

УДК 625.7

Иван Иосифович ЛЕОНОВИЧ,
доктор технических наук,
профессор,
заведующий кафедрой
"Строительство
и эксплуатация дорог"
Белорусского национального
технического университета,
Заслуженный деятель науки
и техники БССР

Яков Яковлевич НОВГОРОДСКИЙ,
инженер,
заместитель
начальника управления
диагностики дорог и мостов
РУП "Белдорцентр"

КОНЦЕПЦИЯ РАСЧЕТНЫХ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

CONCEPTS OF ESTIMATED SERVICE PERIODS OF THE PAVING BETWEEN REPAIRS

В настоящее время при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог широко применяется понятие межремонтные сроки службы дорожных одежд. Для расчета и конструирования дорожных одежд, при их проектировании такое понятие оправдано, так как проектировщикам необходимо оперировать расчетными данными, связанными с перспективными транспортными нагрузками, интенсивностью движения и другими характеристиками дорожно-транспортного комплекса.

Проектирование — это своего рода перспективный прогноз работы конструкций. При эксплуатации межремонтные сроки службы дорожных одежд часто не соответствуют тем параметрам, которые заложены в проекте. Одной из главных причин такого несоответствия является недостаточное финансирование дорожных организаций для своевременного и качественного выполнения ремонтов. Поэтому межремонтные сроки дорожных одежд следует понимать как расчетные.

Presently, during design and operation of automobile roads a notion of the service periods of pavings between repairs is widely used. This notion is justified for calculation and design of the road paving as designers should use the estimated data related to perspective transport loads, traffic intensity and other features of the road-transportation complex.

Designing is a kind of a perspective forecast of operation of structures. During operation the periods of paving service between repairs often do not correspond to the parameters stipulated in the design. One of the main reasons of this incompliance is insufficient financing of road companies for timely and qualitative fulfillment of repairs. Therefore, service periods of pavings between repairs should be understood as estimated ones.

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь сеть автомобильных дорог общего пользования можно считать сформировавшейся. Строительство автомобильных дорог осуществляется в небольших объемах. Сейчас главной задачей в дорожной отрасли является поддержание транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог на уровне, отвечающем требованиям потребительских свойств [1].

Практически вся сеть республиканских и 44 % местных автомобильных дорог имеют усовершенствованные покрытия, ремонт которых дорогостоящий. Согласно действующим в настоящее время нормам ежегодно почти на 1,5 тыс. км республиканских дорог требуется выполнение капитальных ремонтов. В 2006 году они были выполнены только на 295 км этой сети. Недостаток средств на ремонты и содержание дорог заставляет дорожные организации в своей производственной деятельности ориентироваться на поддерживающую стратегию ремонта дорог. Данная стратегия заключается в

том, что там, где требуется проведение капитальных ремонтов, ведутся текущие ремонты, а вместо текущих ремонтов выполняется содержание. И лишь на отдельных участках дорог, требующих неотложных ремонтов, выполняются неотложные капитальные ремонты. К ним относят участки дорог, дорожные одежды которых находятся в критическом эксплуатационном состоянии, в том числе участки:

- с коэффициентом прочности конструкции дорожной одежды менее 0,8 при наличии дефектности покрытия второго или третьего уровня (таблица 1) либо фактического значения международного индекса ровности (IRI_{ϕ}), превышающего предельно допустимое значение (таблица 2);

- с ровностью покрытий, превышающей на 10 и более процентов предельно допустимые значения (IRI_{ϕ});

- с дефектностью покрытий второго или третьего уровня ($ДП_2$ – $ДП_3$);

- с коэффициентом сцепления ниже требуемого;

- с наличием колеяности глубиной колеи более 30 мм.

