

ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН – РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Докт. техн. наук, проф. ВЕРЕНЬКО В. А., асп. ЗАНКОВИЧ В. В.

Белорусский национальный технический университет

В практике дорожного строительства находят применение два основных вида асфальтобетонных горячих смесей: уплотняемые и литые.

Первый вид смесей обладает достаточно высокой прочностью, особенно при высоких температурах, стойкостью к износу, хорошей шероховатостью. Однако, в силу необходимости достаточного уплотнения, на практике он может иметь повышенную пористость и, как следствие, недостаточную надежность на действие погодноклиматических факторов.

Второй вид, напротив, в силу повышенного расхода битума, имеет высокую плотность (остаточная пористость близка к 0) и хорошую устойчивость на действие погодноклиматических факторов. Но в силу тех же причин обладает повышенной скользкостью и низкой устойчивостью к образованию пластических деформаций.

В последние годы в практике дорожного строительства ряда европейских стран (Германия, Швеция, Финляндия, Литва и др.) начали применять так называемый щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА).

Щебеночно-мастичный асфальтобетон характеризует большой срок службы по сравнению с традиционным горячим асфальтобетоном, так как содержит больший процент асфальто вяжущего, в котором соотношение битум–минеральный порошок значительно выше. Состав ЩМА предполагает большое содержание крупных фракций (щебень), которое обеспечивает достаточную сдвигоустойчивость покрытия в летний период даже на дорогах с движением автотранспортных средств с большой нагрузкой на ось. Это, в свою очередь, позволяет обеспечить повышенное содержание битума в составе смеси. Можно сказать, что щебеночно-мастичный асфальтобетон вобрал в себя преимущества как литого (повышенная температурная и усталостная трещиностойкость, коррозионная стойкость),

так и обычного асфальтобетона (повышенные прочностные показатели, транспортировка и укладка). Стабилизирующие добавки (органические или минеральные волокна) предполагают предотвращение стока битума с минеральных частиц во время транспортировки и укладки в покрытие.

Назовем основные признаки щебеночно-мастичного асфальтобетона:

- высокое содержание щебня;
- большая доля самой крупной фракции;
- повышенное содержание битума и асфальто вяжущего;
- наличие стабилизирующих добавок (если таковые требуются).

Поэтому состав ЩМА должен предполагать прочную щебеночную основу (иногда даже прерывистой гранулометрии), пустоты в которой заполняются раствором, похожим на мастику.

Республика Беларусь имеет климатические отличия от стран Западной Европы и даже Скандинавии. Эти отличия состоят в высокой летней температуре покрытий (до 70 °С) и низкой зимней (до –30 °С). В то же время наблюдаются до 200 циклов замораживания–оттаивания. Поэтому Беларусь относится к зоне риска с точки зрения эксплуатационной надежности дорожного покрытия. Эта особенность не позволяет механически перенести подходы к проектированию составов смесей и оптимизации их структуры, применяемые в странах Западной Европы, в условия Республики Беларусь. С целью обоснования составов и структуры ЩМА в условиях страны были выполнены исследования надежности и долговечности щебеночно-мастичного асфальтобетона по методикам [1, 2].

Сравнение проводили на основе коэффициентов запаса и уровней надежности по устойчивости к пластическим, хрупким, усталостным и коррозионным разрушениям. В качестве аналога были приняты наиболее распространенные в ус-

ловиях Беларуси асфальтобетоны типа А по СТБ 1033–96.

Были изготовлены образцы ЩМА и асфальтобетона типа А с содержанием битума различной вязкости, а также варьировалось содержание минеральных компонентов и битума, для которых определили коэффициенты запаса и уровни надежности. После статистической обработки экспериментальных данных в Statgraphics Plus for Windows получили следующие результаты (рис. 1).



Рис. 1. Коэффициент запаса прочности из условия сдвигоустойчивости: 1 — K1 ЩМА (нормат. усл.); 2 — K1 тип А (нормат. усл.); 3 — K1 ЩМА (ненормат. усл.); 4 — K1 тип А (ненормат. усл.)

Как видно из данных рис. 1, асфальтобетон типа А более чувствителен к изменению вязкости битума по сравнению со ЩМА. Если при низкой пенетрации битума он имеет высокие показатели коэффициента запаса из условия сдвигоустойчивости, то по мере понижения вязкости прослеживается явная тенденция к снижению, в то время как у щебеночно-мастичного спад данных значений не так велик, и уже после достижения 70...80 °П ЩМА имеет преимущество в отношении данного показателя.

