

SPLTTMASTICASPHALT (SMA)

Stone mastic asphalt (SMA) fue desarrollado en Alemania hace 40 años, y es la capa de alta calidad superficial de asfalto que se utiliza todavía. Con el aumento de carga y volumen del tráfico, SMA es un material ideal para cumplir los requisitos de las autopistas, hoy y en el futuro. El concepto base de SMA es obtener una matriz de alta calidad, con fuerte entrecruzamiento de agregados, y llena con un mortero de alta calidad que contiene roca pulverizada, llenante y ligante. El contenido de ligante es alto para proveer una superficie durable y resistente al tráfico y al clima. Para que el SMA acomode un contenido alto de ligante se usan comúnmente las fibras de celulosa, como un portador de ligante, para prevenir el drenaje durante el mezclado, transporte, y colocación del material del SMA. Es cada vez más común usar PMBs y CCBit 113 en lugar de betúmenes del grado convencional, en las aplicaciones más exigentes de autopistas ya que confieren beneficios adicionales a la mezcla de SMA. Estos beneficios se ven particularmente en aspectos como la adhesión, fatiga, resistencia, resistencia a fisuramiento y durabilidad mejorada. De hecho, capas de superficie de SMA con PMBs y CCBit 113 es la selección preferida para las autopistas de tráfico pesado en Alemania y también esta tecnología está siendo transferida a algunos países alrededor del mundo.

1. Capas de Superficies de Carreteras

La superficie de rodadura en carreteras bituminosas se forma de capa superior de la construcción asfáltica. Esta debe ser resistente al desgaste, resistente al ahuellamiento, durable y ser plana. Los factores como del tráfico, clima, y de congelamiento-descongelamiento les afectan directamente. La capa superficial está expuesta a lo mencionado por eso se deben cumplir los requisitos de su colocación y los materiales usados deben garantizar la seguridad del tráfico

2. Características y Requisitos.

Las capas de carreteras deben cumplir a los requisitos:

Resistencia de Clima:

- Uso de agregados de minerales resistentes al congelamiento
- Espesor de ligante suficientemente grueso
- Contenido de vacíos bajo (mas apropiado)

Resistencia al desgaste, deformación y fatiga:

- Uso de mortero estable, resistente al ahuellamiento con un espesor de ligante suficientemente grueso

Seguridad de tráfico:

- Resistencia al deslizamiento y desintegración para garantizar tráfico asegurado
- Uso de agregados livianos para capas de rodaduras

Factor medioambiental:

- Uso exclusivo de los materiales reciclables:

Protección del medio ambiente:

Reducción del ruido a través del uso de superficies especiales que lo reduzca

3. Tendencias del Tráfico

El aumento constante del tráfico pesado, en particular en las áreas urbanas, exige diseños particulares de carreteras en la etapa de construcción. Eso se debe al aumento de los camiones de altas cargas (heavy goods vehicles [HGVs]).

- HGV Dimensiones del Vehículo

Desde 1995, en toda la Europa se establecieron los nuevos límites:

- Longitud de vehículo máxima – 18.75m
- Ancho máximo de contenedor de vehículo – 2.60m (normal HGV – 2.55 m)
- Altura máxima – 4.00m

- Peso Bruto

Una regulación Europea todavía no ha estado establecida. Sin embargo, la tendencia es por los pesos brutos de vehículos acerca a 48 toneladas para camiones de seis ejes.

- Cargos por Eje

La carga por eje máxima ha quedado a 11.5 toneladas. Los fabricantes de llantas se enfocan en el desarrollo que cambia la sección transversal normal de una llanta hacia la sección transversal baja y de ruedas parejas a la llanta singular. Este dirigirá presiones de llantas al aumentarlas (hasta un máximo de 1.1 N/mm²).

- Sistema Suspensión

A un largo extenso, **se bajaron poco** los sistemas de suspensiones de carga en operación. El futuro desarrollo también está dirigido a esta dirección.

La carga del tráfico alta en las viales de Alemania y autopistas federales está causada por:

- Aumento de la demanda del tráfico en general
- Aumento del tiempo e intensidad de tráfico
- Disminución de la velocidad en algunas situaciones, por ejemplo:
 - En los sitios entre secciones de carreteras
 - En los sitios de obras
 - En los sitios inclinados

Ya, a la etapa de planificación y formulación de contratos de construcción de carreteras, la atención debe ser enfocada a las condiciones mencionadas. Por lo tanto, el diseño de fases de construcción debe ser orientado para cumplir todos los requisitos.

4. Concepto SMA

Stone mastic asphalt (SMA) consiste de material triturado de alta calidad con un tamaño máximo de partícula (agregados minerales de gradaciones abiertas), rocas finamente triturados, polvo (llenante), betumen del grado adecuado y aditivos estabilizadores. Los finos, preferiblemente, deben ser compuestos en 100% de material triturado.