Таблица 1. Критерии назначения неотложных ремонтов по дефектности покрытия

Категория дороги	Уровни дефектности покрытия (ДП), % дефектности		
	ДП1	ДП2	ДП3
I, II	3,0—4,9	5,0—10,0	Более 10
III	5,0—9,9	10,0—20,0	Более 20
IV и ниже	10,0—14,9	15,0—25,0	Более 25

Таблица 2

Категория дороги	Предельно допустимые значения ровности IRI_H для эксплуатируемых дорог, м/км
Ia, Ib, Iv	4,44
II	5,44
III	6,18
IV	6,64
V	7,81

Межремонтные сроки между капитальными ремонтами в технических нормативных правовых актах (ТНПА) для усовершенствованных жестких дорожных одежд регламентированы в пределах от 8 до 14 лет [2]. Фактический же срок службы дорожных одежд чаще всего не соответствует установленным нормам. Если опираться на принятые 20 лет назад нормативные межремонтные сроки, то более 80 % сети республиканских дорог имеют так называемые "недоремонты" по капитальному и более 60 % — по текущему ремонту (по новой классификации дорожно-ремонтных работ [3, 4]). Согласно существующим нормам межремонтных сроков ежегодная потребность средств на ремонт и содержание автомобильных дорог общего пользования в настоящее время составляет 1,4 млрд. долларов. В 2007 году на ремонт и содержание дорог общего пользования выделено 0,59 млрд. долларов, что в 2,4 раза меньше требуемого. Рассчитывать в ближайшее время на полное обеспечение необходимыми средствами ремонта дорог общего пользования не следует. Поэтому понятие "межремонтные сроки службы" для эксплуатируемых дорожных конструкций имеет смысл как факт, а не как нормативный срок.

В проектах довольно трудно учесть влияние всех факторов, при которых эксплуатируются дорожные конструкции. Сюда следует добавить фактор качества отремонтированных или вновь построенных дорожных конструкций. Одни дорожные конструкции начинают разрушаться через 3–4 года после капитального ремонта, другие — исправно обрабатывают свой межремонтный срок, на третьих конструкциях за весь срок проводятся только текущие ремонты с устройством поверхностных обработок или тонких слоев. Поэтому понятие

"межремонтные сроки службы" следует применять лишь при разработке проектов для расчета конструкций дорожных одежд и долгосрочных программ и понимать как расчетные.

В настоящее время необходимость проведения ремонтов устанавливается на основании оценки технического, транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог; фактический же межремонтный срок службы практически не учитывается.

В условиях недостаточной обеспеченности финансированием дорожных работ довести необходимые параметры одновременно для всех дорог до нормативных требований невозможно. На участках дорог, где не предусмотрено доведение параметров до нормативных требований, предусматриваются ремонты, обеспечивающие удовлетворительное состояние дорог, и возможность движения фактических транспортных потоков [5].

КРИТЕРИИ НАЗНАЧЕНИЯ РЕМОНТОВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

При долгосрочном планировании и разработке планов на сетевом уровне, а также при проектировании автомобильных дорог расчетный межремонтный срок службы жестких конструкций дорожных одежд T следует устанавливать по зависимостям:

— для усовершенствованных типов:

$$T = 1,4 \cdot \ln(N) + 2,5; \quad (1)$$

— для переходных и низших типов:

$$T = 1,2 \cdot \ln(N) + 0,6; \quad (2)$$

где N — среднегодовая суточная интенсивность движения, авт./сут.

Сроки службы, рассчитываемые по формулам (1) и (2), соответствуют следующим уровням надежности: — 0,95 — для дорог I, II категорий; — 0,90 — для дорог III категории; — 0,85 — для дорог IV, V категорий с усовершенствованными типами покрытий дорожных одежд; — 0,60 — для дорожных одежд переходного и низшего типов [6].

Величина снижения уровня надежности K_{H1} при превышении расчетного межремонтного срока жестких дорожных одежд рассчитывается на основании зависимости

$$K_{H1} = \frac{0,0182T_1^{15}}{K_H}, \quad (3)$$

где K_H — уровень надежности, на который была рассчитана дорожная одежда;

T_1 — количество лет, превышающих расчетный межремонтный срок службы дорожных одежд.

Расчетный межремонтный срок службы конструкций дорожных одежд не может служить критерием проведения очередного капитального ремонта.

Основным критерием для назначения того или иного вида ремонтного мероприятия следует установить предельно допустимые значения ровности покрытия по международному индексу ровности IRI_n в соответствии с таблицей 2.

Ремонтные мероприятия следует назначать с таким условием, чтобы после их проведения значение ровности, рассчитанное по формуле (4), не превышало значений, приведенных в таблице 3 для текущего ремонта, и значений, приведенных в таблице 4 для капитального ремонта. Для одного участка дороги может быть рекомендовано, для сравнения, несколько вариантов ремонтных мероприятий. Выбирается наиболее эффективный вариант.

