

*Химерик Т.Ю., к.т.н., доцент
Краюшикіна К.В., к.т.н., доцент
Белятинський А.О., д.т.н., професор
Національний авіаційний університет*

ЛІКВІДАЦІЯ КОЛІЙНОСТІ – ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

З'ясовано, що при сумісній дії руху важких і багатомісних автомобілів та природно-кліматичних факторів на покриттях дорожніх одягів можуть накопичуватись дефекти і деформації, одним із видів яких є колія.

Наведено класифікацію колій; фактори, що впливають на механізм колієутворення; методи та прилади, які можуть бути застосовані для визначення параметрів колій; способи ліквідації й попередження розвитку колійності на автомобільних дорогах різних категорій і значення.

Обґрунтовано, що для вибору раціонального способу боротьби з колійністю на дорогах різних категорій і значення необхідно розглянути широкий спектр конструктивних та технологічних рішень, що дозволить підібрати оптимальний спосіб і надасть можливість проведення планування й організації робіт з її ліквідації.

Ключові слова: колія, пластична деформація, дорожнє покриття.

*Химерик Т.Ю., к.т.н., доцент
Краюшикіна Е.В., к.т.н., доцент
Белятинский А.А., д.т.н., профессор
Национальный авиационный университет*

ЛИКВИДАЦИЯ КОЛЕЙНОСТИ – СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Выяснено, что при совместном действии движущихся тяжелых и многоместных автомобилей, а также природно-климатических факторов на покрытиях дорожных одежд могут накапливаться дефекты и деформации, одним из видов которых является колея.

Приведено классификацию колеи; факторы, которые влияют на механизм колееобразования; методы и приборы, которые могут быть использованы для определения параметров колеи; способы ликвидации и предупреждения развития колеи на автомобильных дорогах разных категорий и значения.

Обосновано, что для выбора рационального способа борьбы с колеиностью на дорогах разных категорий и значения необходимо рассмотреть широкий спектр конструктивных и технологических решений, что позволит выбрать оптимальный способ и определит возможность проведения планирования и организации работ по ее ликвидации.

Ключевые слова: колея, пластическая деформация, дорожное покрытие.

*Khimeryk T., PhD, Associate Professor
Krayushkina K., PhD, Associate Professor
Bielyatynskii A., ScD, Professor
National Aviation University*

ELIMINATION OF RUTTING AS A WAY OF ENHANCING THE ROAD PAVEMENT DURABILITY

Joint impact of heavy vehicles and multiseater cars movement and climatic factors may result in the defects and deformations accumulation in the pavement. Rutting is one of them.

Asphalt road pavements make 85% of the total road network length. Intensive rut formation on such pavements is currently included in the list of the most common problems faced during the operation of highways.

Rutting occurs mostly on the highways with over speeding traffic, especially in the speed ranks due to wear of the upper layer of pavement of the vehicles rolling lanes.

Joint action of various factors arising from the physical-chemical properties of road-building materials, structural features of the pavement design, nature and mode of the load application and vehicles speed influence the formation and the development of rutting on the pavement .

Knowing the factors that influence the formation of one or another type of rutting, you can influence them to reduce rutting. For example, in case of formation of abrasive rutting it is possible to combat it by applying wear-resistant material or introducing administrative measures including penalties for the use of studded tires beyond permissible season of application. Furthermore, when planning the pavement repair including the placement of new layers, it is recommended to use asphalt based on stone material with high characteristics of abrasion and apply additional wearing courses.

Rut formation on the roads leads to a decrease in the effectiveness of financial resources usage allocated to the road sector as this involves a need to carry out the road pavement repair more often than required by regulations.

Also existing ways of dealing with colon are: modernization of the regulatory framework (regulation of the wear of the asphalt, including wear coatings in the design of pavement, correction of normative overhaul time) reduction of allowed masses of spikes and anti-slip introduction of speed limits for cars on roads in the winter. The implementation of these various measures will reduce the wear and tear of road surfaces and allow to get significant savings on repairs of roads.

The article presents the classification of rutting; the factors affecting rutting formation mechanism; methods and devices that can be used to determine the parameters of the ruts; ways of rutting elimination and prevention of rutting formation on the roads of different categories and importance.

