

$$E_b^{\text{расч}} = \left(a_0 E_b + a_1 E_3 \sum_{i=1}^n V_i \gamma_i \right) K_{\gamma} \quad (8)$$

где K_{γ} – коэффициент запаса при переходе прочностных значений к расчетным, определяемый с учетом однородности структуры, возраста, температуры и коэффициента динамичности.

Таким образом, в данной статье представлена система оценки дефекта и рассмотрена взаимосвязь между видом дефекта дорожного цементобетонного покрытия, характеризующего нарушение структурной связи в компонентах бетона или на границе этих компонентов, и прочностными (деформативными) показателями конструктивного элемента автомобильной дороги – цементобетонной плиты. Оценка дефекта пред-

ставлена как последовательное рассмотрение различных моделей: вначале структурной, характеризующей оптимальной плотностью единицы объема; затем функционально-структурной на основе связи оптимальной плотности с деформативным показателем – модулем упругости того же единичного объема. Заключительным этапом системной оценки является переход от оптимальной функционально-структурной модели единицы объема к моделированию конструктивного элемента – цементобетонной плиты автомобильной дороги. В качестве расчетных характеристик использовались показатели, выведенные с учетом коэффициентов перехода от экспериментальных значений к расчетным.

УДК 625.76

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ ПОЛЬШИ

Докт. техн. наук, проф. ЛЕОПОВИЧ И. И.

Белорусский национальный технический университет

Польша и Республика Беларусь являются соседями. Погодно-климатические условия наших государств вполне сопоставимы, а, следовательно, и технические решения в области строительства могут быть идентичными или весьма схожими. Это относится и к строительству автомобильных дорог, которые входят в трансъевропейские коридоры и должны проектироваться, строиться и эксплуатироваться с учетом международной транспортной интеграции. Сведения о польских дорогах могут быть использованы при сравнительном анализе дорожно-транспортных комплексов двух государств.

Некоторые общие сравнительные данные: территория Польши составляет 312,7 тыс. км², Беларуси – 207,6 тыс. км²; население соответственно – 38,7 млн чел. и около 10 млн чел.; протяженность дорог в Польше – 372 тыс. км, в Беларуси – 78 тыс. км. На 1000 км² территории в Польше приходится 1200 км дорог, в Беларуси – 380 км, а на 1000 жителей – 9,6 и 7,8 км. Если

учесть, что поляки в общую сеть включают и ведомственные дороги, то показатели можно считать вполне сопоставимыми.

Об уровне дорожного травматизма в Беларуси и Польше можно судить по следующим данным:

| | Беларусь | | Польша | |
|---------------|----------|---------|---------|---------|
| | 2000 г. | 2001 г. | 2000 г. | 2001 г. |
| Всего ДТП | 6410 | 6327 | 57331 | 53799 |
| Погибло, чел. | 1595 | 1594 | 6295 | 5535 |
| Ранено, чел. | 6495 | 6401 | 71638 | 68195 |

При этом необходимо учитывать, что в Беларуси в 2001 г. на одного жителя приходилось 0,187, а в Польше – 0,306 автомобилей.

В 1999 г. Министерством транспорта и морского хозяйства Польши утверждена функционально-техническая классификация автомобильных дорог. Дороги разделили на 7 классов: автостреды (символ А), экспрессные (S), главные дороги ускоренного движения (GP), главные до-

роги (G), соединительные (Z), местные (L), подъездные (D). Для каждого класса дорог определены технические и эксплуатационные требования. По территориальному признаку и значимости дороги подразделяются на государственные (требования по классам A, S, GP и в исключительных случаях – G), областные (G, Z и в исключительных случаях – GP), районные (G, Z и в исключительных случаях – L), гминные (L, D и в исключительных случаях – Z).

Государственные дороги составляют 5 % от общей протяженности, областные – 8 %, районные – 34 % и гминные – 53 %. К государственным дорогам относятся: автострады, экспрессные, международные, обеспечивающие соединение дорожной сети государственного значения, подьезды к пограничным переходам, альтернативные платным автострадам, объезды крупных городов и дороги оборонного значения. Автострады в целом имеют протяженность 394 км, что составляет 2,2 % от общей протяженности дорог государственного значения. Развитие дорожной сети обусловлено развитием автомобильного транспорта как внутри страны, так и между государствами. За период с 1970 по 2000 г. парк автомобилей вырос в 5 раз и составил 14,1 млн шт. (легковые – 71 %, грузовые – 13 %, другие транспортные средства – около 16 %). Одновременно возросла интенсивность движения на дорогах. Так, если в 1990 г. средняя суточная интенсивность на международных линиях была около 6 тыс. автомобилей, то в 2000 г. она достигла 11,5 тыс. автомобилей. На переходах через границы сопредельных государств появились значительные транспортные потоки. Распределение их далеко не равномерное. Через границу с Германией проходят 62,1 % автомобилей, с Чехией – 20,8, со Словакией – 5,1, с Беларусью – 4,2, с Украиной – 3,4, с Россией – 2,6, с Литвой – 1,3 и к морской границе – 0,4 %.