В условиях ограниченного финансирования назначенные ремонты ранжируются по величине эффективности Э. Перечень участков дорог, рекомендуемых к ремонту, определяют из ранжированного ряда в пределах выделенных денежных средств.

Капитальный ремонт рекомендуется назначать, если выполнение текущего ремонта не обеспечит требуемого состояния по ровности (см. таблицу 3). При этом значения ровности, приведенные в таблице 3, применяются только для выбора ремонта. Значения ровности после выполнения ремонта не должны превышать значения, рассчитываемого по формуле (4).

Изменение ровности после проведения ремонтов $IRI_{\text{ремонт}}$, м/км, определяется по графику рисунка 1 или по зависимости

$$IRI_{\text{ремонт}} = B \cdot IRI_0 + C, \quad (4)$$

где IRI_0 — значение международного индекса ровности до выполнения ремонта, м/км;
 B, C — коэффициенты, значения которых приведены в таблице 5.

Для выбора наиболее эффективного вида ремонтного мероприятия необходимо знать изменение международного индекса ровности IRI при эксплуатации дорог. Его определяют по графику на рисунке 2 или по зависимости

$$IRI_t = IRI(0) \cdot \exp(A \cdot \sum N), \quad (5)$$

где IRI_t — прогнозируемая ровность, м/км;
 $IRI(0)$ — ровность на момент оценки, м/км;

$\sum N$ — общее количество расчетных автомобилей группы А на одну полосу за прогнозируемый период (t , лет), тыс. ед., определяемое по формуле

$$\sum N = N_1 \cdot \frac{365(q^t - 1)}{q - 1}, \quad (6)$$

Таблица 3

Категория дороги	Предельно допустимые значения ровности IRI , м/км, после проведения текущего ремонта
Ia, Ib, Iv	4,30
II	5,25
III	5,96
IV	6,40
V	7,53

Таблица 4

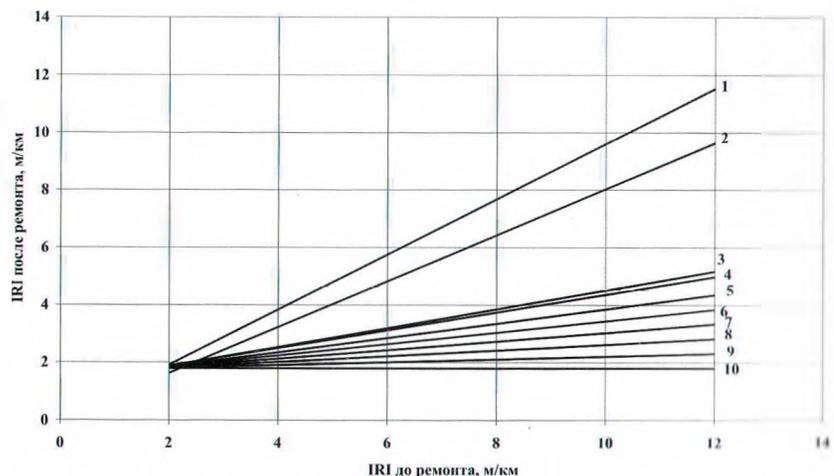
Категория дороги	Предельно допустимые значения IRI , м/км, после проведения капитального ремонта
I—III	2,5
IV	3,0
V	3,6

здесь q — коэффициент ежегодного роста интенсивности движения, при отсутствии данных рекомендуется принимать:

- 1,02 — при интенсивности движения до 1000 авт./сут;
- 1,03 — при интенсивности движения от 1001 до 3000 авт./сут;
- 1,04 — при интенсивности движения более 3000 авт./сут;

N_1 — интенсивность движения расчетных автомобилей группы А на одну полосу в первый год;

A — коэффициент, зависящий от расчетного модуля упругости конструкции дорожной одежды на момент оценки E (рисунок 3), рассчитывается по формуле



