

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ  
І ДОРОЖНЄ БУДІВНИЦТВО**

**НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК**

**Заснований у 1964 р.**

**Випуск 85**

**Київ, НТУ, 2012**

У науково-технічному збірнику висвітлено результати теоретичних та експериментальних досліджень в галузях: вишукування, проектування, будівництво, реконструкція та експлуатація автомобільних доріг і переходів через водотоки; штучні та підземні транспортні споруди; виробничі підприємства; організація і економіка будівельного виробництва та розвиток дорожньо-будівельної індустрії; екологія і охорона навколишнього середовища; дорожні умови і безпека руху; інженерна механіка транспортних споруд та ін.

Для працівників науково-дослідних інститутів, проектних і будівельних організацій, а також викладачів і студентів автомобільно-дорожніх ВНЗ.

*Друкується за рішенням вченої ради  
Національного транспортного університету*

*Редакційна колегія:* **В.Я. САВЕНКО**, д-р техн. наук (відп. редактор); **В.В. ПЕТРОВИЧ**, канд. техн. наук (відп. секретар); **В.І. БРАТЧУН**, д-р техн. наук; **І.П. ГАМЕЛЯК**, д-р техн. наук; **Ф.П. ГОНЧАРЕНКО**, канд. техн. наук; **В.А. ЗОЛОТАРЬОВ**, д-р техн. наук; **В.І. КАСЬКІВ**, канд. техн. наук; **Г.Є. ЛИПСЬКИЙ**, канд. техн. наук; **О.В. МАРЧУК**, д-р техн. наук; **Д.О. ПАВЛЮК**, д-р техн. наук; **О.О. РАССКАЗОВ**, д-р техн. наук; **О.С. СЛАВІНСЬКА**, д-р техн. наук.

Адреса редколегії:

01010, м. Київ, вул. Суворова, 1.

Національний транспортний університет (НТУ).

Тел. +(38 044) 280-73-38

**Постановою Президії ВАК України № 1-05/3 від 14. 04. 2010 р.  
збірник визначено як фахове видання**

**Гамеляк І.П., д-р техн. наук, Коц І.В., канд. техн. наук, Бадьора Н.П.**

## **РЕМОНТ ДОРОЖНЬОГО ТА АЕРОДРОМНОГО ОДЯГУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ІН'ЄКЦІЙНОГО УСТАТКУВАННЯ**

### **Постановка задачі**

Транспортно-експлуатаційний стан проїзної частини автомобільних доріг є найважливішим фактором, який впливає на ефективність функціонування системи транспорту. Пошкодження покриття автомобільних доріг та аеродромів виникає внаслідок перевищення допустимих напружень в окремих шарах або ґрунті земляного полотна конструкції дорожнього одягу. Це пов'язане з дією понаднормативних транспортних навантажень і/або погодних факторів, які діють зовні, що призводять до розтягуючих напружень в монолітних шарах та напружень зсуву у незв'язних шарах та ґрунтах земляного полотна. Внаслідок цього в дорожньому одязі виникають різного роду пошкодження та руйнування: тріщини, вибоїни, зсуви, просадки та проломи тощо. При несвоєчасному ремонті це може призвести до аварійних ситуацій, до пошкодження транспортних засобів і матеріалів чи обладнання та вантажів, яке вони перевозять, а також викликає загрозу безпеці людського життя. Таким чином, розробка нових технологій і засобів з ремонту та посилення дорожнього та аеродромного одягу є актуальною задачею.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Аналіз останніх досліджень показав, що відомі способи та методи з ремонту дорожнього покриття не дають бажаного результату, так як в переважній більшості використовують обладнання для статичного нагнітання розчинів в основу дорожнього одягу [1, 2]. Відомі пристрої для підсилення

дорожнього одягу, що базуються на використанні струменевого нагнітання зі сталим робочим тиском, не забезпечують бажаного результату, оскільки розчин не проникає на необхідну глибину і не забезпечується якісне зчеплення ґрунту з технологічним розчином, що значно зменшує термін експлуатації відремонтованої дороги в подальшому [3].