В марте 2001 г. совет министров Польши принял программу материального и финансового обеспечения развития сети главных автомобильных дорог на период до 2015 г. В ней предусмотрено довести дорожные конструкции до требований международного стандарта TINA (Transport Infrastructure Needs Assessment), согласно которому расчетная осевая нагрузка составляет 115 кН (в настоящее время расчетная нагрузка в

Польше – 100 кН). В целом программа будет касаться около 15000 км дорог, в том числе 12,3 тыс. км дорог государственного значения. Запланированы работы по продолжению строительства ряда автострад и экспрессных дорог. В последнее время в программу внесены коррективы технического и финансового порядка.

Технические и транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог в Польше принято оценивать по их параметрам и наличию дефектов на проезжей части, в инженерном обустройстве и других, относящихся к дороге сооружениях и объектах. Главными же характеристиками, которые определяются в процессе диагностического обследования дорог, являются ровность, прочность, сцепление, яркость, состояние поверхности и др. С помощью существующих приборов и автоматизированных систем эти характеристики определяются регулярно.

Уровень эксплуатационного состояния государственных (16660 км) автомобильных дорог принято оценивать четырьмя классами:

класс А – состояние хорошее (покрытие новое, отремонтированное);

класс В – состояние удовлетворительное (покрытие находится в требуемом эксплуатационном состоянии);

класс С – состояние не полностью отвечает требованиям (покрытие с некоторыми повреждениями и требует планового ремонта);

класс D – состояние плохое (покрытие с повреждениями и требует безотлагательного ремонта).

Классы А и В относятся к желаемым уровням технического состояния дорог, класс С – к уровню, требующему повышенного внимания, класс D – к уровню критического состояния.

Данные обследований последних лет показали, что покрытие на государственных дорогах не в полной мере отвечает требованиям. Подтверждением этому являются следующие данные (табл. 1).

Таблица 1

| Год | Состояние, % | | |
|------|--------------|-----------------------------------|--------|
| | Хорошее | Не полностью отвечает требованиям | Плохое |
| 2000 | 34,8 | 41,6 | 23,6 |
| 2001 | 34,0 | 37,5 | 28,5 |

Предметно судить об эксплуатационном состоянии автомобильных дорог можно на основании анализа всех основных характеристик покрытия и степени его повреждения. За 2001 г. данные (%) диагностики в четырехуровневой шкале для отдельных параметров состояния покрытия приведены в табл. 2.

Таблица 2

| | A | B | C | D | Всего |
|-----------------------|------|------|------|------|-------|
| Трещины | 9,3 | 64,5 | 17,8 | 8,4 | 100 |
| Ровность | 12,9 | 65,7 | 16,1 | 5,3 | 100 |
| Колеейность | 20,1 | 37,8 | 26,3 | 15,8 | 100 |
| Состояние поверхности | 20,1 | 68,7 | 9,3 | 1,9 | 100 |
| Шероховатость | 13,7 | 63 | 13,1 | 10,2 | 100 |

Качество автомобильных дорог за 2001 г. согласно данным Генеральной дирекции государственных дорог и автострад характеризуется показателями: класс А и В – 28,5 %, класс С – 37,5 и класс D – 34,0 %.

По данным табл. 2 можно сделать выводы об объеме работ, которые необходимо выполнять немедленно или запланировать на перспективу и выполнить в течение ближайших 2...3 лет.

Выбор способа ремонта дорожных покрытий осуществляется с учетом характера их повреждения. При этом ремонт и реконструкция должны проводиться с учетом следующих требований:

- ограничения подъема кромки проезжей части;
- недопущения перегрузки подземных сооружений;
- соблюдения поперечного и продольного разрезов дорожной одежды;
- исправления поперечного и продольного разрезов дорожной одежды;
- исправления профиля дороги;
- расширения проезжей части дороги;
- максимального использования существующих слоев дорожной одежды в новой конструкции;
- исправления водоотвода;
- исправления дренажных слоев;
- исправления гидрогеологического режима основания;

- доступности материалов, предназначенных для ремонта дороги;
- обеспечения движения транспортных потоков в местах производства дорожных работ;
- перспективных функций дороги и прогнозируемой интенсивности движения.

