

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕМОНТА ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ШВОВ В ЗАЩИТНОМ СЛОЕ

РУП "Белдорцентр", Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Наблюдения, выполняемые на участках автомобильной дороги М-1/Е30, отремонтированных по различным технологиям, показывают, что наименьшие потери ухудшения транспортно-эксплуатационных показателей отмечаются при устройстве швов в защитном слое из асфальтобетона. Данную технологию можно рекомендовать к более широкому применению при ремонте цементобетонных покрытий. Нами была определена экономическая эффективность и целесообразность подобных ремонтных мероприятий. За основу расчета была принята методика экономического анализа, используемая в РУП "Белдорцентр" при расчетах потребности ремонтных мероприятий для сети республиканских автомобильных дорог. Основные положения методики состоят в следующем.

Экономический эффект (b) в системе рассматривается как снижение совокупных транспортных расходов после проведения ремонтных мероприятий по сравнению с вариантом, когда ремонт не производился:

$$b = VOC_n - VOC_0,$$

где VOC_n - транспортные затраты после проведения ремонта, руб.;

VOC_0 - транспортные затраты при отсутствии ремонта, руб.

Суммарные транспортные затраты потока автомобилей группы при проезде по километровому участку определяются следующим образом:

$$VOC_j = \sum_{i=1}^n VOC_i,$$

где VOC_j - суммарные транспортные затраты потока автомобилей, руб.

VOC_i - затраты на эксплуатацию одного транспортного средства группы при проезде по участку длиной 1 км, руб.;

n - число групп автомобилей.

Затраты на эксплуатацию одного транспортного средства группы при проезде по участку длиной 1 км определяются следующим образом:

$$VOC_i = a_i + b_i IRI_j + c_i IRI_j^2,$$

где VOC_i - затраты на эксплуатацию одного транспортного средства группы при проезде по участку длиной 1 км, руб.;

a_i, b_i, c_i - коэффициенты для транспортного средства группы i , определяются с использованием компьютерной программы HDM-VOC методике, разработанной Мировым Банком [1];

IRI_j - ровность участка, по шкале Международного индекса ровности, м/км.

Для количественного сравнения эффективности различных вариантов ремонтных работ рассчитывались и использовались следующие показатели, выражающих экономический эффект: чистая текущая стоимость, соотношение выгод и затрат.

Чистая текущая стоимость (ЧТС) представляет собой дисконтированный экономический эффект, рассчитанный за период анализа. Математически ЧТС

представляет как разницу между дисконтированными доходами и затратами в течение периода анализа стратегии:

$$B_{II} = \sum_{t=0}^{T-1} (b_t - C_t) / (1 + E)^t,$$

- где
- B_{II} - значение чистой текущей стоимости, руб.;
 - t - текущий по порядку год, при $t=0$ для базового года;
 - T - анализируемый период, лет;
 - b_t - снижение транспортных расходов в год t , руб.;
 - C_t - сумма всех затрат на ремонтные мероприятия в год t , руб.;
 - E - коэффициент дисконтирования.

Положительная величина чистой текущей стоимости свидетельствует, что уменьшение данного вида ремонта экономически обосновано при действующей ставке дисконтирования. Чем большей будет чистая текущая стоимость, тем более выгодно проведение ремонта.

Соотношение выгод и затрат представляет собой отношение дисконтированных экономического эффекта (B) к затратам:

$$B = \sum_{t=0}^{T-1} \frac{b_t}{(1 + E)^t},$$

$$C = \sum_{t=0}^{T-1} \frac{C_t}{(1 + E)^t},$$

Отношение B/C большее единицы, свидетельствует о том, что при проведении ремонта экономический эффект превышает затраты. Если оно равно единице эффект и затраты уравниваются. Соотношение меньшее единицы указывает, что не все затраты окупятся. Осуществлять такой ремонт экономически

не выгодно. Из нескольких различных альтернативных стратегий выбора, где большее соотношение между доходами и расходами.

Стоимость устройства защитного слоя составляет 214140 руб. в ценах 1991 г. Стоимость устройства швов в асфальтобетоне составляет 114.97 руб. на погонный метр шва в ценах 1991 г. В качестве основы для расчетов послужили реальные данные об интенсивности и составе транспортного потока на республиканских автомобильных дорогах, определенные РУП “Белдорцентр” в 2000 г. Усредненный транспортный поток на автомобильных дорогах I категории, где устройство основной части цементобетонных покрытий, представлен следующими данными по типам автомобилей (табл. 1).

Таблица 1

Состав транспортного потока на автомобильных дорогах I категории

Тип автомобиля	Доля автомобилей в потоке, %
Легковые	65.5
Легкие грузовые	4.8
Средние грузовые	3.6
Тяжелые грузовые	3.6
Микроавтобусы	10.1
Автобусы	2.6
Автопоезда	9.8

Среднегодовая среднесуточная интенсивность движения на рассматриваемых дорогах составляет 3079 автомобилей. Для расчетов использовался участок длиной 1 км, анализ выполнялся для периода 10 лет при значении ставки дисконтирования 0.12.

Из приведенной выше методики экономического анализа понятно, что состояние покрытия после ремонта сравнивается с его состоянием в условиях отсутствия ремонтных мероприятий. Очевидно, что отсутствие ремонтных мероприятий означает сохранение цементобетонного покрытия. Таким образом, при проведении экономического анализа необходимо прогнозировать развитие состояния участков – цементобетонного и цементобетонного с защитным слоем из асфальтобетона. В настоящем исследовании использована усредненная модель

равности цементобетонного покрытия, применяемая в системе управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог [1]:

$$IRI(t) = 2.67 \cdot \exp(0.0486t)$$

где t - возраст покрытия для года прогноза, лет.

Исследования, проведенные нами ранее, показывают, что ровность защитного слоя с устроенными в нем швами, изменяется следующим образом:

$$IRI(t) = 2.49 \cdot \exp(0.1065t)$$

где t - возраст покрытия для года прогноза, лет.

Средний возраст цементобетонного покрытия по результатам анализа имеющейся информации принят равным 13 лет, средняя ровность – 5.02 м/км. С использованием изложенных положений выполнены расчеты и определена химическая эффективность ремонта. Установлено, что при указанных начальных значениях устройство защитного слоя не эффективно. Нами была определена область эффективного применения технологии с устройством швов в асфальтобетоне. Расчет был выполнен для случаев устройства швов через 13.5, 9 и 4.5 м. Установлено, что при сохранении шага швов, примененного на наземных участках дороги М-1/Е30, при средней интенсивности движения 79 авт/сут., технология становится эффективной при достаточно большом – 180% увеличении интенсивности или при обеспечении средней ровности выравнивающего слоя 2.2 м/км, и увеличении интенсивности на 150% в каждой группе автомобилей. При сокращении шага швов до 9 м потребуются увеличение интенсивности в каждой из групп на 170% и установление средней интенсивности на уровне 8313 авт/сут. При устройстве швов через 4.5 м (над каждым

швом в цементобетоне) технология будет эффективна при средней интенсивности движения 8620 авт/сут. Следует отметить, что на отдельных участках республиканских дорог с цементобетонными покрытиями, интенсивности движения превышает этот уровень. На этих участках целесообразно устраивать защитном слое над каждым швом в цементобетоне.

Литература

1. Archondo-Callao R.S., Faiz A. Estimating Vehicle Operating Costs. Washington, D.C., World Bank, 1994. - p.83