetros de diámetro respectivamente, con una capacidad de 25 metros por minuto.

Un precalentador precalienta el aluminio a cien grados para permitir que la máquina pueda trabajar con mayor velocidad. Además, hay un equipo de rayos 'x' que permite ver en tiempo real qué está sucediendo con el cable y se comunica con otro medidor al final de la línea que mide la contracción



que tiene la aislación y permite optimizar la calidad del cable. Se radiografían espesores en caliente y en frío y automáticamente la máquina informa a las extrusoras y regula la velocidad del cable y las revoluciones por minuto de las extrusoras a fin de mantener siempre el mismo diámetro.

En algunos casos, para evitar el efecto de *drooping* (deformación hacia abajo debida al peso), se inyecta nitrógeno frío, y un *twister* hace girar la cuerda, garantizando que el conductor esté siempre centrado en la aislación. El tubo ingresa en la catenaria a 450 grados de temperatura con una atmósfera de gas inerte de nitrógeno a diez bar.

El tubo de catenaria es de 160 metros de largo. Los primeros 46 son de calentamiento y los restantes 114, de enfriamiento. En todo el largo de la catenaria, solo en un punto de cinco metros el cable toca el tubo; para evitar otras zonas de contacto, se lo mantiene tensado desde las dos puntas extremas.

La fase de calentamiento es donde se produce la reacción de vulcanización por aditivos en el material polietileno: el calor y el poróxido reaccionan otorgando al material la resistencia a la electricidad

necesaria (factor aislante) y la resistencia mecánica que le permite soportar las fases posteriores.

El tubo se calienta a través de una resistencia inducida y llega a 450 grados centígrados al comienzo y hasta los 130 al final. El medio es nitrógeno, caliente al comienzo bajo doce bar de presión, y más adelante, es agua fría. En un punto, llega el sistema de descarga del agua del tubo, agua industrial que será filtrada. El cable sale mojado y dos secadores aseguran que quede libre de humedad.

Al finalizar, toman el cable dos arrolladores de tres metros de diámetro que lo reenvían a las bobinas, para que continúen su proceso de fabricación en otros sectores de la planta.

El proceso final

El último proceso del cable consiste en la aplicación de una vaina de aluminio soldado y otra final que será el recubrimiento.

Luego de haber pasado por la catenaria y recibir los tratamientos de aislación, se realiza un tratamiento térmico y un proceso de fajado con cintas hinchables para bloquear el paso del agua. Ese semielaborado se mete dentro de una cabina puesto que todo el proceso debe ser libre de impurezas. La cinta de aluminio llega enrollada en bobinas. El grupo desenrollador entrega a la máquina la cinta que luego se aplicará al cable. A fin de que el proceso no se detenga nunca, existen dos desenrolladores: en caso de que uno se quede sin cinta, automáticamente comienza a funcionar el otro. Lo mismo ocurre con los rollos de cables.

La unidad de frenado mantiene la tensión constante para favorecer la formación posterior del tubo de aluminio. La cinta se limpia de impurezas en sus dos caras. La unidad de centrado mantiene la cinta alineada con el eje de la máquina; cualquier desplazamiento se corrige con cuna basculante. La cuchilla corta la cinta con el mismo ancho de circunferencia del cable al que se aplicará.

El banco de formación se encarga, primero, de preformar la cinta. Un primer molde se encarga de

la parte de abajo del tubo, el segundo molde termina la parte de arriba y el tercero suelda enfrentando las dos orillas de la cinta.

La soldadura se realiza de forma transversal y de forma automática uniendo las dos planchas de aluminio. El cable se apoya en la parte inferior del tubo, dejando una separación para que el proceso no dañe la aislación. La soldadora con electrodo de tungsteno y en atmósfera de helio controlada opera sobre el tubo en un proceso controlado en tiempo real a través de un panel. Luego, para ajustar el diámetro del tubo, entra en banco de reducción que reduce paulatinamente el diámetro del tubo hasta ajustarlo al del cable.

Una vez formado el tubo, un precalentador calienta la superficie para luego se pueda adherir una capa de pegamento que asegure la adherencia entre la vaina lisa de aluminio y la vaina de polietileno que aplica la extrusora. Una tercera extrusora aplica una capa final semiconductor.

A continuación, el cable se enfría con dos bateas de enfriamiento. La primera, con agua caliente a cincuenta o sesenta grados para reducir choque térmico del polietileno y, al mismo tiempo, mejorar el aspecto superficial del cable. La segunda batea lleva agua con temperatura ambiente y termina de enfriar el cable.

Hasta aquí, el cable ya tiene aislación y protección de aluminio (electroestática), más la vaina final. Solo resta enrollarlo y enviar a ensayos finales.

Ensayos

El laboratorio de alta tensión de la planta La Rosa está capacitado para probar cables subterráneos de alta tensión hasta 220 kilovolts. La planta tiene una capacidad de producción actual de 1.600 milímetros cuadrados de aluminio, y 1200 de cobre, con posibilidad de expansión, y por norma está obligada a ensayar la totalidad de lo que produce.

En el laboratorio se llevan a cabo todas las pruebas eléctricas necesarias para certificar la calidad

del producto. Las pruebas eléctricas que se hacen en el laboratorio son de tensión aplicada y descargas parciales, más otras de menor importancia.

Los cables llegan en bobinas de doce toneladas. Se toma una y se coloca sobre una plataforma con rodillos automatizada que permite rotar la bobina y bajar las puntas. Para realizar la prueba de tensión aplicada, se pelan aproximadamente tres metros y luego se emplean los terminales de agua y se hace recircular agua desionizada, que suple la falta del apantallamiento. Para un conductor de 220 kilovolts, se aplica una tensión de 318 kilovolts con 50 hertz durante treinta minutos.

Finalizado el ensayo de tensión aplicada, procede el de descargas parciales, encargado de detectar impurezas en el material, problemas de extrusión, etcétera. Se prueba a 190 kilovolts durante diez segundos y dado que la señal de descargas parciales está en el orden de los milivolts, es que toda la sala es en realidad una enorme jaula de faraday que atenúa las perturbaciones radiadas emitidas por la fábrica o conducidas a través de la alimentación del sistema. Cuando el cable está en vacío es netamente capacitivo y para alcanzar la tensión de prueba, el sistema recurre a un reactor.

Una vez que este cable fue probado e inspeccionado con el cliente final, las puntas se cortan y se encapuchan para evitar el ingreso de humedad.

Además de la tecnología de punta para realizar los ensayos, el laboratorio cuenta con otros beneficios. La estadística de falla está por debajo del 0,5 por ciento, pero es posible reducirlo aún más. En el caso de que suceda un problema, la corriente de falla es tan baja que no destruiría el cable, de modo que será posible analizar la causa del problema.

Por otro lado, el sistema cuenta con métodos redundantes de seguridad: puerta de emergencia, cuerda perimetral, protocolo de emergencia, descarga automática, etcétera. ❖