Основные виды ремонта дорожных покрытий направлены на исправление ровности поверхности, ликвидацию трещин, устранение колеейности, повышение сцепления, обновление других дорожных элементов. Технологические особенности при этом варьируются в значительных пределах. В нормативном документе KWRNPP-2001 «Каталог усилений и ремонтов нежестких и полужестких покрытий» даются рекомендации по применению следующих технологий:

1. Частичный ремонт покрытия.
2. Поверхностное усиление.
3. Устройство тонкого слоя износа холодным способом.
4. Устройство тонкого слоя износа горячим способом.
5. Частичное фрезерование.
6. Фрезерование с устройством дополнительного слоя усиления.
7. Фрезерование с устройством тонкого слоя холодным способом.
8. Фрезерование с устройством тонкого слоя горячим способом.
9. Выравнивание тонким слоем.
10. Термопрофилирование слоя износа.
11. Ремиксинг слоя износа.
12. Ремиксинг с устройством дополнительного слоя износа.
13. Замена слоев дорожного покрытия.
14. Устранение трещин методом заливки без фрезерования.
15. Устранение трещин методом заливки с фрезерованием.
16. Перекрытие трещин уплотняющими лентами.
17. Ремиксинг открытых технологических швов.
18. Исправление отраженных трещин с использованием геотекстильных материалов (исправление поверхностное).
19. Исправление отраженных трещин с использованием геотекстильных материалов (исправление глубокое).

20. Исправление отраженных трещин с использованием геотекстильных материалов (исправление поверхностное под новый слой усиления).

21. Исправление трещин с использованием геосинтетиков (инъекция цементного раствора).

22. Соединение дорожного покрытия с обочиной с использованием геосинтетиков.

23. Рециклинг холодным способом на месте производства работ.

Работы по ремонту и содержанию дорог финансируются из различных источников. Так, в 2001 г. финансирование государственных дорог осуществлялось: из бюджета – 55,7 %, оплата за транзит – 6,2, за счет мирового банка – 6,4, за счет Европейского банка развития – 18,5 %, а также из ряда других источников. Инвестиции от продажи топлива в этот период распределялись следующим образом. На государственные, областные и районные дороги – 30 % и на муниципальные дороги – 10,3 % от общей выручки за продажу топлива.

Структура расходования средств на государственные дороги была следующая: модернизация – 46 %, содержание – 32 % и строительство – 22 %.

Наряду с дорогами большая роль в Польше отводится мостам и путепроводам. На сети автомобильных дорог общего пользования эксплуатируются свыше 29000 мостовых объектов общей длиной 564,1 км (табл. 3). Средняя длина их составляет 19,4 м, а среднее расстояние между ними – 12,9 км. На территории Польши находятся 183 мостовых объекта, длина которых – более 200 м. Среди них – 91 польских мостов через такие реки, как Висла, Олер, Буг, Варта, Нарва, Дунаец, Сан, Пилица, Сола и др. Кроме того, на линиях государственных и областных дорог функционируют 41 паромная переправа и 2 переправы с использованием наплавных мостов.

Техническое состояние мостов, начиная с 1991 г., оценивается системой, включающей четыре уровня:

- текущий осмотр, осуществляемый патрульной дорожной службой;
- ежегодный осмотр мостовыми инспекторами;
- тщательный осмотр, выполняемый 1 раз в 5 лет на объектах сложной конструкции;

- специальные осмотры, которые проводятся мостовой службой в целях принятия решения по защите сооружений от разрушений или по их ремонту.

Таблица 3

| Вид дорог | Мостовые объекты на всех дорогах | | |
|--------------------------|----------------------------------|-----------|--|
| | Количество, шт. | Длина, км | Площадь поверхности мостового полотна, тыс. м ² |
| Загородные, в том числе: | 23919 | 436,2 | – |
| государственные | 3517 | 144,7 | 1767,7 |
| областные | 3491 | 65,2 | 630,1 |
| районные | 9167 | 130,6 | 1026,6 |
| гминные | 7744 | 95,7 | – |
| Городские | 5090 | 127,9 | 1398,7 |
| Итого | 29009 | 561,4 | – |

Отдельные элементы мостов оцениваются в системе: 0 – состояние аварийное; 5 – состояние, соответствующее требованиям. Оценка состояния моста в целом определяется как среднее значение состояния отдельных его элементов. На государственных дорогах имеются 3517 мостовых объектов. Средняя оценка их состояния равна 2,89.

Стратегия польских дорожников по улучшению состояния мостов основывается на учете международных норм по нагрузке на ось и применению новых материалов и конструкций при модернизации существующих мостов. На данном этапе новые мосты проектируются и строятся с учетом проекта европейских норм – 400 кН на ось.

Сложные погодно-климатические условия, которые характерны для Польши и Беларуси, требуют максимального учета влажностно-температурного режима и принятия решений, которые бы отвечали надежности и долговечности транспортных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Drogi krajowe // Generalna dyrekcja dróg publicznych. – Warszawa, 2001.
2. Stan techniczny nawierzchni sieci dróg krajowych w 2001 roku // Polskie drogi. – 2002. – № 5(91). – P. 20–26.