Las características y propiedades de las mezclas SMA se presentan en la Tabla 1.

5. Aplicación

SMA es un material ideal para colocarlo en situaciones del tráfico con demandas particulares, por ejemplo:

- Carriles de tráfico pesado
- Situaciones y sitios del movimiento lento con altas cargas

- Áreas de freno y aceleración frecuente
- Tráfico estacionario
- Temperaturas elevadas durante periodos largos
- Intensidad alta del sol

TABLE 1. Propiedades y Características de SMA

Características	Propiedades
Alto contenido de piedras	Estabilidad independiente de temperaturas altas
El diseño de esqueleto de agregados basado en gradación con espacios	<ul style="list-style-type: none"> • Esqueleto de agregados con intersticios • Habilidad de distribuir la carga
Espesor grueso de película del ligante	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades de resistencia al envejecer favorable • Resistencia de desgaste alta
Contenido de mortero alto	<ul style="list-style-type: none"> • Rigidez alta • Resistencia al corte • Adhesión buena y durable con los agregados minerales, frente a la acción del agua
Aditivos estabilizadores	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizan grosor de película • Previenen drenaje de ligante durante la fabricación • Mejoran transportación y colocación de la mezcla • Aumentación de la estabilidad y homogeneidad de la mezcla

Una ventaja adicional e importante de mezclas SMA es que estas pueden ser colocadas como una capa de rodadura de diferente espesor (por ejemplo, sobre las superficies deformadas) sin cambiar su resistencia. Para el uso en capas más delgadas (en caliente) es más apropiado usar una gradación de SMA 0/5 o 0/8 (particularmente en contratos de mantenimiento de carreteras).

6. Composición

Agregados minerales (gradación discontinua):

Material triturado de alta calidad (por SMA 0/11S y 0/8S: fuerza de compresión SZ8/12=18 y superficies totalmente fracturadas)

Rocas finamente trituradas de alta calidad

Lienante, posiblemente una arena natural (pero solamente por SMA 0/8 y 0/5)

Betumen para pavimento (DIN EN con o sin modificadores)

Aditivos estabilizadores (celulosa o fibra mineral)

6.1 Agregados

La mezcla mineral es de gradación "gap-grade" la cual forma una matriz reforzada muy estable. La matriz puede ser considerada como el esqueleto que soporta la carga. Los vacíos en este esqueleto de agregados son llenados con mortero mastic (finos/lienante/ligante). De este proviene una alta rigidez y capacidad para resistir al deslizamiento dentro del esqueleto mineral. La especificación para el asfalto ZTV StB – 01 de Alemania permite a las mezclas de SMA 0/8 y 0/5 tener una proporción de roca pulverizada y arena natural de 1:1. Sin embargo, si se requiere un SMA de estabilidad muy alta, se debe usar una proporción de roca pulverizada y arena natural de 1:0. En estos casos, la mezcla SMA debe utilizar exclusivamente roca pulverizada.

6.2 Ligante

Los bitúmenes de grado convencional para pavimentos son utilizados como ligantes. Para los tipos 0/11S y 0/8S de SMA, donde el índice "S" se refiere a unas demandas del tráfico pesado, betumen modificado con polímero, tal como PMB 45 o CCBit 113, es la opción preferida y debe ser utilizada en lugar de betumen grado convencional. En el caso del uso de PMB 45 o CCBit se reconoce que las temperaturas de compactación, colocación y mezclado deben ser mayores.

Con respecto a la mezcla con agregados, una cantidad alta de ligante debe ser acomodada para el producto compactado. Este alto contenido de ligante es necesario para obtener un espesor de ligante grueso, lo cual ayuda reducir endurecimiento de ligante por oxidación (oxidación por aire). Desminuir la susceptibilidad al craqueo aumentando la vida útil en servicio. Basándose en la experiencia, el contenido de ligante en la mezcla ha ido aumentando de 6.5 a 7.0% por masa (SMA 0/8, 0/8S) y de 7.0 a 7.2 por masa de SMA 0/5. A causa de buenas propiedades en el envejecimiento y adhesión mejorada de los agregados minerales, betumen modificado con polímetro, demuestra ventajas considerables sobre betumen convencional, en particular, para stone mastic asphalt.

Sin embargo, no debe ser ocultado que se presentaron las fallas en Alemania. Las investigaciones han mostrado los defectos en la etapa de diseño, fabricación de la mezcla y/o colocación. Los fracasos han ocurrido principalmente por:

- Segregación y sobre cantidad de mortero en la superficie
- Desprendimiento causado por agua
- Resistencia al deslizamiento insuficiente

Estos fracasos pueden ser evitados a través de selección correcta de componentes, diseño satisfactorio y por practica de buena construcción. La homogeneidad de la mezcla durante la fabricación, el transporte y colocación deben ser asegurados. Segregación pasa frecuentemente por la causa de ligante acumulado en la superficie. La causa es el uso de un aditivo estabilizador insuficiente o una temperatura de mezclado muy alta. La experiencia ha mostrado que al usar fibras de celulosa como un aditivo estabilizador, drenaje de ligante es imposible virtualmente, aun a las temperaturas de mezclado altas.