В пользу щебеночно-мастичного асфальтобетона говорит его специфический состав, в котором угол внутреннего трения $\text{tg}\phi$ (а он значительно выше в силу того, что ЩМА содержит большое количество щебня и большую долю самой крупной фракции, из-за этого прочность щебеночного каркаса обеспечивается за счет большого количества межзерновых связей) играет более важную роль в обеспечении достаточного уровня сдвигоустойчивости, в то время как у асфальтобетона типа А эту роль на себя берет в основном внутреннее сцепление C , которое, в

свою очередь, зависит от вязкости битума. Поэтому в составе ЩМА может содержаться большее количество битума, и его вязкость можно в значительной степени варьировать без снижения устойчивости асфальтобетона к колееобразованию, в то время как для асфальтобетона типа А данные изменения приведут к заметному снижению данного вида прочности.

На участках перегона (нормативные условия) покрытия из ЩМА имеют достаточный уровень надежности из условия сдвигоустойчивости, даже при применении менее вязких битумов, в то время как для асфальтобетона типа А падение прочности может наступить уже для составов, содержащих битум вязкостью более 90...100 °П. Следует отметить, что при ненормативных условиях (участки разгона и торможения) покрытие как из щебеночно-мастичного, так и асфальтобетона типа А может иметь дефекты в виде наплывов и гребенки, однако при применении в составе ЩМА битума вязкостью 60...90 °П возникновение данных дефектов маловероятно, в то время как для мелкозернистого плотного асфальтобетона даже при такой вязкости битума дефекты могут иметь место.

С точки зрения температурной трещиностойкости следует отметить, что практически при любой вязкости в пределах 40...120 °П щебеночно-мастичный асфальтобетон имеет значительный уровень надежности: при вязкости битума 42 °П — 0,96, при 120 °П — 0,98. Такие высокие показатели объясняются тем, что толщина битумной пленки на минеральных материалах в несколько раз больше, чем в обычном асфальтобетоне. Поэтому даже применение более вязкого битума не повлечет снижения деформативной способности асфальтобетона при зимнем охлаждении. Что касается асфальтобетона типа А, то, чтобы он имел подобный уровень надежности из условия температурной трещиностойкости, применяемый битум должен иметь вязкость выше 80 °П. В пользу ЩМА говорит и тот факт, что более трещиностойкими являются покрытия из асфальтобетона каркасной структуры, а к таковым можно отнести и щебеночно-мастичный асфальтобетон корректно подобранного состава.

Вероятность появления усталостных трещин практически одинакова для двух видов асфальтобетона, однако у ЩМА есть некоторое преимущество в силу того, что он имеет более высо-

кую плотность, большее количество битума и жесткость его ниже, чем у асфальтобетона типа А. При этом минимальные значения уровня надежности из условия усталостной долговечности имеют составы с применением битумов вязкостью 60...90 °П, что обусловлено, по-видимому, особенностями когезионных свойств вяжущего.

Из условия коррозионной стойкости ЩМА имеет уровень надежности, значительно превышающий уровень асфальтобетона типа А (рис. 2). Такое положение сохраняется практически при любой вязкости, в силу большой плотности и значительного количества вяжущего. Отметим, что для асфальтобетона типа А, в отличие от ЩМА, вязкость битума в более высокой степени влияет на его коррозионную устойчивость и некий оптимум приходится на 60...80 °П.



Рис. 2. Коэффициент запаса прочности из условия коррозионной стойкости: 1 – K4 ЩМА; 2 – K4 тип А

Анализируя данные рис. 3, можно заметить, что общий уровень надежности, который, в свою очередь, определяется как произведение частных уровней (сдвигустойчивость, температурная трещиностойкость, усталостная долговечность, коррозионная стойкость), у ЩМА достаточно высок, и при нормативных условиях данный показатель практически не зависит от вязкости применяемого битума. Однако при ненормативных условиях (участки разгона, торможения, места остановок общественного транспорта) уровень значительно падает, особенно при вязкости битума > 80 °П. Поэтому можно порекомендовать в таких условиях применять битум вязкостью 60...90 °П. Использование же более вязкого битума нецелесообразно с точки зрения удобоукладываемости и возможности достаточного уплотнения в покрытии. При применении менее вязких битумов наблюдаются значительный спад при ненормативных условиях и

некоторый спад – при нормативных. Для вязкости битума 60...90 °П практически все частные уровни надежности имеют высокие значения.



