

## ОТВЕТЫ НА ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ ПО МАК-ТЕХНОЛОГИИ.

### **1. Что такое МАК-технология? Какие изменения происходят с битумом.**

Превращение исходного битума в гелеобразный МАК-битум происходит в результате осуществления целенаправленных реакций омыления с участием компонентов МАК-порошка непосредственно в расплавленной и обезвоженной среде битума. Кроме этого МАК-порошок имеет в своем составе полимер, дополнительно участвующий в формировании внутренней структуры битума, как бы пространственной сетки, которая удерживает битум с измененными и химически, и физически свойствами внутри себя.

Формально можно говорить о том, что МАК-порошок реализует одновременно и эффект подобный волокну целлюлозы, препятствующей стеканию битума, и эффект влияния полимеров, и как результат, реализуется сложная зависимость вязкости и консистенции получаемой массы от ее температуры и величины оказываемой нагрузки.

Правильнее сравнивать МАК-битум с полимер модифицированными битумами, чем просто с эффектом от применения микроволокон при изготовлении а\б смесей с повышенным содержанием вяжущего.

Смеси типа ЩМА на основе МАК-битума можно укладывать совершенно без применения стабилизаторов стекания. Благодаря полученной пространственной структуре, МАК-битум не стекает с зерен щебня даже при высоких температурах приготовления. При подборе состава смеси МАК-ЩМА следует учитывать особые свойства поведения МАК-битума как неньютоновской жидкости. Совершенно не правильно просто заменять в готовом рецепте исходное вяжущее на МАК-битум.

Проводить дополнительную модификацию МАК-битумов полимерами (как это сейчас обсуждается для смесей ЩМА на виатопе или топселе) смысла не имеет.

На примере формально контролируемых параметров, для МАК-битума по сравнению с исходным битумом характерно существенное повышение температуры размягчения, снижение пенетрации на один класс и более, многократное увеличение вязкости, снижение чувствительности свойств к изменению температуры, при сохранении неизменными низкотемпературных свойств исходного битума. Имеет место многократное увеличение толщины пленки битума на поверхности щебенки и как следствие увеличение стойкости пленки к окислению в процессе приготовления смеси, и старению и избытку влаги в слое на дороге. МАК-битум может находиться при высоких температурах длительное время без деградации свойств.

В настоящее время авторами ведется разработка новой формулы порошка МАК-2, согласно которой в порошке будут присутствовать дополнительные сополимеры. МАК-2 разрабатывается специально для Китая, т.к. там установленные ограничения по осевым нагрузкам для грузового транспорта фактически не соблюдаются. Считается, что новая формула МАК-2 позволит

компенсировать отрицательные эффекты от неконтролируемого превышения осевых нагрузок за счет повышения запаса несущей способности слоев дорожных одежд при использовании для улучшения битума порошка МАК-2. Такая добавка не имеет смысла и не планируется, например, для США, где осевые нагрузки транспорта контролируются жестко.

## **2. Как определить оптимальное содержание добавки МАК?**

Поиск оптимальной величины добавки МАК-порошка является самостоятельной задачей и описывается в специально разрабатываемых в рекомендациях и методиках. Величина добавки зависит от свойств исходного битума. Существует такое понятие, как “критическая точка” (примерно 1,7%), при меньшей концентрации порошка никакой желеобразной структуры формироваться не будет вообще. При концентрации свыше примерно 3,5% рост величины КИШ МАК-битумов выходят за рамки разумного, а со столь сильно загущенным битумом становится сложно работать.

Кратко, идея выбора оптимума добавки МАК-порошка сводится к следующему: берется битум, полностью устраивающий заказчика по своим **низкотемпературным** свойствам (например, температура хрупкости по Фраасу), и далее, добавляя в него определенное количество МАК-порошка, стремятся вывести на требуемый уровень параметры КИШ и пенетрации для итогового вяжущего.

