

Исследование свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе МАК-битумов

М.Т. Турсумуратов,
зам. генерального директора
КазНИИПИ “Дортранс”, к.т.н.

Повышенные требования к транспортно-эксплуатационным характеристикам автомобильных дорог в Казахстане, имеющих асфальтобетонные покрытия, обусловлены прежде всего возросшей интенсивностью транспортного движения, в составе которого значительное количество сверхтяжелых грузовых автомобилей с осевой нагрузкой до 13 тонн. По этой причине сокращаются сроки службы асфальтобетонных покрытий, на которых после двух лет эксплуатации происходит интенсивное развитие повреждений в виде колеиности, трещин, как продольных, так и поперечных, пластических деформаций (ям, выбоин) и др.

Поэтому создание прочных и долговечных покрытий нежестких дорожных конструкций, устойчивых к высоким осевым нагрузкам, со средним сроком службы от 10 до 15 лет, является весьма актуальной задачей. Одним из таких примеров может служить покрытие из щебеночно-мастичного асфальтобетона [1]. Институтом КазНИИПИ “Дортранс” в 2004 г. с участием автора данной статьи разработаны технические условия ТУ-7100-КР-39115423 КАД и СИК-170-2004 “Смеси щебеночно-мастичные асфальтобетонные и щебеночно-мастичный асфальтобетон”, а также “Рекомендации по применению смесей щебеночно-мастичных асфальтобетонных на основе композиционных вяжущих материалов для строительства и ремонта покрытий, автомобильных дорог” Р-РК-218-36-2004. С учетом указанных нормативных материалов в 2006 г. в Алматы была произведена реконструкция улицы Алтынсарина, в результате которой вместо старого растрескавшегося асфальтобетонного покрытия было устроено новое покрытие из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА-20). Двухлетний мониторинг за поведением данного покрытия из ЩМА показывает отсутствие на нем каких-либо повреждений. В 2007 г. был реконструирован ряд улиц, соединяющих городской аэропорт с проспектом аль-Фараби, покрытие которых было также выполнено из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА-15). Дальнейшее совершенствование высоко-щебенистых асфальтобетонных смесей для устройства покрытий автодорог осуществляется на основе использования МАК-битумов.

МАК-ЩМА является достаточно новым типом асфальтобетонных смесей, которые стремительно завоевывают внимание подрядчиков в США, Канаде, Европе, Австралии, России, Китае. Практический опыт применения в ряде указанных стран подтверждает тот факт, что МАК-ЩМА удовлетворяет возросшим требованиям к качеству дорожных покрытий.

По сравнению со стандартными и другими видами вяжущих МАК-битум обладает заметно большей вязкостью и температурой размягчения. Скорость старения МАК-битума и склонность смесей на основе МАК-битума к образованию колеи, а также “чувствительность” свойств вяжущего к изменению температуры (зима/лето) значительно ниже, чем для стандартных битумов. При температурах приготовления горячих смесей МАК-битум формирует гораздо более толстую пленку вяжущего на поверхности частиц каменного материала. При этом сегрегация и явление стекания пленки вяжущего с частиц каменного материала (даже при температуре 160°C) практически отсутствуют. Таким образом, исключается необходимость применения стабилизирующих добавок типа VIATOR или TOPCEL. Состав смеси МАК-ЩМА строго регламентируется по зерновому составу и форме частиц камня, так же как и для ЩМА. МАК-ЩМА в основном состоит из двух составляющих: первая формирует прочный скелет из более крупных зерен каменного материала, вторая представляет собой смесь МАК-битума и песчаной составляющей каменного материала. Типовой зерновой состав для смесей МАК-ЩМА представлен в таблице 1.

Таблица 1
Типовой суммарный зерновой состав
для смесей МАК-ЩМА

Размер зерен, мм	Содержание зерен мельче данного размера, %		
	МАК-ЩМА-10	МАК-ЩМА-15	МАК-ЩМА-20
20			90–100
15		95–100	49–70
10	95–100	32–54	28–47
5	28–42	20–31	17–29
2,5	20–30	15–25	14–24
1,5	15–24	13–22	12–21
0,63	13–21	11–20	10–19
0,31	11–19	10–17	9–17
0,14	10–15	9–14	8–14
0,071	8–13	7–12	6–11

В таблице 2 представлены основные требования, предъявляемые при работе с МАК-ЩМА.

