

Nuevos recubrimientos híbridos epoxi novolac / poliuretano para aplicaciones industriales y civiles

Por:
Tripp Ishmael
Director Técnico Poliureas
PPG Protective & Marine Coatings

Introducción

La industria de recubrimientos protectores ha experimentado cambios significativos en los últimos años. La constante demanda por reducir los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y cumplir con las cambiantes regulaciones ambientales ha obligado a muchos fabricantes de recubrimientos a enfocarse más en el diseño de sus formulaciones para “encajar” con las regulaciones, que para mejorar la tecnología de sus formulaciones. En PPG diseñamos recubrimientos buscando el cumplimiento de los estándares internacionales más exigentes al mismo tiempo que brindamos valor agregado a nuestros clientes a través de tecnologías únicas en el mercado.

Con la nueva tecnología descrita en este artículo, ponemos a disposición de aplicadores y clientes finales la resistencia a la abrasión y flexibilidad de un poliuretano, la resistencia química y tolerancia a la humedad de un epóxico y la rapidez de curado y construcción de película de una poliurea, todo en un solo producto.

Breve historia

En la industria civil está ampliamente aceptado que un “sistema epóxico” sea el recubrimiento de elección cuando se trata de pintar estructuras de concreto o acero que están “bajo tierra” o en inmersión constante. Esto se debe a que la estructura química del epóxico permite una menor reactividad con sustratos cargados de humedad y una excelente adherencia, ya que poseen una baja permeabilidad. Además, el epóxico brinda una excelente resistencia química, que puede modificarse para adaptarse a una aplicación determinada (por ejemplo, epóxico bis-A, epóxico novolac, etc.). En las últimas décadas, otros sistemas de recubrimiento han mostrado desempeños prometedores en aplicaciones similares. Los sistemas de poliuretano son reconocidos por su

flexibilidad y solidez de color (dependiendo de la formulación). Los sistemas de poliurea son conocidos por su velocidad y rápido retorno al servicio. En el grupo de los poliuretanos se incluyen muchos híbridos que combinan la funcionalidad del poliuretano con la velocidad de la poliurea y el curado a baja temperatura. Sin embargo, muchos de los productos en el grupo poliuretano/poliurea no han funcionado bien en condiciones de inmersión y especialmente en estructuras subterráneas. Esto es desalentador, debido al hecho de que a muchos aplicadores de recubrimientos les agrada la idea de aplicar poliuretanos/poliurea; sin embargo, el desempeño a largo plazo no ha hecho atractiva la especificación de estos productos.



Poliuretano

En 1937, Otto Bayer inventó la química del poliuretano. Hace ya casi 80 años que se inventaron los poliuretanos y cada día se descubren nuevas aplicaciones. Un poliuretano se conoce generalmente como la reacción de un isocianato con polioles funcionales al hidroxilo. Es bien sabido que los poliuretanos funcionan muy bien en varias aplicaciones; sin embargo, hasta hace poco los poliuretanos no eran el producto preferido cuando se trataba de recubrir estructuras subterráneas de concreto o acero. Esto se debe al hecho de que la parte del isocianato del poliuretano es sensible a la humedad y puede causar ampollamiento en el recubrimiento. El problema del “ampollamiento” o la formación de “espuma” suele deberse a la reacción del isocianato con la humedad, que en algunos casos se incrementa ya que los formuladores utilizan catalizadores metálicos de tecnología antigua que tienden a catalizar la reacción isocianato/agua y la reacción isocianato/poliol a diferentes tasas de reacción. Además, la parte exotérmica de la reacción puede exacerbar la formación de espuma. Los recientes avances en la química de los catalizadores de poliuretano han mejorado notablemente este problema, convirtiendo a los poliuretanos en una opción viable en el mercado de los recubrimientos y revestimientos para estructuras civiles subterráneas.

Poliurea

Hace aproximadamente 30 años, Dudley Primeaux, de Texaco Chemical, junto con otros empleados, inventó la química de los recubrimientos de poliurea. Esta tecnología es magnífica para diversas aplicaciones de recubrimientos, como el concreto, el acero y muchas otras. Las fórmulas de poliurea actuales, han mejorado drásticamente con respecto a las fórmulas originales. Actualmente, varias empresas químicas grandes fabrican materias primas específicamente para la química de la poliurea y, como resultado, se ha incrementado el volumen de esta tecnología. La química de la poliurea puede ser un poco engañosa ya que hay varios tipos de fórmulas que se incluyen en la categoría de poliurea.

