

- отделку поверхности с устройством борозд шероховатости;
- осуществление мер по защите поверхности с целью недопущения потери влаги и появления усадочных трещин;
- устройство продольных и поперечных швов в затвердевшем бетоне и их гидроизоляцию.

При использовании метода различают три основных случая.

1. Устройство слоя непосредственно на существующем асфальтобетоне без проведения каких-либо дополнительных работ. Используется в тех случаях, когда глубина колеи на покрытии не превышает 5 см.

2. Устройство цементобетонного слоя после проведения холодного фрезерования существующего асфальтобетона, имеющего целью устранить значительные неровности на покрытии, в том числе колею глубиной более 5 см. Обычно достаточной является глубина фрезерования 25–75 мм.

3. Слой бетона устраивается после выполнения выравнивания существующего покрытия с применением асфальтобетона. Способ применяется в тех случаях, когда неровности превышают 50 мм. Недостатком способа является увеличение общей стоимости работ.

Американская ассоциация бетонных покрытий рекомендует использовать следующую минимальную толщину слоя бетона: на главных дорогах – 15 см, на второстепенных дорогах и стоянках – 10 см.

Независимо от вида технологии whitetopping образуется прочное покрытие, выдерживающее значительные нагрузки и устойчивое против образования колеи, волн, сдвигов. Качественное выполнение слоя позволит обеспечить низкую стоимость содержания на длительный период.

УДК 625.70

И.В. Нестерович, техн. директор РУП «Белдорцентр»

УЧЕТ НЕРОВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ ВЫБОРЕ СПОСОБА ИХ РЕМОНТА

On the roads there are different roughness from the value which one the choice of a method of repair of the roads.

Одним из важнейших показателей транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог является ровность покрытия [1, 2, 3, 4].

Под воздействием внешних сил и процессов, протекающих в земляном полотне и дорожной одежде, на проезжей части возникают различные неровности (волны, колея, выбоины, просадки, прогибы и др.). Появление неровностей отрицательно сказывается на эффективности работы автомобильного транспорта, способствует снижению безопасности движения, уменьшает долговечность дороги. Неровности приводят в колебательное состояние автомобиль при его движении.

Вопросами неровности автомобильных дорог занимались многие ученые и специалисты разных стран. Научные основы ровности заложены в трудах ученых А.К. Бирули, А.П. Васильева, В.В. Сильянова, И.И. Леоновича, И.А. Орехова, M.W. Sayers, W.D.O. Paterson, M.S. Janoff.

За ровность принимают локальное отклонение поверхности качения колес автомобиля от геометрически идеальной поверхности для каждого геометрического эле-

мента продольного профиля. В случае, когда отклонения имеют правильную форму и могут быть описаны функциями синусоидального, параболического, кусочно-прерывного или иного характера, их принято называть детерминированными [3]. Однако подавляющее большинство неровностей носит случайный характер и оценивается методами математической статистики и теорией вероятностей случайных процессов.

Измерение ровности – это процесс измерения как самих неровностей, так и воздействий неровностей на измерительную установку.

В мировой практике известно множество конструкций приборов для измерения ровности покрытий.

В Беларуси нашли применение приборы различных принципов действия.

Это приборы, позволяющие непосредственно измерять неровности поверхности покрытия относительно некоторой условной линии (рейки, профилографы, профилометры, ультразвуковые эхолоты, лазерные измерители и др.), приборы, позволяющие определять ровность покрытий по амплитуде и ускорению кузова автомобиля при проезде участка дороги (это различного типа толкочеры, измеряющие при движении автомобиля сумму прогибов рессор и акселерометры, регистрирующие вертикальные ускорения).

Для оценки неровностей автомобильных дорог за рубежом, а также в Республике Беларусь все большее применение находит международный индекс ровности (International Roughness Index – IRI) [5, 6]. IRI является индикатором общего состояния дорожного покрытия, суммирует дорожные неровности, влияющие на воздействие транспортных средств, т. е. на их транспортные издержки, удобство езды и общее состояние поверхности дорожного покрытия. Он имеет размерность, м/км. Для определения IRI применяют различного типа измерительные установки, адаптированные для измерения неровностей по международному индексу ровности.

Широкомасштабные измерения ровности при обследовании республиканской дорожной сети выполняет РУП «Белдорцентр». Ежегодно производится более 15 000 км измерений ровности.

Скорость движения автомобиля связана с режимом его движения и, следовательно, затратами на расходные материалы, а также временем нахождения в пути, т. е. с себестоимостью перевозок.

Ровность через колебания воздействует на комфорт движения и дорожные издержки транспортных средств и является интегральным показателем состояния покрытия.

Таким образом, ровность является функцией скорости.

$$F(\text{IRI}) = V, \quad (1)$$

где IRI – международный индекс ровности; V – скорость движения транспортного потока.

Следовательно, для автомобильных дорог с различными скоростными режимами нужно применять дифференцированные критерии оценки ровности покрытий, и наиболее жесткие требования должны предъявляться к вновь построенным и отремонтированным дорогам.

По результатам проведенных исследований разработаны качественные критерии оценки ровности покрытий автомобильных дорог. Классификация для вновь устроенных (отремонтированных) дорог приведена в табл. 1, для дорог, находящихся в эксплуатации, – в табл. 2.