Таблица 2

Параметр	Требование
Число ударов трамбовки (155°С)	75 с каждой стороны
Остаточная пористость, %	4–5
Пористость минеральной части, %	>17
Пористость образца по Маршаллу, $P_{об.м}$	< объем пустот в чистом идеальном виде для щебенистой составляющей, $V_{п.щ}$
Устойчивость по Маршаллу, N	>6200
Стекание	<0,3
Водостойкость по Маршаллу, %	>75

Примечание. Если не учитывать изменение плотности воды при нагревании, то $P_{об.м}$ и $V_{п.щ}$ рассчитываются по следующим формулам:

$$V_{п.щ} = 100 (1 - P_s / P_{ин.щ})$$

$$P_{об.м} = 100 - (P_{об.м} \times D_{щ} / P_{ин.щ})$$

$$D_{щ} = D_s \times O_c, \text{ где:}$$

P_s – объемная (насыпная) плотность щебенистой составляющей после воздействия уплотнения;

$P_{ин.щ}$ – истинная плотность щебня, составляющего крупную фракцию;

$P_{об.м}$ – плотность образца, приготовленного по Маршаллу;

$D_{щ}$ – доля щебенистой составляющей в готовой смеси;

D_s – суммарное содержание щебня в смеси за исключением вяжущего;

O_c – остаток на сите, являющемся контрольным.

Стабильность и условная пластичность по Маршаллу не входят в число основных контролируемых параметров. Условная пластичность по Маршаллу должна быть в пределах 2–5 мм.

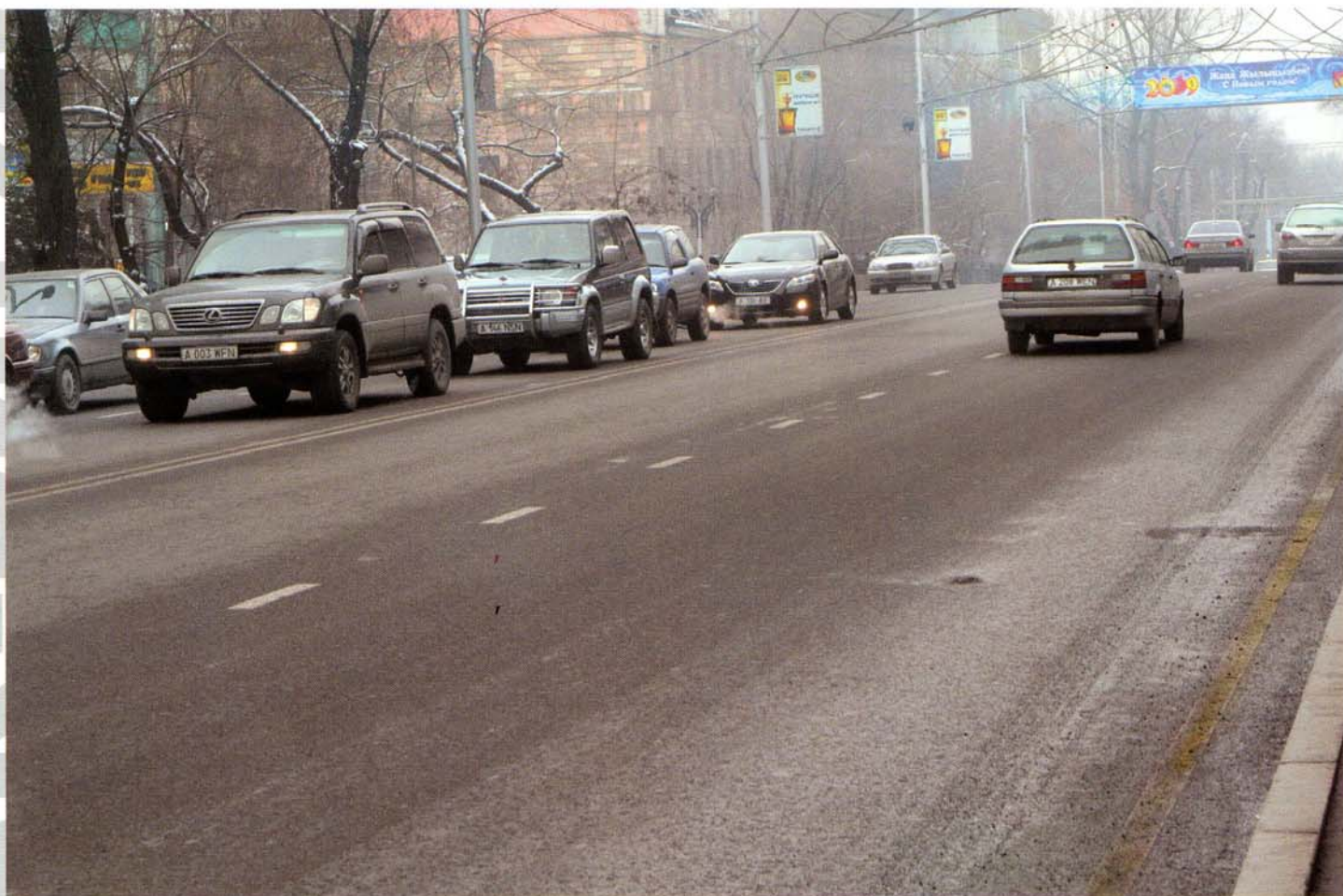
В таблице 3 приведена связь между минимальным содержанием вяжущего и плотностью каменного материала.