- La poliurea “pura” es la reacción entre un isocianato y aminas (y sólo la funcionalidad de la amina). Es seguro decir que muchos fabricantes también incluyen dispersiones de pigmentos hidroxilo-funcionales, cargas y algunos otros elementos que pueden no considerarse “reactivos”.
- La poliurea “híbrida” suele incluir la reacción de la funcionalidad hidroxilo y amina.
- La poliurea “poliaspártica” es una poliurea “pura” basada en una molécula formada por la reacción de un maleato y PACM (un endurecedor epóxico) para obtener una amina. Su comportamiento es similar al de un epóxico con una excelente estabilidad del color cuando se utiliza con un isocianato alifático.

La poliurea se ha utilizado con relativo éxito para reparar recubrir estructuras subterráneas. La poliurea puede ofrecer un curado rápido, una buena adherencia y un rápido retorno al servicio si se aplica correctamente. Un problema que puede surgir al utilizar poliurea es aplicar el recubrimiento sobre concreto o acero húmedo o mojado (un problema común de las estructuras subterráneas). Aunque la velocidad de reacción de la poliurea parece no verse afectada por la

humedad, puede producirse microespuma en la superficie del sustrato. Esto suele ocurrir en la aplicación de la primera capa del recubrimiento de poliurea sobre el sustrato. Cuando se aplican varias capas, el recubrimiento resultante parece aceptable desde el punto de vista del aplicador. Sin embargo, cuando se revisa bajo el microscopio, la poliurea puede parecer una “esponja” en el sustrato/interfaz del recubrimiento y esto puede causar índices de transmisión de vapor de humedad desfavorables que podrían causar finalmente la falla prematura. La selección adecuada del primario es importante cuando se aplican sistemas de poliurea.

Epóxico

Durante años, el epóxico ha sido la alternativa a la hora de recubrir estructuras subterráneas de concreto o acero. Esto se debe a la facilidad de aplicación y a la tolerancia a la humedad que presentan los sistemas epóxicos. Cuando se formulan adecuadamente, los epóxicos pueden reaccionar bajo el agua y adherirse con bastante fuerza. La tecnología epóxica presenta varios inconvenientes, como los prolongados tiempos de curado, la sensibilidad a la temperatura y la fragilidad. Además, los epóxicos suelen presentar mejores propiedades de resistencia química que las poliureas y los poliuretanos que son más suaves.

Lo mejor de todos los mundos

Parece que la solución ideal para recubrir estructuras subterráneas de concreto o acero sería un híbrido de epóxico/poliuretano/poliurea. Esto podría proporcionar un curado relativamente rápido, insensibilidad a la humedad y una excelente resistencia a los ácidos, bases, agua y productos químicos de tratamiento de aguas. Esta tecnología ya existe. Esta nueva tecnología es un “trihíbrido” basado en una estructura polimérica de la química epoxi “novolac”. El recubrimiento se diseñó específicamente para uso en aplicaciones de agua e instalaciones de aguas residuales. Utiliza tecnología “oleoquímica” que incluye una estructura epoxi “novolac” para proporcionar resistencia química. Este recubrimiento es de tecnología “verde” y se desarrolla de forma natural debido a que la formulación contiene tecnología base biológica.

AquataFlex...Un “Tri-híbrido”

El uso de polioles no derivados del petróleo (es decir, aceites naturales, aceite de soya, ricino, cáscara de anacardo) se ha hecho muy popular. Son especialmente útiles cuando se aplican sobre concreto o acero en condiciones de inmersión debido a que son extremadamente hidrofóbicos. Los productos de la serie AquataFlex 505 y 506 combinan activos de varias químicas: un gelado inicial rápido para aplicar hasta 125 milésimas de pulgada por aplicación (similar a una poliurea), hidrofobicidad, resistencia química y adherencia (similar a un epóxico), flexibilidad y resistencia al impacto (similar a un poliuretano).

