

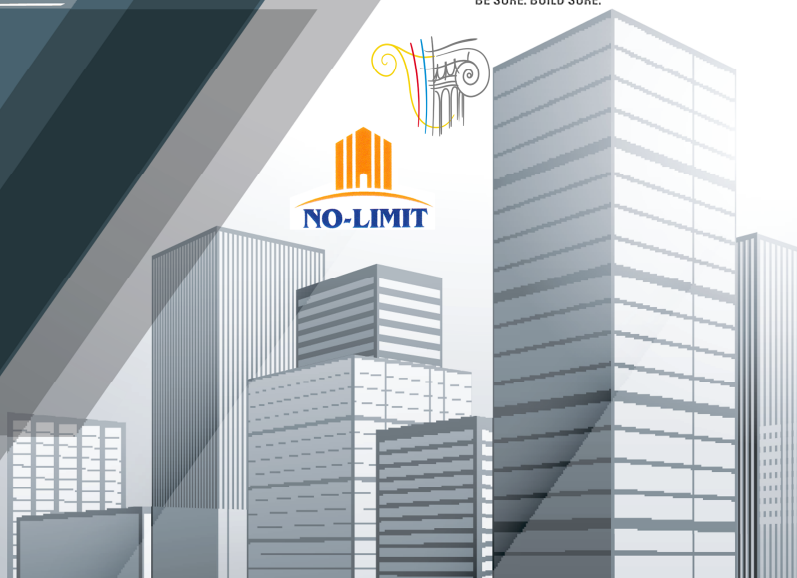
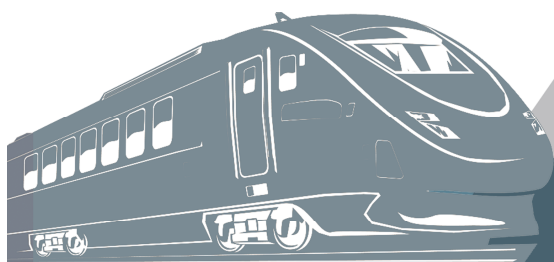
Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту



ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ  
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ  
VIII-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**Тези доповідей**

**Частина 1**



20–22 листопада 2019 р., м. Харків, Україна

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 8-ої міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ  
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

**Харків 2019**

8-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 20-22 листопада 2019 р.: Тези доповідей. Ч.1 - Харків: УкрДУЗТ, 2019. - 119 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та будівельної галузі за трьома напрямками: залізниця, автомобільні дороги, промисловий транспорт і геодезичне забезпечення; будівельні конструкції, будівлі та споруди; будівельні матеріали, захист і ремонт конструкцій та споруд.

## ЗМІСТ

### Секція

## ЗАЛІЗНИЦІ, АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ, ПРОМИСЛОВИЙ ТРАНСПОРТ І ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

INFLUENCE OF THE STRUCTURAL ARRANGEMENT OF THE RAIL FASTENING SYSTEM ON ENSURING THE STABILITY OF RAIL GAUGE IN OPERATING CONDITIONS <b>O.V. Aharkov, V.M. Tverdomed, V.D. Boiko, V.V. Kovalchuk, O.G. Strelko.....</b>	9
THE USAGE OF BOARD COMPUTERS IN TRACTORS <b>J. Kaminski, G. Viselga, Ev. Ugnenko, A. Jasinskas, I. Tetsman, O. Tymchenko.....</b>	10
MODELING THE DYNAMIC RESPONSE OF RAILWAY TRACK <b>D.M. Kurhan, M.B. Kurhan.....</b>	12
THE USE OF INTERMITTENT WHEELS, IMPREGNATED BY THE CONTACT METHOD TO REDUCE THE THERMAL STRESS OF THE GRINDING PROCESS <b>V.M. Tonkonogiy, A.A. Yakimov, L.V. Bovnegra, T.A. Sidelnykova, Predrag Dašić.....</b>	14
STUDY OF TREATMENT EFFICIENCY OF WASTEWATER COLLECTED FROM THE SURFACE OF ROADS BY NATURAL ZEOLITE <b>E.B. Ugnenko, V.A. Yurchenko, N.I. Sorochuk , O.G. Melnikova, G. Viselga.....</b>	15
ПОКРАЩЕННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОЛИВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ШЛЯХОМ ДОДАВАННЯ РІДКОКРИСТАЛІЧНИХ ПРИСАДОК <b>Н.М. Аношкіна, О.С. Харківський .....</b>	16
ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ЗБІЛЬШЕННЯ РАДІУСІВ КРУГОВИХ КРИВИХ <b>В.М. Астахов, Н.В. Бєлікова, Е.А. Бєліков, С.В. Лихицький .....</b>	18
ПРОБЛЕМИ НЕЗАКОННОЇ ЗАБУДОВИ МІСТ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИСВА ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ <b>Н.В. Белоусова, М.П. Стецюк, Т.А. Левковська, А.С. Лугова.....</b>	20
ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАПРУЖЕНЬ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ ТЯГОВИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ РУХОМОГО СКЛАДУ <b>С.В. Бобрицький, О.А. Логвіненко, О.О. Анацький, І.М. Єгорова.....</b>	22

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ, РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	
<b>О.Л. Бойко, Д.О. Ляшенко, Д.Е. Прусов.....</b>	<b>24</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРОМІЖНИХ РЕЙКОВИХ СКРІПЛЕНЬ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПОЗДОВЖНЬОЇ СТІЙКОСТІ КОЛІЇ	
<b>В.Д. Бойко, В.М. Молчанов, В.М. Твердомед.....</b>	<b>26</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ МЕТРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА БЕЗПОСЕРЕДНЬО ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННІ ВИСОКОТОЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ	
<b>А.Й. Віват, А.Л. Церклевич.....</b>	<b>28</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДІЇ СИЛ НА КОЛІЮ В СИСТЕМІ «ЕКІПАЖ-КОЛІЯ»	
<b>В.Г. Вітольберг, Н.В. Бугаєць, А.С. Малішевська, Н.О. Муригіна.....</b>	<b>30</b>
ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЛЬМОВОЇ ВАЖІЛЬНОЇ ПЕРЕДАЧІ ВАГОНА-ДУМПКАРА	
<b>Д.І. Волошин, І.М. Афанасенко, Я.В. Дерев'янчук.....</b>	<b>32</b>
ОБГРУНТУВАННЯ РОЗТАШУВАННЯ ВІКОН РОЗПОДІЛЬЧИХ СИСТЕМ ПЛАНЕТАРНИХ ГІДРОМАШИН	
<b>А.А. Волошина, А.І. Панченко, О.А. Тітова, І.А. Панченко, А.І. Засядько.....</b>	<b>34</b>
ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ДВОШАРОВОГО МАЩЕННЯ НА РЕСУРС РЕЙОК ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	
<b>С.В. Воронін, Б.С. Асадов, В.О. Стефанов, Д.В. Онопрейчук, А.О. Бабенко.....</b>	<b>36</b>
ТЕРИТОРІАЛЬНИЙ АСПЕКТ ФОРМУВАННЯ ОТГ	
<b>Л.В. Гасенко, Т.П. Литвиненко, А.В. Гасенко, В.В. Дарієнко, І.О. Скриннік .....</b>	<b>38</b>
МЕТОДОЛОГІЯ ЗАСТОСУВАННЯ ОБМЕЖЕНЬ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ПРИ ПЛАНУВАННІ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ АЕРОПОРТІВ	
<b>Д.С. Добряк, І.О. Новаковська, К.Д. Ніколаєв, Л.Р. Скрипник.....</b>	<b>40</b>
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЬНОГО ПРИНЦИПУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКТІВ МАЛОГАБАРИТНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УМОВ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА	
<b>І.А. Ємельянова, В.В. Блажко, Д.Ю. Субота, І.В. Чернець.....</b>	<b>41</b>
МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ КОМПОНЕНТІВ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ ІЗ ПОВЕРХНЕЮ РОБОЧОГО ОРГАНА ТУРБУЛЕНТНОГО ЗМІШУВАЧА	
<b>І.А. Ємельянова, В.В. Блажко, С.В. Даньшева, Н.С Шишко .....</b>	<b>43</b>

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛІЄСТІЙКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ РІЗНИХ ТИПІВ, ПРИГОТОВЛЕНИХ НА МОДИФІКОВАНИХ БІТУМАХ <b>В.К. Жданюк, О.О. Воловик.....</b>	45
КЛАСИФІКАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ <b>В.В. Івасенко, Т.В. Ряполов.....</b>	47
ОСОБЛИВОСТІ СПІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ НА АЕРОДРОМАХ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗСУ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЙ, ПІД'ЇЗНИХ ШЛЯХІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАЛЬНОГО І ІНШОГО МАЙНА АВІАЦІЙНИХ ЧАСТИН <b>В.М. Краснокутський, В.В. Кав'юк.....</b>	50
ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ <b>М.А. Кухар, В.В. Касьянов, Ю.В. Шульдінер, А.М.Малявін, О.О. Воронков.....</b>	52
СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ ІЗ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ <b>В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, М.М. Коробко.....</b>	54
ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ БУДІВЕЛЬНОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ НА ОСНОВІ КАДАСТРОВИХ ДАНИХ <b>С.В. Нестеренко, Р.А. Міщенко, В.В. Щепак, Г.І. Шарий.....</b>	56
ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ КООПЕРОВАНИХ БУДІВЕЛЬ <b>С.В. Нестеренко, В.В. Щепак, А.М. Карюк, Р.А. Міщенко.....</b>	58
МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ОХОРОННИХ ЗОН ПРИДОРОЖНІХ СМУГ В УКРАЇНІ. <b>І.О. Новаковська, П.Ф. Жолкевський, М.П. Стецюк, Н.Ф. Іщенко.....</b>	60
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОРБІТАЛЬНОГО ГІДРОМОТОРА <b>А.І. Панченко, А.А. Волошина , О.А. Тітова, І.А. Панченко, А.С. Пастушенко.....</b>	61
ГІС У ДОСЛІДЖЕННЯХ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ТЕХНОГЕННО-ДЕФОРМОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ <b>В.О. Пеньков, В.М. Астахов, О.С. Саяпин, Н.В. Бєлікова, Е.А. Бєліков</b>	63
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ <b>В.О. Пеньков, О.О. Скорик, О.М. Ужвієва, Є.М. Коростельов, В.Ю. Панченко.....</b>	66
ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ЗМІНИ ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ <b>Д.О. Потапов, В.Г. Вітольберг, П.В. Пліс.....</b>	68

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ВЕДЕННЯ ПОЇЗДІВ І КОНСТРУКЦІЇ ПІДРЕЙКОВОЇ ОСНОВИ НА БОКОВИЙ ЗНОС РЕЙОК В КРИВИХ МАЛИХ РАДІУСІВ	
<b>Д.О. Потапов, Ю.Л. Тулей, С.В. Кулік.....</b>	<b>70</b>
ВИКОРИСТАННЯ ГЕОРАДІОЛОКАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТІВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА	
<b>В.О. Процюк.....</b>	<b>72</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ ГАЛЬМОВОЇ ВАЖІЛЬНОЇ ПЕРЕДАЧІ ТА ПОБУДОВА МОДЕЛІ НАВАНТАЖЕННЯ КОЛОДОК ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ	
<b>В.Г. Равлюк, М.Г. Равлюк, В.А. Гребенюк, В.В. Бондаренко.....</b>	<b>74</b>
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ТА ПАРАМЕТРИЧНА ОЦІНКА ВИНИКНЕННЯ НЕНОРМАТИВНОГО ЗНОСУ ГАЛЬМОВИХ КОЛОДОК ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ	
<b>В.Г. Равлюк, М.Г. Равлюк, В.А. Гребенюк, В.В. Бондаренко.....</b>	<b>76</b>
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ МІЦНОСТІ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРИ ПЕРЕХОДІ ДО ПІДВИЩЕНОГО ОСЬОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ДО 25 Т/ВІСЬ	
<b>А.В. Радкевич, В.Д. Пертенко, О.Л. Тютюкін, В.С. Андрєєв, Н.А. Мухіна.....</b>	<b>78</b>
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КАНАТНИХ БАРАБАНІВ МАНЕВРОВИХ ЛЕБІДОК ШПИЛЬОВОГО ТИПУ	
<b>Є.В. Романович, А.В. Євтушенко, А.М. Кравець, Л.М. Козар, Г.М. Афанасов.....</b>	<b>80</b>
ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ НА МОСТАХ ТА ШЛЯХОПРОВОДАХ	
<b>Р.В. Смолянюк, Н.В. Смолянюк.....</b>	<b>82</b>
НОРМУВАННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ РІВНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	
<b>Р.В. Смолянюк, І.В. Кіяшко.....</b>	<b>84</b>
ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ДІЇ ДОРОЖНИХ УМОВ НА РУХОМИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ	
<b>В.Б. Струтинський.....</b>	<b>85</b>
ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В МАНІПУЛЯТОРІ РУХОМОГО НАЗЕМНОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ	
<b>В.Б. Струтинський.....</b>	<b>87</b>
ПРОЕКТУВАННЯ ДОВЖИНИ ПОСАДКОВОГО МАЙДАНЧИКА ЗУПИНОК МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТУ НА МІСЬКИХ ВУЛИЦЯХ	
<b>С.Ю. Тімкіна, О.В. Степанчук, А.О. Бєлятинський.....</b>	<b>89</b>

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ДЕРЕВ'ЯНОЇ ШПАЛИ МЕТРОПОЛІТЕНУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ «ЛИРА»	
<b>Д.А. Фаст, В.П. Шраменко</b> .....	91
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАТИВНОСТІ Й НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ШПАЛ В ТУНЕЛІ МЕТРОПОЛІТЕНУ	
<b>Д.А. Фаст</b> .....	93
ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ КУЗОВА НАПІВВАГОНА ЗЧЛЕНОВАНОГО ТИПУ З КРУГЛИХ ТРУБ	
<b>О.В. Фомін, А.О. Ловська, В.І. Чимшир, О.М. Букатова, Л.Г. Яренчук</b> .....	95
ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ФІТИНГОВИХ УПОРІВ ВАГОНА- ПЛАТФОРМИ ПРИ ПРУЖНО-В'ЯЗКІЙ ВЗАЄМОДІЇ З ФІТИНГАМИ КОНТЕЙНЕРА-ЦИСТЕРНИ	
<b>О.В. Фомін, А.О. Ловська, Л.О. Балиль, О.П. Радкевич, І.Ю. Скляренко</b> .....	97
ТОЧНІСТЬ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ І ВИХІДНІ ДАНІ ЗЙОМКИ МІСЦЕВОСТІ ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ РУСІ	
<b>А.О. Шевченко, О.О. Матвієнко, В.А. Лютий, В.Г. Мануйленко, Н.О. Муригіна</b> .....	99
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ	
<b>А.М. Штомпель, Є.М. Коростельов, В.М. Бацамут, В.Т. Оленченко, С.А. Горєлишев</b> .....	101
ДИНАМІЧНИЙ ВПЛИВ НА КОНСТРУКЦІЮ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ПІДШПАЛЬНОЇ ОСНОВИ	
<b>А.М. Штомпель, О.П. Кондратенко, О.В. Братченко, В.В. Пащенко, Д.С. Баулін</b> .....	103
ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ ПРИДОРОЖНІХ ТЕРИ- ТОРІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ХІМІЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ІНДИКАЦІЇ	
<b>В.О. Юрченко, Є.Б. Угненко, О.Г. Мельнікова, О.В. Рачковський, П.С. Іванін</b> .....	105
О ПРИБЛИЖЕННОМ АЛГОРИТМЕ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОБУСОВ	
<b>А.В. Панишев, М.В. Костикова, И.В. Скрипина, Л. Бурцева, А.И. Левтеров, Ф. Вернер</b> .....	107
ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ОСЕВОЙ НАГРУЗКИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В УКРАИНЕ	
<b>А.М. Патласов, В. С. Андреев, О.Л. Тютюкін, О.В. Губарь, М.А. Арбузов</b> .....	109



МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ  
НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА С УЧЕТОМ ТРАНСПОРТНОЙ  
ДОСТУПНОСТИ.

**Р.Ю. Чубукин, О.В. Доброходова, С.Г. Нестеренко, Ю.Б. Радзинская,  
М.Н. Токарев.....** 111

ТЕХНИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ  
И СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ЛИНЕЙНЫХ КОММУНИКАЦИЙ И ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**В.В. Яременко, О.Н. Агафонов, Е.Б Угненко, Е.Н. Ужвиева .....** 113

Секція  
ЗАЛІЗНИЦІ, АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ, ПРОМИСЛОВИЙ  
ТРАНСПОРТ І ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

UDK 624.012.4:699.812

**INFLUENCE OF THE STRUCTURAL ARRANGEMENT OF THE RAIL  
FASTENING SYSTEM ON ENSURING THE STABILITY OF RAIL  
GAUGE IN OPERATING CONDITIONS**

*O.V. Aharkov, PhD (Tech), V.M. Tverdomed, PhD (Tech),  
V.D. Boiko, PhD (Tech), V.V. Kovalchuk, PhD (Tech),  
O.G. Strelko, D.Sc. (Tech)*

*State University of Infrastructure and Technology (Kiev)*

The rail track is a multi-element structure that is a subject of requirements to ensure stability of many parameters. As the rolling stock speed increases, the requirements for these parameters increase accordingly. One of these parameters is the track gauge. The stability of this parameter depends on many of the structural units of the upper track structure and environmental conditions.

Given that the Ukrainian Railways only plans to go at speeds in excess of 160 km/h, there is a need to analyze the ability of structural elements already used on the railway to provide safe high-speed train movement.

In the research work, the authors have considered the influence of such a structural unit as an intermediate rail fastening on its ability to provide a stable track gauge.

For comparison, the most common intermediate rail fastening units on the Ukrainian Railways were accepted, including the KB-65 type fastening, the KPP-1 fastening and the KPP-5 fastening.

In order to determine exactly the influence of each structural unit, the other gauge parameters for all three types of fasteners were equivalent. The data were obtained from the track measuring instruments.

With the obtained data, a statistical analysis has been conducted, which made it possible to draw conclusions about the ability of the intermediate rail fastening units under consideration to ensure the track gauge stability.

The conclusions have been made on the applicability of each of the fastening units under consideration.

## THE USAGE OF BOARD COMPUTERS IN TRACTORS

*J. Kaminski<sup>1</sup>, PhD (Eng), G. Viselga<sup>2</sup>, D.Sc. (Tech),  
Ev. Ugnenko<sup>3</sup>, D.Sc. (Tech), A. Jasinskas<sup>4</sup>,  
I. Tetsman<sup>2</sup>, D.Sc. (Tech), O. Tymchenko<sup>3</sup>, PhD (Tech)*

<sup>1</sup> *Warsaw University of Life Sciences (Warsaw)*

<sup>2</sup> *Vilnius Gediminas Technical University (Vilnius)*

<sup>3</sup> *Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

<sup>4</sup> *Vytautas Magnus University (Kaunas)*

Since 1989 in Polish market there have been offered modern tractors, produced by Western companies, equipped with electronic steering and control systems [1, 2]. These systems include microprocessors for particular tractor unit service or board computer (microprocessor, microcomputer) for steering and control of several tractor units. In Polish agriculture only small percentage of tractors is equipped with such systems.

According to the Institute of Technology and Life Sciences, Mazovian Research Centre in Kiudzienko forecast - in the coming years the sale of such tractors in Polish market will be growing, mainly because of the increase of economic and ecological requirements and work quality, comfort of driving and service [3]. It is forcing the technical progress improving tractor designs and adjusting them to new requirements. More and more effective control systems are introduced to improve agricultural tractor usage. Transmission of signals between them (communication) enables realization of complex agro technical operations with quality (precision, accuracy) impossible to be reached by traditional (mechanical) driving systems of tractors and agricultural machinery.

Introduction of numerical techniques, allowing transmission of large number of information with significantly reduced number of cables was especially important from the point of view of application of electronics in tractors.

The objective of investigations was a trial of assessment of board computer usage possibility in tractors. The analysis was based on tractors produced by Case, Deutz, Fahr, Fendt, New Holland, John Deere, Massey Ferguson, Lamborghini, Valmet, Renault companies, sold in the largest quantities in the Polish market.

In tractors the systems of engine, gearbox, hydraulic ram, rear-wheel steering etc. can be linked together by cables transmitting digital data [4]. Steering and control systems located in the machines aggregated with tractor can co-operate with board computer installed in tractor. Usage of electronic system controlling interactions of system including: driver, tractor, machine and soil gives huge possibilities of improvement of aggregate work results, among others by: efficiency increase, fuel consumption decrease. Electronic adjustment of machines requires the compatibility of tractor computer, machine processor, cables and couplings necessary for connection of computer with machine processor to be achieved. Those units have been already standardized, and that is why the tractor may be aggregated with

machines equipped with electronic systems produced by different manufacturers. There are growing possibilities of electronic steering of farm tractor functions in two new technical solutions: system of tractor positioning in the field and system of mutual telecommunication between tractor, machine and office [5]. Recently Companies have demonstrated new tractors with hydrostatic drive and automating steering system without cabs and drivers, but in practice, those systems are not offered in Polish market.

The companies existing in Polish market equip their tractors with computer systems for measurement, registration, monitoring and automatic control of working parameters. In Poland there have been already distributed systems of indicators informing of a tractor malfunction and what is the remedy, as well as diagnostic systems applied in repair shops, simple electronic control devices (e.g. electronic limiter of rotation number, limiter of TUZ-[three point suspension system] upper position), microprocessor systems for several parameters control in particular sets of tractor (e.g. lift, gear box or engine), complex systems for automatic control of tractor-agricultural machine aggregates with board computers usage with modular structure (with possibility of adding of modules and enlarging by that the range of control) together with steering elements (electric valves, sensors) installed in tractor units and interconnected by a signal transmission bus.

On basis of above analysis units (sections) with electronic steering were chosen as having a possibility of wider use in tractors on Polish market at present and in near future as follows: 1 - engine (automatic control – installed equipment test, fuel dosage control); 2 - gear box (change, programming, damage diagnosis); 3 - lever (control, damage diagnosis); 4 - live axle (differential mechanism locking, in/off 4x4 drive, control system for locking + 4x4 drive, electronic control of front axle suspension); 5 - power take off (in/off, revolution adjustment, damage diagnosis); 6 - radar (measurement of real driving speed); 7 - planning (programming of unit functions, working parameters, advising).

[1] Kamicki J. R. Wyposażenie ciągników w komputery pokładowe. *Technika Rolnicza*. 2001. no 5/2001. P. 26-27.

[2] Kamicki J. R. Komputery pokładowe w maszynach rolniczych. *Przebieg Techniki Rolniczej i Leśnej*. 2002. no 7/2002. P. 2-6.

[3] Kamicki J. R. Ocena ekonomiczno-praktyczna stosowania i wykorzystania komputeryw pokładowych w ciągnikach rolniczych. *Problems of construction and exploitation of machinery and agricultural equipment: Proceeding of X International symposium of prof. Czesław Kanafojski*, 18-19 September 2006. Warsaw : Polytechnic, 2006. P. 91-94.

[4] Jaklicski L. *Mechanika układu pojazd – teren w teorii i badaniach*. Warsaw : Polytechnic, 2006. 171 p.

[5] Skrobacek A., Ekielski A. *Pojazdy i ciągniki rolnicze*. Warsaw : Wień Jutra, 2006. 248 p.

## MODELING THE DYNAMIC RESPONSE OF RAILWAY TRACK

*D.M. Kurhan, D.Sc. (Tech.), M.B. Kurhan, D.Sc. (Tech.)*

*Dnipro National University of Railway Transport named after  
Academician V. Lazaryan (Dnipro)*

For a long time, the stress-strain state of the railway track was described by static models, or quasi-static ones, which in one form or another took into account the dynamics of loading on the track. For many needs, this approach could be considered adequate today. But there is a class of problems that requires considering the dynamics of not only rolling stock, but also the railway track reaction [1].

The main commonly accepted approach that is used to model (simulate) the dynamic interaction of rolling stock and track is the application of systems of equations compiled according to the Lagrange-d'Alembert principle [2]. It is known that the basis of this solution is the dynamic equilibrium of motion (oscillations) of bodies with constant masses brought to a point (center of mass), which are interconnected by elastic and dissipative linkings [3]. Unlike rolling stock, in case for the railway track this representation does not quite correspond to its design [4]. The main reason is that this approach requires the replacing the deformation processes of the layers for the mutual movements of individual objects.

As a tool for solving such problems, the authors developed a model based on the dynamical theory of elasticity [5], which allows us to describe the dynamic equilibrium of strains of the railway track layers [6]. In the developed model, the railway track is described as a set of objects  $\{\omega_i\}$ , Fig. 1. In objects of the rail support there are strains, the propagation front of which varies in time  $A(t)$ . The range of stresses is limited by the surface described by a set of vectors  $\{\vec{v}\}$ , there position is determined by the propagation velocity in an arbitrary direction, which depends on the cross and longitudinal wave velocities in substance with Young's modulus, Poisson's ratio and density. With every time step  $\Delta t$  the stresses zone increases, dividing the rail support into conditional segments. Each such segment is divided into separate elements – space, limited by four adjacent vectors. The summary data for each object is information about the stress state of a segment. If it turns out that the vector goes beyond the boundaries of given object (goes to the next one), its parameters are corrected. Dynamic strain of the segment is subordinate to the system of differential equations. Its solution determines the strain (deformations) of any point of the under-rail space. The main part of the developed model is a description of the stress-strain state of the rail support to which forces acting on brackets from the rail deflection are applied. These forces are defined in the simulation process as a connection that binds the rail deflection and the rail support strain. Fluctuations of rails are determined from the condition of mutual rail deflection ( $y_r$ ), which is based on the brackets, and deflection of the rail support in the place of brackets ( $y_b$ ) from forces, transmitted to these brackets from the rails ( $Q_b$ ).