### **Формулювання мети та задач**

Метою роботи є розробка технології та устаткування для гідроімпульсного ін'єктування цементуючих розчинів при ремонті дорожнього та аеродромного одягу. Задачами дослідження є перевірка запропонованого методу підсилення та ремонту дорожнього покриття, а також встановлення достовірності гіпотези щодо більшої глибини проникнення розчину при використанні імпульсного способу ін'єктування.

### **Виклад основного матеріалу**

Критеріями для визначення ремонту покриттів є зменшення показників рівності доріг до допустимого значення і накопичення деформацій та руйнувань.

В результаті довготривалої експлуатації проїзної частини та ряду інших причин виникає ряд дефектів:

- провали під навантаженнями, що виникають внаслідок локальної слабості ґрунту під щебеними основами;
- осадка ґрунту, а потім і основи, яка виникає при суттєвій локальній водонасиченості підземних шарів;
- руйнування дорожнього одягу при ліквідації аварій на комунікаціях;
- відсутність контролю за відновленими конструкціями доріг після ремонту;
- руйнування асфальтобетонних шарів під дією тривалих навантажень, що пов'язане з неякісним укладанням та ущільненням шарів асфальтобетону;

- неякісна або недостатня підготовка поверхні перед укладанням, або неякісне ущільнення;

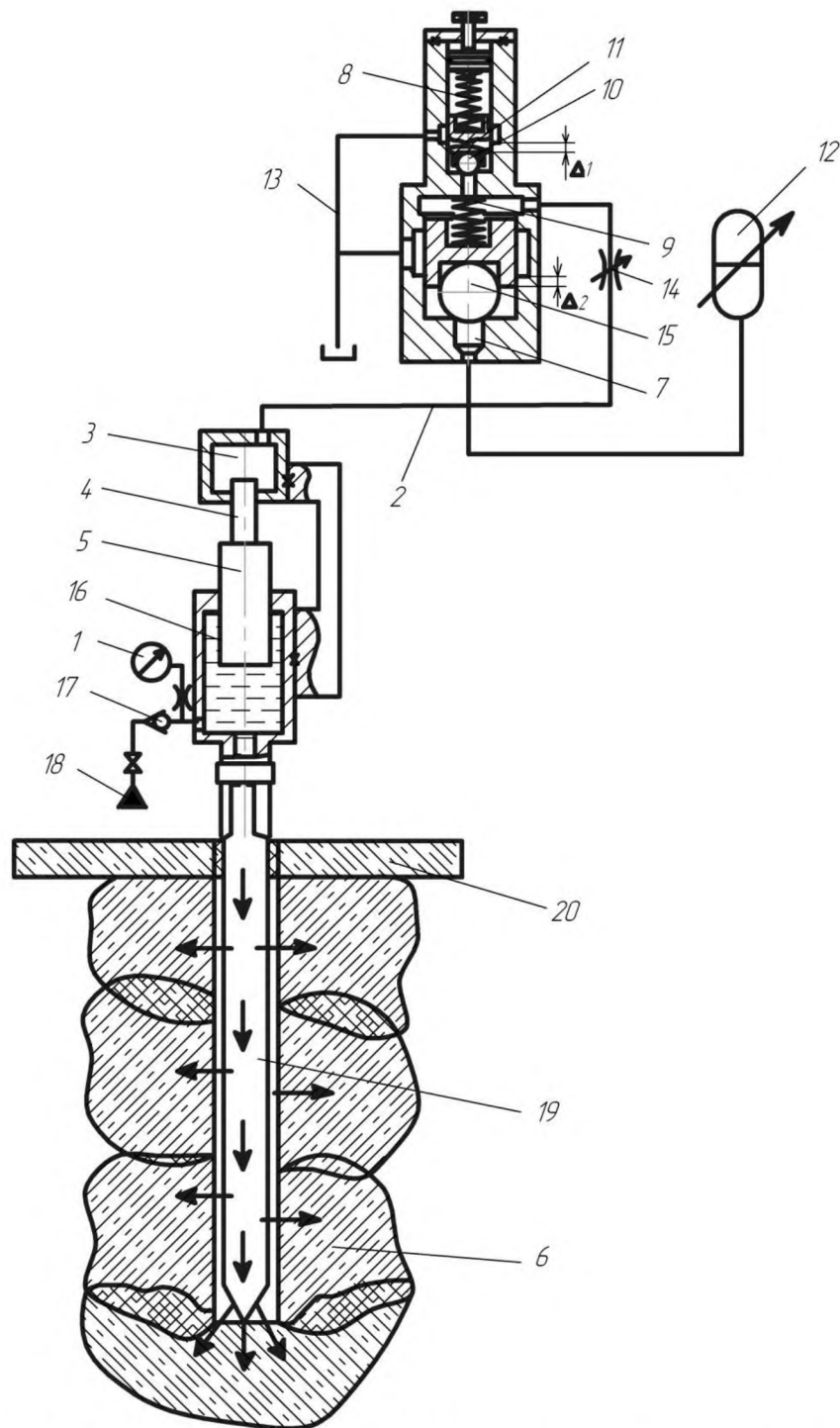
- макроруйнування полотна, що виникає внаслідок неправильного проектування при визначенні дорожніх навантажень, або некваліфікованих рішень проектувальників [5].