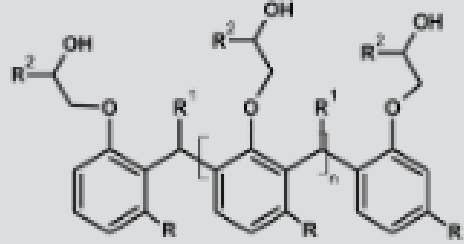
Además, la polaridad y la tensión superficial de los “aceites naturales” son muy bajas, lo que permite una excelente fluidez y adherencia a sustratos difíciles.

El problema con algunos polioles de base natural y su uso en condiciones de inmersión

Hace varios años, se introdujeron muchos polioles de base natural en el conjunto de herramientas del formulador. Algunos de ellos basados en aceites de ricino y soya. Aunque de estos polioles mostraron una mejora inicial en condiciones de inmersión debido a su hidrofobicidad, se siguen basando en "triglicéridos" o triésteres. Aunque son bastante estables, los triglicéridos se hidrolizan en soluciones "básicas" y empiezan a descomponerse.

Una tecnología desarrollada recientemente permite la funcionalidad hidroxilada del líquido de cáscara de anacardo (es decir, CNSL). Esta tecnología ofrece varias ventajas sobre la tecnología del aceite de soya y de ricino en condiciones de inmersión.

El CNSL es superior al aceite de soya o de ricino debido a la estructura resultante. El polioli se basa en la química epoxi "novolac" con la siguiente estructura:



Las siguientes imágenes representan una fórmula a base de “aceite de ricino” en condiciones ácidas y alcalinas. La solución alcalina sólo se sumergió durante 6 días.

Fórmula a base de aceite de ricino en solución ácida

Fórmula a base de aceite de ricino en solución básica



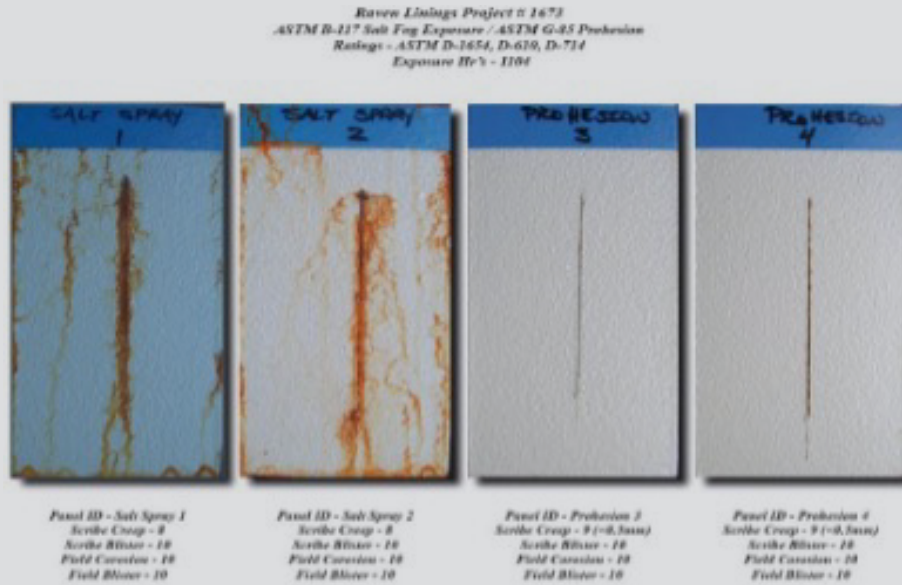
“Epoxitano” en agua salada- 30 días

Fórmula a base de aceite de ricino en agua salada 30 días



Certificación para uso en agua potable y excelente protección contra la corrosión

Además de ser un excelente recubrimiento para la protección contra la corrosión en ambientes de aguas residuales, AquataFlex 505 y 506 también superó la rigurosa certificación ANSI 61.5 para uso en tanques y tuberías de agua potable, con un retorno al servicio de 24 horas. AquataFlex 505 y 506 son recubrimientos que también pueden especificarse en múltiples aplicaciones y sustratos en obras civiles. La imagen de la derecha ilustra el desempeño de AquataFlex 505 y 506 en las pruebas de cámara salina y de prohesión.