Цифрами обозначены ремонтные мероприятия, представленные в таблице 5

Рисунок 1. График изменения ровности после выполнения ремонтной операции

Таблица 6. Коэффициенты для определения изменения ровности

Ремонтные мероприятия				Значения коэффициентов	
				B	C
1. Поверхностная обработка				0,96	0,00
2. Тонкий слой толщиной 3,5 см				0,80	0,03
3. Поверхностное фрезерование глубиной до 2,0 см с устройством тонкого слоя покрытия толщиной 3,5 см				0,33	1,21
4. Покрытие толщиной 4,0 см с выравнивающим слоем				0,31	1,26
5.	То же	5,0 см	то же	0,25	1,35
6.	"-	6,0 см	"-	0,20	1,44
7.	"-	7,0 см	"-	0,15	1,53
8.	"-	8,0 см	"-	0,10	1,62
9.	"-	9,0 см	"-	0,05	1,71
10.	"-	10,0 см	"-	0,00	1,80

$$A = \frac{8 \cdot 10^{11}}{E^{6,28}}, \quad (7)$$

E — расчетный модуль упругости конструкции дорожной одежды на момент оценки, МПа.

Капитальный ремонт не рекомендуется проводить на дорогах, если после последнего капитального ремонта прошло менее 6 лет (кроме участков с колеиностью глубиной колеи более 30 мм).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Ремонтные мероприятия назначаются исходя из условий наибольшей эффективности вложения средств по сравниваемым вариантам. Для этого определяются транспортные издержки $T_{и}$ [7]. Расчет транспортных издержек $T_{и}$ выполняется по группам автомобилей, согласно данным, представленным в таблице 6, по зависимости

$$T_{и} = a + b \cdot IRI + c \cdot IRI^2, \quad (8)$$

где a, b, c — эмпирические коэффициенты, полученные на основании экспериментально-аналитических исследований.

Эффективность вложения средств Θ для выполнения ремонтных мероприятий определяется по зависимости

$$\Theta = \frac{T_{сн}}{C_1}, \quad (9)$$

где $T_{сн}$ — величина снижения транспортных издержек после выполнения ремонта. $T_{сн}$ определяется как разница транспортных издержек до и после ремонта за период достижения показателей значений (период сравнения транспортных издержек определяется по варианту с более длительным расчетным сроком службы); издержки рассчитываются по годам и приводятся к году проведения ремонта;

C_1 — стоимость ремонта, тыс. руб. в ценах 1991 года. Численные значения C_1 рассчитываются по [8].

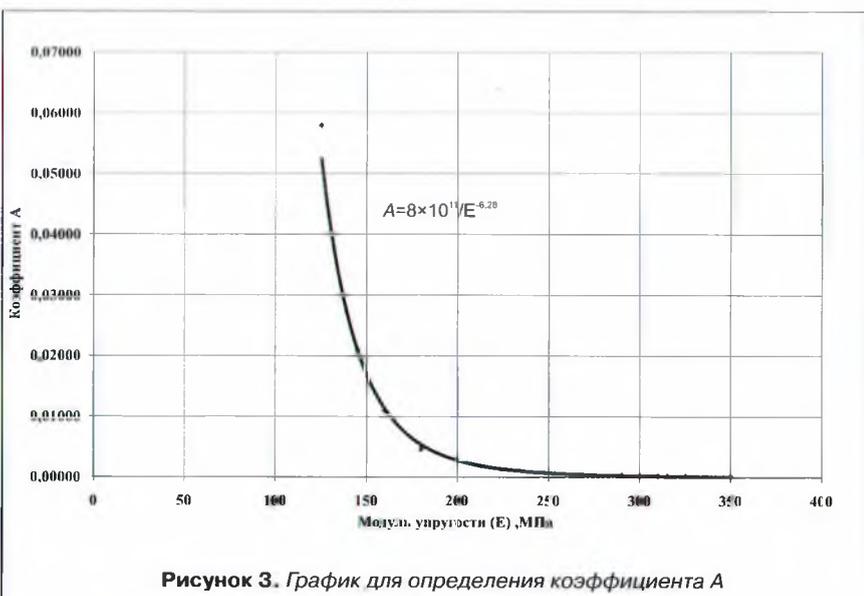
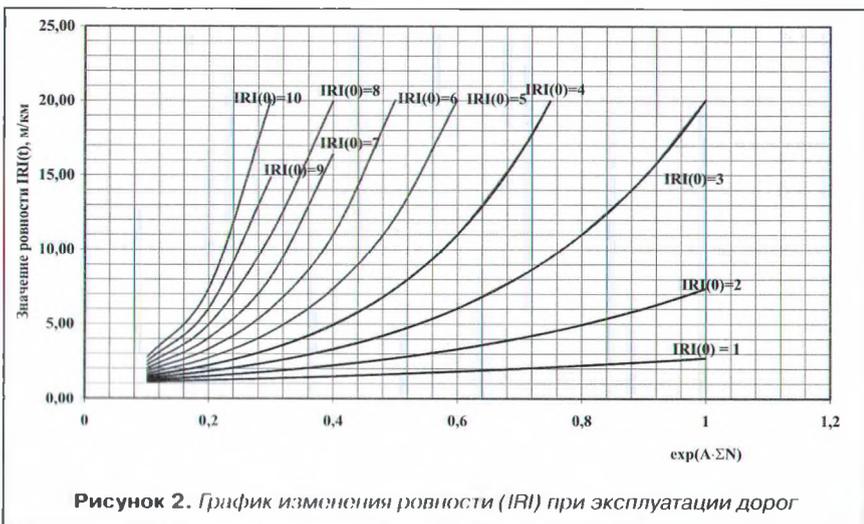