Таблица 3

Плотность каменного материала	Минимальное содержание вяжущего, %
2,40	6,8
2,45	6,7
2,50	6,6
2,55	6,5
2,60	6,3
2,65	6,2
2,70	6,1
2,75	6,0
2,80	5,9
2,85	5,8
2,90	5,7
2,95	5,6
3,00	5,5

Для смесей МАК-ЩМА имеются некоторые особые дополнительные требования к каменному материалу. Они в основном направлены на более рациональное компактное взаиморасположение и взаимодействие зерен каменного материала. Для обеспечения прочного каменного скелета применяется дробленый продукт с грубой текстурой поверхности, кубовидной формы и высокой прочности. Известняк применять не рекомендуется. Особое внимание уделяется износостойкости каменного материала и его лещадности. Обязательно проверяется адгезия битума и каменного материала, в случае наличия проблем по данному параметру обязательно применение адгезионных присадок. В качестве песчаной составляющей каменного материала следует использовать пески отсево дробления. В качестве минпорошка не следует применять порошок известняка и пыль циклонов.

Долговечность покрытий из МАК-ЩМА в значительной степени зависит от содержания вяжущего. Только после того, как выполнен критерий по остаточной пористости в уплотненном образце, следует осуществлять выбор минимального содержания вяжущего. Этот параметр также связан с (истинной) плотностью каменного материала (см. табл. 2.). Остаточная пористость – основной критерий для выбора оптимального содержания вяжущего, в лаборатории диапазон изменения составляет 4–5%, а в слое на дороге реализуется 3–7%. При величинах менее 3% имеется опасность выпотевания и ухудшения стойкости к образованию колеи. При величинах более 7% вода может проникнуть через верхний слой во внутренние слои, приводя к снижению эксплуатационных характеристик земляного полотна. Параметр пористости минеральной части является критерием выбора смеси. Если параметр больше 17%, то пустоты в щебне будут заполнены вяжущим, что приводит к образованию прочного каменного скелета. При приготовлении смеси на АБЗ и ее укладке этот параметр за счет частичного крошения камня будет несколько ниже, чем в лаборатории. Пористость реальной щебенистой составляющей должна быть меньше, чем объем пустот в ее чистом идеальном виде, что гарантирует наличие прямого контакта между крупными частицами каменного материала. При разработке состава смеси следует выполнять тест Маршалла для трех величин содержания вяжущего с целью дальнейшего выбора оптимума. В заключение следует провести тест на стойкость к стеканию вяжущего с каменного материала. На основе опыта укладки для реальных смесей оптимальное содержание вяжущего на практике оказывалось на 0,3% ниже, чем оптимум, полученный на основе лабораторного подбора. Обычный диапазон для лабораторных испытаний составляет 5,5–5,8%, в то время, как в слое на дороге он составляет 5,2–5,5%. Для МАК-ЩМА оптимальное содержание МАК-битума в смеси меньше, чем для смесей ЩМА на обычном битуме с добавками волокон / фибры.