To select a rational way of fighting the rutting on the roads of different categories and importance, a wide range of constructive and technological solutions should be considered that will allow choosing the best way and enable planning and organization of works on the rutting elimination.

Keywords: *rut, plastic deformation, road pavement.*

Вступ. Інтенсивний розвиток колійності на асфальтобетонних дорожніх покриттях, частка яких складає приблизно 85 % від загального обсягу, на сьогодні входить до переліку найбільш широковідомих проблем, що зустрічаються при експлуатації автомобільних доріг.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Колієутворення відбувається на автомагістралях із понаднормативною інтенсивністю руху, особливо в швидкісних рядах, унаслідок зносу верхнього шару покриття по смугах накату транспорту [1, 2]. Результати моніторингу стану покриття на дорозі Київ – Одеса показали, що колійність спостерігається по смугах проходження кожного колеса автомобіля по покриттю. При цьому після багатократного прикладання навантаження від транспортних засобів по одному сліду ширина деформованої ділянки дорожнього покриття знаходиться в діапазоні від 2,5 до 3 м при залишковій фактичній товщині верхнього шару покриття в просторі між колією від 2 до 5 см.

Виділення не розв’язаних раніше частин загальної проблеми. Виникнення і розвиток колієутворення на покритті є наслідком впливу та сумісної дії різних факторів, обумовлених фізико-хімічними властивостями дорожньо-будівельних матеріалів, особливостями конструктивної будови дорожнього одягу, характером і режимом прикладання навантаження, швидкістю руху транспортних засобів [3, 4].

Постановка завдання. Визначення параметрів колії, факторів, що впливають на її появу, та способів ліквідації є важливим і актуальним завданням, розв’язання якого дозволить забезпечити нормативні транспортно-експлуатаційні показники доріг і комфортний рух автотранспорту незалежно від пори року.

Основний матеріал і результати дослідження. Проведене анкетування і часників дорожнього руху й візуальне обстеження автомобільних доріг показали, що колія існує практично на всіх категоріях доріг державного і місцевого значення незалежно від типу дорожнього одягу – капітального, полегшеного, перехідного. Глибини існуючих колій в окремих місцях досягають 10 – 15 см.

Результати натурних досліджень дозволили сформулювати основні причини появи колійності на дорожніх покриттях [5]:

- підвищені інтенсивність та швидкість руху транспортного потоку;
- використання шипованих шин;
- порушення несучої здатності підлеглих шарів;
- інтенсивне утворення пластичних деформацій у покриттях (накопичення вертикальних і горизонтальних залишкових деформацій), що відбувається в період дії високих літніх температур;
- фізичні та технологічні недоліки ґрунтів земляного полотна, а саме перезволоження, неоднорідність, недостатнє або нерівномірне ущільнення;
- використання в дорожньому одязі маломіцних матеріалів та матеріалів місцевого походження.

Форми поперечного профілю проїзної частини з коліями наведені на рис. 1.

Середня поперечна глибина колії $h_{cp.n}$ дорівнює сумарній глибині колій з одного боку від вісі дороги $\sum h_k$, поділеній на кількість колій n_k :

$$h_{cp.n} = \frac{\sum h_k}{n_k} . \quad (1)$$

Середня поздовжня глибина колії $h_{cp.e}$ дорівнює сумі глибин колій $\sum h_k$ при вимірюванні через кожні 20 м уздовж осі дороги, поділеній на кількість вимірювань n_e :

$$h_{cp.e} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} h_k}{n_e} . \quad (2)$$

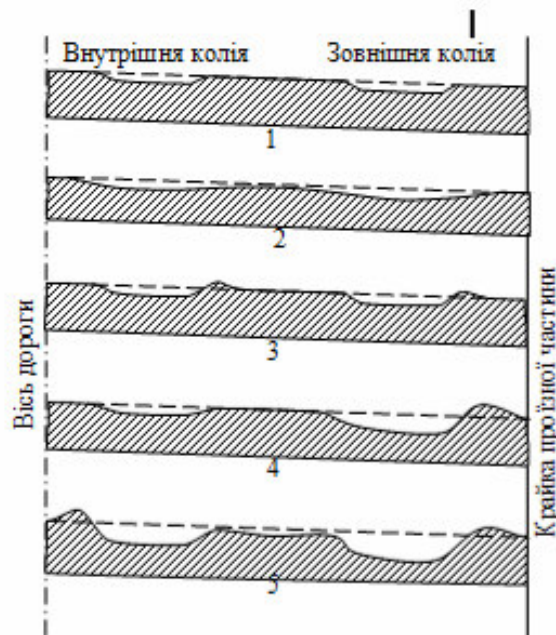


Рисунок 1 – Форми поперечного профілю проїзної частини з коліями:

