

## Что такое МАК-технология.

(MAC – Multigrade Asphalt Cement, краткая история появления и развития)

Дороги с применением вяжущего на основе битумов\асфальтов известны уже более 125 лет. Несмотря на прогресс последних десятилетий, дороги по-прежнему остаются чувствительными к влиянию погодных факторов, что приводит к достаточно быстрой потере характеристик покрытий со временем. Сопоставление свойств покрытий дорог, построенных в Европе и США в 30-е – 50-е годы, с дорогами, построенными после 1970 г. позволило авторам данной инновации выделить определенную закономерность. На дорогах предыдущих десятилетий пленка битума на поверхности каменного материала была заметно толще, что приводило к большей внутренней прочности и пластичности покрытий, меньшей их склонности к старению и меньшей чувствительности к влиянию погодных факторов.

Таким образом, основной идеей разработки МАК-технологии наряду с модификацией свойств битума стало стремление увеличить толщину пленки битума, формирующейся на поверхности частиц камня при приготовлении смесей, что неизбежно должно было отразиться на увеличении срока службы покрытий.

Авторы разработки начали с поиска способов влияния на состав битумов с целью обеспечения стабильности его внутренней структуры в широком температурном диапазоне (зима-лето) и стойкости к старению. В конечном итоге, проведенные исследования привели разработчиков к идее перевода битумов в гелеобразное состояние перед приготовлением смесей, благодаря чему желаемые эффекты могут быть достигнуты. Разработка МАК-порошка является продолжением общей идеи, он был разработан позднее, как способ перевода битумов в гелеобразное состояние без применения специального и дорогостоящего оборудования.

Лабораторные и полупромышленные испытания подтвердили правильность выбранного направления воздействия на свойства битумов. При специальных условиях испытаний, когда ранее изменения со стандартными смесями происходили уже через 18 месяцев, покрытия на основе МАК-технологии работали более 4 лет.

С 1988 года началось масштабное внедрение идеи геле(желе)образных битумов. В 1990 году на дороге I-465 (шт. Индиана, США) модифицированный битум был впервые применен на автострадах типа “Interstate” (горячие смеси). Для таких дорог обычным считается срок службы верхних слоев 8-10 лет, в данном случае даже через 12 лет эксплуатации верхний слой сохранял свои характеристики, несмотря на интенсивность движения, возросшую к тому времени до 125 тыс. автомобилей в сутки. В 1992 году реконструкции с применением данной технологии подверглась автострада I-65 (Interstate, шт. Индиана), в 1993 году проект был признан в США лучшим в номинации “Дорога года”. До настоящего момента дорожное покрытие на I-65 работает, и даже получило титул “вечной дороги”. По необходимости, здесь осуществляется только обустройство слоев износа, с целью восстановления характеристик по шероховатости и противозаносным свойствам.

Полученные на сегодня результаты позволяют прогнозировать 50-летний срок службы слоев дорожных одежд, приготовленных с применением геле(желе)образных модифицированных битумов. Как итог, значительно могут быть сокращены расходы на содержание и ремонт магистралей.

В настоящее время МАК-технология интенсивно применяется в США и Канаде, Европе, Китае и Австралии. В этих странах с 1989 года было построено свыше 30 тыс. км дорог с применением улучшенных по данной технологии битумов.

В Китае в последнее время все скоростные дороги государственного значения обустраиваются и содержатся только с применением битумов, модифицированных

по данной технологии. Каждый год с применением технологии вводится в эксплуатацию более 500 км новых скоростных дорог (горячие смеси). Построен собственный завод производства МАК-порошка для нужд Китая. Осуществляется масштабная программа повышения несущей способности сельских дорог с использованием холодных смесей на основе МАК-вяжущих.

В последнее время в США ежегодно с использованием данной технологии обновляется и строится более 1600 км дорог. Реальный экономический эффект от применения технологии в полной мере может быть оценен только в будущем, однако уже сейчас можно предполагать о конечном результате зная, что продление межремонтного срока службы только местных дорог, только на один год в масштабах США означает экономию в миллиарды долларов.

Эффект от применения модифицированных по МАК-технологии битумов может быть умножен, если сочетать его применение с другими факторами влияния на свойства дорожных покрытий различного назначения. Так, например, применение каменных материалов с фракционным составом, обеспечивающим формирование "несущего скелета" (ЩМА, пористые бетоны), позволяет без значительного удорожания работ улучшить несущие характеристики дорожных слоев, повысить безопасность дорог за счет придания шероховатости верхним слоям, устраивать дополнительные слои с малым уровнем шума и отводом воды из зоны контакта с колесом, что устраняет эффект "водной пелены", устраняет явление аквапланирования, повышая безопасность движения в дождливую погоду. И все это без необходимости переоборудования бетонных заводов и применения дополнительных наполнителей, исключая "вытекание" битума из увеличенных зон между частицами каменного материала, без необходимости осуществления "повышенного уплотнения" при укладке. При этом срок службы внутренних (нижних) слоев заметно повышается за счет наличия пленки битума увеличенной толщины. Повышенная толщина пленки увеличивает стойкость слоев из МАК-смесей к образованию и отражению трещин. Как итог можно сказать, что применение модифицированного МАК-битума оказывает положительный эффект для всех слоев дорожного "пирога", охватывает весь комплекс проблем.

Примером универсальности МАК-технологии является вариант ее реализации через холодные смеси, приготавливаемые на основе улучшенных МАК-битумов. Холодные смеси могут применяться как для строительства новых дорог, так и для повышения несущей способности и ремонта существующих дорог: из холодных МАК-смесей устраивают основные слои, выравнивающие слои, затем проводят поверхностную обработку. При этом холодные смеси могут готовиться заранее и храниться в отвалах месяцами до момента их использования. Для укладки смесей применяются обычные асфальтоукладчики, а для поверхностной обработки на МАК-битуме обычные чип-силеры. Холодные высокощебенистые смеси для ямочного ремонта могут готовиться заблаговременно и использоваться в осенний и весенний периоды при температурах до  $-10^{\circ}\text{C}$ , а особой подготовки ям перед заделкой не требуется.

Примером возможности косвенного влияния на конечный результат является возможность перехода на битумы соседней климатической зоны (с большей пенетрацией). МАК-технология за счет желеобразного состояния битумов обеспечивает его упругость в области повышенных температур, в то время как за счет того, что применен битум соседней климатической зоны, с низкой температурой хрупкости, он остается пластичным при низких зимних температурах, улучшая поведение дорожных покрытий в зимнее время.

Накопленный опыт позволяет сказать, что битумы мультигрейд, МАК-технология в ряде стран стали неотъемлемым звеном новых подходов к проектированию и строительству дорог, позволяют реализовать идеи, которые ранее осуществить было невозможно.