

С.В. Богданович, начальник управления диагностики авт. дорог РУП «Белдорцентр»

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

The method of application of determination of the economic efficiency of repair concrete pavements on the method of protective layer is explained. The economic efficiency of implementation of junctures in protective layer from asphalt concrete is determined.

Наблюдения, выполняемые на участках автомобильной дороги М-1/Е30, отремонтированных по различным технологиям, показывают, что наименьшие темпы ухудшения транспортно-эксплуатационных показателей отмечаются при устройстве швов в защитном слое из асфальтобетона. Данную технологию можно рекомендовать для более широкого применения при ремонте цементобетонных покрытий. Нами была определена экономическая эффективность и целесообразность подобных ремонтных мероприятий.

За основу расчета была принята методика экономического анализа системы управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог «Ремонт», 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:

$$b = \text{VOC}_n - \text{VOC}_0,$$

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:

$$\text{VOC}_j = \sum_{i=1}^n \text{VOC}_i,$$

где VOC – суммарные транспортные затраты потока автомобилей, руб.; VOC_i – затраты на эксплуатацию одного транспортного средства i -й группы при проезде по участку длиной 1 км, руб.; n – число групп автомобилей.

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

$$\text{VOC}_i = a_i + b_i \cdot \text{IRI}_j + c_i \cdot \text{IRI}_j^2,$$

где VOC_i – затраты на эксплуатацию одного транспортного средства i -й 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 по методике, разработанной Мировым банком [1], в расчет приняты значения, используемые в системе «Ремонт»; IRI_j – ровность участка по шкале Международного индекса ровности, м/км.

Для количественного сравнения эффективности различных вариантов ремонтных работ рассчитывались и использовались следующие показатели, выражающие экономический эффект:

- чистая текущая стоимость;
- соотношение выгод и затрат.

Чистая текущая стоимость (ЧТС) представляет собой дисконтированный экономический эффект, рассчитанный за период анализа. Математически ЧТС выражается как разность между дисконтированными доходами и затратами в течение периода анализа стратегии:

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

где R_n – 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 применение 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 дисконтированного 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 больше единицы свидетельствует о том, что при проведении ремонта экономический эффект превышает затраты. Если оно равно единице – эффект и затраты уравниваются.

Соотношение меньше единицы указывает, что не все затраты окупятся. Осуществлять такой ремонт экономически невыгодно. Из нескольких различных альтернативных стратегий выбирается та, при которой большее соотношение между доходами и расходами.

Стоимость устройства защитного слоя составляет 214 140 руб. в ценах 1991 г. Стоимость устройства швов в асфальтобетоне составляет 114.97 руб. на 100 м 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 устроена основная часть цементобетонных покрытий, представлен следующими типами 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, для экономического анализа необходимо прогнозировать развитие состояния двух участков – цементобетонного и цементобетонного с защитным слоем из асфальтобетона.

В настоящем исследовании использована усредненная модель развития ровности цементобетонного покрытия, применяемая в системе управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог «Ремонт»:

$$IRI(t)=2,67 \cdot \exp(0,048t),$$

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 учетом приведенных формул прогноза получим следующий график, иллюстрирующий процесс развития ровности (рисунок).