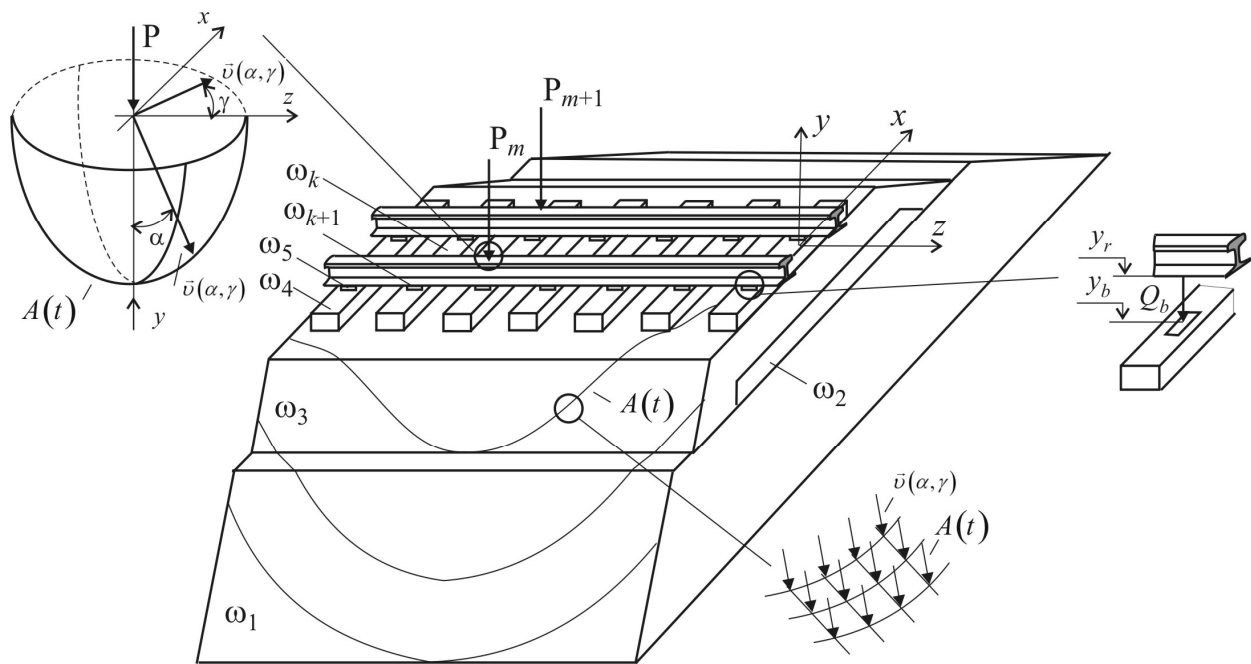


Fig. 1. Calculation scheme for the spatial model of dynamic strains of the railway track on the basis of the elasticity theory

In the work analytical dependences were obtained and key points of the mathematical tool for the creating models of the stress-strain state of the railway track according to the principle of combining the geometry equations of the system space part outline were formulated. This system was involved in the interaction for a given moment of time and equations of the dynamic equilibrium of its deformation.

- [1] Kurhan D. M. Features of perception of loading elements of the railway track at high speeds of the movement / D. M. Kurhan // Science And Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport. – 2015. – № 2(56). – P. 136–145. doi: 10.15802/stp2015/42172.
- [2] A mathematical model of the rail track presented as a bar on elastic and dissipative supports under the influence of moving loads / A. Darenskiy, V. Vitolberg, D. Fast, A. Klymenko Y. Leibuk // MATEC Web Conf., 116 (2017) 03002. doi: 10.1051/mateconf/201711603002.
- [3] Даніленко Е. І. Змінність пружно-жорсткісних характеристик бокового вигину та кручення рейкової нитки залежно від відношення колісних навантажень  $R_{дин}/N_{дин}$  / Е. І. Даніленко, В. М. Молчанов, Т. П. Даніленко // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – 2018. – Вип. 179. – С. 66-82.
- [4] Особливості взаємодії колії та рухомого складу за наявності початкових нерівностей на поверхні кочення рейок / О. М. Даренський, В. Г. Вітольберг, Д. О. Потапов, П. Т. Сторчай, Д. М. Дудіков // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – 2018. – Вип. 178. – С. 68-78.
- [5] Кольский Г. Волны напряжения в твердых телах / Г. Кольский. – Москва : Инostr. лит-ра. – 1955. – 192 с.
- [6] Курган М. Б. Теоретичні основи впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні / М. Б. Курган, Д. М. Курган // Дніпро : Вид-во ДНУЗТ. – 2016. – 283 с.

## THE USE OF INTERMITTENT WHEELS, IMPREGNATED BY THE CONTACT METHOD TO REDUCE THE THERMAL STRESS OF THE GRINDING PROCESS

*V.M. Tonkonogiy<sup>1</sup>, A.A. Yakimov<sup>1</sup>, L.V. Bovnegra<sup>1</sup>,  
T.A. Sidelnykova<sup>2</sup>, Predrag Dašić<sup>3,4</sup>*

<sup>1</sup>*Odessa National Polytechnic University (ONPU), Odessa*

<sup>2</sup>*Odessa National Medical University (ONMU), Odessa*

<sup>3</sup>*SaTCIP Publisher Ltd. Vrnjauka Banja*

<sup>4</sup>*High Technical Mechanical School of Professional Studies*

The proposed composition of solid technological lubricant applied to the working surface of the abrasive wheel directly in the grinding process. Experimental studies have been carried out to identify the effect of implanting on the normal and tangential components of the cutting effort and temperature that occur when grinding with abrasive wheels with continuous and intermittent work surfaces.. It is established that when grinding with impregnated intermittent circles, the magnitude of the ratio  $F_z/F_y$  normal to the tangential component of the cutting force is less than when grinding with impregnated wheels with a solid working surface. It was established experimentally that the impregnation of the working surface of intermittent wheels reduces the thermal stress of the grinding process and increases the number of actively working abrasive grains. An experiment showed that the magnitude of the ratio  $F_y/F_z$  normal and tangential components of the cutting force during processing with intermittent and intermittent impregnated abrasive wheels during a 25-minute grinding period does not change its value, which indicates the high durability of these circles. It is established that the maximum temperature during grinding with impregnated intermittent circles shifts towards the rear point of the contact arc compared to dry grinding, where the temperature reaches its highest value near the front point of the contact arc of a circle with the material being processed.

One of the factors hindering the increase in grinding productivity is high thermal stress, which causes the formation of technological residual stresses and burns in the surface layer, significantly reducing the durability and performance of products [1, 2].

A large number of works are devoted to the impregnation of grinding with a continuous working surface. The impregnation of intermittent wheels with lubricating active substances opens up additional possibilities for ensuring the quality of the surface layer of the parts to be ground. This predetermines the need for research in this direction.

[1] T. Jin. Analytical thermal model of oblique moving heat for deep grinding and cotting. *Manufacturing Science and Engineering*. 123 (2) (2001) 185-190.

[2] T. Kato, H. Fujii. Temperatures measurement of workpiece in conventional surface grinding. *Transaction of the ASME: Journal of Manufacturing Science and Engineering*. 122 (2) (2000) 297-303.

**STUDY OF TREATMENT EFFICIENCY OF WASTEWATER COLLECTED FROM THE SURFACE OF ROADS BY NATURAL ZEOLITE**

*Ev. Ugnenko<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech), V. Yurchenko<sup>2</sup>, D.Sc. (Tech),  
N. Sorochuk<sup>1</sup>, O. Melnikova<sup>2</sup>, PhD (Tech.), G. Viselga<sup>3</sup>, D.Sc. (Tech)*

*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport, Ukraine*

*<sup>2</sup>Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Ukraine*

*<sup>3</sup>Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania*

One of the main tasks of raising the technical level of highways, safety and environmental performance is timely and targeted collection and removal of water from the surface of roads and subsequent cleaning of pollution [1, 2].

If there are regulations available on the design of roads, grounding of the purpose of flowsheets for removal and cleaning of the runoff from roads is not paid due attention [3, 6].

The system of surface water drainage from the road consists of several buildings and planning activities intended for interception and diversion of water from the road. The system includes: planning of the roadway and roadsides, culverts, side, interception and other ditches.

The issues concerning the application of sewage treatment plants need to be addressed on the basis of a set of indicators of construction conditions, and the selected drainage system, reliability of connection of treatment plants with it and the efficiency of functioning of both the drainage and water treatment structures.

Given the factors that influence the formation of surface waste water, nature and degree of contamination of mineral and organic components of various origins, the priority indexes that one should be guided with in choosing the technological scheme of runoff treatment collected from roads, necessary and sufficient are such composite indexes of water quality as the content of suspended solids and oil products. More viscous oil products adsorb on the adsorbent surface much more effectively compared with the lighter ones [7].

The specific polluting components in the composition of runoff from roads that have to be removed during the cleaning process (such as detergents, salt of heavy metals, nutrients) are, as a rule, the result of man-made pollution or poor sanitary condition of the surface watershed. They should therefore be included in the list of priority indexes only according to the field research after studying the reasons that precondition their presence.

Concentrations of contaminants in the surface runoff collected from roads, that are disposed to treatment plants or into the water bodies, are recommended to be taken according to field and laboratory investigations. However, determination of average values of indexes is performed by means of statistical processing of data of chemical analysis, assuming normal (or log-normal) distribution of random changes in quality of the water.



Diversion of the runoff from roads into water bodies should be in accordance with the regulations, as well as the specific conditions of its formation: sporadic atmospheric precipitation, intensity of snowmelt, abrupt changes in the cost and concentration of waste.

Typical solutions for organization of drainage, which represent strictly regulated uniform structures and sizes of both road edge and angle shoots for all types of roads and conditions of use do not meet the requirements of regulatory support of transport and operational performance of modern multi-speed roads [4, 5].

In modern technologies of water purification processes of water filtering and filtering materials occupy the dominant position. The progressive environmental degradation of water bodies requires constant updating of filter elements, which include higher technological and environmental requirements. The new generation of modern filter materials include zeolites. In order to use the sorbents for the removal of oil, they are to be hydrophobic and, at the same time, absorbing oil well

[1] Soils. Methods of measuring the mass fraction of aluminum exchange photolorimetric method "MVI № 081 / 12-0716-10. Затверджено: Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України №250 від 18 липня 2011 р. (2011).

[2] Methods of environmental assessment of surface water quality at the appropriate categories. – К.: Держмінекобезпеки України, – 28 с. (1998).

[3] Bochever, F.M., Oradovskya, A.E.: Hydrogeological study the protection of groundwater against pollution and water intakes. – М.; Недра, – 129 с. (1972).

[4] Dikarevsky, V.S., Kyrganov, A.M., Nechaev, A.P., Alekseev, M.I.: Disposal and treatment of surface waste water. – Л.:Стройиздат, – 224 с. (1980).

[5] Romanenko, V.D., Oksiyuk, O.P., Zhukinsky, V.N., Stolberg, F.V., Lavrik, V.I.: Environmental impact assessment of road construction on water bodies. – К.: Наук. Думка, – 256 с. (1990).

[6] Howell, R.B., Nakao, D.I., Gibley, J.L.: Analysis of Short-term and Long-Term Effects on Water Quality for Selected Highway Projects: Federal Highway Administration, California State Department of Transportation Final Report FHWA/CA/TL-79/17, – 245 p. (1990).

[7] Tetsman, I., Baziene, K., Viselga, G.: Technologies for sustainable circular business: using crushing device for used tires. Entrepreneurship and sustainability issues 4(4), 432–440 (2017).

**УДК 621.89**

**ПОКРАЩЕННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОЛИВ  
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ШЛЯХОМ ДОДАВАННЯ  
РІДКОКРИСТАЛІЧНИХ ПРИСАДОК**

**LIGUID-CRYSTAL ADDITIVES FOR IMPROVED TRIBOLOGICAL  
PROPERTIES OF LUBRICANTS FOR TRANSPORT MEANS**

***Н.М. Аношкіна, О.С. Харківський***

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

***N.M. Anoshkina, A.S. Kharkovsky***

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Останнім часом спостерігається тенденція використання рідкокристалічних сполук в якості присадок до мастильних матеріалів.

Рідкий кристал – це специфічний агрегатний стан речовини (рис. 1), у якому вона проявляє одночасно властивості рідини (текучість) і кристала (анізотропія). Саме на таких властивостях граничного мастильного шару ґрунтується тріботехнічна ефективність даних хімічних сполук. Такий стан мають деякі органічні речовини. Таким чином до трьох відомих нам агрегатних станів (рідкий, твердий, газоподібний) додається четвертий – рідкокристалічний.

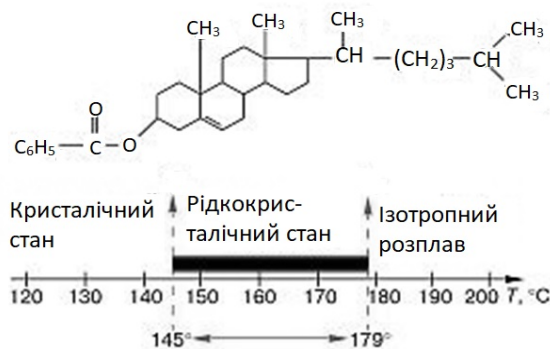


Рис. 1 – Температура фазових переходів вперше отриманої рідкокристалічної сполуки холестерилбензоата [1]

Цей стан проявляється при нагріванні кристалів деяких речовин. У процесі плавлення утворюється проміжна рідкокристалічна фаза (мезофаза), якій властиві зазначені вище властивості. Така мезофаза існує в певному температурному інтервалі, крайніми точками якого є кристалічний стан речовини і перехід її в ізотропну (звичайну) рідину. Саме завдяки поєднанню властивостей рідини та твердого тіла, рідкі кристали формують на твердій поверхні граничні плівки, які мають високу несучу здатність і при цьому низьке тертя в їх шарах.

Існує три різновиди рідких кристалів: холестерики, нематерики, смектики. Досліджувалася вплив кожного з цих видів на тріботехнічні властивості мастил. Нашу увагу привернути саме холестерики.

Відомо, що холестеричні рідкі кристали виявляють себе як ефективні присадки до мастил. Завдяки будові їх молекул і специфічним властивостям вони надають структуруючий вплив на граничний шар трибоспрямлених деталей [2, 3].

Було проведено пошук і аналіз джерел з даної теми і відмічено, що недостатньо вивчено властивості холестеричних рідких кристалів в якості присадок до олив і мастил мобільних машин.

Для ефективної роботи присадки важливо визначити її раціональну концентрацію в мастилі. А також дослідити її вплив на інші характеристики мастильних матеріалів (температура застигання, в'язкість тощо).

Напрямок подальших досліджень обрано пошук раціональних концентрацій холестеричних рідкокристалічних присадок (а саме холестеринових ефірів) в мастильних матеріалах будівельних, колійних машин і транспортних засобів з урахуванням робочих температур в парах тертя цих

машин і температур фазових переходів обраних нами рідкокристалічних речовин.

[1] Поліпшення надійності важких транспортних машин технологічними методами / Е.К. Посвятенко, С.О. Кравченко, Н.І. Посвятенко // ВЕЖПТ . – 2010. – №12 (63). – С.50-53.

[2] Поверхностные явления и мезоморфизм / В.А. Годлевский, Н.В. Усольцева – И. : «Ивановский государственный университет», 2011. – 179 с.

[3] Влияние наноструктур присадки на трение и износ в технических системах / Е.Н. Лысиков, С.В. Воронин // Фундаментальные и прикладные проблемы науки. Том 1. – Материалы VIII Международного симпозиума. – М. : РАН, 2013. – С. 143–151.

**УДК 625.144.21**

## **ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ЗБІЛЬШЕННЯ РАДІУСІВ КРУГОВИХ КРИВИХ**

### **COMPARISONS OF METHODS OF INCREASING CIRCLE CURVES**

*канд. техн. наук В.М. Астахов<sup>1</sup>,*

*канд. техн. наук Н.В. Белікова<sup>1</sup>,*

*канд. техн. наук Е.А. Беліков<sup>1</sup>, С.В. Лихицький<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Український Державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

<sup>2</sup> *РФ "Південна залізниця" АТ "Укрзалізниця"*

*V.N. Astakhov,<sup>1</sup> PhD (Tech.), N.V. Byelikova<sup>1</sup>, PhD (Tech.),*

*E.A. Byelikov<sup>1</sup>, PhD (Tech.), S.V. Likhitskiy<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

<sup>2</sup> *RF "Pivdenna zaliznitsa" AT "Ukrzaliznytsya"*

Для утримання поздовжнього профілю залізниці в існуючих нормах проектування [1] потрібно виконати аналіз його технічного стану [2] та знайти недоліки, які необхідно усунути, з визначенням конкретних дій і прив'язкою до існуючого пікетажу. При цьому необхідно звертати увагу на: наявність ухилів, більших за керівний; наявність коротких елементів профілю; наявність різниці суміжних ухилів, що перевищує необхідні норми; взаємне розміщення переломів профілю і перехідних кривих; взаємне розміщення переломів профілю і мостів на поперечинах; виявлення місць з пошкодженням земляним полотном та штучними спорудами [3].

Розглянемо три варіанти збільшення радіусів кругових кривих: в локальній системі декартових координат (рис.1); методом кутових діаграм (рис.2); за допомогою програмного комплексу GeoniCS10.

Вихідні данні для обраної кривої: початок кривої ПК 673+75 кінець кривої ПК 677+92, R=555 м, НКК 674+35, ККК 677+30.

$$\alpha_c = \frac{K}{R} = \frac{295}{555} = 0,531532 \text{ рад}$$

де K – довжина кругової кривої ; R – радіус кривої.

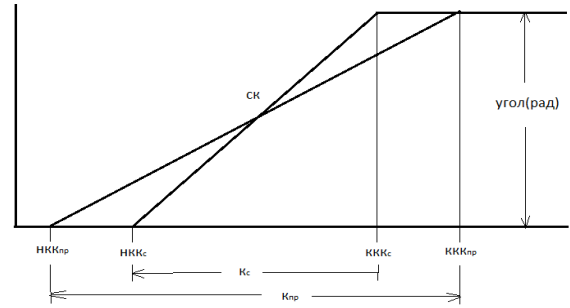
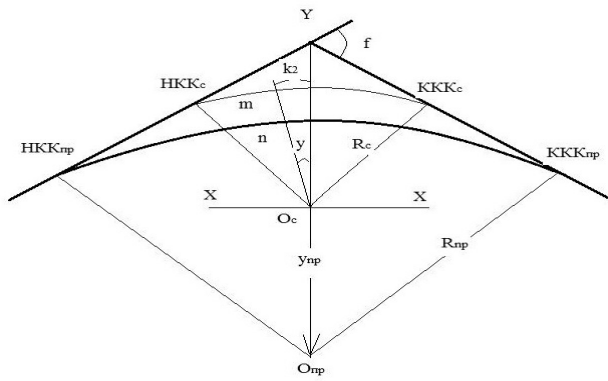


Рис.1 Зміщення кривої в системі декартових координат

Рис.2 Кутові діаграми існуючої та проектної кривих

Всі розрахунки зведено до таблиці 1.

Таблиця 1 - Порівняльна таблиця зміщень кривої

№ точки	підмети	Декартові координати	Кутові діаграми	GeoniCS10
1 НKK_пр	67313.19	0.00	0.00	0.00
2	67320.00	0.02	0.02	0.02
3	67340.00	0.34	0.36	0.34
4	67360.00	1.06	1.10	1.06
5	67380.00	2.19	2.23	2.19
6	67400.00	3.71	3.77	3.72
7	67420.00	5.65	5.70	5.65
8 НKK_c	67435.00	7.36	7.42	7.36
9	67340.00	7.95	8.02	7.95
10	67360.00	10.10	10.21	10.11
11	67480.00	11.93	12.09	11.94
12	67500.00	13.43	13.64	13.48
13	67520.00	14.60	14.88	14.61
14	67540.00	15.45	15.79	15.46
15	67560.00	15.97	16.38	15.99
16	67580.00	16.16	16.65	16.19
17 СК	67582.50	16.19	16.66	16.19

Отриманні розрахунками параметри кривої: НKK\_пр – ПК 673+13.86 КKK\_пр – ПК 678+45.40, СК\_пр – 675+79.63, K\_пр= 531.54 м, ΔL = 5.73м.

Порівнявши значення розрахунків бачимо, що в методі декартових координат та в методі куткових діаграм присутня похибка, яка збільшується з наближенням до середньої точки (СК). Це пов'язане з округленням чисел в обох методах, в наближеному методі – кутова діаграма будується відносно існуючої колії, а проектна колія коротша існуючої на 5.95м; при меншій різниці

в радіусах ця погрішність менша. Отже при редагуванні плану збільшення радіусів кругових кривих програмне забезпечення *GeoniCS10* більш доцільно.

[1] ДБН В.2.3-19-2008 Державні Будівельні норми України. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520мм. Норми проектування.

[2] Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України [Текст]: ЦП-0269: затв. наказом Укрзалізничі 01.03.2012р.№072-Ц.- К.: Укрзалізниця, 2012. – 456с.

[3] Норми допустимих швидкостей руху рухомого складу по залізничних коліях Державної Адміністрації залізничного транспорту України шириною 1520мм. [Текст] ЦП-0235 : затв. Наказом Укрзалізничі 14.12.2010р. №778-Ц.- К.: Укрзалізниця, 2010.

[4] Е.І. Даніленко. Залізнична колія [Текст]:у 2 т. – затв. Міністерством освіти і науки України, Міністерством транспорту та зв'язку України як підручник для ВНЗ. – К: 2010р. – 565 с.

[5] Курган М. Передумови впровадження прискореного руху поїздів на напрямку Куми – Дніпропетровськ [Текст]: / С. Байдак, Н. Хмелевська / Українські залізничі. – Х., 2014. – Вип.№10 (16),2014. – С.56-64.

**УДК 343.3**

## **ПРОБЛЕМИ НЕЗАКОННОЇ ЗАБУДОВИ МІСТ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИЄВА ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

### **PROBLEMS OF ILLEGAL URBAN DEVELOPMENT OF UKRAINE ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF KIEV AND WAYS OF THEIR SOLUTION**

*канд. геогр. наук Н.В. Белоусова,  
канд. економ. наук М.П. Стецюк, Т.А. Левковська, А.С. Лугова  
Національний авіаційний університет (м. Київ)*

*N.V. Bielousova, PhD (Geograph),  
M.P. Stetsyuk, PhD (Econ.), T.A Levkovska, A.S Lugova  
National Aviation University (Kyiv)*

На сьогодні проблема самовільного будівництва в сфері нерухомості є найбільш гострою та не вирішеною. Виникнення самовільних споруд викликане, по-перше, низьким рівнем правової відповідальності забудовника за не правомірні дії з об'єктом нерухомості (землею) на певній території. По-друге, високий рівень самовільно побудованих, реконструйованих, перепланованих об'єктів нерухомості характеризуються складним механізмом отримання дозвільної і проектної документації у організаціях, які дотичні до дозвільних документів на будівництво.

Такі особливості у відносинах між дозвільними державними організаціями та забудовником створюють певні правові колізії у плануванні містобудування за рахунок незаконно побудованого житлового фонду та впливають на загальний екологічний стан зелених і рекреаційних зон забудованих територій.

Для висвітлення проблематики з незаконної забудови міст ми взяли місто Київ, з його різноманітною містобудівною структурою та значними показниками незаконної міської забудови, а для практичної деталізації

проблеми зупинимось на особливостях будівництва житлового комплексу «Grand Park».

На початку 2018 року в Києві налічувалося 67 незаконних будівництв (влітку 2018 року – 71 забудова). На початок 2019 року точні дані по кількості об'єктів незаконної забудови у місті Києві – відсутні.

У Департаменті містобудування та архітектури Києва, статус незаконних надають тим будівництвам, якщо будівельна документація проектів не відповідає вимогам чинного українського законодавства, але забудовники ведуть будівельні роботи попри це.

Порівняльна характеристика кількісно-якісних показників незаконної забудови міста Києва за адміністративно-територіальним поділом (районами) показала, що рівень будівництва незаконних будівель у різних районах столиці відрізняється: максимальні показники проблемних об'єктів має Дніпровський та Шевченківський райони; середні показники – Подільський, Голосіївський і Дарницький райони; нижче середнього – деснянський, Солом'янський, Святошинський і Печерський райони; найнижчі показники має Оболонський район. Цікавим фактом є те, що найбільш популярними для незаконної забудови виявились території центральних районів Києва, які мають історико-культурну цінність і певна частина будинкового фонду належить до реєстру пам'яток історії, архітектури та містобудування.

Для практичної деталізації проблеми незаконної забудови розглянемо житловий комплекс «Grand Park», що знаходиться в Шевченківському районі, на вулиці Олени Теліги, 25.

Недобудована будівля становить значну небезпеку для місцевих жителів. Громада вимагала знести цю будівлю, розчистити майданчик і облаштувати там місце для відпочинку або об'єкт соціальної інфраструктури.

На даний момент територія ЖК «Grand Park» перетворилась на велике звалище з видом на Дорогожицький парк. Недобудована будівля вже неодноразово горіла. Будівництво визнано незаконним. Забудовник не зареєстрував карту порушення благоустрою для відновлення території після будівництва. 31.07.2015 районне управління поліції початок досудове розслідування за фактом незаконного будівництва. На даний час ведуться роботи для покращення будівельних норм на території забудови.

У вирішенні проблеми незаконного будівництва у м. Києві є прийняття генерального плану розвитку міста Києва, що дозволить мешканцям міста чітко знати, яким чином розвиватиметься його район та Київ загалом, а також, що планують ще збудувати. Затвердження цього плану відбуватиметься відкрито та із залученням громадськості. Саме таким рішенням ми зможемо розв'язати багато конфліктів, які, на жаль, ще існують.

1. Закон України. Стаття 376. «Самочинне будівництво» ЦКУ // URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/435-15>

2. Закон України «Про відповідальність за правопорушення у сфері містобудівної діяльності» // URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/208/94-%D0%B2%D1%80>

3. Інформаційно-аналітична система «Майно» // URL: <https://gis.kievcity.gov.ua>

4. Містобудівний кадастр Києва // URL: <https://mkk.kga.gov.ua/>

5. Новаковська І.О. Управління міським землекористуванням: [монографія] / І.О. Новаковська. – К.: Аграр. наука, 2016. – 304 с.

**ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАПРУЖЕНЬ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ  
НАДІЙНІСТЬ ТЯГОВИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ РУХОМОГО СКЛАДУ**

**THE EFFECT OF CONTACT STRESS ON THE OPERATIONAL  
RELIABILITY OF TRACTION GEARS OF ROLLING STOCK**

*канд. техн. наук С.В. Бобрицький, канд. техн. наук О.А. Логвіненко,  
О.О. Анацький, канд. техн. наук І.М. Єгорова  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*S.V.Bobrytskyi, PhD(Tech), O.A. Logvinenko, PhD(Tech),  
O.O. Anatskyi, I.M. Yehorova, PhD(Tech)  
Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

В зв'язку з повільним оновленням рухомого складу, більша частина якого експлуатується у наднормативний термін, актуальним постає питання забезпечення його надійності в експлуатації. Одним з основних модулів конструкції тягового рухомого складу, який безпосередньо впливає на безпеку руху, є тяговий привід та функціонуюча в його складі тягова зубчата передача (ТЗП). За результатами проведеного аналізу було виявлено, що значна частка пошкоджень обладнання рухомого складу припадає на ТЗП [1]. Серед них слід виділити пошкодження функціонуючих в їх складі зубчатих коліс, а саме таких як викришування зубців, відшарування поверхневих шарів металу, пластичну деформацію тощо, які пов'язані з дією контактних напружень, що мають місце в зачепленні [2,3].

З метою підвищення експлуатаційної надійності ТЗП рухомого складу були проведені дослідження, спрямовані на виявлення залежності між зносами шестерень та зубчатих коліс, а також вірогідністю безвідмовної роботи зубчатих передач, яка за критерієм опору контактної втоми визначається як вірогідність того, що контактне напруження  $y_H$  не перевищує межі контактної витривалості  $y_{H\lim}$  [4]:

$$P_H = \text{Vip}(y_H < y_{H\lim}) \quad (1)$$

Із застосуванням методів математичного планування експерименту [5] була отримана узагальнена математична модель та побудований допоміжний графік (рис.1), який дозволяє оцінювати сумісний вплив ступенів зносу шестерні  $\Delta_1$  та зубчатого колеса  $\Delta_2$  на вірогідність безвідмовної роботи  $p_H$  ТЗП.

Наведені матеріали дозволяють при деповських ремонтах здійснювати обґрунтований підбір шестерні і колеса ремонтуємої ТЗП з урахуванням досягнення якнайбільшого значення її вірогідності безвідмовної роботи, що призведе до підвищення надійності ТЗП в експлуатації.

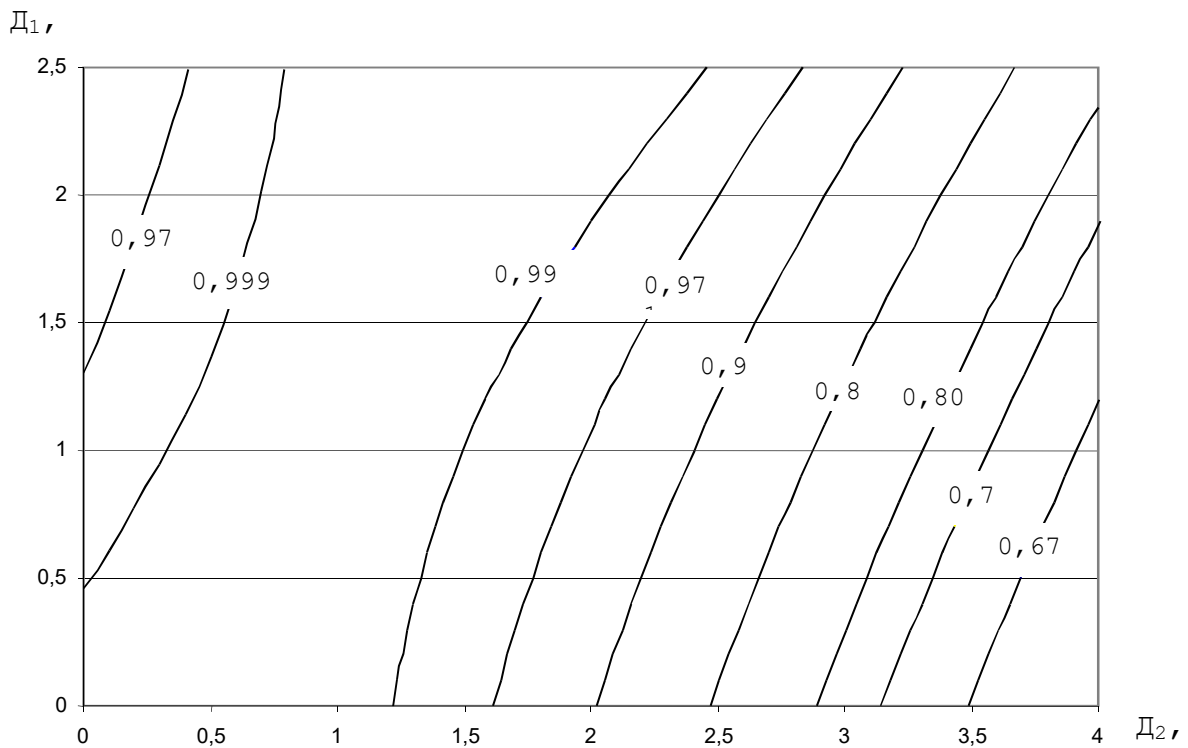


Рис. 1 – Допоміжний графік для визначення вірогідності безвідмовної роботи  $p_H$  тягової зубчатої передачі.

- [1] Мороз В.І. Обґрунтування перспективних напрямків підвищення експлуатаційної надійності тягових передач електропоїздів серії ЕР-2 [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, С.В. Бобрицький // 36.наук.праць УкрДАЗТ. – Харків,2009. – Вип. 111. – С.176–182.
- [2] Передачі зубчасті спрацювання та пошкодження зубців зубчастих коліс. Термінологія: ДСТУ ISO 10825:2008- К.: Держспоживстандарт України, 2013. – 62 с.
- [3] Заблонський К.І.. Деталі машин: Підручник – Одеса: «АстроПринт», 1999. – 402 с.
- [4] Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем: учебник для студентов высших учебных заведений / В.Ю. Шишмарев.- М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 304 с.
- [5] Мороз В.І. Основи конструювання і САПР технічних засобів залізничного транспорту [навчальний посібник] / В.І.Мороз, О.В.Братченко, К.В.Астахова. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 136 с.



**ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОСТОРОВОГО  
ПЛАНУВАННЯ, РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТІВ  
ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

**GEOINFORMATION PROVISION OF SPATIAL PLANNING,  
RECONSTRUCTION AND CONSTRUCTION OF TRANSPORT  
INFRASTRUCTURE OBJECTS**

***О.Л. Бойко<sup>1</sup>, Д.О. Ляшенко<sup>2</sup>, д-р техн. наук Д.Е. Прусов<sup>3</sup>***

*<sup>1</sup> Національний авіаційний університет (м.Київ)*

*<sup>2</sup> Національний транспортний університет (м.Київ)*

*<sup>3</sup> Національний університет будівництва та архітектури (м.Київ)*

***Olena Boyko<sup>1</sup>, Dmytro Liashenko<sup>2</sup>, Dmytro Prusov<sup>3</sup>, D.Sc. (Tech)***

*<sup>1</sup> National Aviation University (Kyiv)*

*<sup>2</sup> National Transport University (Kyiv)*

*<sup>3</sup> National University of Civil Engineering and Architecture (Kyiv)*

До транспортних інфраструктурних об'єктів належить сукупність споруд, будівель, систем і служб, необхідних для безпечного та безперервного перевезення вантажів та пасажирів, забезпечення умов життєдіяльності сучасного суспільства [1]. Для ефективного функціонування, управління та просторового розвитку шляхів сполучення, шляхопроводів, транспортних підприємств, портів, аеропортів в світі широко використовують геоінформаційні технології, а останніми роками відбувається інтеграція геоінформаційних систем (GIS) та інформаційного моделювання будівель (BIM технологій), що є обов'язковою умовою для сучасного проектування інфраструктури.

Інформаційне моделювання - це інтелектуальний 3D-процес, який дає розуміння та інструменти для більш ефективного планування, проектування, побудови та управління будівлями та інфраструктурою. Інформаційне моделювання при проектуванні, будівництві та реконструкції, стає важливим інструментом оптимізації витрат та експлуатації готових споруд. Моделювання дозволяє більш розумно використовувати ресурси, оптимізувати робочі процеси і дає можливість усім зацікавленим сторонам одночасно оцінювати одну і ту ж інформацію. Це призводить до кращих результатів завдяки більш ефективній комунікації та співпраці зацікавлених сторін і прийняттю більш обґрунтованих рішень [2].

Геоінформаційне забезпечення є важливим компонентом усього процесу прийняття рішень в управлінні, просторовому плануванні та будівництві, і ніщо інше, ніж GIS, може дозволити кожному учаснику оптимізувати зусилля для досягнення спільної мети. Використання GIS дозволяє фахівцям з різних сегментів життєвого циклу планування, будівництва та управління спільно

використовувати дані проекту [3]. GIS розширює цінність BIM за допомогою можливості візуалізації. Інтеграція BIM і GIS дозволяє учасникам проекту та експлуатантам краще зрозуміти наслідки рішень до, під час і після будівництва.

Якщо BIM технології тільки впроваджуються, то GIS вже широко використовуються в світі, зокрема в авіаційній галузі для вирішення широкого спектра завдань, пов'язаних з управлінням і розвитком аеропортів, диспетчеризації та аеронавігації, забезпечення безпеки перевезень, логістикою і багатьох інших.

Так, геоінформаційні системи аеропорту охоплюють цілий ряд важливих функцій, в тому числі процеси управління аеропортовим комплексом, землею, нерухомістю, господарською діяльністю, проектуванням та реконструкцією, тощо (рис.1) [4].

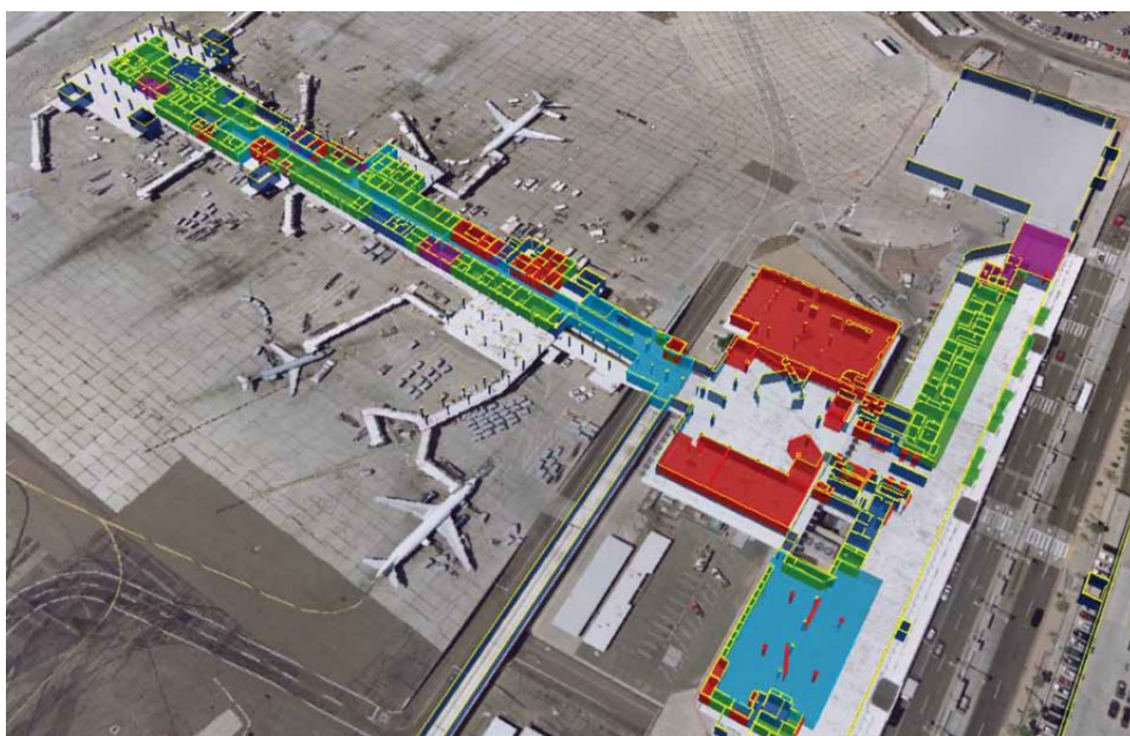


Рис.1.3D GIS по управлінню активами аеропорту [4]

Геопросторова інформація щодо аеропортових комплексів є однією з вагомих складових в загальній системі просторового планування та регіонального розвитку, яку необхідно враховувати при розробці концепцій та планів розвитку територій, розрахунку економічних та інвестиційних показників [5].

[1] Geoinformation providing of airport development: The Eighth World Congress «Aviation in the XXI-st century» Safety in Aviation And Space Technologies / Olena Boyko - Kyiv, 2018;

[2] BIM-модельювання. Огляд можливостей та перспективи в Україні / А.С. Білик, М.А.Беляєв // Промислове будівництво та інженерні споруди, 2015, № 2;

[3] Prerequisites for the Sntegrated Geoinformation Systems Inplementation for Spatial Planning of Airport Complexes / Boyko O. Prusov D.// Proceedings of the Nstional Aviation Universiti, № 4 (77), 2018, p.39-46;

[4] GIS for Managing Our Man-Made Ecosystems / Jack Dandermond // *ArcReview* .№ 2 (73), 2015;

[5] GIS of airports in the spatial planning and regional development system / O.Boyko // VII International scientific conference from the series «Phenomena of borderland» (Old new space), 2018, Szczecin, Poland.

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРОМІЖНИХ РЕЙКОВИХ СКРІПЛЕНЬ У  
ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПОЗДОВЖНЬОЇ СТІЙКОСТІ КОЛІЇ**

**RESEARCH OF WORK OF INTERMEDIATE RAIL FASTENINGS IN  
ENSURING LONGITUDINAL STABILITY OF THE WAY**

*канд. техн. наук В.Д. Бойко, канд. техн. наук В.М. Молчанов,  
канд. техн. наук В.М. Твердомед  
Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)*

*V.D. Boyko, PhD (Tech.), V.M. Molchanov, PhD (Tech.),  
V.M. Tverdomed, PhD (Tech.)  
State university of infrastructure and technologies (Kyiv)*

Одним із основних параметрів, що визначають надійність колії, є поздовжня стійкість колії, яка набуває особливої актуальності для безстикової конструкції. Недостатня поздовжня стійкість колії не забезпечує опору колії угону, збільшує обсяг робіт по виправленню колії, зменшує показники безпеки руху поїздів.

Було проведено дослідження поздовжньої стійкості безстикової колії в різних експлуатаційних умовах з різними конструкціями проміжних скріплень.

Як показав аналіз наявних джерел, щодо характеристик конструкцій скріплень, та аналіз попередніх досліджень з даного питання – в технічній літературі викладено досить широкий спектр характеристик для різних конструкцій скріплень, однак параметри поперечної і поздовжньої стійкості рейкових ниток для сучасних вітчизняних конструкцій скріплень до цього часу ще не було визначено.

На підставі результатів проведених досліджень, в тому числі теоретичних розрахунків поздовжньої і поперечної стійкості рейкових ниток залізничної колії з різними конструкціями рейкових скріплень (КБ, КПП-5, КПП-1); порівняльних експлуатаційних випробувань скріплень вказаних конструкцій в реальних умовах роботи при різних вантажонапруженості та пропущеному тонажі отримано низку нових результатів.

За технічними показниками жорсткості і стійкості рейкової нитки в горизонтальній поперечній (бічній) площині найкращі показники опору горизонтальним поперечним переміщенням рейкових ниток забезпечують скріплення типу КПП-5. Також встановлено, що при однаковій величині горизонтальної динамічної сили  $N_{дин}$ , а також при однаковому співвідношенні сил горизонтальної і вертикальної  $N_{дин}/P_{дин}$  найвищі показники забезпечує скріплення типу КПП-5.

За технічним показником опору поздовжнім переміщенням (зсуву) рейкових ниток при взаємодії з рухомим складом, найкращі характеристики забезпечують скріплення типу КБ; на другому місці є скріплення типу КПП-5 і найнижчі показники у скріплень типу КПП-1.

При цьому, скріплення типу КБ забезпечують погонний опір проти поздовжнього зсуву рейок типу Р65 на рівні  $r=27-22,1$  кН/м після пропуску тоннажу  $T=488$  млн. т брутто.

Скріплення типу КПП-5 забезпечують погонний опір проти поздовжнього зсуву рейок типу Р65 на залізобетонних шпалах на рівні  $r=25,7-21,3$  кН/м після пропуску тоннажу  $T=348$  млн. т брутто.

Скріплення типу КПП-1 в початковий період експлуатації, і тільки до пропуску приблизно  $T\approx 200-220$  млн т брутто тоннажу, також забезпечують погонний опір поздовжньому зсуву рейки достатній для протидії поздовжнім переміщенням рейки, на рівні приблизно  $r=21-19,3$  кН/м. Однак, після пропуску більшого тоннажу, приблизно  $T\approx 330-400$  млн. т брутто, погонний опір скріплень КПП-1 суттєво зменшується і складає приблизно 75-65 % від опору скріплень типу КПП-5.

Таким чином можна прогнозувати, що при скріпленнях типу КПП-1: може бути втрачена поздовжня стійкість рейкових плітей після пропуску приблизно  $T\approx 250$  млн. т брутто особливо при застосуванні рекуперативного гальмування.

Висновок, що зроблений стосовно погонного опору скріплень  $r$  у повній мірі підтверджується результатами досліджень поздовжніх утримуючих сил, що припадають на 1 скріплення при випробуваннях зсуву рейки під дією поздовжніх сил, а саме: значення утримуючих поздовжніх сил, що припадають на 1 скріплення коливаються в межах: КПП-1 – від 7,6 до 10,5 кН/скр; КПП-5 – від 10,0 до 15,9 кН/скр; КБ – від 12,0 до 14,2 кН/скр.

За технічними показниками дефектності скріплень та шпал в процесі експлуатації відмічається відносно велика кількість непридатних скріплень та їх елементів, яка в деяких випадках складає від 9 % до 20 % і більше; на переважній кількості досліджених ділянок підвищений вихід скріплень у непридатні відбувається в зоні стиків.

При різних типах скріплень КПП-1, КПП-5, КБ варто відмітити зростання рівня їх дефектності на ділянках з високою вантажонапруженістю, де вона складає більше 50 млн т км брутто/ км за рік.

В порівнянні з іншими елементами в скріпленнях типу КПП-5 найбільшому зносу піддаються підрейкові прокладки, що викликає необхідність проведення робіт по їх суцільній заміні раніше інших елементів; на дослідних ділянках виміряні значення товщини підрейкових прокладок отримані в межах від 3,9 мм до 7,2 мм при нормативній товщині 8 мм, тобто їх максимальний знос досягав 4,1 мм.

На експериментальних ділянках виявлена висока дефектність з/б шпал; в деяких випадках дефектність становить від 30 до 80 %, особливо для шпал типу СБ3, крім того, є велика кількість непридатних шпал – до 13 %, які потребують заміни.

В межах розглянутих дослідних ділянок відмічено підвищений вихід у дефектні з/б шпал типу СБ-3, як зі скріпленнями КПП-1, так і зі скріпленнями КПП-5, порівняно із з/б шпалами типу Ш-1-1 зі скріпленнями КБ, для яких дефектність шпал істотно нижча.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ МЕТРОЛОГІЧНИХ  
ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА БЕЗПОСЕРЕДНЬО ПІД  
ЧАС ПРОВЕДЕННІ ВИСОКОТОЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ**

**RESEARCH THE POSSIBILITY OF CONTROLLING THE  
METROLOGICAL PARAMETERS OF THE ELECTRONIC TOTAL  
STATION DIRECTLY DURING THE PERFORMANCE OF HIGH-PRECISE  
MEASUREMENTS**

*А.Й. Виват, д-р техн. наук А.Л. Церклевич*

*Національний університет «Львівська політехніка», кафедра інженерної геодезії (Львів)*

*A. Vivat, A. Cerkevich, D.Sc. (Tech.)*

*Lviv Polytechnic National University, Department of Engineering Geodesy (Lviv)*

Принципи геодезичних вимірювань в процесі своєї багаторічної еволюції удосконалювалися під впливом науки, техніки і виробництва, матеріалізуючись в процедурах вимірювальних операцій у вигляді нових типів вимірювань. Оскільки основу геодезичних вимірювань складають кути і довжини ліній, а всі інші геодезичні величини визначаються як функції кутів і відстаней з непрямих вимірів, то основні принципи геодезичних вимірювань можна показати на прикладі кутових і лінійних вимірювань.

Згідно закону України про метрологічну діяльність [1] міжповірочний інтервал геодезичного приладу є один рік. Метрологи виконують детальні дослідження з видачею сертифікату про повірку, де наводять значення метрологічних параметрів приладу: середньої квадратичної похибки виміру горизонтального та вертикального кута, похибки виміру віддалі, діапазону роботи компенсатора та його точності, впливу неперпендикулярності осей на точність виміру кутів. Інструкція [2] рекомендує перед високоточними вимірюваннями виконувати основні перевірки. Ми пропонуємо методику контролю основних параметрів приладів безпосередньо під час вимірювань.

Сучасне геодезичне обладнання (електронні тахеометри, лазерні сканери, трекери) вимірюють віддалі, кути та механічні елементи, які функціонально пов'язують з просторовими координатами шуканої точки. Наприклад, для електронних тахеометрів при обчисленні координат невідомої точки  $X_p$ , використовують виміри двох кутів та нахиленої віддалі, які визначаються за відомими формулами:

$$\begin{aligned} X_p &= X_0 + S \cdot \cos_v \cdot \cos \alpha \\ Y_p &= Y_0 + S \cdot \cos_v \cdot \sin \alpha, \\ Z_p &= Z_0 + S \cdot \sin_v \end{aligned} \tag{1}$$

де  $S$ ,  $\nu$ ,  $\epsilon$  – виміряна віддаль, вертикальний та горизонтальний кути.

Диференціюванням цих співвідношень отримаємо похибки у визначенні просторових координат окремої точки. Підставивши у формулу похибок координат, значення  $m_s = 1$  мм,  $m_v = m_\nu = 1''$  для віддалі до 100 м при оптимально підібраних кутах отримаємо точність у визначенні положення шуканої точки у межах 0.5 мм, а при довільних виміряних кутах – 1 мм. Нажаль, точність виміру віддалі та кутів не є стабільною величиною в електронних геодезичних приладах і змінюється під впливом температури, тиску, вологості. Також на точність визначення координат будуть мати вплив наступні похибки  $m_{пр}$  – похибка визначення висоти приладу,  $m_{вд}$  – похибка визначення висоти відбивача,  $m_{ц}$  – похибка центрування,  $m_p$  – похибка редукції,  $m_{реф}$  – похибка рефракції. Також на точність визначення координат має вплив кут відбиття променя віддалеміра [3].

Для контролю віддалемірної складової нами виготовлено робочий десятиметровий еталон одиниці довжини з інварного дроту та двох шкал, система натягу та зрівноваження [4]. Нами удосконалено метод виміру відрізків інварним дротом. Зменшено розмір до десяти метрів, розроблено натяжну систему, та використано метод фотофіксації, який забезпечує точність відлічування від 20 до 40 мкм.

Контроль вертикальних та горизонтальних кутів також виконується за допомогою десятиметрового еталону. Також за даною методикою можна частково вилучити вертикальну рефракцію. Похибки виміру висоти приладу та відбивача, центрування та редукції виключаємо за запропонованою методикою лінійно-кутових побудов [5].

За запропонованою методикою не виконуємо вимірювання висоти приладу та центрування, а визначаємо положення перехрестя вертикальної та горизонтальної осі електронного тахеометра у заданій нами системі координат. Також не центруємо та не вимірюємо висоти відбивачів, а безпосередньо здійснюємо виміри, використовуючи спеціальну розроблену центрувальну систему.

[1] Закон України Про метрологію та метрологічну діяльність [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18>.

[2] ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. – Чинний від 01.10.2010. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 71 с.

[3] Спиридонов Ю. В. Ошибки визирования при наблюдениях на переменные отражатели [Електронний ресурс] / Ю. В. Спиридонов // Научнотехнический журнал “Автоматизированные технологии изысканий и проектирования”. – № 13.. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.credo-dialogue.com>.

[4] A study of devices used for geometric parameter measurement of engineering building construction / A. Vivat, A. Tserklevych, O. Smirnova // Геодезія, картографія і аерофотознімання : міжвідомчий науково-технічний збірник. — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. — Том 87. — С. 21–29, DOI: 10.23939/istegcap2018.01.021

[5] The accuracy investigation of point coordinates' determination using a fixed basis for high-precision geodesy binding V Litynskyi, S Litynskyi, A Vivat, M Fys, A Brydun - Reports on Geodesy and Geoinformatics, 2019, DOI: 10.2478/rgg-2019-0003.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДІЇ СИЛ НА КОЛІЮ В СИСТЕМІ  
«ЕКІПАЖ-КОЛІЯ»**

**INVESTIGATION OF THE PROCESS OF ACTION OF FORCES ON A  
TRACK IN THE SYSTEM "CREW-TRACK"**

*канд. техн. наук В.Г. Вітольберг, канд. техн. наук Н.В. Бугаєць,  
канд. техн. наук А.С. Малішевська, Н.О. Муригіна  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V.G. Vitolberg, PhD (Tech.), N.V. Bugaets, PhD (Tech.),  
A.S. Malishevskaya, PhD (Tech.), N.O. Muryhina  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Для проведення аналізу рівня сил, що діють на рейки, від рухомого складу в умовах метрополітену, було застосовано метод математичного моделювання з використанням сучасної комп'ютерної техніки. В основу цих досліджень була покладена математична модель просторової динамічної системи «екіпаж-колія» [1]. Важливо підкреслити, що в цієї моделі колія і екіпаж розглядаються, як єдина просторова розрахункова система.

Оскільки вертикальні сили дії на колію від вагонів метрополітену безперервно змінюються в процесі руху [2], для порівняльного аналізу більш зручно та інформативно використовувати не їх абсолютні значення, а коефіцієнти динаміки і амплітудні коефіцієнти. При цьому, за коефіцієнт динаміки приймається відношення максимальних вертикальних динамічних сил, які виникають при русі, до величини статичного колісного навантаження:

$$K_d = \frac{P_{\max}}{P_{ст}} \quad (1)$$

Через те, що при русі вагонів вертикальні сили змінюються не тільки в більший, але і в менший від статичних значень бік, для оцінювання цього факту було застосовано амплітудний коефіцієнт:

$$K_a = \frac{P_{\max \text{дин}}}{P_{\min \text{дин}}} \quad (2)$$

На рисунках 1 і 2 наведені графіки залежності коефіцієнтів динаміки рис. 1 і амплітудних коефіцієнтів рис. 2 від швидкості руху вагону для різних термінів експлуатації колії (0 і 10 років). При змінах швидкості руху від 10 до 80 км/год коефіцієнт динаміки змінюється від 1,01-1,014 до 1,072-1,081.