В залежності від виду руйнування дорожнього та аеродромного одягу особливостей його експлуатації виділяють наступні методи ремонту доріг та аеродромів [6-7]:

1. Ремонт з заміною верхнього шару дорожнього та аеродромного покриття.
2. Ремонт картами з заповненням гарячим асфальтобетоном.
3. Ремонт з використанням холодного асфальтобетону.
4. Ремонт методом струменевого нагнітання.

Встановлено, що найбільш продуктивний та оперативний ремонт дорожнього покриття досягається за допомогою струменевого нагнітання технологічного розчину під певним тиском в ремонтні ділянки. Для перевірки ефективності струменевого методу підсилення дорожнього полотна нами було розроблене нове устаткування [4] та експериментальний стенд, що представлений на рис. 1.

Експериментальні дослідження проводились з використанням експериментального стенду запропонованої конструкції (рис. 1). Як досліджуваний матеріал застосовувався щебінь розмірами частинок 5...20мм. Для виконання експериментальних досліджень було підготовлено декілька ємностей з щебенем відповідного розміруфракцій. Експеримент проводився у 2 етапи: на першому етапі нагнітання технологічного розчину здійснювалося статичне навантаження силового плунжера нагнітального пристрою, а на другому – до статичного навантаження додавалось імпульсне привантаження. Як технологічний розчин використовувався водоцементний розчин з співвідношенням 1:1 (Ц:В) з густиною 1650 кг/м<sup>3</sup> і динамічною в'язкістю 50 мПа·с . Для приготування розчину застосовувався цемент марки М 400.



**Рисунок 1** - Принципова схема випробувального стенда: 1 – манометр; 2 – гідролінія; 3 – камера робочого ходу; 4, 5 – плунжера; 6 – ґрунтовий масив; 7 – порожнина управління; 8, 11 – надклапанна порожнина; 9 – регулювальна пружина; 10, 15 – запірні елементи; 12 – регульована ємність для зміни об’єму привідної гідросистеми; 13 – зливний трубопровід; 14 – запобіжна лінія; 16 – напірна камера; 17 – клапани зворотні; 18 – трубопровід, що служить для подачі розчину технологічного розчину; 19 – ін’єктор; 20 – зовнішній шар дорожнього одягу

В результаті проведених експериментів було отримано для порівняння ряд зразків тіл заповнення, що утворені, відповідно, при імпульсному та статичному нагнітанні цементного розчину у щебенеvu структуру, зовнішній вигляд цих типових зразків показано на рис.2.

Співставлення результатів експериментальних досліджень, яке проводилось згідно утворених у щебенеvій структурі тіл заповнення (рис. 2), показало, що імпульсне нагнітання технологічних скріпних розчинів в масив ремонтваного дорожнього покриття є більш ефективним, тому що відбувається якісне заповнення порожнин у щебені і тіла заповнення, які утворені у товщі щебеневого масиву, мають значно більші розміри, внаслідок проникнення розчину на більшу глибину. В кінцевому результаті при практичному застосуванні це гарантуватиме високу міцність основи дорожнього та аеродромного покриття.



**Рисунок 2** - Типові експериментальні зразки тіл заповнення утворені при імпульсному та статичному нагнітанні розчинів, відповідно

Експериментальні дослідження показали, що: при малій глибині занурення ін'єктора в ділянку, яку необхідно підсилювати, відбувається прорив певного об'єму розчину на поверхню. А при великій глибині занурення ін'єктора розчин поширюється лише в навколишньому просторі свердловини і не проникає на зовнішню поверхню ремонтваної ділянки.