Таблица 6. Значения коэффициентов для определения транспортных издержек

Коэф- фициент	Транспортные издержки, рублей за 1 км пробега в ценах 1991 г., на один автомобиль						
	Легковой автомобиль	Грузовик			Микроавтобус	Автобус	Автопоезд
		легкий	средний	тяжелый			
<i>a</i>	0,347	0,218	0,740	0,904	0,321	0,488	2,751
<i>b</i>	0,0152	0,00102	0,00714	0,0451	0,0176	0,0258	0,0491
<i>c</i>	0,0000249	0,00013	0,000217	0,000313	0,000161	0,000366	0,000491

По наибольшему значению величины эффективности Э следует выбирать участки для проведения ремонтного мероприятия.

ВЫВОДЫ

1 В современных условиях производственная деятельность дорожной отрасли не обеспечивается в полной мере необходимыми средствами на содержание и ремонт автомобильных дорог, поэтому сроки между капитальными и текущими ремонтами часто не выдерживаются. В связи с этим понятие "расчетный межремонтный срок службы конструкций

дорожных одежд" следует применять для разработки проектов ремонта (реконструкции, строительства) автомобильных дорог и долгосрочных программ ремонтных мероприятий.

- 2 При разработке текущих программ ремонтов дорожных одежд необходимо ориентироваться, в первую очередь, на транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог, а не на нормативные сроки службы.
- 3 Конкретный вид ремонтного мероприятия следует назначать с учетом ровности, достигаемой после ремонта дорожного покрытия, определить которую можно по эмпирическим зависимостям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонович, И.И. Содержание и ремонт автомобильных дорог. В 2 ч. Ч. 1. Общие вопросы содержания и ремонта дорог, машины и материалы / И.И. Леонович. — Минск: БНТУ, 2003. — 270 с. Ч. 2. Технология и организация дорожных работ. — Минск: БНТУ, 2003. — 470 с.
2. Проектирование дорожных одежд нежесткого типа: Пособие 3.03.01-96 к СНиП 2.05.02-85. — Введ. 01.01.1997. — Минск: Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 1997. — 86 с.
3. Классификация и состав работ по текущему ремонту и содержанию автомобильных дорог: РД 0219.1.33-2004. — Введ. 01.01.05. — Минск: Департамент "Белавтодор", 2004. — 12 с.
4. Классификация и состав работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту автомобильных дорог: РД 0210.1.03-2003. — Введ. 01.01.04. — Минск: Департамент "Белавтодор", 2003. — 9 с.
5. Васильев, А.П. Ремонт и содержание автомобильных дорог: справочная энциклопедия дорожника (СЭД) т. II / А.П. Васильев [и др.], под ред. А.П. Васильева. — М.: Информавтор, 2004 — 507 с.
6. Веренько, В.А. Надежность дорожных одежд /В.А. Веренько// Минск.: Изд. БГПА, 2002. — 120 с.
7. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог/И.И. Леонович, С.В. Богданович, В.В. Голубев и др., под ред. И.И. Леонович. — Минск.: БНТУ, 2002. — 357 с.
8. Удельные показатели строительства, реконструкции и капитального ремонта автомобильных дорог и искусственных сооружений на них. — Введ. 01.05.05. — Минск: Департамент "Белавтодор", 2004. — 39 с.

Статья поступила в редакцию 21.06.07.