Издается
с 1927 года

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

№ 11 (996) НОЯБРЬ 2014

www.avtodorogi-magazine.ru

ТЕМА НОМЕРА

ПОЛИГОНЫ
ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ стр. 74

ПРОЧНОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНА ИЗМЕНЯЮТ РЕАГЕНТЫ

Э.В. Котлярский, д.т.н., профессор МАДИ, г. Москва,
О.А. Воейко, к.т.н., доцент кафедры ФТА, г. Королев

На долговечность асфальтобетона в агрессивной солевой среде большое влияние оказывает природа минерального материала, химическая стойкость битума, количество его в смеси, уплотняющая нагрузка и другие факторы.

Требования обеспечения безопасного движения автомобильного транспорта вынуждают в осенне-зимне-весенний период эксплуатации активно использовать противогололедные реагенты.

В процессе взаимодействия с агрессивной средой проявляется физическая форма коррозии строительных материалов.

Известные методы испытания в качестве количественных критериев предполагают после определенного числа циклов попеременного замораживания и оттаивания фиксировать либо потерю массы образцов, либо потерю их прочности.

Неоднократно установлено, что в процессе этих испытаний увеличивается потеря массы образцов и снижается прочность. Однако если рассмотреть процесс разрушения образца любого материала, не трудно установить, что все деструктивные процессы развиваются от его поверхности. В связи с этим научный и практический интерес представляет задача экспериментальной оценки изменения строительно-технических и структурно-механических свойств асфальтового бетона при испытании на морозостойкость.

Приведенные стандартные испытания позволяют установить лишь общий характер изменения исследуемых показателей, хотя непосредственному разрушению подвергается только поверхностных слой образца

Если предположить, что поверхность асфальтобетонных образцов при испытании на морозостойкость разрушается относительно однородно, то (рис. 1) можно подсчитать объем материала, в котором элементарные контакты после очередного цикла попеременного замораживания и оттаивания еще способны сопротивляться:

$$\Delta V_n = V_{обр}^{нач} - V_{обр}^{п}; \quad (1)$$

$$V_{обр}^{нач} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h; \quad (2)$$

$$V_{обр}^{п} = \frac{\pi(d - 2\Delta h_{разр})^2}{4} \cdot (h - 2\Delta h_{разр}); \quad (3)$$

$$\Delta V_n = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h - \frac{\pi(d - 2\Delta h_{разр})^2}{4} \cdot (h - \Delta h_{разр}) \quad (4)$$

Определив среднее число контактов в единице объема в каждом из исследуемых составов можно количественно оценить количество контактов, не работающих после очередного числа циклов испытания на морозостойкость.

Поверхность образца в процессе испытания составит:

$$S_i = 2 \cdot \frac{\pi(d - 2h_{разр})^2}{4} + (h - 2h_{разр}) \cdot \pi \cdot (d - h_{разр}) \quad (5)$$

Тогда средняя величина глубины разрушения выразится через формулу:

$$\Delta h_{разр} = \frac{V_i}{S_i} \quad (6)$$

Как уже отмечалось, оценка морозостойкости материалов может производиться по величине потери массы (Δm). По экспериментально полученным в процессе испытания данным на морозостойкость, значения остаточной пористости связаны со средней плотностью образцов:

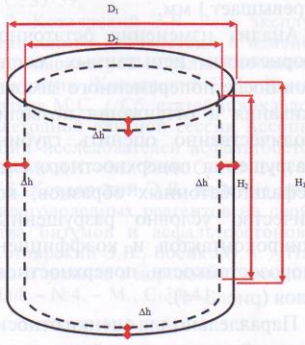

Рис. 1. Расчетная схема для определения текущего объема и поверхности цилиндрических асфальтобетонных образцов при испытании на морозостойкость

$$\rho_i = \rho \cdot \left(1 - \frac{V_{пор}^{ост}}{100}\right) \quad (7)$$

Потеря массы образца

$$\Delta m = m_0 - m_i = \rho_0 \cdot V_0 - \rho_i \cdot V_i \quad (8)$$

Для получения относительной потери массы образца необходимо Δm отнести к первоначальной массе образца и умножить на 100%.

В результате проведенных экспериментов в лаборатории кафедры дорожно-строительных материалов МАДИ были установлены взаимосвязи между потерей массы образцов различного размера ▶

и глубиной разрушенного поверхностного слоя. Линейная регрессионная модель обладает высокой степенью точности (коэффициент множественной корреляции $R^2 > 0.99$).

На рис. 2 видно, что, даже при весьма незначительных разрушениях поверхностного слоя действующий объем может значительно меняться. Расчеты показали, что при 5%-ной потере массы образцов диаметром 101 мм величина не превышает 1 мм.

Анализ изменения остаточной пористости испытанных составов после попеременного замораживания и оттаивания позволил количественно оценить глубину разрушения поверхностного слоя асфальтобетонных образцов, количество условно разрушенных микроконтактов и коэффициент морозостойкости поверхностного слоя (рис. 3–4).

Параллельно для оценки относительной поверхностной прочности асфальтобетона использовалась методика, разработанная в диссертационной работе О.А. Швагиревой. Измерения производились на приборе «Оникс». Установлено, что в начальный период испытания, примерно до 20–25 циклов, разрушение поверхностного слоя асфальтобетонных образцов протекает довольно интенсивно. Для асфальтобетона типа Б на гранитном щебне поверхностный слой разрушается на глубину примерно 150 мкм, на гранитном типа В, известняковом типа Б – 240 мкм, а у песчаного асфальтобетона – 280 мкм. Затем процесс разрушения стабилизируется и после 75 циклов замораживания-оттаивания соответственно достигает 200, 400 и 340 мкм. После 75 циклов испытания интенсивность разрушения поверхностного слоя резко возрастает и к 100 циклам составляет уже 680, 920 и 910 мкм.