Exudación (evidencia de sobre cantidad del ligante) durante la etapa de compactación, ha sido vista principalmente en la mitad del carril, indica un sobre llenado del esqueleto mineral con el mortero. Si agua está drenando (observado) dentro de la capa de superficie, esto debe al contenido de vacíos muy alto. Si la compactación es satisfactoria, entonces probablemente la causa es en un contenido poco de mortero.

6.3 Aditivos Estabilizadores

La definición "aditivos estabilizadores" puede ser mal interpretada. En una aplicación de SMA, un aditivo estabilizador es principalmente una fibra mineral la cual tiene habilidad de estabilizar (y asegurar) la homogeneidad del material. Este trabaja como una fibra mineral para prevenir drenaje de ligante durante el transporte hasta el sitio de carretera para pavimentar. Varios aditivos estabilizadores puede ser utilizados:

- Fibras orgánicas (material de fibra fina con una longitud de 5000µm y un grosor de 45µm)
- Polvo de sílice
- Fibras minerales
- Polímetros en una forma granulada o pulverizada
- Cal hidratada

En Alemania, el uso de fibras de celulosa ha demostrado buenos efectos. En términos de mercado, las fibras de celulosa constan en aproximadamente de 90-95% del mercado Alemán.

7. SMA para Carreteras del Trafico Pesado

- El uso de ligantes con viscosidad más alta
- Aplicación de agregado grueso
- Aumento del contenido de mortero
- Aumento del contenido de ligante

La tendencia para usar mezclas con contenido de minerales alto para tener una estabilidad mas alta, para el uso en carreteras con trafico pesado, esta especificada en las clasificaciones para carreteras Alemanas, "Bauklassen SV y I".

8. Conclusión

En conclusión, uno puede decir que SMA es un material excelente para superficie de rodadura en aplicaciones para el trafico pesado (carreteras del trafico pesado). En realidad, la construcción de carretera debe ser realizada de acuerdo con las demandas. Las fibras de celulosa son utilizadas exclusivamente como el aditivo estabilizador en las mezclas de SMA. Las fibras de celulosa construyen una matriz de tres dimensiones dentro del mortero y enlace superficies de sus moléculas con el componente ligante. Esta función doble significa que un contenido de ligante relativamente alto puede ser acomodado en la mezcla asfáltica sin drenaje. La función de las fibras es principalmente prevenir separación del ligante durante el almacenamiento, transporte y aplicación.

Las fibras de celulosa aumentan la resistencia de la mezcla asfáltica contra ahuellamiento, aumenta la rigidez de mezcla y causa el contenido de ligante mas alto lo cual, también, resulta en una durabilidad mejorada.

Un aspecto importante de SMA es diseño de la mezcla correcto con agregados minerales y tipo de ligante escogido. La capacidad de SMA a resistir al ahuellamiento va a depender de la estabilidad de la composición de mezcla. En realidad, el diseño de mezcla tendrá la influencia más grande. La investigación hecha en la Universidad de Weimar mostró que con la composición optima de la mezcla la profundidad de deformación permanente (ahuellamiento) será generalmente similar (todos menos de 3.5mm), independiente del tipo de ligante utilizado.

Por consiguiente, de esto y otros estudios, el valor de profundidad de ahuellamiento no debe exceder de 3.5mm por un SMA rut-resistente. Sin embargo, se debe recordar aunque las mezclas SMA estudiadas tuvieron profundidades bajas de ahuellamiento, este no significa que ellas ejecutarán igualmente en practica. Hay otros factores los cual deben ser considerados. Es conocido bien que el uso de PMBs o CCBit 113 conferiría beneficios adicionales a una mezcla SMA. Ellos incluyen:

- Resistencia de fatiga mejorada
- Compartimiento a temperaturas bajas mejorado
- Resistencia a frisuramiento mejorada
- Comportamiento frente el envejecimiento mejorado
- Adhesión mejorada

Además, se nota que para aplicaciones de trafico pesado y para rutas de carreteras estratégicas (autopistas), el uso de PMBs en lugar de bitúmenes no modificados en capas de superficies con SMA, se aumenta. Esta considerado que el uso de PMBs en las aplicaciones, reduce el riesgo de un fracaso, garantizando una vida en servicio más larga. El costo inicial más alto del betumen modificado será equilibrado y compensado por el costo de la carretera en su vida útil más larga, que se debe considerar.

Juergen Hutschenreuther, Bucaramanga Colombia 06/08/2008