При ін'єкційному ремонті дорожнього покриття, як правило, утворюється просторова структура розчину, яка представляє собою центральний стержень з горизонтальними та похилими прошарками розчину.

Значний вплив на глибину проникнення технологічного скріпного розчину в товщу ґрунтового масиву дорожнього полотна має збільшення об'єму подачі технологічного скріпного розчину, що визначається за встановленою нами експериментальною залежністю:

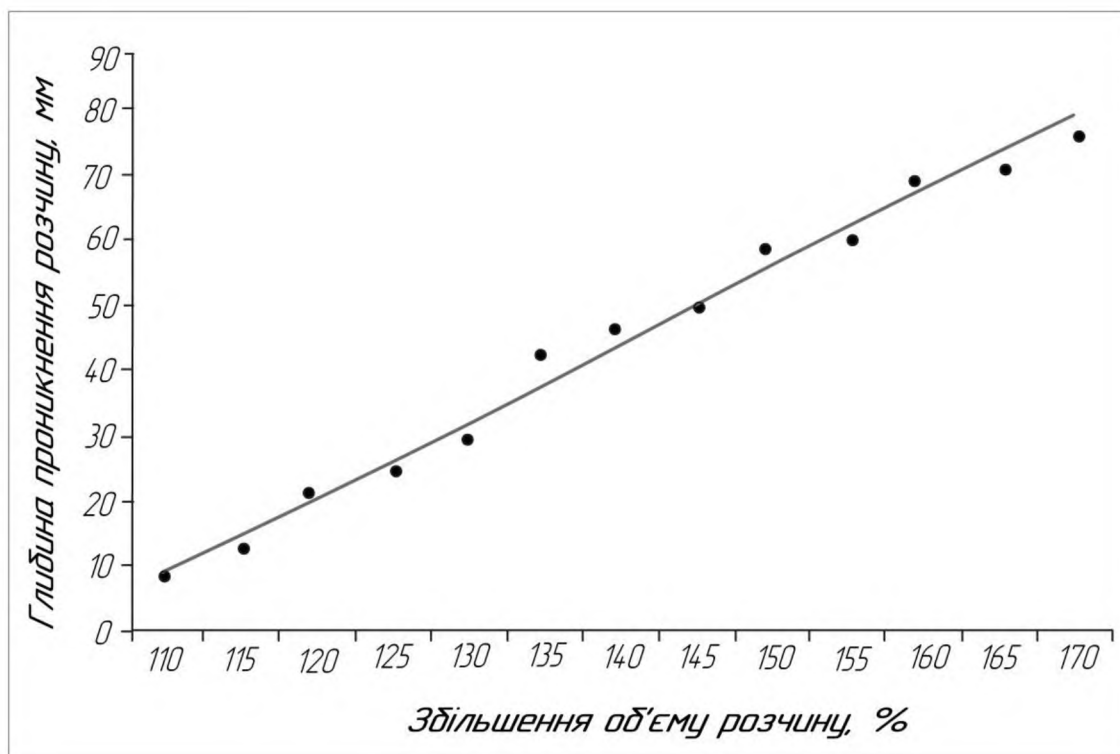
$$t = 1,04n - 105,55, \quad (1)$$

де  $t$  – глибина проникнення розчину, мм;

$n$  – збільшення об'єму подачі розчину, %.

Графік залежності представлений на рис. 3. З рисунка видно, що підвищення подачі розчину веде до збільшення глибини його проникнення.

Аналіз отриманих залежностей (рис. 3) показав, що збільшенням об'єму поданого технологічного скріпного розчину на 170% забезпечує глибину його проникнення до 80 мм. Мінімальна глибина просочення скріпним розчином близько 8 мм досягається при збільшенні об'єму на 110%.



**Рисунок 3** - Залежність глибини проникнення розчину від об'єму розчину



## Висновок

1. Запропоноване та розроблене нове устаткування для підсилення і ремонту основи дорожнього та аеродромного покриття, яке експериментально підтвердило свою працездатність та ефективність.