- 1 – колія зносу, заглиблення на смугах накату;**
- 2 – колія прогину, зниження на смугах накату;**
- 3 – колія зсуву, заглиблення на смугах накату з одним гребенем;**
- 4 – колія просадки, заглиблення на смугах накату з просадкою біля крайки дорожнього одягу;**
- 5 – колія випору, заглиблення на смугах накату з просіданням поверхні проїзної частини**

Геометричні розміри колії можна визначити згідно з її обрисом (див. рис. 2).

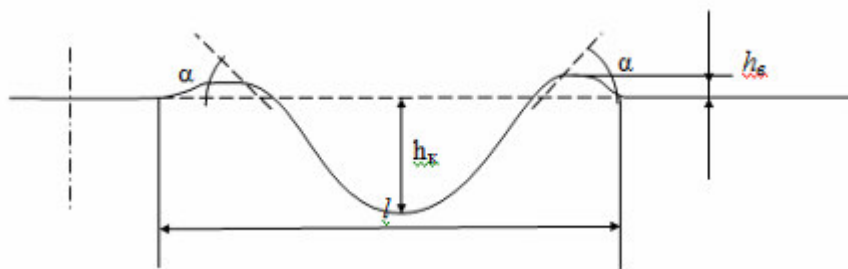


Рисунок 2 – Обрис колії:

- h_v – висота гребенів випору колії; h_k – глибина колії;**
- l – ширина вимірювання колії; α – поперечний кут заглиблення колії**

Початком колії вважається заглиблення глибиною до 5 мм, яке поступово збільшується по смузі накату на поверхні дорожнього покриття відносно деформованої поверхні; закінченням – заглиблення глибиною до 5 мм, яке поступово зменшується у смузі накату в напрямку руху на поверхні дорожнього покриття відносно недеформованої поверхні.

Транспортно-експлуатаційний стан дороги за глибиною колії оцінюють, ураховуючи ступінь її впливу на безпеку руху [6].

Оцінювання експлуатаційного стану дорожнього покриття за глибиною колії і величиною кута заглиблення наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Оцінювання експлуатаційного стану дорожнього покриття

Параметри колії	Нове покриття	Стан існуючого покриття			
		добрий	задовільний	незадовільний	критичний
Загальна глибина, мм	0	≤10	11...20	21...35	>35
Середня поперечна глибина, мм, при стандартному відхиленні	0-1	≤8	9...18	19...30	>30
	0	±1	±2	±5	±8
Середня поздовжня глибина, мм, при стандартному відхиленні	0	≤8	9...18	19...30	>30
	0	±2	±2	±8	±8
Поперечний кут заглиблення, град.	0	≤10	11...20	21...35	>35

Оцінювання ступеня впливу глибини колії на безпеку дорожнього руху наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Оцінювання ступеня впливу колії на безпеку дорожнього руху

Ступінь безпеки колії	Глибина колії, мм	
	Категорія автомобільних доріг	
	I – III	IV, V
Безпечний	до 10	до 20
Малобезпечний	11 – 20	21 – 30
Небезпечний	21 – 35	31 – 45
Критичний	>35	>45

Для визначення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення різних видів колій було проведено випробування матеріалу на колійність за допомогою колісного навантаження на ділянці виробничого полігону Національного авіаційного університету в м. Гостомель.

Метою такого випробування було отримання порівняльної характеристики поведінки асфальтобетону різних типів (ЩМА-15 і гарячий дрібнозернистий тип «В») як найбільш поширених для влаштування верхнього шару доріг вищих категорій при прикладанні багатократного навантаження при температурі від 25 до 30°C.