Участок ул. Фурманова в г. Алматы после двух лет эксплуатации



Фрагмент поверхности покрытия

Укладка смесей МАК-ЩМА производится при температуре 160°C (температура приготовления смеси – 170°C). Начинается укатка смеси при температуре 150°C , а заканчивается при температуре не менее 120°C . Степень уплотнения должна быть выше 98%, для чего рекомендуется использовать тяжелые катки со стальными барабанами, весом 9–11 тонн. Катки на пневмоколесах применять не рекомендуется, так как они разрушают укладываемый слой. Укатка производится непрерывно.

Высокая степень уплотнения достигается в начальный период, пока температура достаточно высока. При снижении температуры до 120°C дальнейшего уплотнения не происходит. Обычно достаточно трех проходов катка, далее возрастает вероятность разрушения зерен камня. Укатку смеси МАК-ЩМА можно производить и вибрационными катками, если это не приводит к разрушению зерен камня и на поверхности покрытия не появляются битумные пятна, при этом вибрация способствует большей степени уплотнения. Наилучшая практика укатки может быть выработана только на основе непосредственных замеров уплотнения на реальной дороге, методом “пробной укатки”.

Обобщая вышеизложенное, следует привести основные достоинства конструктивных слоев, выполненных из МАК-ЩМА:

1. Малая остаточная пористость в слое позволяет использовать смеси МАК-ЩМА для устройства водонепроницаемых защитных слоев (слои износа, ШПО).
2. Слои из МАК-ЩМА обладают хорошими сцепными и противозаносными свойствами за счет ярко выраженной грубой текстуры материала.
3. Приготовление смесей МАК-ЩМА не требует специального оборудования и может производиться на традиционных АБЗ.



Участок с удвоенной интенсивностью движения и перпендикулярными продолжными нагрузками ул. Фурманова в г. Алматы после двух лет эксплуатации



Фрагмент поверхности покрытия

4. За счет использования в смесях МАК-ЩМА вяжущего МАК-битума, обладающего особыми реологическими свойствами, не требуются стабилизирующие добавки типа TOPCEL и VIATOR, так как явление стекания пленки вяжущего с частиц каменного материала практически отсутствует.

5. Смеси МАК-ЩМА обладают стабильностью при высоких температурах в процессе приготовления, транспортировки и укладки, а также стойкостью к образованию колеи и отражению трещин.

6. За счет использования в смесях МАК-ЩМА вяжущего МАК-битума, обладающего заметно большей вязкостью и температурой размягчения, существенно замедляется скорость старения/окисления вяжущего, и, как результат, мы имеем более длительный срок службы покрытия.

7. Толщина укладываемого верхнего рабочего слоя покрытия из МАК-ЩМА для дорог 1-й и 2-й категории составляет 2,5–4см в зависимости от зернового состава.

Смеси МАК-ЩМА являются новым типом смесей, где вяжущим является гелеобразный МАК-битум, относящийся к полимер-модифицированным вяжущим, формирующим на поверхности щебеночную пленку увеличенной толщины. Такие смеси обладают высокими прочностными характеристиками, способными выдержать возросшую интенсивность движения и повышение осевой нагрузки. Данные смеси рекомендуются для широкого использования в строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог в Казахстане.

Литература

1. Турсумуратов М.Т. Новое в дорожном строительстве / Транспорт и дороги Казахстана. № 1 (11). 2003. С. 24–26.