Значення амплітудних коефіцієнтів складають від 1,05 до 1,24-1,26. Термін експлуатації колії вносить зміни коефіцієнтів динаміки і амплітудних коефіцієнтів на 15-20%.

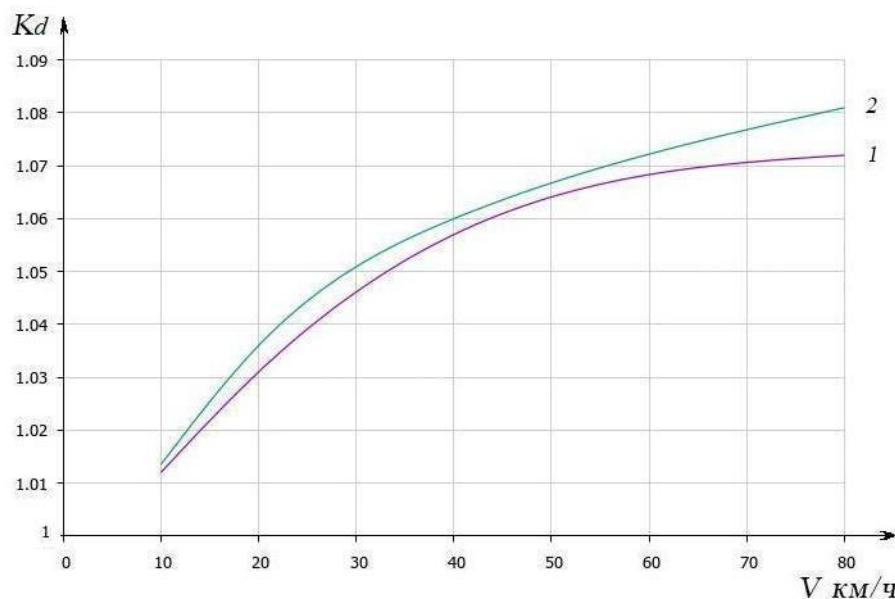


Рис. 1. Графік залежності коефіцієнтів динаміки від швидкості руху.  
1 –  $K_d$  при  $t_{сл}=0$  років; 2–  $K_d$  при  $t_{сл}=10$  років.

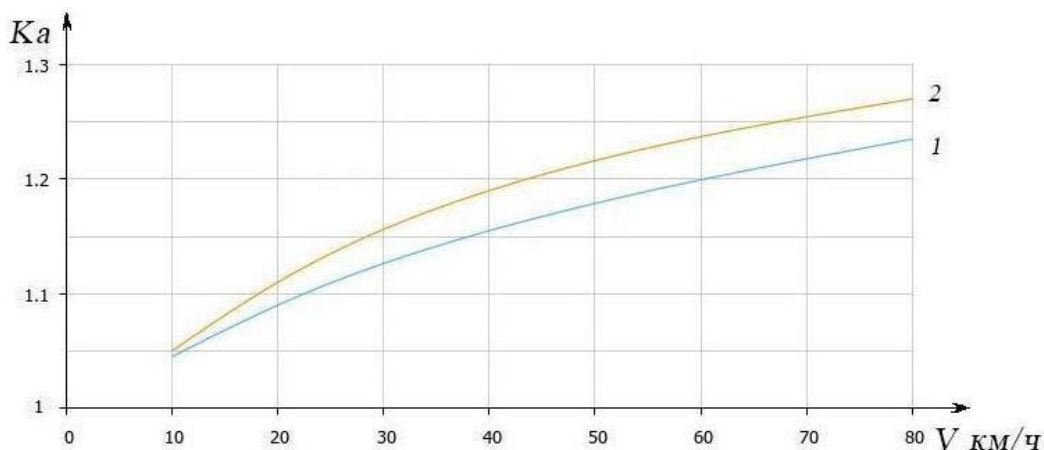


Рис. 2. Графік залежності амплітудних коефіцієнтів від швидкості руху.  
1–  $K_a$  при  $t_{сл}=0$  років; 2–  $K_a$  при  $t_{сл}=10$  років.

Використання єдиної просторової моделі «екіпаж колія», де колія розглядається, як балка на дискретних пружно-дисипативних опорах, дозволила встановити вплив нерівнопружності підрейкової основи на величину динамічних сил при русі вагонів метрополітену. Отримані залежності коефіцієнтів динаміки і амплітудних коефіцієнтів вертикальних сил від швидкості руху вагоні метро по колії. Встановлено, що дискретність спирання та нерівнопружність рейкових опор викликають виникнення динамічних сил, які перевищують статичне вертикальне навантаження в 1,2 рази.

[1] Даренський О.М., Малішевська А.С. Математична модель системи «екіпаж-колія» для умов метрополітену " [Текст] // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті – 2016 – Вип. 6. - С. 56-61.

[2]. Даренский А.Н. Результаты исследований численными методами вертикальных воздействий на путь специальных и специализированных вагонов промышленного транспорта [Текст] / А. Н. Даренский // ДонНИИЖТ Збірник наукових праць. – 2010.- № 24. -С.168-179.



## ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЛЬМОВОЇ ВАЖІЛЬНОЇ ПЕРЕДАЧІ ВАГОНА-ДУМПКАРА

### ON THE ISSUE OF IMPROVING THE BRAKE LEVEL TRANSMISSION OF DUMP CAR

*канд. техн. наук Д.І. Волошин, І.М. Афанасенко, Я.В. Дерев'янчук*  
*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D.I. Voloshin, PhD (Tech.), I.M. Afanasenko, I.V. Derevianchuk*  
*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkov)*

Думпкари (вагони-самоскиди) відносяться до спеціалізованих вагонів промислового залізничного транспорту. Область їх застосування – підприємства видобувної та переробної галузей (металургійні, хімічні, будівні та ін.). Основна функція – забезпечення транспортування вантажів у внутрішньому та технологічному призначеннях.

Особливості використання:

- транспортування здійснюється на невеликі відстані (у середньому 10–15 км);
- обмежена швидкість руху (15–25 км/год на коліях кар'єрів та 30–60 км/год на постійних та станційних коліях);
- вантаж буває нестандартним по геометричним та масовим характеристикам (особливо при гірських розробках);
- умови використання вкрай важкі, що обумовлено складним профілем залізничних колій (велика крутизна та затяжні спуски) та ін. [1].

Складні умови експлуатації висувають підвищені вимоги до надійності конструктивних елементів вагонів, забезпечення безпеки руху та зберігання вантажів. Забезпечення безпечної та ефективної технології перевезення прямо залежить від стану гальмової системи думпкарів.

Конструктивно, гальмові важільні передачі подібні для всіх моделей думпкарів, за винятком співвідношень плечей важелів. Вони мають стандартну елементну базу, яка дозволяє використання як чавунних, так і композиційних гальмових колодок. Спираючись на досвід експлуатації гальм, існує можливість забезпечення необхідних характеристик надійності механічної частини гальмової системи за рахунок використання лише композиційного типу гальмових колодок [2]. Використовуючи можливості спеціалізованого програмного забезпечення було проведено розрахунки елементів гальмової важільної передачі [3, 4] та запропоновано удосконалену форму її елементів. Приклад такого удосконалення зображений на рисунку 1.

Існуюча конструкція горизонтального важеля, маса 5,8 кг	Спеціалізований важіль під композиційні колодки, маса 5,1 кг (зменшення на 12%)	Оптимізований важіль, за допомогою Solid Edge, маса 4,1 кг (зменшення на 20%)
Сумарне зменшення маси з 5,8 кг до 4,1 кг (зменшення близько 30%)		

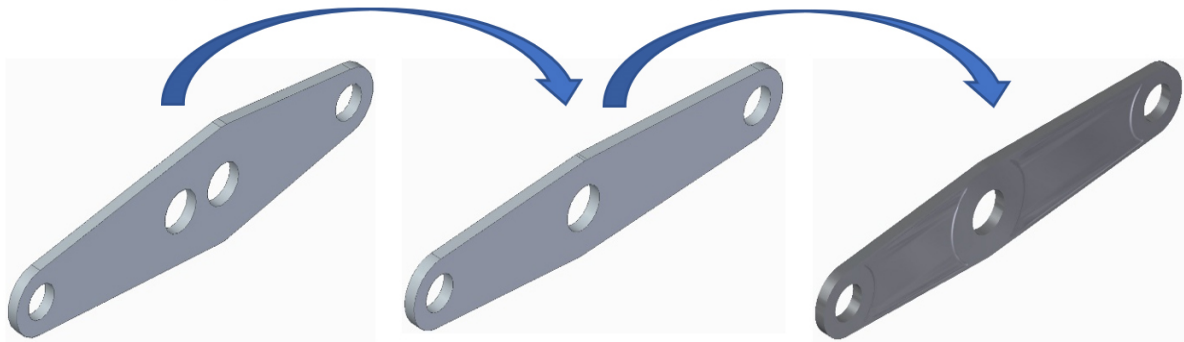


Рис. 1. Приклад удосконалення горизонтального важеля гальмової передачі вагона-думпкара

Дане технічне рішення дозволить:

зменшити складність конструкції важільної передачі та спростити кінематичну схему гальм;

- зменшити масу вагону та коефіцієнт тари;
- оптимізувати схему розподілу зусиль при гальмуванні;
- збільшити ефективність гальмівних процесів;
- підвищити керованість гальм;
- подовжити термін служби важільної передачі;
- знизити собівартість ремонту та технічного обслуговування вагонів.

- [1] Вагони - самосвали [Текст] / А.И. Логинов, Н.Е. Афанаскин. - М.: Машиностроение, 1975 – 192 с.  
 [2] Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць [Текст] / А. М. Бабаєв, Д. В. Дмитрієв : навч. посіб. - К.: ДЕТУТ, 2007 - 176 с.  
 [3] Конструирование и расчет вагонов [Текст] / под ред. проф. Лукина В.В. - М.: УМК МПС России, 2000 - 731 с.  
 [4] Інструкція з ремонту гальмівного обладнання вагонів: ЦВ-ЦЛ-0013 [Текст]. – К.: ТОВ Видавничий дім «САМ», 2005 – 160 с.

**ОБГРУНТУВАННЯ РОЗТАШУВАННЯ ВІКОН РОЗПОДІЛЬЧИХ СИСТЕМ ПЛАНЕТАРНИХ ГІДРОМАШИН**

**SUBSTANTIATION OF THE LOCATION OF WINDOWS OF THE DISTRIBUTION SYSTEMS OF PLANETARY HYDRAULIC MACHINES**

*д-р техн. наук А.А. Волошина<sup>1</sup>, д-р техн. наук А.І. Панченко<sup>1</sup>,  
О.А. Тітова<sup>2</sup>, канд. пед. наук, І.А. Панченко<sup>2</sup>, А.І. Засядько<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет (Мелітополь)*

*<sup>2</sup>Бердянський коледж Таврійського державного агротехнологічного університету(Бердянськ)*

*A.A. Voloshina<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech.), Panchenko A.I.<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech.),  
E.A. Titova<sup>2</sup>, PhD, I.A. Panchenko<sup>2</sup>, A.I. Zasiadko<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Tavria State Agrotechnological University (Melitopol)*

*<sup>2</sup>Berdyansk college of the Tavria State Agrotechnological University (Berdyansk)*

Сучасні тенденції до розширення області застосування мехатронних систем з гідравлічним приводом активних робочих органів самохідної техніки викликає необхідність створення нових і вдосконалення існуючих конструкцій гідромашин, а також нових підходів у вирішенні проблеми поліпшення вихідних характеристик гідроприводів мехатронних систем з гідромашинами оберտального дії. Для мехатронних систем з гідравлічним приводом активних робочих органів самохідної техніки використовуються різні типи гідравлічних машин, але особлива увага приділяється орбітальним і планетарним гідромашинам. Під планетарними гідромашинами маються на увазі гідромашини, що працюють за принципом планетарного редуктора. На відміну від орбітальних гідромоторів відмітними особливостями конструктивного виконання планетарних гідромоторів, є наявність розподільної системи, необхідної для створення обертового гідравлічного поля, яке виконує роль водила (кривошипа) планетарного редуктора. Для формування гідравлічного поля, необхідного для роботи витискувальної системи планетарних гідромоторів, застосовується торцева розподільна система.

Аналіз схеми розташування розподільних вікон в зоні формування гідравлічного поля показує (рис. 1), що робочі вікна 1 рухомого розподільника, розташовані праворуч (від вертикальної осі симетрії), контактують з вікнами нагнітання 3 нерухомого розподільника, утворюючи зону нагнітання в робочих камерах гідромотора. У лівій частині схеми, робочі вікна 1 рухомого розподільника контактують з вікнами зливу 4 нерухомого розподільника, утворюючи зону зливу. При роботі гідромотора, зони нагнітання і зливу рухаються синхронно з обертанням розподільника, утворюючи гідравлічне поле, що постійно обертається. Розвантажувальні вікна 2 рухомого розподільника не беруть участі в розподілі робочої рідини і служать для

врівноваження сили тиску робочої рідини, що діє на торцеві поверхні нерухомого та рухомого розподільників.

Основною характеристикою розподільної системи є її пропускна здатність (витрата робочої рідини), що визначається площею прохідного перетину цієї системи. Збільшення площі прохідного перетину розподільної системи можна досягти шляхом використання додаткових (розвантажувальних) вікон рухомого розподільника як робочих.

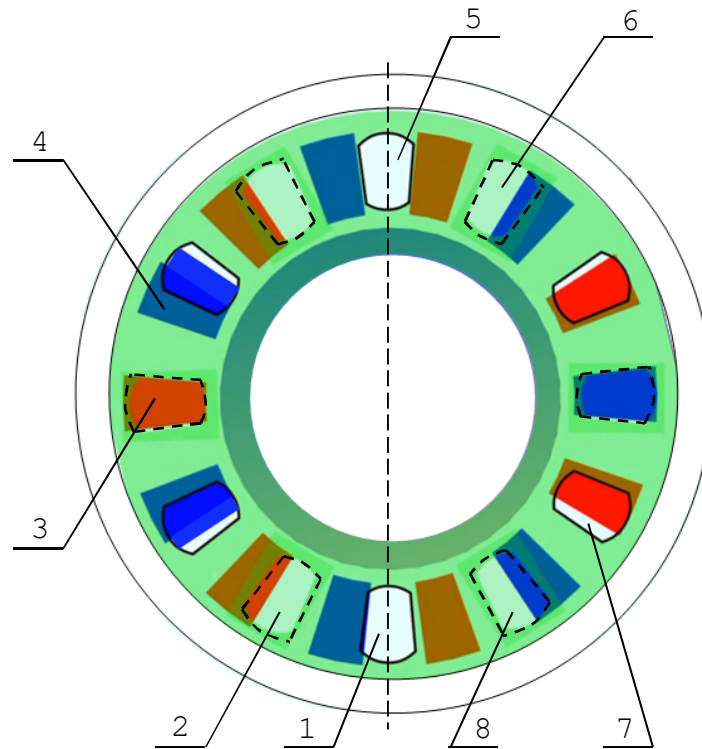


Рис. 1. Схема розташування розподільних вікон в зоні формування гідравлічного поля: 1 – робочі вікна; 2 – розвантажувальні вікна рухомого розподільника; 3 – вікна нагнітання; 4 – вікна зливу нерухомого розподільника;

- 5 – вікно, яке відкривається для подачі рідини в робочі камери (фаза відкриття);
- 6 – вікно, яке відкривається для зливу рідини з робочих камер (фаза відкриття);
- 7 – вікно, яке закривається при подачі рідини в робочі камери (фаза закриття);
- 8 – вікно, яке закривається при зливі рідини з робочих камер (фаза закриття)

В результаті проведених досліджень обґрунтовано кутове розташування робочих і розвантажувальних вікон рухомого розподільника торцевої розподільної системи планетарного гідромотора. Розроблено методику зміщення розподільних вікон рухомого розподільника, що дозволяє знизити коливання потоку робочої рідини, і як наслідок, поліпшити вихідні характеристики планетарного гідромотора. Досліджено вплив геометричних параметрів розподільної системи на вихідні характеристики планетарного гідромотора.

## ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ДВОШАРОВОГО МАЩЕННЯ НА РЕСУРС РЕЙОК ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

### THE IMPACT OF TWO-LAYER LUBRICATION PARAMETERS ON RESOURCE OF RAILWAY TRANSPORT RAILS

*д-р техн. наук С.В. Воронін, Б.С. Асадов,  
канд. техн. наук В.О. Стефанов, канд. техн. наук Д.В. Онопрейчук,  
канд. техн. наук А.О. Бабенко*

*Український державний університет залізничного транспорту*

*S.V. Voronin, D.Sc. (Tech.), B.S. Asadov,  
V.O. Stefanov, PhD (Tech.), D.V. Onopreichuk, PhD (Tech.),  
A.O. Babenko, PhD (Tech.)*

*Ukrainian State University of Railway Transport*

В роботі [1] були наведені фізичні уявлення щодо позитивного впливу двошарового мащення на знос та ресурс рейок при змащуванні їх бокової робочої поверхні аерозольним методом. Основними факторами, що впливають на зменшення зношування рейок при реалізації двошарового змащення є: підвищення фактичної площі контакту за рахунок заповнення нерівностей поверхні антифрикційною добавкою (графіт, дисульфід молібдену); підвищення товщини та несучої здатності молекулярної граничної плівки оливи, що утворюється на поверхні тертя, вкритій першим шаром. Тобто, основними параметрами двошарового мащення можна вважати концентрацію антифрикційної добавки в оливі, достатню для заповнення об'єму нерівностей поверхні та товщину граничної молекулярної плівки.

Не зважаючи на логічність наведених фізичних уявлень, питання теоретико-експериментального обґрунтування впливу вказаних параметрів двошарового мащення на ресурс рейок відсутні. Саме цим питанням присвячене теперішнє дослідження. На першому етапі була розроблена математична модель ресурсу рейок залізничного транспорту, яка має вигляд системи рівнянь, наведених нижче:

$$T(m_{vag}, c_{gr}) = \frac{I_{LIM}}{I_{ic}(m_{vag}, c_{gr}) \cdot n_{par}} \cdot m_{vag} \quad (1)$$

$$I_{LIM} = S_{kon} \cdot h_{LIM} \cdot \rho_{st} \quad (2)$$

$$I_{ic}(m_{vag}, c_{gr}) = \Delta V_{seg}(m_{vag}, c_{gr}) \cdot n_{pl} \cdot \rho_{st} \quad (3)$$

$$\Delta V_{seg}(m_{vag}, c_{gr}) = \pi \cdot \int_{Rp(m_{vag}) - \Delta Rp(m_{vag}, c_{gr})}^{Rp(m_{vag})} (Ra^2 - x^2) dx \quad (4)$$

$$Rp(m_{vag}) = \sqrt{Ra^2 - \frac{P_{max}(m_{max})}{\pi \cdot \sigma_{st}}} \quad (5)$$

$$\Delta Rp(m_{vag}, c_{gr}) = \frac{P_i(m_{vag}, c_{gr}) \cdot Rp(m_{vag})}{E \cdot S_{pl}(m_{vag}) \cdot n_{IC}(m_{vag}, c_{gr})} \quad (6)$$

$$P_i(m_{vag}, c_{gr}) = \frac{m_{vag} \cdot 10^3 \cdot g}{n_{par} \cdot 2 \cdot n_{pl}} \cdot 0.6 - \sigma_{gr} \cdot S_{gr} \quad (7)$$

$$S_{pl}(m_{vag}) = \pi(Ra^2 - Rp(m_{vag})^2) + \pi((Ra + h_{oil})^2 - Ra^2) \quad (8)$$

$$S_{gr}(m_{vag}, c_{gr}) = \sqrt{S_{graf}(m_{vag})^2 - S_{graf}(m_{vag})^2 \left(1 - \frac{c_{gr}}{c_{LIM}(m_{vag})}\right)^2} \quad (9)$$

$$n_{IC}(m_{vag}, c_{gr}) = \left( \frac{\sigma_{st}}{P_i(m_{vag}, c_{gr}) / S_{pl}(m_{vag})} \right)^6 \quad (10)$$

$$S_{graf}(m_{vag}) = 4 \cdot Ra^2 - \pi(Ra^2 - Rp(m_{vag})^2) \quad (11)$$

$$c_{LIM}(m_{vag}) = \frac{4 \cdot Ra^2 \cdot Rp(m_{vag}) - \pi \left( \int_0^{Rp(m_{vag})} (Ra - x)^2 dx \right)}{16 \cdot Ra^2 \cdot Rp(m_{vag})} \cdot 100 \quad (12)$$

В залежностях (1) – (12) введені наступні позначення:  $T$  – ресурс рейки, млн.т.брутто;  $m_{vag}$  – поточна маса вагону, т;  $m_{max}$  – максимальна маса вагону, т;  $c_{gr}$  – концентрація графіту в оливі, %;  $h_{oil}$  – товщина граничної плівки, м;  $I_{LIM}$  – граничний ваговий знос, кг;  $I_{ic}$  – знос за один цикл навантаження, кг;  $n_{par}$  – кількість колісних пар на вагоні;  $S_{kon}$  – контурна площа контакту,  $m^2$ ;  $h_{LIM}$  – граничний лінійний знос, м;  $\rho_{st}$  – щільність рейкової сталі,  $kg/m^3$ ;  $n_{pl}$  – кількість нерівностей на контурній площі контакту, од;  $\Delta V_{seg}$  – об'єм зношеного матеріалу на 1 нерівність,  $m^3$ ;  $Ra$  – початковий радіус нерівності, м;  $P_{max}$  – максимальне бокове навантаження на рейку, Н;  $P_i$  – навантаження на одну нерівність, Н;  $Rp$  – висота нерівності після пластичної деформації від  $P_{max}$ , м;  $\sigma_{st}$  – межа текучості рейкової сталі, МПа;  $\sigma_{gr}$  – межа міцності графіту, МПа;  $E$  – модуль пружності рейкової сталі, МПа;  $\Delta Rp$  – одиничний знос  $i$ -ї нерівності за відповідну кількість циклів, м;  $c_{LIM}$  – граничне значення концентрації графіту в оливі, %;  $n_{IC}$  – кількість циклів до зносу нерівності на значення  $\Delta Rp$ ;

Подальші дослідження спрямовані на експериментальну верифікацію отриманої математичної моделі.

[1] Voronin S. Study of the process of lubricant application on the friction surface using aerosol lubricators / S. Voronin, I. Hrunyk, V. Stefanov, D. Onoprychuk, B. Asadov // International Journal of Engineering & Technology. – 7 (4.3), 2018. – p. 20-24.

**ТЕРИТОРІАЛЬНИЙ АСПЕКТ ФОРМУВАННЯ ОТГ**

**TERRITORIAL ASPECT OF FORMING  
UNITED TERRITORIAL COMMUNITIES**

*канд. техн. наук Л.В. Гасенко<sup>1</sup>, канд. техн. наук Т.П. Литвиненко<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук А.В. Гасенко<sup>1</sup>, канд. техн. наук В.В. Дарієнко<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук І.О. Скриннік<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

<sup>2</sup>*Центральноукраїнський національний технічний університет (м. Кропивницький)*

*L.V. Hasenko<sup>1</sup>, Ph.D. (Tech.), T.P. Lytvynenko<sup>1</sup>, Ph.D. (Tech.),  
A.V. Hasenko<sup>1</sup>, Ph.D. (Tech.), V.V. Dariienko<sup>2</sup>, Ph.D. (Tech.),  
I.O. Skrynnik<sup>2</sup>, Ph.D. (Tech.)*

<sup>1</sup>*Poltava national technical Yuri Kondratyuk university (Poltava)*

<sup>2</sup>*Central Ukrainian national technical university (Kropyvnytskyi)*

Для забезпечення раціонального використання земельних ресурсів та управління ними на території України впроваджено процес децентралізації влади (передачі повноважень та бюджетних надходжень від державних органів до органів місцевого самоврядування) та добровільного створення з сіл, селищ та міст об'єднаних територіальних громад (ОТГ) [1].

У ході вивчення вітчизняного і закордонного досвіду [2–5], а також детального дослідження Скороходівської ОТГ Чутівського району Полтавської області було виявлено найголовніші проблеми у сфері управління земельними ресурсами, з якими стикається кожна новоутворена громада. Нижче наведено ці проблеми і запропоновано способи їх усунення.

1. *Невизначеність меж території ОТГ.* В межах кожної ОТГ в обов'язковому порядку має бути створена інформаційна база використання земельних ресурсів. Ця база має бути доступна в електронному вигляді і мати можливість постійного оновлення, що забезпечить використання в повному обсязі переваг геоінформаційних систем.

2. *Відсутність інформації про кількісні та якісні показники земель в межах юрисдикції ОТГ.* Кожній новоствореній ОТГ необхідно провести інвентаризаційні заходи, результати яких занести в інформаційну базу.

3. *Недоотримання надходжень до місцевого бюджету від плати за землю.* Ефективним буде створення схеми сучасного використання земель, на якій будуть відображені: сформовані земельні ділянки; землі, що перебувають у користуванні, але право на які не оформлено; землі, що можуть бути оформлені у комунальну власність для ведення лісгосподарської діяльності; нерозподілені земельні ділянки; проектні господарські шляхи.

4. *Неможливість спланувати діяльність через брак інформації про земельні ресурси.* Варіантом усунення проблеми є виготовлення схеми сучасного

використання земель, на якій має бути надана вичерпна інформація про земельні ресурси та об'єкти розташовані на території ОТГ.

5. *Забруднення земель.* Має бути створена схема охорони земель, на якій будуть відображені скотомогильники, сміттєзвалища, місця захоронень промислових відходів, радіоактивно забруднені землі і т.д.

6. *Відмова у задоволенні потреб громадян у земельних ділянках.* Має існувати схема земель, на якій будуть в повній мірі відображені землі запасу на території ОТГ, що можуть бути відведені у приватну власність громадян відповідно до поданих ними заяв.

7. *Відсутність пропозицій для залучення інвестора та ведення бізнесу в ОТГ.* На основі стратегії розвитку ОТГ має бути створена схема земельних ділянок для ведення підприємницької діяльності, де будуть відображені землі комунальної, державної та приватної форм власності.