## **3. Можно ли использовать окисленные битумы?**

Окисленные битумы, так же как и “самодельные” битумы, полученные окислением гудрона на местах, с МАК-порошком работают. Единственное ограничение, о котором пока известно, возможно для битумов, содержащих избыток “нафтеновых” углеводородов. Такие битумы встречаются в Венесуэле. С известными в Европе битумами российского происхождения никаких проблем отмечено не было.

## **4. Как “растворить” МАК-порошок в битуме?**

Добавлять МАК-порошок к битуму следует постепенно, рабочая емкость должна быть оборудована механической мешалкой. Плотность порошка заметно ниже плотности битума, таким образом, без принудительного перемешивания в зоне его подачи порошок будет просто плавать на поверхности битума.

При подготовке МАК-битума для горячих а\б смесей (т.е. без добавления разжижителя\солянки) наилучшая температура ведения процесса “растворения” МАК-порошка – 195<sup>0</sup>С-200<sup>0</sup>С. Ниже 190<sup>0</sup>С опускаться не рекомендуется, процесс реагирования существенно замедляется. Если

теплогенератор не нагревает битум в рабочей емкости до указанной температуры в разумно короткий период времени – это недостаток, затрудняющий возможность осуществления процесса на данном оборудовании. Требуется вспомогательный обогрев емкостей.

Если порошок не “растворился” в битуме в течение часа, то надо все же вывести температуру на уровень 195-200<sup>0</sup>С и продолжить перемешивание. Порошок следует добавлять постепенно, одновременно с перемешиванием битума механической мешалкой, если порошок высыпан в битум “целым мешком”, то может произойти образование комков порошка и обволакивание их битумом.

Иной температурный режим наблюдается при приготовлении вяжущего для холодных МАК-смесей (с использованием разжижителя, например дизельного топлива), дизельное топливо вводят в битум ДО момента подачи МАК-порошка. В этом случае рабочая температура для процесса “растворения” МАК-порошка составляет около 145-165<sup>0</sup>С в зависимости от содержания и вида разжижителя.

**Примечание 1.** При первом применении МАК-битума (на базе старого оборудования) при температуре 165<sup>0</sup>С и выше возникает побочный эффект: все отложения, которые годами накапливались во внутренних битумных магистралях АБЗ, начинают вымываться новым вяжущим. При этом фильтры могут забиться и сдерживать подачу битума, возможно нарушение работы дозирующих систем. Следует помнить об этом “явлении” при осуществлении первых замесов горячих МАК-смесей и МАК-ЩМА, уделять дополнительное внимание корректности работы дозирующих систем. Рекомендуется устанавливать в магистрали фильтры с размером ячейки 9,5 мм. Необходима своевременная проверка состояния фильтров.

**Примечание 2.** Предпочтительным являются использование коаксиального варианта обогрева битумных магистралей (труба в трубе). При использовании накладных обогревателей, следует уделить внимание состоянию теплоизоляции, чтобы не допустить потерь тепла и переохлаждения МАК-битума при перекачке по длинным магистралям с изобилием застойных зон.

**Примечание 3.** После загрузки МАК-порошка наблюдается появление пены, как признак химических реакций с выделением воды, так и наличия влаги в порошке. МАК-порошок является гигроскопичным веществом. По данной причине не следует заполнять рабочую емкость битумом на 100%, следует оставлять свободное пространство (10-15% надо уровнем битума).

## **5. Каковы особенности “растворения” МАК порошка в жидких (разжиженных) битумах?**

Жидкие МАК-битумы применяются при изготовлении теплых и холодных а\б смесей для строительства и реконструкции дорог, а также складированных смесей для ямочного ремонта в различные периоды года, в том числе зимой. Так как жидкие битумы типа СГ и МГ практически отсутствуют в продаже, исходный жидкий битум готовят путем введения в вязкий дорожный битум дизельного топлива и\или керосина. Допустимая температура нагрева для такого разжиженного битума в момент введения МАК-порошка гораздо ниже и зависит от доли разжижителя. Соответствующее снижение скорости взаимодействия битума с МАК-порошком отчасти компенсируется появлением в битуме легких фракций, а отчасти за счет увеличения продолжительности процесса.