2. Проведені експериментальні дослідження підтвердили ефективність струменевого методу ремонту дорожнього та аеродромного покриття. При використанні імпульсного способу нагнітання технологічних скріпних розчинів в товщу дорожньої та аеродромної основи, глибина проникнення цього розчину збільшується у порівнянні з традиційними статичними способами.

3. Наведена залежність, яка дозволяє визначити необхідну глибину проникнення імпульсного струменя технологічного скріпного розчину в залежності від збільшення об'єму поданого скріпного розчину.

## Література

1. Патент № 2227616 RU Росії, МПК E02D 3/12, E01B 1/00. Способ ремонта железнодорожного земляного полотна / Крицкий М.Я, Скоркин В.Ф, Ланис А. Л – № 2004122283/03, заявл. 19.07.2004, одерж. 20.01.2006.
2. Способы ремонта асфальтобетонных покрытий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.dor.ru/articles/1/3/sposoby-remonta-asfaltobetonnih-pokrytii>.
3. Патент № 2148690RU Росії, МПК E01C23/06. Способ ремонта бетонных или железобетонных покрытий дорог, мостов и аэродромов /Коротышевский О.В.; Белобородов К.Ю.– № 98103108/03, заявл. 13.02.1998, одерж.10.05.2000.
4. Патент на корисну модель № 54122U Україна, МПК<sub>8</sub> E02D 3/00, E21B 43/16, E21D 20/00. Установка импульсной дѣи для нагнітання сумішей в ґрунтовий масив / Коц І. В., Бадьора Н. П.; заявник і власник патента Вінницький національний технічний університет. – № u201005469; заявл. 05.05.2010; опубл. 25.10.2010. Бюл. № 20.
5. Меренцова Г.С. Современные методы ремонта автомобильных дорог / Г.С. Меренцова, Н.Ю. Рыжиков, А.С. Зименков // Научно-практическая конференция Алтайского государственного университета им. И.И. Ползунова. – 2007. – 3 с.
6. Ремонт дорожных покрытий. [Электронный ресурс]. Режим доступа:[http://www.rastom.ru/info/remont\\_doroznih\\_pokritiy.html](http://www.rastom.ru/info/remont_doroznih_pokritiy.html).
7. Лещинская Т.П., Попов В.А. Современные методы ремонта аэродромных покрытий. Учебное пособие. М.: МАДИ, 1999. – 61 с.

## З М І С Т

стр.

### РОЗВІДУВАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ДОРІГ ТА ПЕРЕХОДІВ ЧЕРЕЗ ВОДОТОКИ

<b>Богаченко М. В., Гончаренко М.В.</b> Застосування витрат автомобільного транспорту в техніко-економічних розрахунках будівництва та реконструкції доріг.....	3
<b>Ряпухін В.М., Нечитайло Н.О.</b> Використання критерію міцності Писаренко – Лебедева (2) для оцінки міцності асфальтобетонних шарів нежорстких дорожніх одягів.....	9
<b>Хом'як А.Я., Лісовол Ю.А.</b> Перспективи розвитку мережі автомобільних доріг.....	20

### ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

<b>Березіна Н.О.</b> Деякі властивості кополімерів на основі 9-вінілкарбазолу..	28
<b>Мустяца О.Н., Ковтун Ю.В.</b> Переробка промислової сульфідно-оксидної стибієвої сировини з подальшим отриманням в'язучих матеріалів для будівництва.....	36
<b>Чистяков В.В., Шургая А.Г., Дорошенко Ю.М., Чиженко Н.П.</b> Цементобетони для покриття доріг.....	48

### БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ДОРІГ

<b>Аленіч М.Д.</b> Теоретичні аспекти технології холодної регенерації асфальтобетонних покриттів.....	56
<b>Гамеляк І.П., Коц І.В., Бадьора Н.П.</b> Ремонт дорожнього та аеродромного одягу з використанням гідроімпульсного ін'єкційного устаткування.....	59
<b>Литвиненко А.С., Волощук Д.В., Петренко М.Л.</b> Досвід порівняльної оцінки ущільненості дрібнозернистих пісків, що виконувалась різними методами, при спорудженні із них транспортних роз'язок в м. Київ.....	66
<b>Роман С.В., Кизима С.С.</b> Основні шляхи вирішення проблем підвищення ефективності використання дорожніх вкладень в умовах міських населених пунктів.....	76