8. *Відсутність резервування перспективних для розвитку ОТГ територій.* На схемі перспективного використання території ОТГ мають бути відображені землі, необхідні для ведення сільського господарства і розміщення громадської, житлової, комунально-складської, промислової територій та ландшафтно-рекреаційних зон.

9. *Неналежний стан утримання меліоративних систем.* На схемі меліорації земель повинні відображатися внутрішньогосподарські, державні та міжгосподарські меліоративні канали та інженерні споруди, а також межі експлуатаційних смуг.

10. *Незаконне використання безхазяйних лісів.* У інформаційній базі ОТГ має бути схема, на якій будуть зображені землі комунальних, державних, лісгосподарських підприємств та земель запасу, вкритих лісом.

Окремо слід розглянути принцип добровільності, який є основним принципом процесу децентралізації, але не забезпечує у повній мірі раціональне управління земельними ресурсами. Адже головним критерієм створення ОТГ можуть стати дружні стосунки чиновників, а не раціональність використання територій. Аналізувати території та надавати рекомендації щодо утворення громад має робоча група, в склад якої має входити сертифікований інженер-землевпорядник, економіст, юрист та архітектор. Це дозволить враховувати при створенні ОТГ ефективне використання інженерної, виробничої і соціальної інфраструктури та нормативну доступність до неї.

[1] Закон України "Про добровільне об'єднання територіальних громад" – [Чинні 2015-03-05]. – К.: Відомості Верховної Ради (ВВР), 2015. – № 13. – Ст. 10.

[2] Місцева влада в країнах пострадянського простору: Монографія / П.В. Ворона, В.А. Гошовська, І.П. Лопушинський, Т.О.Шаравара [та ін.] / За заг. ред. д. держ. упр. П.В. Ворони. – Полтава: ПП Шевченко, 2016. – 67-70 с.

[3] Полтавець, В. Форми добровільного об'єднання органів місцевого самоврядування як основа міжмуніципального співробітництва / В. Полтавець // Ефективність державного управління: збірник наукових праць. – 2013. – №37. – С. 295-299.

[4] Пріоритети реформування та напрями перспективного розвитку міжбюджетних відносин в умовах бюджетної децентралізації в Україні. – К.: НІСД, 2015. – 80 с.

[5] Топпервін, Н. Дієве місцеве самоврядування як запорука успішної децентралізації публічної влади: швейцарський досвід // DESPRO: Аналітичний вісник. – 2012. – № 2.



**МЕТОДОЛОГІЯ ЗАСТОСУВАННЯ ОБМЕЖЕНЬ  
ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ПРИ ПЛАНУВАННІ ТРАНСПОРТНОЇ  
ІНФРАСТРУКТУРИ АЕРОПОРТІВ**

**METHODOLOGY OF LAND-USE LIMITATIONS APPLICATION IN  
THE PLANNING OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF AIRPORTS**

*д-р екон. наук Д.С. Добряк<sup>1</sup>, д-р екон. наук І.О. Новаковська<sup>2</sup>,  
канд. с.-г. наук К.Д. Ніколаєв<sup>2</sup>, Л.Р. Скрипник<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Інститут агроекології і природокористування НААН*

*<sup>2</sup>Національний авіаційний університет (м. Київ)*

*D.S. Dobryak<sup>1</sup>, D.Sc. (Econ.), I.O. Novakovska<sup>2</sup>, D.Sc. (Econ.)  
K.D. Nikolaev<sup>2</sup>, Ph.D. (Agricultural),  
L.R. Skrypnyk<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*<sup>2</sup>National Aviation University (Kyiv)*

Значним економічним стимулом у землекористуванні приаеродромної території є спрямування інвестицій на розвиток транспортної інфраструктури навколо аеропорту з метою покращення під'їзних шляхів до нього. Таке збалансоване землекористування сприятиме скороченню відстані до нього, покращенню доступу та зменшенню часу очікування.

Моделювання майбутнього попиту на наземний транспорт навколо аеропортів вимагає точності щодо прогнозованих майбутніх подорожей до аеропорту, зокрема розрахунок економічної вигоди від збільшення місцевих поїздок, які зумовлені зростанням чисельності населення, попит на нерухомість та розвиток бізнесу.

Проект транспортної доступності до аеропорту, як автомобільного так і залізничного транспорту, може бути впроваджений лише за умови, що буде проведена якісна еколого-економічна оцінка обмежень землекористування – інфраструктури аеропортів, правовий режим та особливості використання якої чітко регулюватиметься законодавчими нормативами і стандартами.

Оцінка обмежень у функціонуванні інфраструктури аеропортів має виявити, як вплине транспортна доступність на стан приаеродромної території та рівень економічного розвитку прилеглого регіону в цілому, адже майбутня оплата поїздки відображає валову економічну вигоду від неї. Неавіаційна діяльність на приаеродромних територіях може бути прикладом дотримання основного еколого-економічного принципу землекористування.

Відповідно до ст. 66 ПКУ, експлуатант аеропорту несе відповідальність за стан приаеродромної території та ведення будь-яких виробничих, господарських робіт, а також діяльність суб'єктів [1]. Саме тому слід чітко

визначити, яким чином діяльність аеропорту впливатиме на еколого-економічний стан приаеродромної території.

Розробляючи схеми-макети для нових об'єктів авіаційного транспорту, експлуатант повинен усвідомити, що наявна приаеродромна територія, зокрема транспортна інфраструктура, зміниться залежно від типу аеропорту. Саме тому при будівництві аеропорту потрібно залишати навколо нього певну територію необхідну для збереження відкритого простору, інтегруватися з прилеглими транспортними шляхами, з урахуванням естетичної доцільності і задоволення потреб населення. Таким чином, дотримуються обмеження у використанні приаеродромної території, основною метою яких є надання точних вказівок щодо правил зонування території, а саме регулювання висотних забудов, інших споруд поблизу аеропорту, взаємодії аеропорту із об'єктами навколишнього природного середовища та принципів транспортної доступності, оскільки вони становлять еколого-економічну цінність території [2].

[1] Повітряний кодекс України: Відомості Верховної Ради України від 18 грудня 2011 р. № 2059-VIII. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17>

[2] Airport planning standards (New York, New Jersey) (2018). Available at: <https://www.panynj.gov/business-opportunities/pdf/panynj-terminal-planning-guidelines.pdf>

**УДК 666.983**

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЬНОГО ПРИНЦИПУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКТІВ МАЛОГАБАРИТНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УМОВ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА**

### **PECULIARITIES OF USING THE MODULAR PRINCIPLE FOR THE CREATION OF UNIVERSAL TECHNOLOGICAL KITS OF SMALL-SIZE EQUIPMENT**

*д-р техн. наук І. А. Ємельянова, канд. техн. наук В.В. Блажко,  
Д.Ю. Субота, І.В. Чернець  
Харківський національний університет будівництва та архітектури (м.Харків)*

*I. A. Emeljanova, D.Sc. (Tech.), V. V. Blazhko, Ph. D (Tech),  
D.U. Subota, I.V. Chernets  
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture (Kharkiv)*

В умовах сучасного будівництва пропонується використання універсальних технологічних комплектів малогабаритного обладнання, які безпосередньо в умовах зведення будинків та споруд дозволяють повністю виконати увесь робочий цикл.

Перш за все, модульний принцип створення комплекту дозволяє одержати широко універсальне обладнання для будь-яких умов будівельного майданчика, структурна схема якого має наступний вигляд: «дозувальний вузол → збірний

проміжний бункер → змішувач для приготування будівельної суміші → розчинобетонасос або бетононасос для транспортування суміші із змішувача до торкрет-сопла → транспортний трубопровід → робоче сопло із кільцевим насадком → поверхня, що торкретується».

Така структурна схема розроблена для зведення об'єктів із залізобетону з використанням способу мокрого торкретування.

Продуктивність технологічного комплексу, що пропонується, визначається продуктивністю базової машини-модуля. Для вищенаведеної структурної схеми такою машиною-модулем може бути або змішувач, або (розчино) бетононасос.

В якості базового змішувача заслуговують уваги нові машини, які пройшли апробацію в умовах будівництва і які захищені патентами України.

Це тривальний бетонозмішувач [1], бетонозмішувач гравітаційно-примусової дії [2], двороторний змішувач [3]. Усі ці машини єднає їх принцип дії - каскадний режим роботи [4].

Як було сказано раніше, продуктивність нових технологічних комплектів малогабаритного обладнання, що пропонуються, визначається продуктивністю їх базових машин.

Так, у випадку базової машини тривального бетонозмішувача продуктивність комплексу визначається як [5]:

$$P_{1 \text{ техн}} = 3600 \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) b \cdot n \cdot z_{\text{л}} \cdot \sin \alpha \cdot K_3^{\text{ср}} \cdot K_{\text{в}}^{\text{II}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1),$$

де  $D$  – діаметр по торцю обертання лопаток середнього валу, м;  $d$  – діаметр середнього валу, м;  $b$  – ширина лопаток, м;  $n$  – частота обертання середнього валу,  $\text{с}^{-1}$ ;  $z_{\text{л}}$  – кількість лопаток середнього валу;  $\alpha$  – кут атаки лоптки, град.;  $K_3^{\text{ср}}$  – коефіцієнт завантаження змішувача сумішшю відносно середнього валу;  $K_{\text{в}}^{\text{II}}$  – коефіцієнт повернення суміші у другій зоні змішувача

При використанні в якості базової машини змішувача гравітаційно-примусової дії технічна продуктивність комплексу знаходиться відповідно залежності [4]

$$P_{2 \text{ техн}} = \left[ \frac{\pi}{2} (R_{\text{к}}^2 \cdot k - r_{\text{н}}^2 z_{\text{н}} - r_{\text{в}}^2) L_{\text{к}} - (z_1 b_1 h_1 c_1 + z_2 b_2 h_2 c_2) \right] z_{\text{ц}} \cdot K_{30}^{\text{I}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2),$$

де  $R_{\text{к}}$  – радіус корпусу змішувача, м;  $L_{\text{к}}$  – довжина корпусу змішувача, м;  $k$  – коефіцієнт, що враховує положення суміші в корпусі;  $r_{\text{н}}, z_{\text{н}}, r_{\text{в}}$  – радіус, кількість ніжок, радіус валу змішувача та на горизонтальному валу машини;  $b_1, b_2, h_1, h_2, c_1, c_2$  – відповідно довжина, висота та товщина лопаток корпусу і валу змішувача;  $K_{30}$  – коефіцієнт заповнення бетонною сумішшю корпусу бетонозмішувача.

Коли в якості базової машини-модуля комплексу, що пропонується використовується універсальний безпоршневий шланговий бетононасос, продуктивність такого комплексу визначається як [8]:

$$P_{3 \text{ техн}} = 3600 \cdot S_{\text{шл}} \cdot v_{\text{ср}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (3)$$

де  $S_{\text{шл}}$  – площа поперечного перерізу по внутрішньому діаметру шланга, який укладено в корпусі бетононасоса,  $\text{м}^2$ ;  $v_{\text{ср}}$  – середня швидкість руху

бетонної суміші по гнучкому шлангу, м/с;  $k_1$  – коефіцієнт, який враховує наявність пульсацій тиску нагнітання при використанні шлангових бетононасосів ріжних конструктивних рішень робочого органу;  $k_2$  – коефіцієнт, що враховує умови подачі суміші бетононасосом по гнучкому шлангу з урахуванням їх властивостей;  $k_3$  – коефіцієнт, що враховує надійність роботи шлангової частини універсального шлангового бетононасоса з урахуванням виникаючих в ній напружень і граничного стану на розрив.

Таким чином, вищевказані нові машини-модулі, перш за все, визначають ефективність роботи універсальних комплектів малогабаритного обладнання.

[1] Змішувач для приготування будівельної суміші: Патент №74444 С2.Україна. МПК 7B28С 5/14/ І.А. Ємельянова, А.М.Баранов, В.В. Блажко, В.В Тугай; №20031213023 Заявл. 30.12.03. Опубл. 15.12.2005 Бюл.№12 – 2с: ип.

[2] Змішувач для приготування будівельних сумішей: Патент №116003 С2.Україна. МПК В28С 5/22(2006.01), В28С 5/24(2006.01), В01F 9/08(2006.01)/ Ємельянова І.А., Блажко В.В., Аніщенко А.І. №201507961 Заявл. 10.08.2015 Опубл. 25.01.2018 Бюл.№2 – 2с: ип.

[3] Універсальний шланговий бетононасос: Патент №112585.Україна. МПК F 04В 43/12 (2006.01), F 04В 15/02 (2006.01) /Ємельянова І.А., Задорожний А.О., Клименко М.В., Чайка Д.О.

[4]Бетоносмесители, работающие в каскадном режиме/ І.А. Ємельянова, А.І. Аніщенко, С.М. Евель, В.В. Блажко, О.В. Доброхотова, Н.А. Меленцов. Харьков. Тим Паблиш Груп.2012, 146с.

[5]Современные строительные смеси и оборудование для их приготовления/ И.А. Емельянова, О.В. Доброходова, А.И. Анищенко. Учебное пособие. Харьков. Тимченко А.Н., 2010, 146с.

**УДК 666.983**

## **МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ КОМПОНЕНТІВ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ ІЗ ПОВЕРХНЕЮ РОБОЧОГО ОРГАНА ТУРБУЛЕНТНОГО ЗМІШУВАЧА**

### **A MODEL OF THE PROCESS OF INTERACTION OF COMPONENTS OF DRY BUILDING MIXTURES WITH THE SURFACE OF THE WORKING BODY OF A TURBULENT MIXER**

*д-р техн. наук І. А. Ємельянова, канд. техн. наук В.В. Блажко,  
канд. техн. наук С.В. Даньшева, Н.С Шишко.  
Харківський національний університет будівництва та архітектури (м.Харків)*

*I. A. Emeljanova, D.Sc. (Tech.), V. V. Blazhko, Ph. D( Tech)  
S.O. Dansheva, Ph. D( Tech), N.S. Shyshko.  
Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture (Kharkiv)*

Двуроторний турбулентний змішувач ( рис.1), який працює у каскадному режимі, відноситься до машин нового покоління і з успіхом може бути використаним для приготування сухих будівельних сумішей [1].

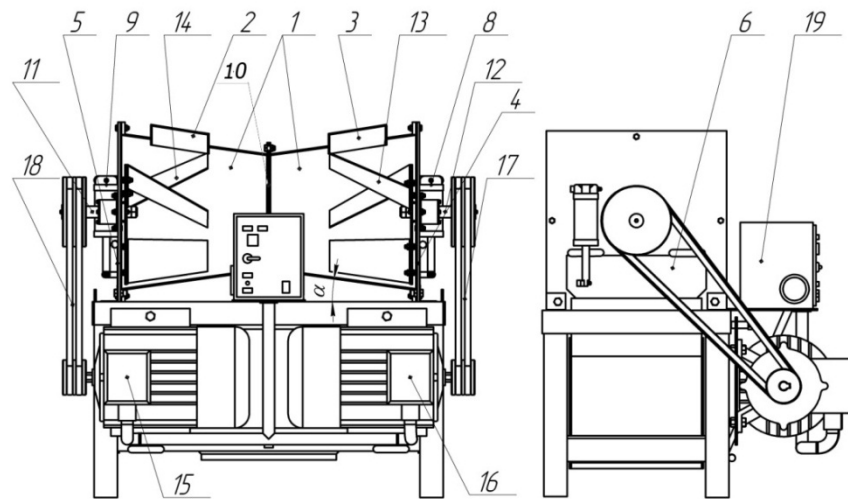


Рис.1 Двороторний змішувач

1. Корпус; 2, 3. Завантажувальні отвори; 4, 5 Розвантажувальні отвори; 6,7. Зазлонки; 8, 9. Пневмоциліндри; 10. Фланці; 11, 12. Вали; 13,14. Ротори з лопатями; 15, 16. Електродвигуни; 17, 18. Пасові передачі; 19. Блок керування

Характерною особливістю машини є переміщення часток в робочому просторі по траєкторіях, які перетинаються у просторі [2]. Це дозволяє значно інтенсифікувати процес перемішування компонентів та одержати будівельні суміші високої якості. Крім того, високі швидкості обертання роторів машини створюють умови для активації сумішей, що готуються. В процесі перемішування компоненти частки заповнювача можуть зустрічатися із корпусом або лопатями змішувача на умовах відскоку і завдяки високим швидкостям обертання робочого органу ( $n=200...300 \text{ об}^{-1}$ ) змішувача зазнавати руйнування, що і приводить до активації сумішей.

Для побудови імітаційної моделі приймаються наступні умови:

- частки суміші мають форму кулі;
- розглядається удар часток як твердих тіл які при цьому не змінюють форму кулі;
- рух часток розглядається при відсутності їх обертання;
- при ударі о поверхню частка заповнювача розколюється на дві частини.

При дослідженні процесу розколювання частки заповнювача відповідно ньютонівській теорії удару до уваги приймається критерій руйнування. При цьому, розколювання відбувається у тому разі, коли кінематична енергія руху частки, яка рухається, перевищує поверхневу енергію двох поверхонь, що тільки створилися. Поведінку нових створених часток після розколювання аналізують за допомогою теорії імпульсів [3].

$$2\pi(1 - S_0)R^2\sigma \leq \frac{4}{6}\pi\rho R^3v_r \quad (1)$$

де  $S_0$  - площа поперечного перетину частки, що утворилася після руйнування;

$R$  - радіус частинки суміші;

$\rho$  - щільність частинки суміші;

$\sigma$  - поверхнєве напруження;

$v_R$  - швидкість руху частинки суміші перед зштовхуванням з поверхнею робочого органа

Визначення післяударних швидкостей цих часток виконано з урахуванням слідуєчих технологічних параметрів:  $k$  – співвідношення часток заповнювача, який розколовся;  $f_1$ - динамічний коефіцієнт тертя;  $\gamma$  – кут нахилу поверхні розриву;  $k_0$  – коефіцієнт втрат.

Одержані графічні залежності для визначення безрозмірних післяударних швидкостей  $\vec{V}_1$  і  $\vec{V}_2$  (відповідно для часток  $m_1$ ,  $m_2$ , що створилися після розколювання) дозволяють прогнозувати умови робочого процесу, при якому одночасно із перемішуванням компонентів відбувається активація будівельної суміші, що готується.

[1] Особливості роботи бетонозмішувачів каскадного режиму з урахуванням траєкторії руху частинок бетонної суміші в їх робочому просторі/ І.А. Ємельянова, В.В. Блажко, В.Н. Самоделок // журнал ЦНТИ КОМПЗИТ XXI ВІК «Сухі будівельні суміші» №2, 2015. – С. 27 – 29.

[2] Бетонозмішувачі, що працюють у каскадному режимі. Монографія / І.А. Ємельянова, А.І. Аніщенко, С.М. Євель, В.В. Блажко, О.В. Доброходова, М.А. Меленцов. – Харків: Тім Пабліш Груп, 2012. – 146 с. іл., табл.

[3] Гольдсміт В. Удар / - Москва: Видавництво літератури для будівництва, 1965. - 448 с.

**УДК 625.8**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛІЄСТІЙКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ РІЗНИХ ТИПІВ, ПРИГОТОВЛЕНИХ НА МОДИФІКОВАНИХ БІТУМАХ**

### **RUTTING RESEARCH OF ASPHALT CONCRETE VARIOUS TYPES PREPARED ON MODIFIED BITUMEN**

*д-р техн. наук В.К. Жданюк, канд. техн. наук О.О. Воловик  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*V.K. Zhdnyuk, D.Sc. (Tech.), A.A. Volovyk, Ph.D (Tech)  
Kharkiv National Automobile and Highway University*

Зростання інтенсивності руху та рівня навантаження на вісь транспортних засобів викликає передчасне руйнування дорожніх одягів автомобільних доріг в Україні.

Актуальним залишається питання підвищення стійкості асфальтобетонних покриттів до накопичення пластичних деформацій. Як в Україні, так і в багатьох країнах Європи поширеним напрямком підвищення довговічності покриттів за критерієм колієстійкості є застосування для їх улаштування гарячих асфальтобетонних сумішей на основі бітумів модифікованих полімерами [1, 2].

У практиці будівництва асфальтобетонних покриттів на автомобільних дорогах України найбільш поширеними є полімери типу SBS (стирол-бутадієн-стирол) «Kraton D1101 CM» та катіонний водний латекс «Butonal NS 198».

Використання вказаних добавок для модифікації бітуму надає в'язучому еластичність та підвищену теплостійкість, що забезпечує асфальтобетону у покритті дорожнього одягу працювати в пружній стадії.

Асфальтобетони, гранулометричний склад яких відповідає типу А та типу Б [3] були обрані для дослідження впливу модифікації бітумів полімерами на їх фізико-механічних властивостей та стійкості до утворення колії. Асфальтобетонні суміші готували на основі в'язкого нафтового дорожнього бітуму марки БНД 60/90 [4], модифікованого полімером «Kraton D1101 CM» та катіонним водним латексом «Butonal NS 198». Визначення фізико-механічних властивостей бітумних в'язучих та асфальтобетонів виконано у лабораторних умовах стандартними методами та приладами [3-5]. Після модифікації вихідний нафтовий дорожній бітум марки БНД 60/90, за своїми властивостями, перейшов до марки БМП 40/60-56 [6].

Результати експериментальних досліджень впливу модифікації бітумів полімером та катіонним латексом на фізико-механічні властивості дрібнозернистих асфальтобетонах типу А і типу Б показують, що при підвищенні концентрації вказаних добавок у бітумі спостерігається зростання показників границі міцності досліджуваних асфальтобетонів.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що більшою стійкістю до утворення колії за температур 50 °С та 65 °С характеризується асфальтобетон типу А, приготовлений як на вихідному бітумі, так і на модифікованому 3 % термоеластопласту «Kraton D1101» або 3 % катіонним латексом «Butonal NS 198».

[1] Willem Vonk, Jan Korenstra. The effect of KRATON™ Polymers modification on the thermal cracking behaviour of dense asphaltic mixes // VI International Conference "Durable and safe road pavements". – Kielce. – 2000. – p.251-256.

[2] Ковальчек Марек, Масолитин А.В. Применение термопластичных эластомеров в дорожном строительстве / Опыт и проблемы современного развития дорожного комплекса Украины на этапе вхождения в европейское сообщество/ Материалы международной научной конференции. – Харьков, ХНАДУ. – 2002. – С.69-61.

[3] Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-119:2011. – Київ: Мінрегіон України, 2011.

[4] Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия: ДСТУ 4044-2001. – Киев: Госстандарт Украины, 2001.

[5] Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань: ДСТУ Б В.2.7-319:2016. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.

[6] Битумы дорожные, модифицированные полимерами. Технические условия: ДСТУ Б В.2.7-135:2014. – Киев: ГП «ГосдорНИИ», 2015.

## КЛАСИФІКАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

### CLASSIFICATION OF LAND MOTOR TRANSPORT

*канд. техн. наук В.В. Івасенко, Т.В. Ряполов*

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова*

*V.V. Ivasenko, PhD (Tech.), T.V. Riapolov*

*O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv)*

В цілому за призначенням землі в Україні поділяються на такі категорії: землі сільськогосподарського призначення; землі житлової та громадської забудови; землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення; землі оздоровчого призначення; землі рекреаційного призначення; землі історико-культурного призначення; землі лісгосподарського призначення; землі водного фонду; землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення.

Землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення займають понад 1,74 млн. гектарів території України. Більшу частину цієї площі складають землі транспорту, які в цілому займають 660,6 тис. гектарів і мають тенденцію збільшуватися [1].

*Стаття 71 Земельного кодексу України закріплює дві відносно самостійні правові режими земель, а саме: власне землі автомобільного транспорту та землі дорожнього господарства.*

До земель автомобільного транспорту належать землі під спорудами та устаткуванням енергетичного, гаражного і паливороздавального господарства, автовокзалами, автостанціями, лінійними виробничими спорудами, службово-технічними будівлями, станціями технічного обслуговування, автозаправними станціями, автотранспортними, транспортно-експедиційними підприємствами, авторемонтними заводами, базами, вантажними дворами, майданчиками контейнерними та для перечеплення, службовими та культурно-побутовими будівлями й іншими об'єктами, що забезпечують роботу автомобільного транспорту.

Слід зауважити, особливий правовий режим, що є притаманним землям загального користування з метою внутрішньо-міських перевезень (вулиці, проїзди тощо). Даний тип земель не відносять ні до земель автомобільного транспорту, ні до земель дорожнього господарства.

До земель дорожнього господарства належать землі під проїзною частиною автотодоріг, узбіччям, земляним полотном, декоративним озелененням, резервами, кюветами, мостами, тунелями, транспортними розв'язками, водопропускними спорудами, підпірними стінками і розташованими в межах смуг відведення іншими дорожніми спорудами та обладнанням, а також землі, що знаходяться за межами смуг відведення, якщо



на них розміщені споруди, що забезпечують функціонування автомобільних доріг, а саме:

а) паралельні об'їзні дороги, поромні переправи, снігозахисні споруди і насадження, протилавинні та протисельові споруди, вловлюючі з'їзди;

б) майданчики для стоянки транспорту і відпочинку, підприємства та об'єкти служби дорожнього сервісу;

в) будинки (в тому числі житлові) та споруди дорожньої служби з виробничими базами;

г) захисні насадження.

Не допускається розміщення інших об'єктів у межах смуги відведення без погодження з власниками. Будь-яке будівництво споруд, комплексів дорожнього сервісу, прокладання інженерних мереж відбувається виключно за погодженням проекту органами державного управління автомобільними дорогами та органами з питань безпеки дорожнього руху.

Автомобільні дороги являють собою високотехнологічні лінійні об'єкти, що потребують особливої уваги у процесі експлуатації та обслуговування. Досить серйозні вимоги ставляться не лише до користувачів, але й до осіб, що мають у користуванні чи володінні земельні ділянки, що межують зі смугою відчуження автомобільних (позаміських) доріг або червоними лініями міських вулиць і доріг. Вони зобов'язані:

- устанавлювати і утримувати у справному стані паркани та огорожі аби уникнути потрапляння на проїжджу частину худоби та свійської птиці;

- влаштовувати автомобільні стоянки та виїзд на дорожні об'єкти у місцях розміщення споруд побутово-торгівельного призначення та будівель масового призначення;

- утримувати в чистоті виїзди із земельних ділянок, запобігати потраплянню на проїжджу частину каміння, сміття та інших матеріалів.