Возможен вариант поэтапного введения разжижителя и МАК-порошка, и осуществления отдельных этапов с различной температурой. Например, при необходимости применения 24% добавки солянки к вязкому битуму (зимний вариант вяжущего для ямочных смесей, когда 24% добавка вынуждает снижать температуру процесса до 145-150С), сначала можно добавить 12% солянки, в результате чего появляется возможность ведения первого этапа взаимодействия с МАК-порошком при температуре 160-165С. После 30-40 минут можно добавлять еще 12% солянки и продолжать процесс уже при 145-150С.

Введение МАК-порошка и начало процесса взаимодействия с битумом приводит к заметному снижению выбросов легких фракций. Таким образом, при наличии опасений чрезмерного выпаривания разжижителя в указанном температурном диапазоне, в данном конкретном случае, на первом этапе, при 12% солянки возможно введение порошка уже при температуре 145-150С с дальнейшим подъемом температуры до 160-165С. Время реакции, однако, отсчитывается с момента достижения температурой именно этого уровня.

## **6. Как “на глазок” оценить качество приготовленного продукта?**

Для МАК-битума и жидкого МАК-битума (продукты СМ-90, СМ-150, СМ-300) в странах применения разработаны соответствующие нормативные документы. Соответствующие СТО разрабатывались и в проектах применения МАК-технологии в РФ. Первейшим параметром в зарубежных нормативах является контроль вязкости получаемого вяжущего.

На начальном этапе лабораторного освоения качество МАК-битума можно оценить просто по изменению пенетрации и КИШ. Типовой рост параметра КИШ при 2,5% добавке МАК-порошка составляет 10С, т.е. вместо типичных 48-49С МАК-битум имеет 58-59С. Типичное снижение пенетрации составляет 20-30 единиц, т.е. вместо, например исходных 105 ед, МАК битум будет иметь 75 ед. Таким образом, если вы в результате добавления 2,5%

МАК-порошка получили прирост КИШ всего 2-3С, это означает нарушение теплового режима или технологического процесса.

Для жидких битумов в качестве оценки качества продукта можно применить методику условной вязкости (ГОСТ 11503). Например, если полученный продукт СМ-300 имеет показатель 70с и выше (при 60С), то качество считается удовлетворительным, если время истечения значительно превышает 70 секунд, или вообще перестает истекать из рабочей емкости аппарата, то полученный продукт-гель имеет отличное качество. Для сравнения, условная вязкость битума с подобной добавкой солянки без МАК-порошка составляет около 8-15с.

## **7. Каковы параметры смесителя, устанавливаемого в рабочей емкости? Каковы параметры самой рабочей емкости?**

В лабораторных условиях необходимый смеситель аналогичен по конструкции кухонному комбайну-миксеру или специализированной дрели с числом оборотов до 200-600об\мин. Подогрев емкости (обычно около 1л битума) можно осуществлять на лабораторной эл. плитке. Диаметр лопастей мешалки зависит от числа оборотов вала. Главным критерием является формирование в емкости спокойного, устойчивого вихря без подхватывания воздуха, вихрь должен втягивать загружаемый порошок в воронку и распределять порошок по объему битума.

В промышленном варианте наиболее благоприятным является применение вертикальной рабочей емкости на 2-5-10т. По центру емкости устанавливается вертикальный вал мешалки с приводом до 3 кВт (в зависимости от размера емкости и формы мешалки) и числом оборотов от 100 до 200об\мин, диаметр лопастей примерно 1\3 от диаметра вертикальной емкости. По вертикали на ось мешалки устанавливаются до трех “крыльчаток” с лопастями, развернутыми под некоторым углом так, чтобы поддерживать вихревое движение битума в емкости: по центру вниз, вдоль стенок вверх. При возможности на внутренних стенках емкости можно установить четыре вертикальных дефлектора или отбойника, усиливающих завихрения в массе битума. В нижней части емкости располагается масляный змеевик для поддержания рабочей температуры в емкости, в крышке емкости необходимо иметь ввод для подачи порошка и технологический доступ, обеспечивающий одновременно соединение с атмосферой.