Рис. 3. Общий уровень надежности асфальтобетона: 1 – $P_{общ}$ ЩМА (нормат. усл.); 2 – $P_{общ}$ тип А (нормат. усл.); 3 – $P_{общ}$ ЩМА (ненормат. усл.); 4 – $P_{общ}$ тип А (ненормат. усл.)

С точки зрения применения целлюлозного волокна, необходимо отметить, что его введение не приводит к возрастанию прочностных характеристик асфальтобетона в целом. Однако неопределима его роль как стабилизатора битума в толстых слоях на частицах минерального материала, что немаловажно во время транспортировки и укладки смеси в покрытие.

Учитывая особенности ЩМА при правильном подборе состава, покрытиям из данного материала присущи:

- высокая сопротивляемость пластическим деформациям;
- высокая износоустойчивость;
- устойчивость к образованию температурных трещин;
- грубая текстура поверхности (достаточно высокий коэффициент сцепления).

ВЫВОДЫ

Щебеночно-мастичный асфальтобетон обладает более высоким уровнем надежности (при нормативных условиях 0,92...0,95; при ненормативных – 0,60...0,95) по сравнению с асфальтобетоном типа А (при нормативных условиях 0,55...0,88; при ненормативных – 0,45...0,84) при вязкости применяемого битума в диапазоне 40...120 °П.

В условиях Республики Беларусь рекомендуется:

1. Применять смеси с зерновым составом минеральной части, обеспечивающей максимальное содержание самой крупной фракции (например, при максимальном размере 20 мм содержание фракции крупнее 15 мм должно находиться в пределах 40...50 %), при этом отношение остальных фракций подбирать из условия максимального заполнения пустот в массиве, содержащем самую крупную фракцию в уплотненном состоянии без раздвижки зерен последнего.

2. Для участков перегонов при движении транспорта с небольшими нагрузками на ось можно применять битумы вязкостью более 90 °П.

3. Для участков разгона-торможения и для участков перегонов при движении тяжелого крупногабаритного транспорта применять битум вязкостью 60...90 °П. При этом можно исклю-

чить из состава природный песок с его полной заменой песком из отсева дробления.

4. Применять целлюлозное волокно в качестве стабилизирующей добавки с точки зрения экономической целесообразности и в случае неустойчивости смеси и ее неоднородности при перемешивании, хранении, транспортировке и укладке (испытания на сток битума).

ЛИТЕРАТУРА

1. Веренько В. А. Дорожные композитные материалы: Структура и механические свойства. – Мн.: Навука і тэхніка, 1993. – 246 с.

2. ТУ РБ 100649721.001/2000 (Опытная партия). Смеси асфальтобетонные повышенной деформационной устойчивости и асфальтобетон для покрытий городских улиц. – Мн.: 2000. – 30 с.

УДК 528.34(476)

О СТРАТЕГИИ РЕКОНСТРУКЦИИ И РАЗВИТИЯ ОПОРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Канд. техн. наук, проф. НЕСТЕРЕНКО М. С.

Белорусский национальный технический университет

Назначение межконтинентальных, континентальных, межгосударственных и государственных геодезических сетей состоит, как известно, в распространении на обширные территории единой системы плановых и высотных координат и в геодезическом обеспечении научных исследований по проблемам геофизики, геодинамики, геологии и др. Современные спутниковые технологии обеспечивают эффективный геодезический (количественный) мониторинг геофизических и геодинамических процессов глобального масштаба (деформации земной коры в пределах континентов, их взаимные смещения), а также региональных характеристик геодинамики (местные деформации плит и земной поверхности, в том числе вдоль тектонических разломов, оседание земной поверхности вследствие техногенных причин и др.). Глобальные и региональные деформации земной коры выявляются через изменения координат высокоточных геодезических пунктов, заложенных на поверхности суши.

В технически развитых странах указанные геодезические работы финансируются исходя из комплексного использования их результатов.

На территории Беларуси техногенные осадочные деформации поверхности земли наиболее интенсивно протекают в местах, где извлекаются подземные полезные ископаемые. С этим связаны соответствующие, как правило негативные, изменения природной среды. Требуются организация и проведение целевых геодезических измерений по выявлению величин осадки земной поверхности техногенного происхождения и изучению ее медленных тектонических деформаций для всей республики. Такие работы необходимо выполнять согласованно с соответствующими международными проектами. Республика Беларусь, расположенная практически в центре Европы, не участвует в западноевропейских программах по созданию европейской геоцентрической системы координат для целей гео-