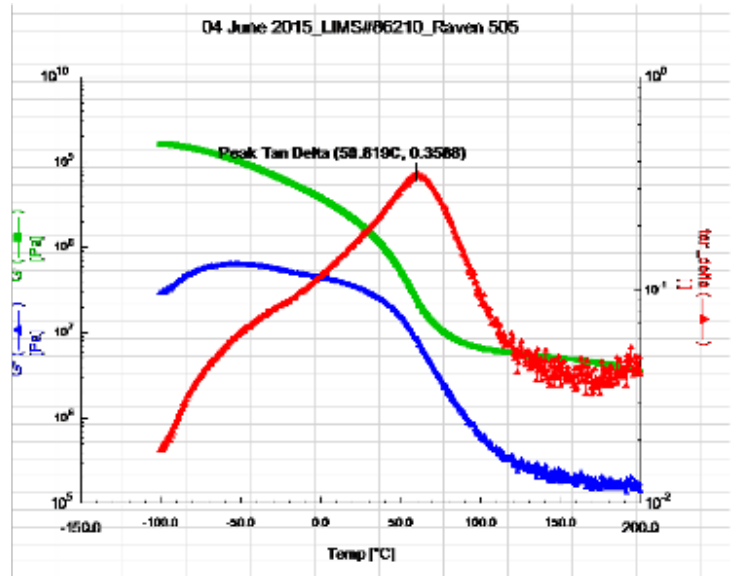


El análisis DMTA muestra que la temperatura de transición vítrea (es decir, 59°C) supera los requisitos establecidos para aplicaciones de aguas residuales y agua potable.

Disponibilidad de la fórmula

La serie AquataFlex se formuló en dos versiones para adaptarse a diferentes tipos de equipos de aplicación. Una versión (AquataFlex 505) tiene una relación de mezcla de 1:3 por volumen y se aplica con equipo de aspersión plural por calentamiento que utiliza mezcladores estáticos “en línea” y una manguera flexible. Ejemplos de equipos aprobados para aplicar este recubrimiento son las bombas tipo Graco Hydracat® o XP50. Esta versión de formulación utiliza una pistola de aspersión sin aire estándar.

La segunda versión (AquataFlex 506) tiene una relación de mezcla de 1:1 por volumen y se aplica por aspersión como una poliurea que utiliza una bomba de calentamiento de componente plural como Graco Reactor® HXP2 o EXP 2, utilizando una pistola de aspersión de alta presión de mezcla por impacto. Ambos sistemas requieren calentadores y manguera precalentada. Para recomendaciones específicas de aplicación, consulte las cartas técnicas de los productos.



Certificaciones AquataFlex

La serie de productos AquataFlex se ha sometido a pruebas y está certificado como producto “de base biológica” por el USDA. Esto significa que el recubrimiento contiene al menos 37% de materiales de base “natural”, según las pruebas realizadas por un laboratorio independiente de acuerdo con la norma ASTM D-6866.



Además, los productos AquataFlex cuentan con la certificación ANSI/NSF 61.5 para agua potable. Esta certificación permite que el recubrimiento se pueda aplicar a tanques de tan sólo cinco galones y a tuberías de tan solo ½ pulgada. Este es el nivel de seguridad más alto que un recubrimiento puede alcanzar para aplicaciones de agua potable.



La tecnología utilizada para este recubrimiento está protegida por la ley de “Patentes Pendientes” de Estados Unidos. El concepto de un híbrido epoxi/poliuretano no es nuevo; sin embargo, sí lo es la colocación de la funcionalidad hidroxilo en una cadena principal de epóxico novolac. Además, la combinación de esta “novedosa” cadena principal en una formulación eficaz y fácil de usar, implica horas de investigación y una gran dosis de creatividad.

Resumen

AquataFlex 505 y 506 representa una larga historia de compromiso continuo con la investigación y desarrollo para la industria civil por parte de PPG. Estos dos novedosos sistemas de recubrimiento son productos de “próxima generación” que proporcionan una excelente protección contra la corrosión y ofrecen a los ingenieros especificadores la confianza de que PPG sigue fabricando los productos de mayor calidad del mercado.

Nota: El presente documento es una traducción del documento original en inglés. En caso de discrepancia entre la traducción del documento y el documento original, prevalecerá este último.