В расчете на 7-10т битума, необходимое количество порошка подают обычно в течение 10-12 минут, при включенной мешалке. Процесс взаимодействия порошка с вязким битумом (при температуре 195-200С) завершается в течение последующих после загрузки порошка 25-30 минут при включенной мешалке. Наличие контура циркуляции битума, когда битум насосом принудительно отбирается через выходную магистраль и возвращается назад в емкость с противоположной стороны, является фактором, улучшающим процесс.

## **8. Как долго можно хранить модифицированный битум?**

При необходимости, приготовленный МАК-битум можно хранить в течение 2-3 недель при температуре 165<sup>0</sup>С, но не ниже 150<sup>0</sup>С. При этом **ОБЯЗАТЕЛЬНО** должна быть обеспечена периодическая принудительная циркуляция битума в объеме за счет механической мешалки, в крайнем случае за счет циркуляции “крест-на-крест”. Обычный битум при нагреве циркулирует в своей массе в результате тепловой конвекции, вверх от элементов нагрева емкости, МАК-битум из-за своего желеобразного состояния конвективно циркулировать не будет даже при высокой температуре. Поэтому принудительное перемешивание для выравнивания температуры МАК-битума по объему обязательно. Благодаря измененной структуре процесс окисления битума при такой температуре хранения замедляется существенно, что и позволяет при необходимости хранить его в горячем виде. Если МАК-битум охладить до окружающей температуры, а потом попытаться нагреть, то сделать это будет очень трудно. Слои холодного МАК-битума вокруг элементов обогрева будут служить теплоизолятором, сдерживая прогрев удаленных объемов. Поэтому разогреть остывший МАК-битум в большой емкости – это очень сложная задача.

## **9. Что делать если ожидается, что температура готового МАК-битума в процессе длительного хранения упадет НИЖЕ 150<sup>0</sup>С и ?**

Обычно МАК-битум готовят исключительно в количестве необходимом для конкретного проекта, накануне применения. Однако, при невозможности использовать приготовленный МАК-битум в обозримый промежуток времени, рекомендуется перекачать его в основное хранилище битума, где, смешавшись с основной массой битума, он потеряет свои свойства желе и вернется в исходное состояние. Как вариант можно приготовить МАК-вяжущее для холодных смесей за счет ввода разжижителя (продукт СМ-150\300). После ввода солярки в количестве, соответствующем выбранной марке МАК-вяжущего, можно заблаговременно приготовить холодные МАК-смеси, срок хранения которых в отвалах значителен. Сам продукт СМ-150\300 после остывания до окружающей температуры, может быть разогрет без проблем, как обычный битум. Продукт СМ-150\300 может фасоваться в бочки, с дальнейшим разогревом на месте.

ИТАК: в аварийной ситуации разбавление МАК-битума исходным битумом в пропорции 1:1 устраняет все упомянутые выше опасения. МАК-порошок при этом может быть “использован повторно”, т.е. если к “разбавленному” битуму добавить соответствующее недостающее количество порошка, чтобы вернуть его концентрацию до 2,25%, будет вновь получен МАК-битум, правда в двойном количестве.

**Примечание.** При чрезмерном понижении температуры стенок емкостей в процессе вынужденного хранения МАК-битума возможно нарастание на стенках “шубы” из МАК-битумного желе. Рекомендуется все-таки избегать подобных вариантов работы, связанных с длительным хранением и чрезмерным охлаждением МАК-битумов.

## **10. Какими насосами можно перекачивать МАК-битум?**

Желеобразный МАК-битум без проблем перекачивается стандартными битумными насосами (обычно шестеренчатого типа). При контакте с шестернями насоса желеобразная структура “разбивается”, однако сразу после перекачки эта структура полностью восстанавливается. Перекачка несколько не вредит, и даже, наоборот - дополнительное перемешивание только улучшает структуру. Это очень ВАЖНО, чтобы МАК-битум в емкости периодически находился в движении.