Ще більша відповідальність за стан проїжджої частини покладається на власників та користувачів земельних ділянок, а також власників малих архітектурних форм, що розташовані в межах смуги відведення автомобільних доріг або червоних ліній, а саме:

- утримувати у належному стані зелені насадження, охоронні зони інженерних комунікацій, тротуари, обладнані стоянки автомобілів, трамвайне полотно та інші об'єкти;

- повідомляти про наявність небезпечних умов в експлуатації споруд та об'єктів, їх аварій і руйнувань, які є перешкодою та несуть пряму загрозу життю усіх учасників руху;

- забезпечувати належний стан інженерних споруд відповідно до їхнього функціонального призначення та діючих нормативів;

- забезпечувати прибирання сміття, снігу, опалого листа, проводити обробку тротуарів протиожеледними матеріалами [2].

Україна має об'єктивні передумови для посилення своєї ролі як транзитної держави. Це — геополітичне становище країни та наявність у ній потужного транспортного комплексу. Нормативи відведення земельних ділянок для потреб

промисловості, транспорту, енергетики в 2,5 - 2,7 рази перевищують прийняті в країнах Західної Європи [3].

Перш за все треба провести ряд змін, які допоможуть підвищити ефективність земель автомобільного транспорту та дорожнього господарства, які включають в себе:

- заміну плодкових дерев на магістральних дорогах із інтенсивним рухом на породи промислового призначення, так звану ділову деревину (хвойні дерева, береза, липа тощо);

- проведення рекультивації прилеглих до автомобільних доріг порушених земель;

- застосування ґрунтозберігаючих технологій при будівництві нових автомобільних доріг, проведенні ремонтних робіт з мінімальним прокладанням під'їздів до залізничного полотна;

- будівництво і введення в дію історично сформованих радіальних та кільцевих магістралей середніх і великих міст.

Будівництву автомобільної дороги передують ряд обов'язкових етапів, що починаються з вибору земельної ділянки для її розміщення.

Порядок вибору земельних ділянок та погодження питань, пов'язаних з вилученням (викупом) та вибором земельних ділянок для розміщення об'єктів, врегульовано Земельним кодексом та постановою Кабінету Міністрів України від 31 березня 2004 року № 427 "Про затвердження Порядку вибору земельних ділянок для розміщення об'єктів".

Відповідно до частин першої та другої статті 151 Земельного кодексу України особи, зацікавлені у вилученні (викупі), виборі земельних ділянок, зобов'язані погодити з власниками землі і землекористувачами та органами державної влади або органами місцевого самоврядування, згідно з їх повноваженнями, розміри земельних ділянок, передбачені для вилучення (викупу), умови їх вилучення (викупу), а також розміри земельної ділянки, передбачені для її передачі (надання), умови її передачі (надання) з урахуванням комплексного розвитку території, який би забезпечував нормальне функціонування на цій ділянці і прилеглих територіях усіх об'єктів та умови проживання населення і охорону довкілля [5].

Враховуючи інтенсифікацію будівництва нових автомобільних доріг і суміжний розвиток обслуговуючої їх інфраструктури в найближчі часи слід удосконалити механізм вилучення (викупу) земельних ділянок, зробити його прозорим і таким, що відповідає законам ринкової економіки та не порушує прав землевласників.

[1] Загальнодержавна програма використання і охорони земель. - Режим доступу: [www.myland.org.ua/index.php?id=1532&lang=uk](http://www.myland.org.ua/index.php?id=1532&lang=uk). - Назва з екрану.

[2] Земельний кодекс України: Науково-практичний коментар / За заг. ред. В. І. Семчика. – 3-тє вид., перероб. і доп. – К.: Видавничий Дім „Ін Юре”, 2007. – 896 с.

[3] Мартин А. Сучасна класифікація земельних ділянок за цільовим призначенням / А.Мартин// Земельне право України: теорія і практика. - 2010. - №2. - С.42-47.

[4] Україна і світове господарство: взаємодія на межі тисячоліть / А. С. Філіпенко, В. С. Будкін, А. С. Гальчинський та ін. — К.: Либідь, 2002. — 470 с.

[5] Правові аспекти будівництва автомобільних доріг. - Режим доступу: [old.minjust.gov.ua/22115](http://old.minjust.gov.ua/22115)- Назва з екрану.

**ОСОБЛИВОСТІ СПІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ НА  
АЕРОДРОМАХ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗСУ ЗАЛІЗНИЧНИХ  
КОЛІЙ, ПІД'ЇЗНИХ ШЛЯХІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАЛЬНОГО  
І ІНШОГО МАЙНА АВІАЦІЙНИХ ЧАСТИН**

**PECULIARITIES OF COMMON USE OF RAILWAY TRACKS AND  
ACCESS ROADS TO DELIVER AVIATION UNITS' FUEL AND OTHER  
MATERIEL AT AIRFIELDS OF UKRAINE'S AIR FORCES**

*канд. техн. наук В.М. Краснокутський, В.В. Кав'юк  
Харківський національний університет Повітряних Сил (м. Харків)*

*V. Krasnokutsky, PhD (Tech.), V. Kaviuk  
Kharkiv National University of Air Forces (Kharkiv)*

Для успішного ведення бойових дій і підтримки бойової готовності авіаційних частин постійно здійснюється підвезення авіаційного пального та інших матеріально-технічних засобів залізничним транспортом до аеродрому, а також підтримується готовність для здійснення перебазування залізничним транспортом аеродромно-технічних підрозділів до аеродрому маневру.

Необхідність логістичного забезпечення аеродромного маневру авіації вимагає чіткої організації і своєчасного переміщення і перевезень авіаційної частини за використанням різних видів транспорту, у тому числі залізничного.

Згідно Постанови Кабінету Міністрів України від 04.11.2015 року №891 «Про організації діяльності залізничного транспорту під час здійснення військових залізничних перевезень.» та спільного наказу Міністерства оборони України та Міністерства інфраструктури України № 666/503 від 01.12.2015р. «Про затвердження Інструкції з планування військових залізничних перевезень.» в організації і здійсненні залізничних перевезень беруть участь органи військових сполучень, органи залізничного транспорту та військові частини і установи, які перевозяться.

Успішне виконання перевезення військової частини залежить від експлуатаційної готовності під'їзних залізничних колій, вантажних рамп та автомобільних шляхів до аеродромів та в підготовленості аеродромно-технічних підрозділів до перевезень залізничним транспортом.

Важливим питанням є організація взаємодії між Міністерством Оборони України та установами та організаціями ПАТ «Укрзалізниця».

Для забезпечення здійснення військових залізничних перевезень вантажно-розвантажувальні споруди та під'їзні шляхи повинні бути обладнані належним чином. Балансоутримувачем окремих ділянок залізничних колій є військові частини. Тому під час утримання цих ділянок проводиться відповідна

робота по їх підтриманню в справному стані та обслуговувані у тісній взаємодії між військовими частинами, установами та організаціями залізничного транспорту.

Високоманеврений і швидкоплинний характер сучасних бойових дій обумовлює необхідність навантаження (розвантаження) військових частин і їх перевезення в встановлені терміни.

Найбільш складним і відповідальними етапами під час перевезення для авіаційних частин є навантаження та розвантаження як можливо у короткі терміни.

Для забезпечення здійснення військових залізничних перевезень підприємства залізничного транспорту утримують платформи, майданчики а також необхідні запаси збірно-розбірних металевих апаратів для навантаження озброєння та військової техніки.

Тому важливим залишається питання, щодо якісного перевезення військ залізничним транспортом, а саме;

- своєчасному плануванні військових перевезень;
- необхідності в навченості особового складу до перевезення;
- постійній готовності ділянок залізничних колій до аеродромів;
- взаємодія між військовими частинами та організаціями залізничного транспорту;
- необхідністю проведенням необхідних розрахунків на перевезення;
- наявності необхідних засобів для навантаження (розвантаження);
- готовності майданчиків для навантаження (розвантаження);
- скороченням часу на навантаження (розвантаження);
- пошук нових способів кріплення техніки.

[1] Постанова Кабінету Міністрів України від 04.11.2015 року №891 «Про організації діяльності залізничного транспорту під час здійснення військових залізничних перевезень.» та

[2] Спільний наказ Міністерства оборони України та Міністерства інфраструктури України №666/503 від 01.12.2015р. «Про затвердження Інструкції з планування військових залізничних перевезень.»

**ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНОГО  
УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ**

**FORMATION OF ELEMENTS OF A GEOINFORMATION SUPPORT FOR  
THE RAILWAY NETWORK FOR THE LOGISTIC MANAGEMENT OF  
TRANSPORTATION**

*канд. техн. наук М.А. Кухар<sup>1</sup>, канд. техн. наук В.В. Касьянов<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук Ю.В. Шульдінер<sup>2</sup>, канд. техн. наук А.М.Малявін<sup>2</sup>,  
канд. екон. наук О.О. Воронков<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова (м. Харків)

<sup>2</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

*М.А. Kukhar<sup>1</sup>, PhD (Tech.), V.V. Kasyanov<sup>1</sup>, PhD (Tech.),  
J.V. Shuldiner<sup>2</sup>, PhD (Tech.), A.N. Maliavin<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
O.A. Voronkov<sup>1</sup>, PhD (Econ.)*

<sup>1</sup>A.N. Beketov Kharkov National University of Urban Economy (Kharkiv)

<sup>2</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

В дослідженні проведено аналіз для отримання даних про можливість використання просторових даних для проектування залізничних мереж та їх раціональне використання, базуючись сучасних програмних засобах.

Для отримання просторових даних насамперед необхідно провести геодезичні вишукування. За результатами цих вишукувань формується геодезичне забезпечення за допомогою відповідних програмних засобів[1], наприклад, AutoCAD (рис. 1), яке в свою чергу при вирішенні відповідних задач та з використанням спеціалізованого програмного забезпечення дозволяє сформувати базу геоданих та створення відповідного геоінформаційного забезпечення.

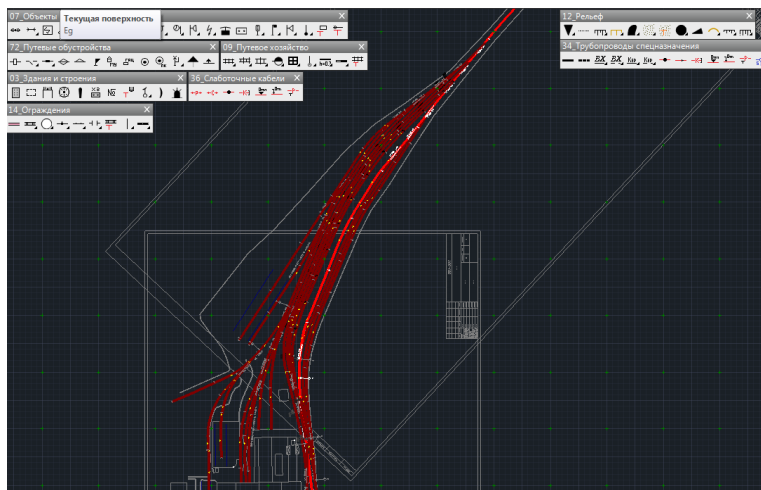


Рис. 1 – Ілюстрація залізничної мережі в програмі AutoCAD

В ArcGIS використовуються спеціальний модуль для обробки мережевих геоданих – NetworkAnalyst[2]. Серед них, наприклад, з урахуванням поставленої мети:

- створення і побудови наборів мережевих даних залізниці, на основі просторових даних;
- створення і побудови наборів мережевих даних залізниць класів просторових об'єктів, що зберігаються в базі геоданих;
- визначати правила зв'язків і атрибути мережі для наборів мережевих даних залізниці;
- виконувати різні аналізи мережі за допомогою панелі інструментів мережевого аналізу;
- використовувати інструменти мережевого аналітика для створення моделей гообробки, що виконують аналіз мережі.

Цей модуль дає ряд можливостей для аналізу існуючих дорожніх мереж, а також для проектування нових.

Модуль NetworkAnalyst призначений для аналізу і оптимізації різноманітних просторових мереж (транспортних, нафто- і газопроводів тощо) і дозволяє вирішувати складніші задачі логістичних перевезень [3].

Так, в роботі проводиться аналіз задачі використання сучасних програмних засобів для підтримки проектування залізничних мереж на базі матеріалів геодезичного забезпечення. Проводиться оглядовий аналіз розширення можливості проектування дорожніх мереж з використанням інструментів ArcGIS для реалізації задач проектування та використання отриманих даних для раціонального вирішення поставлених задач управління перевезеннями.

[1] Ратушняк Г. С., Панкевич О. Д., Бікс Ю. С., Вовк Т. Ю. Геодезичне забезпечення будівництва. Частина 1. : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2014. 98с.

[2] Аналитик сети. Расширение ArcGIS. Учебное пособие. Пер. с англ. под ред. В. Д. Шипулина. ESRI, 2008. 52с.

[3] В. І. Зацерковний, В. К. Демидов, І. В. Віршило, В. І. Онищук, І. В. Тішаєв, П. І. Трофименко Геоінформатика: практикум.– К.: КНУ ім. Тараса Шевченка, 2017. 203с.[4] Шипулін В. Д. Основи ГІС-аналізу: навч. Посібник. Харків : Харківський національний університет міського господарства, 2014. 330с.

## СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ ІЗ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

### SYNTHESIS OF OPTIMAL CONTROL OF THE TECHNICAL SYSTEMS WITH DIRECT CURRENT DRIVE

*В.С. Ловейкін, д-р техн. наук Ю.О. Ромасевич,  
канд. техн. наук М.М. Коробко*

Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ)

*V.S. Loveikin, Yu.O. Romasevych, D.Sc. (Tech),  
M.M. Korobko, PhD (Tech.)*

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv)

Значна кількість технічних систем мають електричний привод постійного струму. До таких систем відносяться: залізничний транспорт, вантажопідйомні та транспортуючі машини, металообробні верстати, робототехнічні системи тощо. При роботі електричного двигуна постійного струму в перехідних режимах в його обмотках та регулювальних пристроях втрачається значна кількість електричної енергії. Таким чином, постає проблема зменшення енергетичних втрат двигуна. Такі задачі особливо актуальні для залізничного (міського) транспорту привод якого працює у повторно-короткочасному режимі. Оптимізацію режимів руху електродвигунів постійного струму займалось багато дослідників [1-3]. Однак, ними були досліджені задачі оптимального керування у лінійній постановці.

Метою дослідження є синтез оптимального режиму розгону технічної системи із приводом постійного струму.

Математична модель системи із приводом постійного струму має наступний вигляд:

$$\begin{cases} U = \dot{x}A_1 + FA_2 + \dot{F}A_3; \\ F - \mu t g = m\ddot{x}, \end{cases} \quad (1)$$

де  $U$  – напруга на якірній обмотці двигуна;  $F$  – приведенне до поступального руху зусилля двигуна ( $F = \frac{M_{\partial\partial} i \eta}{r}$ );  $M_{\partial\partial}$  – момент на валу двигуна;  $i$  – передаточне число приводу;  $\eta$  – ККД приводу;  $r$  – радіус приведення, наприклад, радіус колеса вагона;  $R_{\text{я}}$  – опір обмотки якоря;  $c$  – коефіцієнт, який визначається конструкцією двигуна ( $c = \frac{pN}{2\pi a}$ );  $p$  – число пар полюсів двигуна;  $N$  – число активних провідників обмотки якоря;  $a$  – число паралельних віток обмотки якоря;  $\Phi$  – магнітний потік двигуна;  $L$  – індуктивність якірної обмотки двигуна;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $A_1, A_2, A_3$  – коефіцієнти ( $A_1 = \frac{c\Phi i}{r}$ ,

$$A_2 = \frac{R_a r}{i\eta c\Phi}, \quad A_3 = \frac{Lr}{i\eta c\Phi}); \quad x - \text{узагальнена координата руху системи, у даному}$$

випадку координата лінійного переміщення;  $m$  – зведена до поступального руху маса системи;  $m$  – коефіцієнт опору руху системи. Крапка над символом означає диференціювання за часом. Для оптимізації режиму гальмування використаємо інтегральний критерій:

$$I = \int_0^T P^2 dt = \int_0^T (UI_a)^2 dt = A_0^2 \int_0^T (m_n \ddot{x} + \mu m g)^2 (\dot{x} A_1 (m_n \ddot{x} + \mu m g) A_2 + m \ddot{x} A_3)^2 dt \rightarrow \min, \quad (2)$$

де  $P$  – поточна потужність двигуна;  $T$  – тривалість режиму гальмування;  $A_0$  – коефіцієнт ( $A_0 = \frac{r}{c\Phi i\eta}$ ). Умовою мінімуму критерію (2) є рівняння Ейлера-

Пуассона [1], яке представляється нелінійним однорідним диференціальним рівнянням шостого порядку і яке неможливо розв'язати аналітично.

Одним із способів отримати прийнятний результат (у сенсі мінімізації функціоналу  $I$ ) є використання прямого варіаційного методу [4]. Для цього необхідно розв'язати наступну крайову задачу:

$$\begin{cases} x = 0; \\ x(0) = 0, \dot{x}(0) = v, \ddot{x}(0) = 0, \ddot{\ddot{x}}(0) = 0; \\ x(T) = s, \dot{x}(T) = 0, \ddot{x}(T) = -g\mu, \ddot{\ddot{x}}(T) = 0, \end{cases} \quad (3)$$

де  $s$  – переміщення системи в кінці перехідного режиму руху;  $v$  – швидкість системи на початку гальмування. Розв'язавши крайову задачу (3), знайдемо її вищі похідні за часом. Надалі визначимо інтегральний функціонал (2), який є функцією параметра  $s$ . Для того, щоб знайти мінімум функціоналу (2) розв'яжемо рівняння:

$$\frac{\partial I}{\partial s} = s^3 B_1 + s^2 B_2 + s B_3 + B_4 = 0. \quad (4)$$

де  $B_1, B_2, B_3, B_4$  – коефіцієнти, які залежать від параметрів системи. Знайшовши корені рівняння (4) та відкинувши два комплексно-спряжених корені, знайдемо вираз параметра  $s$ , при якому критерій  $I$  набуває мінімуму. Підставимо отримане значення  $s$  у розв'язок крайової задачі (3) і знайдемо наближений розв'язок оптимізаційної задачі.

Результати дослідження можуть бути використані для побудови програм керування різноманітними системами із електричними приводами постійного струму незалежного збудження. Такі електроприводи повинні бути обладнані регуляторами напруги із можливістю рекуперації енергії у електричну мережу або її „скидання” на реостатах.

[1]Петров Ю.П. Вариационные методы теории оптимального управления / Ю.П. Петров. – Л.: Энергия, 1977. – 280 с.

[2]Чистов В.П. Оптимальное управление электрическими приводами постоянного тока / В.П. Чистов, В.И. Бондаренко, В.А. Святославский. – М.: Энергия, 1968. – 232 с.

[3]Герасимьяк Р.П. Оптимальные системы автоматического управления электроприводов / Р.П. Герасимьяк. – О.: ОГПУ, 1998. – 72 с.

[4]Ловейкін В.С. Оптимізація перехідних режимів руху механічних систем прямим варіаційним методом / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. Монографія. – К.; Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2010. –184 с.



**ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ БУДІВЕЛЬНОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО  
ПЛАНУ НА ОСНОВІ КАДАСТРОВИХ ДАНИХ**

**FEATURES OF CONSTRUCTION MASTER PLAN DESIGN BASED  
ON CADASTRAL DATA**

*канд. техн. наук С.В. Нестеренко, канд. техн. наук Р.А. Міщенко,  
канд. техн. наук В.В. Щепак, д-р екон. наук Г.І. Шарий  
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

*S.V. Nesterenko, Ph.D. (Tech.), R.A. Mishchenko, Ph.D. (Tech.),  
V.V. Shchepak, Ph.D. (Tech.), G.I. Sharyi, D.Sc. (Econ.)  
Poltava national technical Yuri Kondratyuk University (Poltava)*

Для складання будівельного генерального плану необхідний генеральний план ділянки з елементами відображення рельєфу місцевості (горизонталі, відмітки), на якому встановлені межі будівельного майданчика і розташування на ньому всіх існуючих та запланованих до будівництва будівель і споруд. Згідно [1] складовими вихідних даних для розроблення документу є матеріали містобудівного і земельного кадастрів. Кадастрові дані відображають собою графічну і текстову інформацію про межі земельних ділянок, конфігурації і розташування будівель, включаючи лінійні об'єкти, сервітут або інші правові обмеження. Так як збір кадастрової інформації протягом століть постійно змінювався якісно, технологічно і географічно, то існує безліч супровідної кадастрової інформації щодо права власності на землю, схеми, цифрові креслення, узгоджені за допомогою сучасних електронних вимірювань. З 1 січня 2013 року на офіційному веб-сайті Держземагентства стала доступною публічна кадастрова карта України, яка і стала основою для побудови будівельного генерального плану. Публічна кадастрова карта – це інформаційний портал, на якому оприлюднюються відомості Державного земельного кадастру, а саме графічне місце розташування земельної ділянки, її межі, площа, кадастровий номер, форма власності, цільове призначення, згідно із класифікатором. З цими відомостями може ознайомитися будь-яка людина, яка має доступ до мережі Інтернет, проте інформація про власника земельної ділянки не відображається.

В електронних нашаруваннях публічної кадастрової карти України міститься великий обсяг інформації: цифрова карта України, її кордони, межі областей, кордони районів, межі населених пунктів, індексно-кадастрові карти, земельні ділянки та їх межі, кадастровий номер ділянки, форма власності, цільове призначення, площа, а також карта ґрунтів України [2]. Особливістю української публічної кадастрової карти є застосування ортофотопланів як єдиної картографічної основи. Ортофотоплани точніші порівняно з космічними

знімками або топографічними картами, використовуються на всій площі карти, повністю охоплюють територію України [3].

Шлях від кадастрової карти до будівельного генерального плану складний, поетапний і потребує залучення фахівців різних галузей, починаючи від інженера-землевпорядника і закінчуючи інженером-будівельником (рис. 1).

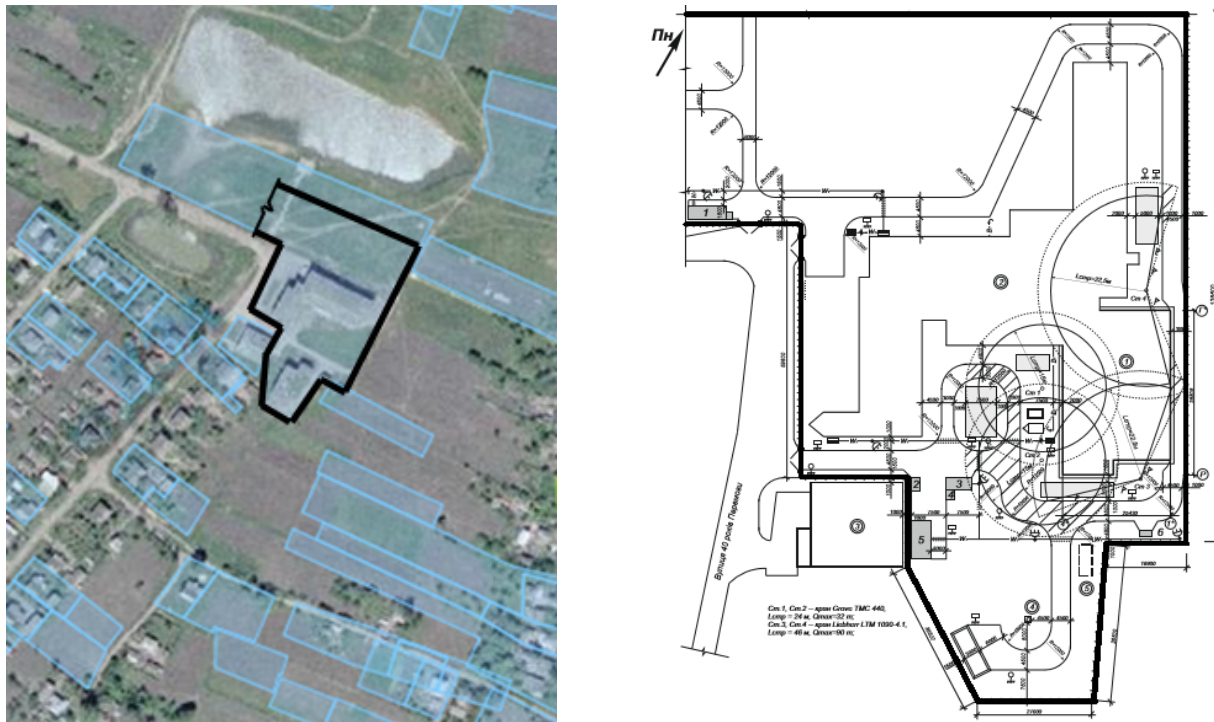


Рис. 1. Приклад застосування публічної кадастрової карти для створення будівельного генерального плану

Побудова будівельного генерального плану представляє собою дуже складний і трудомісткий процес, тому потрібно враховувати всі фактори, які впливають на якість проектування. Для реального відображення виробничої ситуації на будівельному майданчику, крім організації і розміщення об'єктів будівельного господарства, необхідні достовірні вихідні кадастрові дані. Створення ефективної публічної кадастрової карти – це довгострокова інвестиція в розвиток інфраструктури економіки країни та підвищення конкурентоспроможності підприємств шляхом надання онлайн-послуг на основі геопросторових даних, включаючи кадастрові дані [4]. Ресурс сприятиме безпеці угод з нерухомістю, проясненню технічної інформації про об'єкт. Дані дозволять визначити перспективність земельної ділянки для цільового використання.

[1] ДБН Б.1.1-15:2012. Склад та зміст генерального плану населеного пункту. Київ: Мінрегіон України, 2012. 37 с.

[2] Публічна кадастрова карта України. URI: <http://map.dazru.gov.ua/kadastrova-karta> (дата звернення 10.09.2019).

[3] Тревого І., Матіщук А., Ільків Є., Галярник М. Публічні кадастрові карти. Світовий досвід. *Вісник Національного університету „Львівська політехніка”*. Львів, 2015. № 2 (30), С. 53-55.