Зразки асфальтобетону заданого складу були влаштовані у вигляді плит 400×400×100 мм шляхом ущільнення суміші в спеціальних формах на секторному пресі ПС-3С (рис. 3). Механізм ущільнення, який використовується на цьому пресі, схожий з дорожніми котками і дозволяє отримувати зразки з рівною поверхнею.

Загальний вигляд випробувань наведено на рис. 4.

Шини коліс було використано шиповані і стандартні, тому що численними дослідженнями встановлено значний негативний вплив на зносостійкість покриття різних типів шин. Швидкість руху коліс складала 80 км/год відповідно до висновків ряду дослідників, які вважають, що знос асфальтобетонних покриттів значною мірою визначається саме швидкісним режимом руху транспортних засобів і знаходиться в прямій залежності від швидкості автомобіля, піднесеної до другого ступеня.

Результати досліджень наведені на рис. 5 – 6.

а)



б)



**Рисунок 3 – Заформовані зразки асфальтобетону:
а) прес секторний ПС-3С; б) форма з ущільненим зразком**



Рисунок 4 – Випробування зразків асфальтобетону

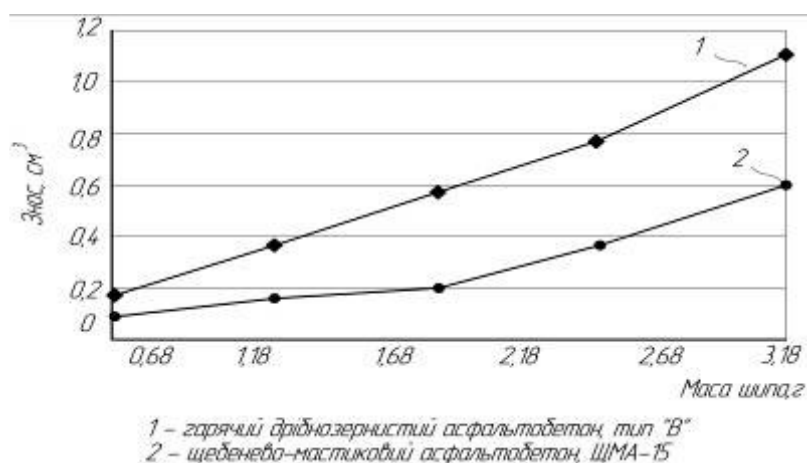


Рисунок 5 – Залежність зносу покриття від маси шипа

Із рис. 5 видно, що залежність зносу асфальтобетонного покриття різних видів має лінійний характер. Але масу шипа необхідно обмежити вагою до 2,18 г, оптимальною є вага 1,7 – 1,9 г. Більш важкі шипи при швидкості 80 км/год різко збільшують знос покриття.

Залежність глибини колії зносу від кількості проходів колеса для різних типів асфальтобетону наведено на рисунку 6.

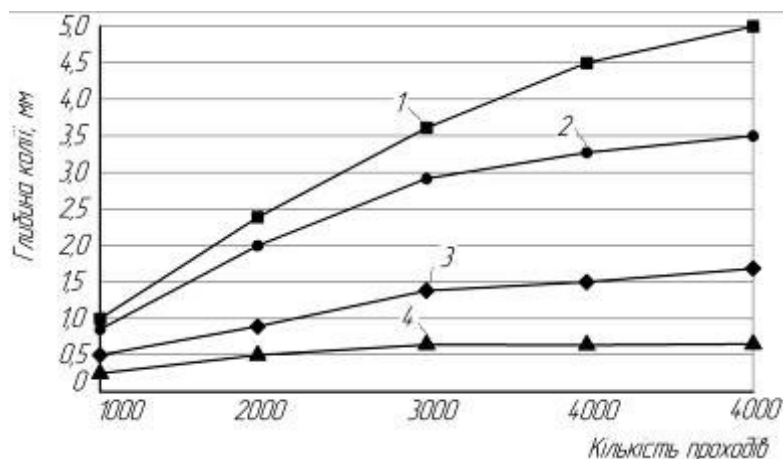


Рисунок 6 – Залежність глибини колії від кількості проходів колеса:
колесо з шипованою шиною (масою 1,8 г):
1 – гарячий дрібнозернистий асфальтобетон типу «В»;
2 – щєбєнево-мастиковий асфальтобетон ЦМА-15;
колесо із стандартною шиною:
3 – гарячий дрібнозернистий асфальтобетон типу «В»;
4 – щєбєнево-мастиковий асфальтобетон ЦМА-15

Результати досліджень підтвердили значно вищу зносостійкість щєбєнево-мастикового асфальтобетону порівняно з традиційним дрібнозернистим і показали, що обмеження маси шипа навіть при високих навантаженнях (5000 проходів) і швидкостях руху призведе до зменшення зносу покриття і збільшення строку служби в експлуатаційних умовах [7, 8].