## **11. Как долго можно хранить МАК-порошок?**

Не распакованные мешки МАК-порошка можно хранить несколько лет. Единственное чего следует избегать при хранении порошка – это контакт с влагой. Не рекомендуется хранить мешки при воздействии прямого солнечного света.

## **12. Какова необходимая точность дозирования материалов?**

Дозировать МАК-порошок следует с точностью 0,05% от N%-ного оптимального значения (определяемого по достижении необходимой точки размягчения). Например, при заданной рецептом величине 2,25% по весу к битуму, допустимым будут значения в диапазоне 2,20-2,30%. Что в пересчете на емкость 10т битума будет означать “с точностью до полмешка”

## **13. В чем суть различия по назначению холодных и горячих смесей на основе МАК битума?**

Основное различие холодных и горячих смесей на основе МАК-вяжущих это наличие у холодных смесей “дополнительной” пластичности.

Для типовых смесей ЩМА, для горячего МАК-ЩМА плохое основание не приемлемо. На дорогах с проблемами основания укладывать горячие смеси, например МАК-ЩМА, не рекомендуется, потому что дефекты основания, так или иначе, проявятся. А вот холодная МАК-смесь, благодаря своей дополнительной пластичности будет работать длительное время, даже при наличии некоторых дефектов основания. Специальный зерновой состав холодных МАК-смесей (с образованием каменного скелета) и длительное

сохранение пластичности связей внутренних областей слоя (как следствие очень медленного ухода разжижителя) позволяют равномерно перераспределить осевую нагрузку на большую площадь основания и надолго сохранить работоспособность покрытия. Первым демонстрационным примером успешности применения холодных МАК-смесей на дорогах с высокой осевой нагрузкой до сих пор является участок дороги от каменного карьера фирмы-разработчика технологии в США. Большегрузным автотранспортом за год вывозятся многие сотни тысяч тонн каменных материалов.

***Примечание.*** Наличие разжижителя или солярки в холодной МАК-смеси не является отрицательным “экологическим” фактором, так как солярка в составе битума надолго задерживается внутри смеси сетчатой структурой, формирующейся при “растворении” МАК-порошка. Даже через год внутренние объемы зерна с участка холодного покрытия сохраняют внешний вид свежеприготовленной смеси.

#### **14. Можно ли использовать МАК-битум для поверхностной обработки?**

При использовании МАК-битумов для устройства поверхностной обработки типа “чип сил” нет никаких дополнительных особенностей, связанных с переходом на этот улучшенный битум. Получаемый результат, однако, отличается в положительную сторону существенно, именно благодаря гелеобразной структуре пленки вяжущего, наносимой перед распределением щебня, благодаря повышенной приживаемости и устойчивости щебенки. Применение чистого (мытого) щебня является обязательным фактором. Данный вид поверхностной обработки получил в США специальное название “МАК-сил”. Вяжущее для МАК-сил представляет собой МАК-битум, приготовленный с 9% содержанием керосина.

#### **15. Каковы температуры приготовления и укладки МАК-смесей?**

Уровень температур для этапа приготовления плотных МАК-смесей и смесей типа МАК-ЩМА составляет 155-175<sup>0</sup>С в зависимости от особенностей и удаленности проекта. Далее, как и обычно должны приниматься меры, препятствующие переохлаждению смеси в период транспортировки к месту работ. Рекомендуемый уровень температур при доставке на укладку составляет 140-160<sup>0</sup>С. Для промежуточных слоев нижний предел может составлять 135<sup>0</sup>С. Обычно, в момент завершения уплотнения смесей МАК-ЩМА, не рекомендуются температуры ниже 110-120<sup>0</sup>С, однако конкретные допустимые послабления устанавливаются технологом на месте. Для дренирующих слоев и пористых (открытых) смесей рекомендуемый уровень рабочих температур может быть и ниже.