Необходимо отметить, что у составов на известняковом щебне или с высоким содержанием известнякового минерального порошка поверхностный слой разрушается интенсивнее и на большую глубину.

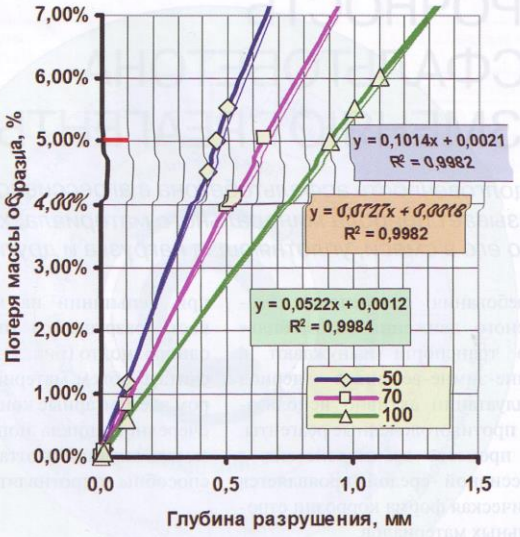

Рис. 2. Зависимость потери массы образцов от глубины разрушения поверхностного слоя

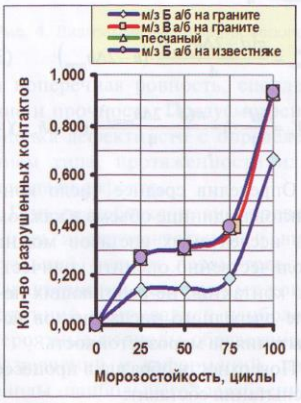

Рис. 3. Изменение количества разрушенных контактов в поверхностном слое асфальтобетонных образцов при испытании на морозостойкость

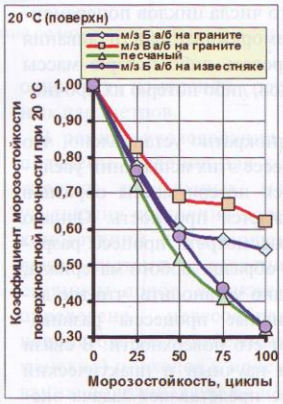

Рис. 4. Изменение относительной поверхностной прочности асфальтобетонных образцов при испытании на морозостойкость

Это подтвердилось и при оценке относительной поверхностной прочности. Коэффициент морозостойкости $k_{мрз} = \frac{R^{100}_{поверхн}}{R^{0}_{поверхн}}$ после 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания у асфальтобетона на гранитном щебне составил 0,54, на известняковом щебне – 0,33, а у песчаного асфальтобетона и малощебенистого типа В на гранитном щебне с высоким содержанием известня-

кового минерального порошка – 0,32.

Полученные результаты позволяют сформулировать следующие основные выводы. При попеременном замораживании и оттаивании основные разрушения происходят в поверхностном слое. Интенсивность разрушения поверхностного слоя зависит от природы крупного заполнителя и содержания известнякового минерального порошка. Природа поверхностных разрушений, очевидно, связана с контактными взаимодействиями структурных элементов асфальтобетонов, что требует дополнительного изучения.

Аналогичные деструктивные процессы в поверхностном слое протекают при длительном водопоглощении, а их интенсивность зависит от адгезиионных свойств органических вяжущих.

Литература

1. Котлярский Э.В. Повышение долговечности покрытий автомобильных дорог за счет оптимизации структуры асфальтобетонов: диссерт. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук. /Котлярский Э.В., БГТУ.– Белгород, 2012.
2. Швагирева О.А. Исследование влияния противогололедных реагентов на изменение структуры и свойств асфальтового бетона: Диссерт. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. /Швагирева О.А., МАДИ, – 1999.
3. Куринов Б.С. Исследование свойств асфальтобетона в агрессивных средах и некоторые вопросы повышения его долговечности: дисс. канд. техн. наук. – М., 1970. – 148 с.
4. Котлярский Э.В. Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации Техполиграфцентр, 2007. – 136 с.
5. Котлярский Э.В. О необходимости учета условий эксплуатации асфальтобетона в конструктивных слоях дорожной одежды /Котлярский Э.В., Кондратьев М.С. //Сб. статей и докладов ежегодной научной сессии Ассоциации исследователей асфальтобетона /МАДИ. – М.– 2009. С. 61–72.
6. Котлярский Э.В. Изменение характеристик дорожного покрытия из асфальтобетона в зависимости от эксплуатационных воздействий / Котлярский Э.В., Кондратьев М.С. //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова: научно-теоретический журнал. – 2010.– №1. – С. 53-59.
7. Котлярский Э.В. Роль эксплуатационных воздействий в изменении параметров асфальтобетонного покрытия /Котлярский Э.В., Кондратьев М.С. //Сб. статей и докладов ежегодной научной сессии Ассоциации исследователей асфальтобетона/ МАДИ.– М.: 2010. С. 107–117.
8. Котлярский Э.В. Влияние противогололедных реагентов на свойства битумов и асфальтобетонов./ Котлярский Э.В., Воейко О.А. //Наука и техника в дорожной отрасли.– 2008.– №4. – М., С.39-41.

Официальная