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ЕКОНОМІКА БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

<b>Ігнатюк В.В.</b> Оптимізаційні моделі в управлінні станом дорожнього одягу автомобільних доріг.....	85
<b>Петрович В.В., Соколов О.В.</b> Оптимізація стратегії ремонту та утримання водопропускних труб.....	92
<b>Лихоступ М.М., Ліпський Г.Є.</b> Процеси управління вартістю дорожніх робіт.....	98
<b>Соколова Н.М.</b> Показники експлуатаційної якості в контрактах на ремонт та утримання автомобільних доріг.....	106
<b>Червякова В.В.</b> Основні етапи впровадження контролінгу на підприємствах автосервісу.....	112

## **ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД**

<b>Данчук В.Д., Олійник Р.В., Самойленко Є.С., Тарабан С.М.</b> Класифікація структурних елементів вулично-дорожньої мережі методами кластерного аналізу.....	124
<b>Жук В.М., Бошота В.В.</b> Математична модель наповнення ексфільтраційної траншеї в безрозмірних змінних при постійному притоці дощового стоку.....	131
<b>Петрович В.В., Артеменко В.А.</b> Довгострокове прогнозування величини річкового стоку методом SVD – розкладення.....	142
<b>Савенко В. Я., Славінська О. С., Козарчук І. А.</b> Математичне моделювання течії в зонах розгалуження річкового потоку.....	148
<b>Шпиг А.Ю.</b> Імітаційна модель для дослідження впливу випадкових факторів на стан покриття дорожнього одягу.....	161

## **ШТУЧНІ ТА ПІДЗЕМНІ ТРАНСПОРТНІ СПОРТУДИ**

<b>Петрович В.В., Скрипник Т.В., Скрипник В.Ю.</b> Особливості використання поліетиленових труб для ремонту штучних споруд на автомобільних дорогах.....	168
<b>Снитко В.П.</b> Визначення вантажопідйомності прогонових будов сталезалізобетонних мостів.....	174
<b>Шинкарук Л.А., Ясінська Л.Р.</b> Захист мостових опор від розмиву на передгірських ділянках річок за допомогою перепадів.....	185

<b>Чечуга О.С., Каськів В.І., Петрович В.В.</b> Математичне моделювання процесу взаємодії круглої залізобетонної труби з ґрунтом середовища під дією зовнішнього навантаження.....	193
--	-----

## **ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

<b>Висоцький С.П., Столярова Н.О., Коновальчик М.В., Чмихалова Ю.Ю.</b> Очищення стічних вод із систем водовідведення на автомобільних дорогах.....	200
<b>Литвиненко Т.П., Ткаченко І.В.</b> Моделювання просторового розміщення елементів благоустрою автомобільних доріг.....	211
<b>Тютюнник Я.С.</b> Аналіз небезпек пов'язаних з роботою автозаправних станцій.....	217

## **ДОРОЖНІ УМОВИ ТА БЕЗПЕКА РУХУ**

<b>Дудніков О.М.</b> Основне рівняння багаторядного щільного транспортного потоку на ділянці дороги визначеної довжини.....	223
<b>Кожушко В.В., Кожушко В.П., Перістий О.О.</b> Досвід організації дорожнього руху в місцях концентрації дорожньо-транспортних пригод та місцях лівовідднесених розворотів транспортних засобів і підходах до них та деякі технічні рішення по його удосконаленню.....	231
<b>Шаповалов А.Л.</b> Методика обліку складу дорожнього руху з рухомого транспортного засобу.....	239

**Збірник наукових праць**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**  
*Національний транспортний університет*

***АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ  
І ДОРОЖНЄ БУДІВНИЦТВО***

Науково-технічний збірник

Заснований у 1964 р.

Випуск 85

Відп. редактор В.Я. Савенко

Комп'ютерна верстка: А.П. Яремов

***За стилістику і орфографію статей збірника несуть відповідальність автори***

Підписано до друку 27.09.2012

Формат 84<sup>h</sup>108/32. Папір офсетний №1

Гарнітура Антикwa. Друк офсетний.

Наклад 300. Зам. №

01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 39.

Редакційно-видавничий відділ НТУ, тел. (044) 284-26-26