Існуючими способами боротьби з колієутворенням на дорогах є: модернізація нормативної бази (нормування вимог до зносостійкості асфальтобетонів, урахування зносу покриттів при проектуванні дорожніх одягів, коректування нормативних міжремонтних термінів), зменшення дозволеної маси шипів проти ковзання та введення обмеження швидкості для легкових автомобілів на дорогах у зимовий період року. Реалізація комплексу цих заходів зменшить знос дорожніх покриттів і дозволить отримати значну економію коштів на ремонтах автомобільних доріг.

На основі результатів проведених досліджень можна зробити такі **висновки**:

1) на асфальтобетонному покритті існують різні типи колій, які залежно від геометричних параметрів і глибини впливають на безпеку дорожнього руху;

2) колійність нежорсткого дорожнього покриття визначається рядом факторів, серед яких значне місце посідає знос матеріалу верхнього шару під дією транспортного навантаження;

3) використання шипованих шин значно збільшує знос улаштованого покриття (навіть із щєбєнево-мастикового асфальтобетону);

4) обмеження маси шипа дозволить знизити знос матеріалу нежорсткого покриття навіть при значних швидкостях руху (80 км/год) та підвищеній інтенсивності (5000 проходів);

5) спосіб ліквідації колійності вибирається на основі результатів обстеження стану дороги з урахуванням інтенсивності, складу руху, фінансових і матеріально-технічних можливостей виробничих підрозділів.

Література

1. Надежко А. А. Об усовершенствованных типах покрытий дорог высоких категорий / А. А. Надежко // Автомобильные дороги. – 1989. – № 11. – С. 24 – 25.
2. Адоряни К. Разработка методов оптимизации и технологии приготовления обновленных асфальтобетонных смесей при ремонте покрытий: автореф. дис.... канд. техн. наук : 05.23.14 – строительство автомобильных дорог / К. Адоряни. – М., 1988. – 15 с.
3. Руденский А. В. О закономерностях усталостного разрушения дорожных одежд / А. В. Руденский, Б. С. Радовский, С. В. Коновалов // Ремонт и содержание автомобильных дорог: труды ГипродорНИИ. – М., 1975. – Вып. 10. – С. 9 – 13.
4. Исследование изменения прочности дорожных одежд в годовом периоде / О. А. Красиков, Е. П. Павловская и др. // Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации дорог: сб. науч. тр. – Алматы: КазАТК, 1998. – С. 204 – 210.
5. Modern technologies and materials for cement concrete pavements repair / O. Prentkovskis, A. Bieliatynskiy, K. Krayushkina, O. Skrypchenko // Transbaltica: Proc. of the 10-th Intern. Scientific Conf. – Vilnius, 2015. – P. 123 – 126.
6. Krayushkina K. The actuality of the use of scientific research for the development of the road sector of Ukraine / K. Krayushkina, A. Bieliatynskiy // Transbaltica: Proc. of the 10-th International Scientific Conf. – Vilnius, 2015. – P. 84 – 89.
7. Use of steel slags in automobile road construction / O. Prentkovskis, A. Bieliatynskiy, R. Junevicius, K. Krayushkina // Transport. – Vilnius, «Technika», 2012. – № 27(2). – P. 129 – 137.
8. Bieliatynskiy A. Introduction of the acoustic emission method in technical diagnostics of bridges / A. Bieliatynskiy, D. Giginejshvili, P. Koval // Proc. of the Intern. Scientific Conf. Seismics. – Tbilisi (Georgia), 2014. – P. 181 – 186.

© Химерик Т.Ю., Краюшкіна К.В., Белятинський А.О.
Надійшла до редакції 26.02.2016