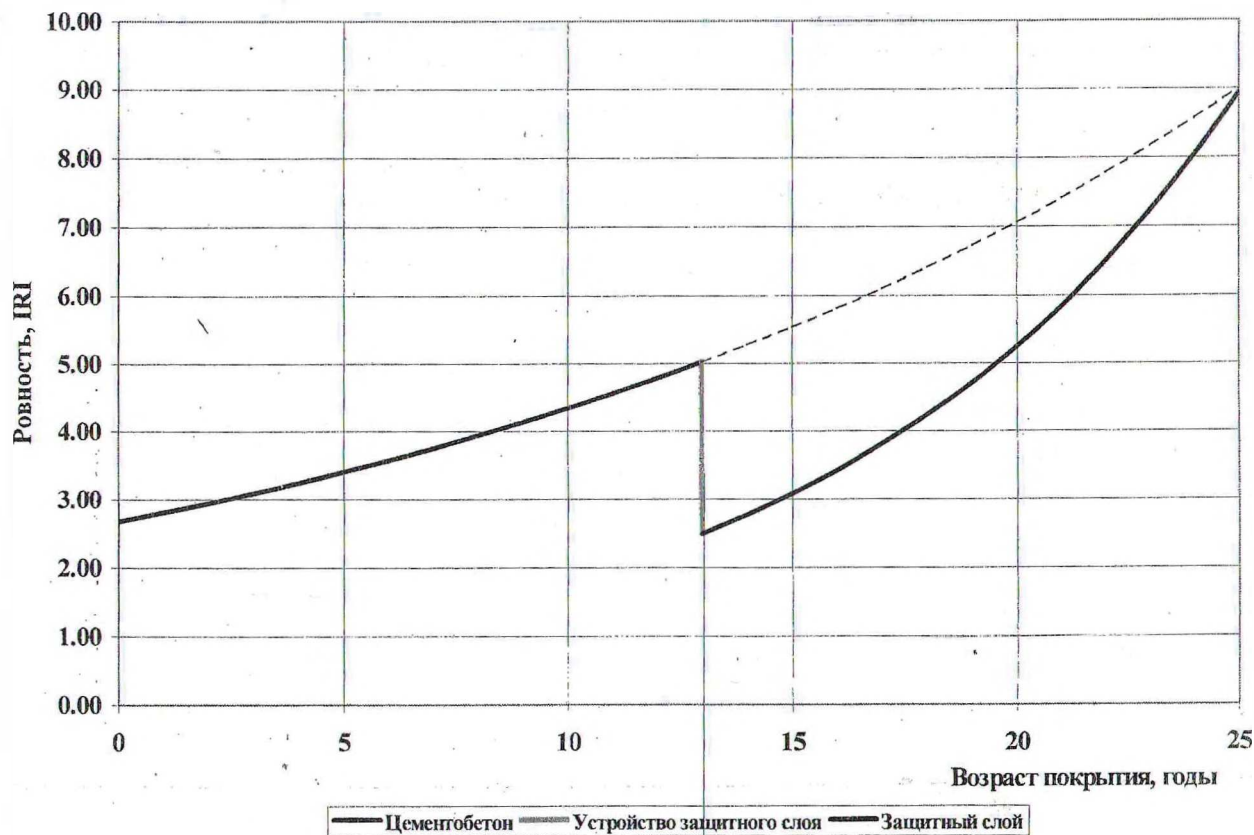


Рис. Развитие ровности до ремонта и после устройства защитного слоя

С использованием изложенных положений выполнены расчеты и определена экономическая эффективность ремонта. Установлено, что при указанных начальных значениях устройство защитного слоя неэффективно. Нами была определена область эффективного применения технологии с устройством швов в асфальтобетоне.

В табл. 2 приведены параметры, при которых технология будет эффективной при прочих равных условиях. Расчет был выполнен для случаев устройства швов через 13.5, 9 и 4.5 м.

Таблица 2

Условия эффективности технологии с устройством швов в асфальтобетоне

Шаг швов	Средняя ровность защитного слоя, м/км	Увеличение интенсивности в каждой группе, %
13.5	2.2	150
13.5	2.49	180
9	2.49	170
4.5	2.49	180

Таким образом, при сохранении шага швов, примененного на дороге М-1/Е30, технология становится эффективной при достаточно большом – на 180% увеличении интенсивности или при обеспечении средней ровности выравнивающего слоя 2.2 м/км и одновременном увеличении интенсивности на 150% в каждой группе автомобилей.

При сокращении шага швов до 9 м потребуется 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 интенсивность движения превышает этот уровень. На таких участках целесообразно устраивать швы в 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.