Таблица 1

Скорость движения, км/ч	Значение ровности по IRI, м/км			
	отлично	хорошо	удовл.	неудовл.
до 100	менее 2,00	от 2,00 до 3,00	более 3,00 до 3,32	более 3,32
100 и более	менее 1,70	от 1,70 до 2,30	более 2,30 до 2,49	более 2,49

Таблица 2

Категория	Значение ровности по IRI, м/км			
	отлично	хорошо	удовл.	неудовл.
I	менее 2,01	от 2,01 до 3,85	более 3,85 до 4,44	более 4,44
II	менее 3,12	от 3,12 до 4,88	более 4,88 до 5,45	более 5,45
III	менее 3,35	от 3,35 до 5,47	более 5,47 до 6,17	более 6,17
IV	менее 3,39	от 3,39 до 5,83	более 5,83 до 6,63	более 6,63
V	менее 5,07	от 5,07 до 7,13	более 7,13 до 7,81	более 7,81

При выборе способа ремонта следует учитывать существующую ровность покрытия. Применение одного из ремонтных мероприятий позволит значительно улучшить ровность покрытия вплоть до восстановления ее значений, соответствующих новому строительству. Применение же других ремонтных мероприятий может позволить лишь незначительно улучшить свойства автомобильной дороги по ровности. Так, исследования показали, что применение поверхностной обработки улучшает свойства ровности на 10%, поверхностной обработки с выравнивающим слоем – на 20%, а в случае применения слоев покрытия различной толщины удастся добиться нормативной ровности покрытия.

Поэтому при разработке планов ремонта автомобильных дорог следует выполнять экономический анализ ремонтных мероприятий, объединенных в стратегии ремонта на краткосрочную (до пяти лет) и долгосрочную перспективу (более пяти лет).

Для планирования оптимальных стратегий ремонта применяют систему управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог. В системе за период анализа прогнозируется изменение состояния автомобильных дорог по интегральному показателю – ровности, степень влияния различных ремонтных работ на изменение данного интегрального показателя в зависимости от применяемых стратегий ремонтов с расчетом экономического эффекта. В системе управления рассчитывается чистая текущая стоимость и отношение выгод и затрат.

Так как при периоде анализа на 5 лет рассматривается от 77 до 200 стратегий, в зависимости от интенсивности движения и количества видов ремонтных мероприятий (на 10 лет – от 150 до 700 стратегий, на 15 лет – от 160 до 3000 стратегий), особенно важно определить стратегию ремонта, дающую максимальный экономический эффект [7].

Критерием выбора стратегии ремонта является минимизация общетранспортных затрат (рис.) [8].

$$F(OTЗ) \rightarrow \min, \quad (2)$$

где OTЗ – общетранспортные затраты.

$$OTЗ = ЭТ + З, \quad (3)$$

где ЭТ – затраты на эксплуатацию транспорта; З – затраты на осуществление ремонтно-восстановительных работ.

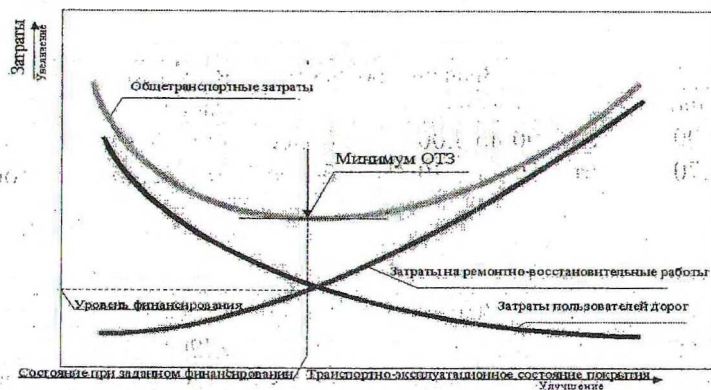


Рис. График общетранспортных затрат

Применение компьютерных систем в системе управления позволяет производить расчеты в большом объеме и с высокой скоростью.

Выбор оптимальных стратегий ремонта и ремонтных мероприятий с использованием системы управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог осуществляется РУП «Белдорцентр» с 2000 г. по республиканским дорогам. На основании фактического транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог в РУП «Белдорцентр» создан автоматизированный банк дорожных данных, который с 1995 г. постоянно обновляется по республиканским дорогам.

Результаты анализа системы управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог используются при разработке программы работ Департаментом «Белавтодор» Министерства транспорта и коммуникаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бируля А.К., Михович С.И. Работоспособность дорожных одежд. – М.: Транспорт, 1968. – 172 с.
2. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
3. Диагностика автомобильных дорог: Учеб. пособие / И.И. Леонович, С.В. Богданович, В.В. Голубев и др.; Под ред. И.И. Леоновича. – Мн.: БНТУ, 2002. – 357 с.
4. Sayers M.W., Karamihias S.M.: The Little Book of Profiling. Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profiles, – 1997. – 101 p.
5. Диагностика автомобильных дорог общего пользования: РД 0219.1.21-2001. – Мн., 2001. – 84 с.
6. СТБ 1291-2001. Государственный стандарт Республики Беларусь. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности. – Мн.: Госстандарт, 2001. – 15 с.
7. Чернюк Н.И., Нестерович И.В. Стратегии ремонта асфальтобетонных покрытий с нарушенной ровностью их поверхности // Материалы VI международного научно-методического семинара; Под ред. Н.П. Блещика, А.А. Борисевича, Т.М. Петцольда. – Мн.: УП «Технопринт», 2000.
8. Кейрос Ц. Техничко-экономические проблемы ремонта и содержания автомобильных дорог / Перевод и редакция В.Ф. Бабкова. – М.: Институт экономического развития Всемирного банка, МАДИ (ТУ), 1995. – 57 с.