[4] Тесаловский А. Применение картографического материала из открытых источников для массовой оценки на предпроектном этапе обоснования гидроэнергетического строительства

**ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ  
ТВАРИННИЦЬКИХ КООПЕРОВАНИХ БУДІВЕЛЬ**

**FUNCTIONAL ORGANIZATION OF LIVESTOCK COOPERATIVE  
BUILDINGS DESIGN**

*канд. техн. наук С.В. Нестеренко, канд. техн. наук В.В. Щепак,  
канд. техн. наук А.М. Карюк, канд. техн. наук Р.А. Міщенко  
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

*S.V. Nesterenko, Ph.D. (Tech.), V.V. Shchepak, Ph.D. (Tech.),  
A.M. Karuk, Ph.D. (Tech.), R.A. Mishchenko, Ph.D. (Tech.)  
Poltava national technical Yuri Kondratyuk University (Poltava)*

Система проектування тваринницьких будівель і споруд є задачею важливою і значної складності. При розробці проектів кооперованих і блокованих будівель і приміщень необхідно керуватися діючими будівельними нормами, нормами технологічного проектування, а також загальними і функціонально-технологічними вимогами, в тому числі: створення оптимальних умов для введення єдиної у тваринницьких будівлях прогресивної технології, організації виробництва і матеріального стимулювання праці; підвищення рівня механізації виробничих процесів; підбір машин і оснащення з урахуванням габаритних розмірів будівель, які проектуються або реконструюються; кооперування та блокування виробничих та допоміжних приміщень, ув'язане із загальною технологічною схемою підприємства; підбір об'ємно-планувальних і конструктивних вирішень будівель для тварин з використанням мінімальної кількості уніфікованих типорозмірів конструкцій і виробів як із місцевих матеріалів, так і з індустріальних; виконання теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій з урахуванням нормативних параметрів мікроклімату [1].

Система проектування тваринницьких кооперованих будівель повинна враховувати особливості їх функціонування, спиратися на загальні положення сільськогосподарського виробництва, точні розрахунки природних і економічних особливостей конкретного господарства і перспективи його розвитку [2]. Загальна система проектування тваринницьких кооперованих будівель складається з окремих складових, які спрямовані на утворення організаційно-технологічної єдності.

Формування системи проектування тваринницьких кооперованих будівель характеризується багатофакторністю, що визначає необхідність використання моделювання. При створенні моделі системи проектування таких об'єктів була використана сукупність логічних відносин. Таке відображення поєднує групи елементів досліджуваної системи проектування в аналогічні групи елементів моделі. Вона виділяє найбільш суттєві чинники, визначає закономірності

функціонування досліджуваної системи проектування і абстрагується від інших факторів, які, хоча і мають малий вплив, але в сукупності можуть визначати поведінку моделі. Передбачається, що всі фактори, які не враховано в моделі, мають несуттєвий вплив на систему проектування в досліджуваному аспекті. І на основі аналізу результатів моделювання приймаються рішення щодо умов, в яких система управління функціонуватиме найбільш ефективно.

Модель системи проектування тваринницьких кооперованих будівель розглядається як сукупність укрупнених компонентів, принципово необхідних для існування і функціонування досліджуваної системи [3]. Об'єктам таких будівель відповідає вершина  $S_b$ , територіям –  $S_r$ , соціально-економічній підсистемі –  $S_c$ , проектним рішенням –  $S_p$ , генеральним планам –  $S_g$ , нормативними документами до проектування –  $S_h$ . У сукупності вершини і ребра утворюють структуру, яка графічно представляє модель системи проектування тваринницьких кооперованих будівель (рис. 1). Після укрупнення складових підсистем приймаємо найбільш ефективні проектні рішення тваринницьких кооперованих будівель (рис. 2).

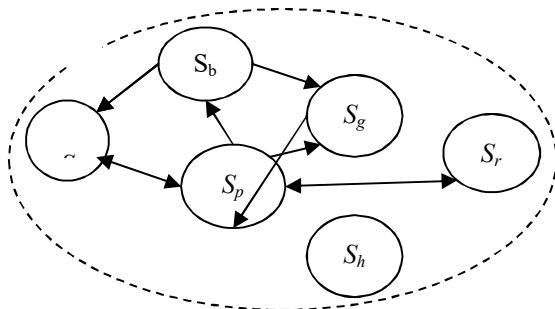


Рис. 1. Граф-модель системи проектування тваринницьких кооперованих будівель

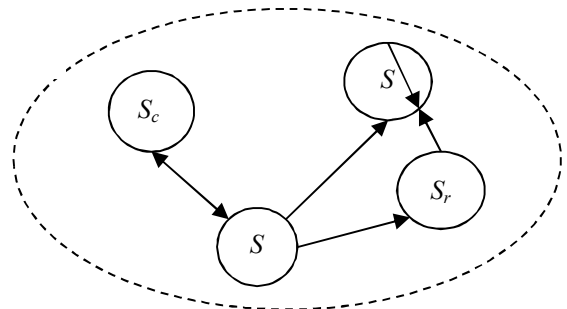


Рис. 2. Граф-модель системи проектування тваринницьких кооперованих будівель після укрупнення

Для оцінки системи проектування запропоновано використовувати методику інтегральної оцінки, яка враховує взаємодію і взаємозалежність характерних ознак і забезпечує її максимальну об'єктивність [4].

Таким чином, використання моделювання дозволило визначити найбільш важливі взаємозв'язки між складовими системи проектування тваринницьких кооперованих будівель і охарактеризувати залежності між параметрами цих підсистем, що дало можливість функціонально органічно ув'язати систему проектування.

[1] Nesterenko, S., Koshlatyi, O., Mishchenko, R., & Shchepak, V.. Formation of Small-Volumetric Livestock Buildings on the Principles of Cooperation and Blocking. *International Journal of Engineering & Technology*, 2019. vol. 7(4.8), pp. 778-782.

[2] ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Київ: Мінрегіон України, 2019. 37 с.

[3] Лысенко Ю.Г. Экономическая кибернетика: учебн. пособ. / Ю.Г. Лысенко, П.В. Егоров, Г.С. Овечко // – Донецк: Юго-Восток, 2004. – 516 с.

[4] Vira Shchepak, (2017) Land monitoring: modeling and evaluation, *Monograph, Association 1901 "SEPIKE"*, Vol. 2, pp. 143-153.

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДЕРЖАВНОГО  
РЕГУЛЮВАННЯ ОХОРОННИХ ЗОН ПРИДОРОЖНІХ СМУГ  
В УКРАЇНІ.**

**METHODICAL PECULIARITIES OF STATE REGULATION OF  
THE WAYSIDE PROTECTIVE ZONES IN UKRAINE**

*д-р екон. наук І.О.Новаковська<sup>1</sup>, канд. екон. наук П.Ф.Жолкевський<sup>1</sup>,  
канд. екон. наук М.П. Стецюк<sup>1</sup>, Н.Ф. Іщенко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Національний авіаційний університет (м. Київ)*

*<sup>2</sup>Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ)*

*I.O. Novakovska<sup>1</sup>, D.Sc. (Econ.), P.F. Zholkewski<sup>1</sup>, PhD (Econ.),  
M.P.Stetsyuk<sup>1</sup>, PhD (Econ.), N.F.Ishchenko<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>National Aviation University (Kyiv)*

*<sup>2</sup> Institute of Agroecology and Nature Management of NAAS(Kyiv)*

Сучасний етап економічного розвитку країни в певній мірі залежить від розвитку та функціонування автомобільної мережі, що створює тісний взаємозв'язок між інвестиційними, інтеграційними, соціально-економічними, економіко-екологічними, антикризовими, цивілізаційними процесами в суспільстві. Разом з тим, автомобільний транспорт є досить вагомим джерелом забруднення довкілля.

Для прийняття збалансованих управлінських рішень щодо захисту навколишнього середовища від забруднення автотранспортом необхідна достовірна і своєчасна інформація щодо стану довкілля та основних тенденцій його змін, що зумовлені різноманітними чинниками.

З огляду на актуальність захисту людей та довкілля, суміжних земель та інших природних об'єктів від шкідливого впливу роботи транспорту, законодавством передбачається створювати вздовж транспортних мереж охоронні зони. Державне регулювання охоронних зон здійснюється низкою нормативно-правових актів, зокрема відповідно екологічним вимогам до автомобільних доріг. Проектування. ГБН В.2.3-218-007:2012 [1] їх розділяють наступним чином: смуга впливу, захисна смуга; резервно-технологічна смуга.

Надзвичайноактуальними стають питання охорони земель та створення передумов для формування охоронних зон навколо автомобільних доріг для покращення та уникнення ситуації щодо недотримання нормативів використання придорожніх територій, необхідно на законодавчому рівні впровадити заходи, за допомогою яких можна б було уникнути подібне використання земель.

Статтею 112 Земельного кодексу України для охорони і захисту від несприятливих антропогенних впливів передбачено створення охоронних зон уздовж земель транспорту. Зокрема у місцях, де є небезпека сувів, обвалів,

розмивів, селей, снігозанесень та інших небезпечних впливів передбачено встановлення охоронних зон вздовж земель залізничного транспорту[2].

Однак порядок встановлення вказаних зон, їх розміри і режим користування до цього часу Кабінетом Міністрів України не визначено.

Також доцільно встановити, що розміри і конфігурація охоронних зон визначаються у складі проектної документації на будівництво (реконструкцію) автомобільних доріг, а їхні межі мають зазначатися у містобудівній документації та документації із землеустрою та на кадастрових планах.

Щодо обмежень діяльності в охоронних зонах, то вони повинні включати заборону вирубування лісу, спорудження будівель і споруд, які не пов'язані з охороною доріг, ведення діяльності, яка обумовлює розвиток ерозійних процесів та перезволоження ґрунтів.

[1] Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування. ГБН В.2.3-218-007:2012. від 06.08.2012 № 307 URL: [budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=50185](http://budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=50185)

[2] Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 року № 2768-III URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>

[3] Про затвердження Єдиних правил ремонту і утримання автомобільних доріг, вулиць, залізничних переїздів, правил користування та охорони від 30.03.1994 року №198 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/198-94-%D0%BF>

**УДК 621.225.001.1**

## **ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОРБІТАЛЬНОГО ГІДРОМОТОРА**

### **RELIABILITY IMPROVEMENT ORBITAL HYDRAULIC MOTOR**

*д-р техн. наук А.І Панченко<sup>1</sup>, д-р техн. наук А.А. Волошина<sup>1</sup>,  
канд. пед. наук О.А. Тітова<sup>1</sup>, І.А. Панченко<sup>1</sup>,  
канд. пед. наук А.С. Пастушенко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Таврійський державний агротехнологічний університет (Мелітополь)*

<sup>2</sup>*Миколаївський національний аграрний університет (Миколаїв)*

*A.I. Panchenko<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech), A.A. Voloshina<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech),  
E.A. Titova<sup>1</sup>, PhD (Ped.), I.A. Panchenko<sup>1</sup>,  
A.S. Pastushenko<sup>2</sup>, PhD (Ped.)*

<sup>1</sup>*Tavria State Agrotechnological University (Melitopol)*

<sup>2</sup>*Mykolaiv National Agrarian University (Mykolaiv)*

Надійність гідроприводів мехатронних систем самохідної техніки, визначально залежить від надійності конструкцій виконавчих механізмів приводів активних робочих органів – гідромоторів. Аналіз показав, що в приводах мехатронних систем самохідної техніки найбільше застосування отримали орбітальні гідромотори. Орбітальні гідромотори мають високий страгуючий момент, стійко працюють в низькому діапазоні частот обертання, допускають форсування по тиску і забезпечують режими роботи з високим ККД у всьому діапазоні регулювання. Великою перевагою цих гідромоторів є

можливість їх установки безпосередньо в приводні механізми транспортерів, лебідок, бітерів, мотор-коліс і т.д.

Орбітальний гідромотор, як і будь-яка гідравлічна машина об'ємної дії, є досить складним механізмом з деталями, що представляють собою прецизійне з'єднання, утворене зовнішнім і внутрішнім роторами. Переміщення робочої рідини між зонами з високим і низьким тиском визначає взаємодію внутрішнього і зовнішнього роторів орбітального гідромотора. Працездатний стан цих гідромоторів, визначається надійністю конструкцій його роторів. Під надійністю конструкцій роторів в даній роботі мається на увазі сукупність їх геометричних і кінематичних параметрів, які забезпечують необхідне переміщення роторів при русі робочої рідини.

Відомо, що основними елементами, що лімітують надійну і ефективну роботу орбітальних гідромоторів є зовнішній і внутрішній ротора. Для підвищення надійності орбітального гідромотора запропонована модернізована конструкція зовнішнього ротора (рис. 1), утвореного обоймою 4 (корпусом зовнішнього ротора) і вставленими в неї роликами (зубами) 3. Головною відмінною рисою запропонованої конструкції є розташування роликів 3 таким чином, що вони встановлені беззазорно, стикаючись між собою, в обоймі 4. Таке розташування роликів 3 забезпечується геометричним взаємозв'язком між радіусом розташування центрів роликів  $R_2$  і радіусом ролика  $r_2$ . Утворена зубчаста пара представляє собою роликове зачеплення. У роликовому зачепленні характер зміни зазорів  $G$  між парами зубів, що сполучаються, суттєво відрізняється від серійної конструкції зачеплення зовнішнього і внутрішнього роторів.

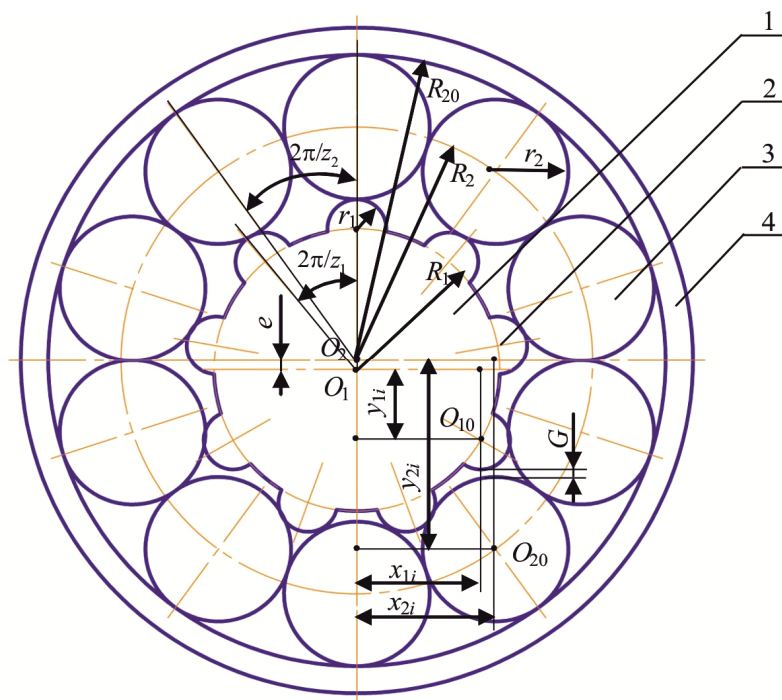


Рис. 1. Розрахункова схема взаємозв'язку геометричних параметрів зовнішнього і внутрішнього роторів: 1 – внутрішній ротор; 2 – зуби внутрішнього ротора; 3 – ролики (зуби) зовнішнього ротора; 4 – обойма (корпус зовнішнього ротора).

Для моделювання процесу сполучення зовнішнього і внутрішнього роторів розроблена програма, яка реалізує алгоритм послідовності розрахунку параметрів зовнішнього і внутрішнього роторів. Запропонована програма дозволяє отримати тривимірне зображення зон допустимих сполучень, що забезпечують ефективну і надійну роботу роторів орбітальних гідромоторів.

Теоретичні дослідження працездатності орбітального гідромотора здійснювалося шляхом моделювання процесу зміни геометричних і кінематичних параметрів роторів.

Встановлено, що зі збільшенням радіуса обойми зовнішнього ротора, в діапазоні 41 ... 200 мм мінімальне значення радіуса зуба внутрішнього ротора зростає в 11,5 ... 16 разів, а ексцентриситет між роторами практично не змінюється. Збільшення кількості роликів (зубів) зовнішнього ротора в діапазоні 5...30 супроводжується зменшенням мінімального значення радіуса зубів внутрішнього ротора – в 2,8..4 рази і збільшенням ексцентриситету в 3 рази. Виконані дослідження відкривають можливість розробки типорозмірних рядів орбітальних гідромоторів, що працюють в мехатронних системах приводів активних робочих органів самохідної техніки.

**УДК 528.4 : 625.73**

## **ГІС У ДОСЛІДЖЕННЯХ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ТЕХНОГЕННО-ДЕФОРМОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ**

### **GIS IN THE STUDY OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF TECHNOGENIC-DEFORMED TERRITORIES**

*канд. техн. наук В.О. Пеньков<sup>1</sup>, канд. техн. наук В.М. Астахов<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук О.С. Саяпін<sup>2</sup>, канд. техн. наук Н.В. Белікова<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук Е.А. Беліков<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова (м. Харків)*

<sup>2</sup>*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V.O. Penkov<sup>1</sup>, PhD (Tech.), V.N. Astakhov<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
A.S. Sayapin<sup>2</sup>, PhD (Tech.) N.V. Bielikova<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
E.A. Bielikov<sup>2</sup>, PhD (Tech.)*

<sup>1</sup>*O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv*

<sup>2</sup>*Ukrainian State University of Railway Transport in Kharkiv*

Кожне місто характеризується багатьма особливостями, які необхідно враховувати в процесі його управління, дослідження та проектування. З позицій системного підходу велике місто розглядається одночасно як система, що складається з кінцевої безлічі елементів, і як елемент більш загальної системи - регіону, країни [1].

Транспортна інфраструктура (ТІ) - частина міського організму, від якої залежить якість життя міської громади та виконання ним своїх соціально-



економічних функцій. Якість міського середовища в значній мірі визначається якістю функціонування транспортної інфраструктури. Вона має просторовий аспект, і специфіка її елементів визначається не тільки їх якісним і кількісним складом, але і територіальним співвідношенням відносно один одного. В ході зміни транспортна інфраструктура переходить з одного стану в інший. Тому за допомогою визначення «стан ТІ» фіксується момент досягнення певного рівня в її розвитку [2-4].

Погіршення роботи елементів транспортної інфраструктури можливе з різних причин, особливо у вже антропогенно зміненому середовищі, де існує ряд специфічних чинників, які впливають на характер міського способу життя і здоров'я населення.

В Україні значні зміни просторового положення земної поверхні, що викликають деформації будівель і споруд відбуваються при розробці родовищ корисних копалин підземним способом [2].

Просторове розподілення об'єктів транспортної інфраструктури та місць проявів техногенних деформацій зробило неминучим застосування при розгляді їхньої взаємодії засобів і методів геоінформаційних технологій.

У маркшейдерії, в міському господарстві та дорожньому будівництві досить давно створені ГІС різного рівня - підприємства, муніципальні, галузеві. У гірничо-видобувній та дорожній галузях вони частково уніфіковані. Тому неминучим є включення результатів досліджень впливу підземних гірничих робіт (ПГР) на транспортну інфраструктуру в якості тем, шарів у ГІС відповідного призначення та рівня, ширше використання ГІС технологій. Необхідні дослідження для розробки програм з визначення кількісного та якісного впливу ПГР як на окремі елементи вулиць і доріг, так і на транспортну інфраструктуру населених місць, для оцінки збитків і розробки заходів з усунення та послаблення техногенного впливу, способи раціонального використання, забезпечення сталого функціонування і розвитку [1].

Актуальність застосування ГІС-технологій визначається необхідністю створення системи управління просторовими маркшейдерсько-дорожніми даними та об'єднання інформаційних ресурсів для одержання всебічної, достовірної інформації про об'єкти інфраструктури. Для ефективного управління, забезпечення стабільного функціонування вулично-дорожньої мережі необхідна наявність всебічного інформаційного забезпечення, у тому числі і просторовими даними. Отже, необхідно використовувати механізми збору, методики обробки і аналізу даних, відповідні по точності, достовірності та оперативності як поставленим перед ГІС завданням, так і широким можливостям сучасної обчислювальної техніки і програмного забезпечення.

Відсутність концепції і методів геоінформаційного забезпечення якості функціонування транспортної інфраструктури міст на техногенно-деформованих територіях (ТДТ) робить цю проблему досить актуальною.

На сьогодні є реальна можливість створення об'ємно-часової моделі деформаційних процесів, як на основі багаторічних натурних досліджень, так і методами математичного моделювання гірничотехнічних процесів і маркшейдерських розрахунків. Основними методами дослідження є аналіз натурних спостережень, ГІС-моделювання, а також математико-статистичні методи. Вихідні дані - опубліковані матеріали тривалих маркшейдерсько-геодезичних спостережень і статистичні матеріали, створені у попередні роки різними організаціями України.

Структура досліджень передбачає: розгляд принципів і підходів інформаційного забезпечення моніторингу транспортної інфраструктури міст на ТДТ; уявлення геоінформаційної системи як основи для оперативного вивчення базових параметрів міського середовища; розробку концепції і методики створення підсистеми ГІС «транспортної інфраструктури на ТДТ», її елементів.

В результаті створюється методика геоінформаційного відображення стану транспортної інфраструктури підроблених міст, в якій встановлені можливості геоінформаційного аналізу на основі методики відтворення спеціальних синтетичних електронних карт; обґрунтовані послідовність і зміст етапів створення теми транспортної інфраструктури підроблюваних територій. Розроблена технологія і методи геоінформаційного картографування дозволяє оперативно відображати і оцінювати стан транспортної інфраструктури міського середовища підроблених міст [5].

Результати роботи також можуть бути використані при оцінці надійності елементів транспортної інфраструктури міст на ТДТ, обґрунтуванні додаткових витрат на забезпечення сталого функціонування, транспорту і комунального господарства.

- [1] Bilatinsky O.A., Penkov B.O., Shilin I.B.(1996) Concept of scientific and technical program «Highways on man-made deformed territory» - *Road car of Ukraine*, №3. – p. 35-37
- [2] Order on approval of the Safety Rules for the development of ore and non-metallic minerals in the underground 23.12.2016 № 1592 MINISTRY OF SOCIAL POLICY OF UKRAINE <https://docs.dtki.ua/doc/1220.501.0>.
- [3] Concept of the Draft Law of Ukraine "On National Geospatial Data Infrastructure" of 21.11.2007 y.
- [4] Concept of formation of national geospatial data infrastructure of Ukraine / Approved Cabinet of Ministers of Ukraine of 15.05.2006 y.
- [5] Penkov B.O. (2015) To the development of urban streets and roads research in man-made and deformed territories Urban development and territorial planning – *Kharkiv*. – P. 398-404

**ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

**INCREASED OF THE QUALITY OF THE GEODESIC SUPPORT FOR THE  
RECONSTRUCTION OF THE ROADS**

*канд. техн. наук В.О. Пеньков<sup>1</sup>, канд. техн. наук О.О. Скорик<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук О.М. Ужвієва<sup>2</sup>, канд. техн. наук Є.М. Коростельов<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук В.Ю. Панченко<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова (м.Харків),

<sup>2</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків),

<sup>3</sup>Національна академія Національної гвардії України (м. Харків)

*V.O. Penkov<sup>1</sup>, PhD (Tech.), O.O. Skoryk<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
O.M. Uzviieva<sup>2</sup>, PhD (Tech.), Ye.M. Korostelov<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
V.Yu. Panchenko<sup>3</sup>, PhD (Tech.)*

<sup>1</sup>O. M. Beketov National University of Urban Economy (Kharkiv)

<sup>2</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

<sup>3</sup>National Academy of National Guard of Ukraine (Kharkiv)

Наразі можливості сучасних вимірювальних приладів за інструментальною точністю значно перевищують потреби дорожніх вишукувань і будівництва. За реальних умов, які мають місце при вишукуваннях для реконструкції суттєвим і часто вирішальним, є питання економічної ефективності їх використання. Виконані дослідження довели, що навіть при використанні найновітнішого обладнання, якість матеріалів вишукувань за точністю та інформативністю обмежується іншими факторами технологічного і організаційного характеру, притаманних дорожньому будівництву.

Геодезичні роботи в дорожньому будівництві повинні з оптимальною повнотою, точністю і достовірністю забезпечувати запити системи «дорога» на різних стадіях її створення. На вимоги до якості геодезичних робіт істотний вплив справляють внутрішні чинники, які пов'язані з особливостями автомобільних доріг і зовнішні, пов'язані з її оточенням.

Однією з умов якості реконструкції автомобільних доріг є максимальне використання існуючої дороги. При нормуванні точності геодезичних робіт доцільно розглядати вимоги щодо точності перш за все на ділянках складної конфігурації автомобільної дороги. Тоді в якості нормуючої величини приймається відхилення відновленої при вишукуваннях осі дороги відносно осі існуючої дороги в середині складних ділянок. Під відновленням траси розуміється повторне розмічування ділянки траси по геометричних елементах, чисельні значення яких визначено шляхом геодезичних вимірювань на існуючий дорозі.

Для урахування особливостей різних станів технології формоутворення автомобільних доріг при реконструкції розроблено декілька моделей системи забезпечення точності. Загальна стратегія обґрунтування допустимих відхилень геометричних параметрів: сумарний раціональний вплив змін геометричних параметрів на величину сумарної зміни вихідного показника функціонування нормуючої системи більш високого рівня має бути раціонально малим порівняно із сумарним впливом на ті ж показники відхилень негеометричних параметрів. Раціональними вважаються відхилення геометричних параметрів, при яких цільова функція досягає максимального значення при заданих ресурсах. З підвищенням рівня розвитку дорожнього будівництва і розширенням можливостей засобів і методів геодезичних робіт змінюється оптимальна точність геометричних параметрів і, відповідно, з'являється необхідність переосмислення і оновлення вимог до точності геодезичних робіт. У відповідності до концепції розроблено моделі системи забезпечення точності у складі підсистем обґрунтування допустимих відхилень геометричних параметрів, які використані для обґрунтування точності геодезичних робіт у підсистемі точності геодезичних робіт. Різним якісним станам дороги, що відповідають стадіям її створення, ставляться у відповідність різні за структурою моделі системи «водій-автомобіль-дорога-середовище». Зміна рівня системи супроводжується зміною ролі і значущості геометричних параметрів від рівня системи до рівня елемента системи. Це обумовлено тим, що в систему вводяться параметри, які раніше не враховувались і вплив яких у даній моделі на вихідні показники функціонування «водій-автомобіль-дорога-середовище» відповідний до впливу системи «геометричні параметри» і перевершує його.

Вишукування при реконструкції автомобільних доріг на всіх стадіях, і особливо на завершальних, повинні виконуватися з більш високою, ніж при новому будівництві точністю. Точність окремих процесів геодезичних вимірювань значною мірою залежить, від відповідності формотворних ліній проектному положенню, якості формоутворення існуючої автомобільної дороги і геометричної схеми вимірювань.

**ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ЗМІНИ ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

**FORECAST ESTIMATION OF CHANGE OF BASIC GEOMETRICAL  
CHARACTERISTICS OF RAIL TRACK DURING OPERATION**

*канд. техн. наук Д.О. Потанов<sup>1</sup>,*

*канд. техн. наук В.Г. Вітольберг<sup>1</sup>, П.В. Пліс<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

<sup>2</sup>*Куп'янська колійна машинна станція 133 (м. Куп'янськ)*

*D.O. Potapov<sup>1</sup>, PhD (Tech.),*

*V.G. Vitolberg<sup>1</sup>, PhD (Tech.), P.V. Plis<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

<sup>2</sup>*Kupyansky Railway Machine Station 133 (Kupyansk)*

Безпека і плавність руху рухомого складу безпосередньо залежать від працездатного стану всієї конструкції залізничної колії. По мірі пропуску тоннажу відбувається зміна основних геометричних характеристик колії, що в більшості випадків, викликає необхідність в проведенні ремонтно-колійних робіт. Тому вивчення процесу їх зміни в процесі експлуатації є одним з основних завдань для оптимального проведення попереджувальних робіт і раціонального використання матеріально-технічних ресурсів.

Відповідно до [1, 2] системою ведення колійного господарства передбачається періодична перевірка стану залізничної колії вагоними-колієвимірювачами. До параметрів стану рейкової колії, що вимірюються і реєструються, належать: взаємне положення рейкових ниток за висотою (рівнем), місцеві осідання(горби і западини) кожної рейкової нитки, ширина колії, положення рейкових ниток за напрямком у плані.

Основною передумовою для прогнозування зміни стану колії було припущення, що процес накопичення відступів підкоряється закону нормального розподілу, з двома основними характеристиками – середнім значенням і середньоквадратичним відхиленням.

Відомо [3, 4, 5], що у загальному вигляді нормальний закон розподілу можна представити як:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma}} \cdot e^{-\frac{(x_i - \bar{x})^2}{2 \cdot \sigma^2}}, \quad (1)$$

де  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення;

$\bar{x}$  – середнє значення параметру;

$x_i$  – поточне значення параметру.

На підставі даних проходу вагонів-колієвимірювачів є можливість розраховувати два основних параметри закону нормального розподілу.

Наприклад, на рис.1 наведені криві нормального розподілу геометричних відхилень за шириною колії для однієї з дистанцій колії за чотири місяці 2018 року.

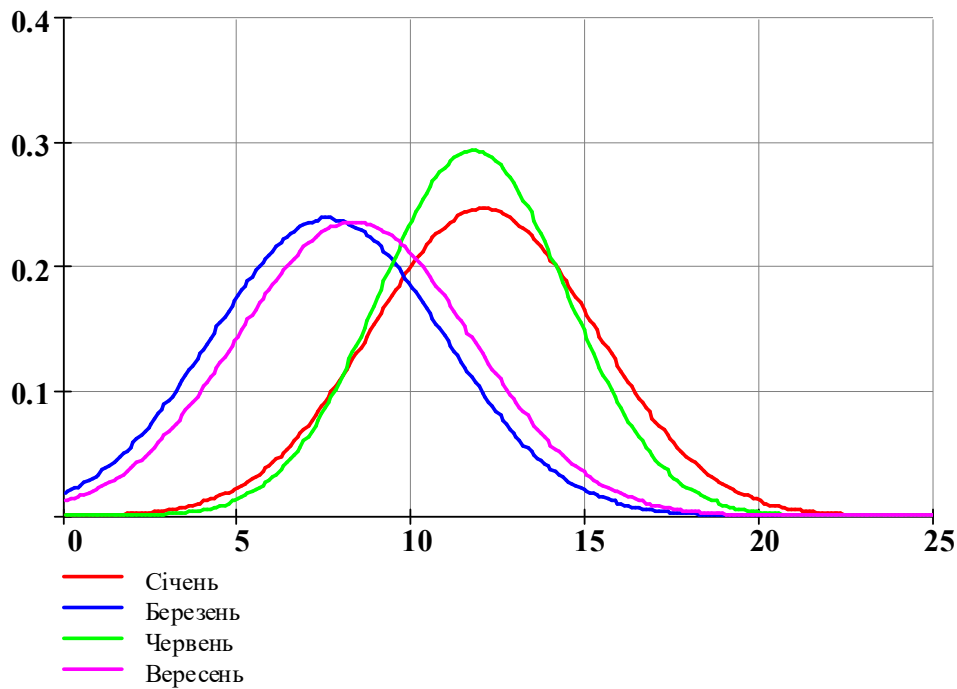


Рис. 1. Криві нормального розподілу геометричних відхилень за шириною колії

В кінцевому випадку це дозволяє отримати функції зміни середнього значення та середньоквадратичного відхилення в залежності від величини пропущеного тоннажу, тобто прогнозно оцінювати зміну стану залізничної колії в процесі експлуатації.

- [1] Інструкція з улаштування та утримання колій залізниць України. ЦП-0269. – Київ 2012.
- [2] Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірювальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів при відступах від норм утримання рейкової колії ЦП-0267. – Київ 2012.
- [3] Korn G., Korn T. Mathematical handbook for scientists and engineers // McGraw-Hill Book Company, London, 1968. – 832 p.
- [4] Вериго М.Ф., Коган А.Я. Взаимодействие пути и подвижного состава. - М.: Транспорт. – 1986. – 599 с.
- [5] Бусленко Н.П. Метод статических испытаний. - М.: ГИФМЛ, 1961. – 216 с.

**ВПЛИВ РЕЖИМІВ ВЕДЕННЯ ПОЇЗДІВ І КОНСТРУКЦІЇ ПІДРЕЙКОВОЇ  
ОСНОВИ НА БОКОВИЙ ЗНОС РЕЙОК В КРИВИХ МАЛИХ РАДІУСІВ**

**THE INFLUENCE OF TRAIN MODES AND THE CONSTRUCTION OF  
THE RAIL BASE ON LATERAL WEAR OF RAILS IN CURVES OF SMALL  
RADII**

*канд. техн. наук. Д.О. Потапов<sup>1</sup>,*

*канд. техн. наук. Ю.Л. Тулей<sup>2</sup>, С.В. Кулік<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

<sup>2</sup>*Регіональна філія "ПІВДЕННА ЗАЛІЗНИЦЯ" АТ "Укрзалізниця", (м. Харків)*

<sup>3</sup>*Куп'янськ – Вузлова дистанція колії (м. Куп'янськ)*

*D.O. Potapov<sup>1</sup>, PhD (Tech.),*

*Y.L. Tuley<sup>2</sup>, PhD (Tech.), S.V. Kulik<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

<sup>2</sup>*Chief Engineer - First Deputy Director of regional branch  
"Pivdenna Zaliznytsia" PJSC "UKRZALIZNYTSIA" (Kharkiv)*

<sup>3</sup>*Coup'yansc - Knot distance of track (Coup'yansc)*

Проблема підвищеного бокового зносу рейок в кривих ділянках колії залишається досить актуальною на сучасному етапі розвитку залізничної галузі України. Раніше проведені дослідження [1, 2] дозволили зробити висновок про суттєвий вплив величини непогашеного прискорення, параметрів рейкової колії, величини геометричних нерівностей (в тому числі стикових) на зношування рейок.

Для узагальнення факторів, які впливають на цей процес, авторами був застосований параметр, який в практиці сучасних досліджень отримав найменування фактора бічного зносу [3]

$$\Phi = \frac{N \cdot f \cdot W}{G}, \quad (1)$$

де  $N$  – нормальний тиск в точці контакту гребеня колеса і рейки;

$f$  – коефіцієнт тертя ковзання;

$W$  – відносне ковзання гребеня по рейці;

$G$  – площа контакту гребеня і рейки.

Однак крім перерахованих вище факторів на боковий знос рейок істотно впливають режими ведення рухомого складу і конструкція підрейкової основи. Оцінці впливу цих двох факторів і присвячена дане дослідження, яке проводилося чисельними методами із застосуванням математичних моделей динамічної системи «екіпаж-колія» [4].

Розрахунки динаміки взаємодії колії та рухомого складу при різних конструкціях підрейкової основи дозволили зробити наступні висновки:

1. Скріплення типу ДО є наймасовішим, простим і дешевим типом проміжних скріплень для дерев'яних шпал. При такому скріпленні динамічні

горизонтальні поперечні сили дії рухомого складу на колію складають до 18 кН на початку експлуатації колії за сприятливих умов, збільшуючись в процесі експлуатації до 22 кН, а за несприятливих умов до 120 кН. Такий тип скріплення не можна вважати раціональним для кривих з радіусами 450 м і менше;

2. Скріплення типа Д-2 і Д-4 знижують рівень горизонтальних поперечних динамічних сил до 17 % і сумарний фактор зносу до 23 % у порівнянні з скріпленням ДО. При цьому потрібно відзначити, що працездатність і недостатня робота пластинчастих клем скріплення Д-4 повинна бути перевірена, хоча і сприятливо впливає на динамічну взаємодію колії і рухомого складу;

3. Скріплення СКД65–Д є більш матеріаломістким і більш дорогим, у порівнянні з скріпленням Д-2 і Д-4. Крім того, через конструктивні особливості має більш високу горизонтальну поперечну жорсткість і жорсткість при крученні. Це приводить до зростання горизонтальних сил взаємодії до 12 % і сумарного фактору зносу до 11 % в порівнянні з скріпленням ДО;

4. Скріплення КБ і СКД65–Б для залізобетонних шпал викликають зростання сил взаємодії до рівня 36 кН в сприятливих умовах. За наявності нерівностей колії і гальмівних процесів рівень горизонтальних поперечних сил може досягати 180 кН. При цьому горизонтальна поперечна сила, діюча на вузол скріплення, може перевищити 120 кН. При таких значеннях сил, опору закладних болтів поперечним переміщенням буде недостатньо, що приведе до зрізу частини нашпальної прокладки у викружці бетону шпали і, практично, порушенню нормальної роботи вузла скріплення;

5. Скріплення КПП-5 і КПП-5К, за рахунок використання пружних клем знижують рівень горизонтальних поперечних сил на 2-4 %, сумарний фактор зносу на 4-6 %. Конструкція таких скріплень не має недоліків скріплень КБ і СКД65–Б і може сприймати значно більші значення горизонтальних поперечних сил. Проте рівень горизонтальної поперечної жорсткості такого скріплення вимагає зниження на 30-50%.

В кривих радіусом 450 м і менш слід уникати використання рекуперативного гальмування.

[1] Даренский А.Н., Потапов Д.А., Тулей Ю.Л. Численные исследования влияния параметров рельсовой колеи на боковой износ рельсов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 6. – С. 36-43.

[2] Dmitry Potapov, Sergij Panchenko, Yaroslav Leibuk, Yuseph Tuley, Pavel Plis. Effect of joint and isolated irregularities of the track on the wear of rails in curves // MATEC Web of Conferences.– Sciences, 2018. – 230.– 01012

[3] Капущенко Н.И., Котова И.А., Износ и сроки службы рельсов и колес подвижного состава // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, 2003. – Вип.2. – С. 41-46.

[4] Даренський О.М. Теоретичні та експериментальні дослідження роботи залізничних колій промислового транспорту: монографія, - Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 204 с.



**ВИКОРИСТАННЯ ГЕОРАДІОЛОКАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ  
ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТІВ  
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

**GEORADAR TECHNOLOGIES APPLICATION DURING  
DETERMINATION OF DEFORMATION CHARACTERISTICS OF ROAD  
SUBGRADE SOILS**

*канд. техн. наук В.О. Процюк  
Луцький національний технічний університет (м. Луцьк)*

*V.O. Protsiuk, PhD (Tech.)  
Lutsk national technical university (Lutsk)*

Основними задачами під час експлуатації автомобільних доріг в сучасних умовах є забезпечення високого транспортно-експлуатаційного стану дорожніх одягів. Однією з основних причин, що погіршує транспортно-експлуатаційний стан і значною мірою впливає на передчасне руйнування та зменшенню терміну служби дорожнього одягу є невідповідність конструкції дорожнього одягу реальним умовам експлуатації, що обумовлена неповнотою інформації про зміну розрахункової вологості, міцнісних та деформаційних параметрів ґрунтів робочої зони земляного полотна, а іноді і їх помилковим визначенням ще на стадії передпроектних вишукувань [1].

В розрахунках дорожніх конструкцій головним параметром ґрунтової основи являється його стиснення, яке частіше всього характеризується *модулем загальної пружності*  $E_{np}$  або коефіцієнтом постелі  $C$  [2]. Ці характеристики можуть бути отримані в результаті випробування ґрунтів методом вдавнення штампу статичним навантаженням в польових або лабораторних умовах.

Експериментальні дослідження для встановлення зв'язку електрофізичних і деформаційних параметрів проводилися на ґрунтових моделях в лабораторних умовах. Для дослідження використовувався супісок, суглинок, глина.

Для виконання серій досліджень були заформовані двошарові ґрунтові моделі розміром 60х60 см в плані, товщина шару ґрунту становила 20 см.

В першій серії експериментів проводилося сканування ґрунтових моделей георадарним комплексом ОДЯГ-1. Приймально-передавальний блок із центральною частотою імпульсу 1,2 ГГц, який встановлювався над моделлю на висоті 35 см.

Результати отримані в процесі проведення експериментів дозволили встановити зв'язок між вологістю і діелектричною проникністю, який досить точно описується поліномом другої степені:

$$W_{sp} = A \cdot \varepsilon^2 + B \cdot \varepsilon + C, \quad (1)$$

де  $W_{sp}$  – відносна вологість ґрунту, частки од.;

$\varepsilon$  – діелектрична проникність.

Значення коефіцієнтів  $A$ ,  $B$ ,  $C$  наведені у таблиці 1.

В другій серії експериментів проводилося вимірювання модуля пружності ґрунтової моделі для встановлення зв'язку вологості з модулем пружності.

Таблиця 1 – Коефіцієнти залежностей (1) вологості від діелектричної проникності і коефіцієнт кореляції

Тип ґрунту	Коефіцієнти залежностей (1)			Коефіцієнти кореляції, R
	A	B	C	
Супісок	-0,0014	0,06	0,29	0,9661
Суглинок	0,0003	0,0133	0,34	0,9937
Глина	0,00004	0,0127	0,32	0,9981

Визначення модуля пружності виконувалося на важільному пресі. Основу методики проведення експерименту склали методи експериментального визначення модуля пружності ґрунтів за різної вологості відповідно до [3, 4].

Навантаження на ґрунт передавали через жорсткі круглі штампи чотирма ступенями: 0,05 МПа, 0,01 МПа, 0,15 МПа та 0,20 МПа до загасання деформації з почерговим розвантаженням після кожного прикладення навантаження до загасання деформації. Узагальнення результатів проведених серій експериментальних досліджень дозволило встановити зв'язок між деформаційними і діелектричними параметрами ґрунтів (рис. 1).

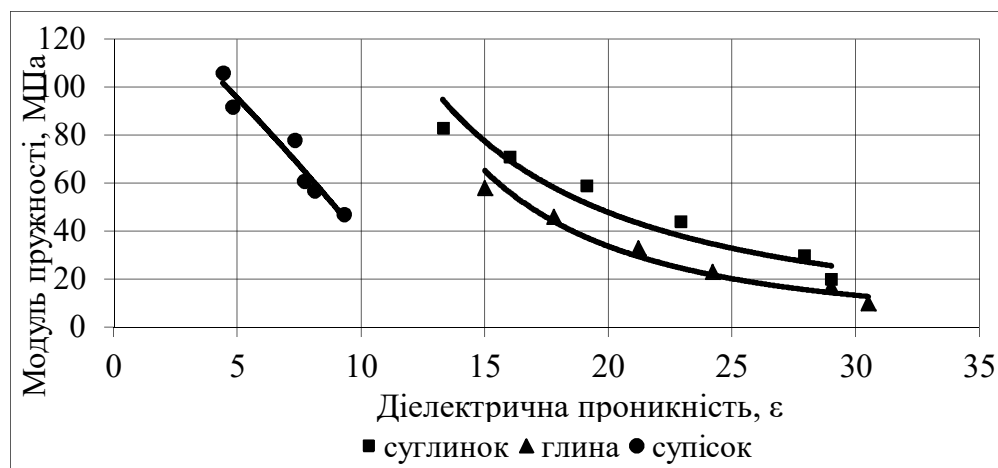


Рис. 1. Зв'язок модуля пружності із діелектричною проникністю

Отримані результати дослідження є основою для розроблення алгоритмів інтерпретації даних підповерхневого зондування з метою оцінки вологості і деформаційних параметрів ґрунтів. Таким чином, застосування георадарних технологій дозволяє в реальному режимі часу без руйнування цілісності конструкції дорожнього одягу, отримувати безперервну інформацію про значеннях вологості і деформаційні характеристики ґрунтів.

[1] Васильев А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: учебник для студ. высш. учеб. заведений : в 2 т. М. : Издательский центр «Академия», 2010. Т.1. 320 с.

[2] Черкасов И.И. Механические свойства грунтов в дорожном строительстве / И.И. Черкасов – М.: «Транспорт», 1976. – 247 с.

[3] Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування: ГБН В.2.3-37641918-559:2019 – [Чинний від 2019-06-01]. – К.: Міністерство інфраструктури України, 2019. – 58с. – (Галузеві будівельні норми України).

[4] Стасовская К.А. Грунтоведение и механика грунтов : лабораторные работы. К. : Вища школа, 1977. 128 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ ГАЛЬМОВОЇ ВАЖІЛЬНОЇ ПЕРЕДАЧІ ТА ПОБУДОВА МОДЕЛІ НАВАНТАЖЕННЯ КОЛОДОК ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

**RESEARCH OF THE CALCULATION OF THE BRAKE LEVEL TRANSMISSION AND THE CONSTRUCTION OF THE MODEL OF LOADING THE FREIGHT CAR**

*канд. техн. наук В.Г. Равлюк, М.Г. Равлюк,  
В.А. Гребенюк, канд. техн. наук В.В. Бондаренко,  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V. Ravlyuk, PhD (Tech.), M. Ravliuk  
V. Hrebeniuk, V. Bondarenko, PhD (Tech.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Для забезпечення своєчасних перевезень рухомий склад нарівні з іншими технічними засобами, повинен працювати безвідмовно та гарантувати безпеку руху особливо при гальмуванні. Тому гальма є однією з основних складових частин сучасного рухомого складу, від рівня досконалості конструкції яких суттєво залежить не тільки надійність безвідмовної та ефективної роботи, а також — безпека руху поїздів й пропускна та перевізна спроможність залізниць [1-3].

На рис. 1, а наведена схема гальмової важільної передачі (ГВП) візка, яку умовно можна поділити на дві частини та віднести їх до першої і другої колісної пари. Також побудована схема (рис. 1, б) розподілу зовнішніх і частково внутрішніх сил, які діють на відповідні елементи моделі ГВП візка.

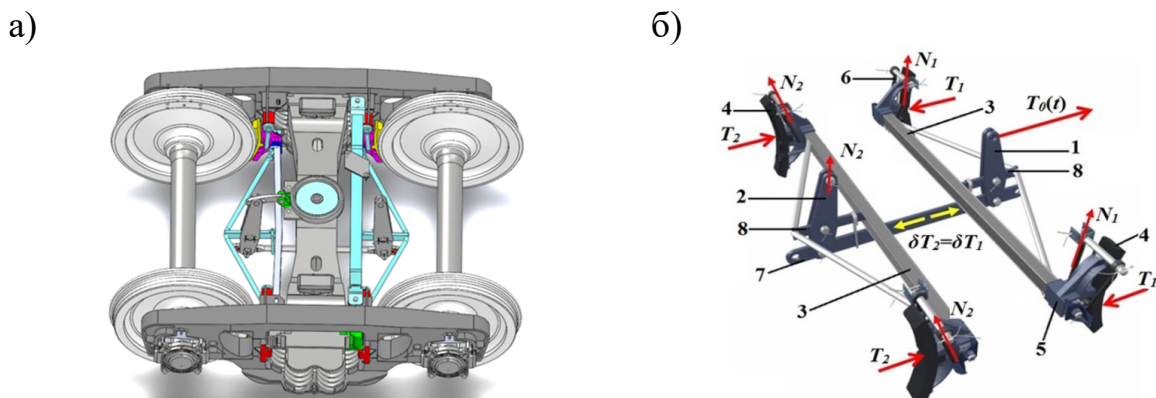


Рис. 1. Загальний вигляд: а) – просторової схеми візка вантажного вагона з гальмовою важільною передачею; б) – модель передавання гальмового зусилля: 1 і 2 – вертикальний важіль; 3 – триангель; 4 – колодка; 5 – башмак; 6 – підвіска; 7 – зтяжка; 8 – розпірка;  $T_0(t)$ ,  $N_1(X_1, Z_1)$  і  $N_2(X_2, Z_2)$  – сили в підвісках триангелів;  $T_1$  і  $T_2$  – гальмові реакції;  $\delta T_2 = \delta T_1$  – розпірні «віртуальні» сили

Якщо спроектувати розглянуту модель (рис. 1, б) на серединну площинну, що розташована посередині вздовж рейкового шляху, отримуємо плоску схему (модель) для визначення шуканих сил навантаження елементів ГВП (рис. 2).

Вочевидь, щоб з'ясувати сенс роботи триангельних ГВП доцільно обмежитись аналізом дій силових факторів, без урахування ваги (маси) всіх її елементів та припустити, що сили  $N_3 = N_2$  рівномірно розподілені по балці триангеля №2. До цього (в якості вихідних даних) слід додати геометричні дані для підготовки стосовно до розрахунків та систематизації даних за робочими кресленнями.

Доведено, що плоскі розрахункові загальновідомі схеми ГВП трьохелементних візків вантажних вагонів не враховують особливості та характер роботи триангелів №1 і №2 при гальмуванні вантажного вагона.

Визначено адекватні припущення при побудові гібридної розрахункової моделі гальмової важільної передачі щодо визначення сил натискання колодок на колеса трьохелементного візка вантажного вагона.

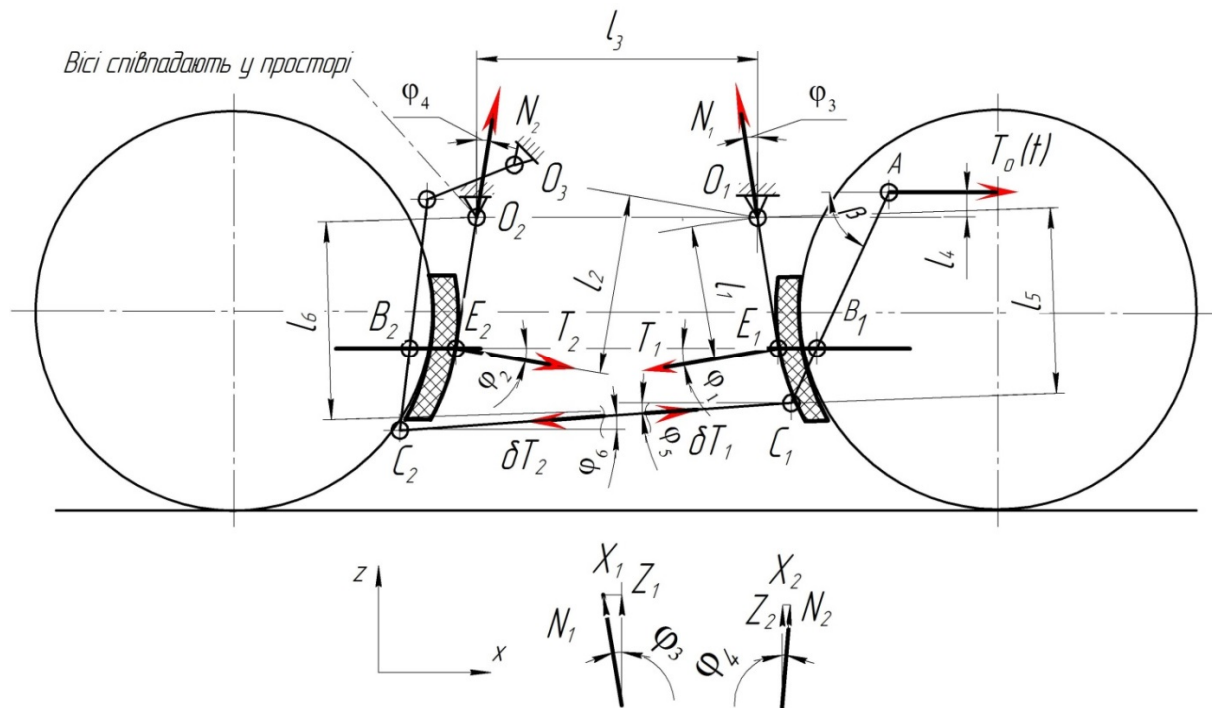


Рис. 2. Плоска схема (модель) навантаження елементів «безінерційного» візка з ГВП

Отримані результати роботи, необхідно надалі враховувати для вирішення проблемних питань щодо ненормативного зносу гальмових колодок у трьохелементних візках вантажних вагонів.

[1] Zhang. Y, Zhang M. The application status of unit brakes on metro vehicles in China. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE). 3 (15) (2018) 17-23. DOI: 10.9790/1684-1503031723.

[2] Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України. ЦТ – ЦВ – ЦЛ – 0015. – Затверджена наказом Укрзалізниці №264-Ц 28.10.1997. – Київ: (2004). сс. 77-95.

[3] Губська В.В., Кришталь В.Ф. Кінематика твердого тіла та динаміка точки. Конспект лекцій. – Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», (2018). сс. 75 – 99.

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ТА ПАРАМЕТРИЧНА ОЦІНКА  
ВИНИКНЕННЯ НЕНОРМАТИВНОГО ЗНОСУ ГАЛЬМОВИХ КОЛОДОК  
ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

**PECULIARITIES OF THE PROCESS AND PARAMETRIC ASSESSMENT  
OF THE UNDERSTANDING WARNING OF THE BRAKE PADS OF THE  
FREIGHT CAR**

*канд. техн. наук В.Г. Равлюк, М.Г. Равлюк,  
В.А. Гребенюк, канд. техн. наук В.В. Бондаренко,  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V. Ravlyuk, PhD (Tech.), M. Ravliuk  
V. Hrebenuk, V. Bondarenko, PhD (Tech.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Нині усі вантажні вагони, що обладнані пристроями рівномірного зносу колодок мають дуже низьку надійність [1, 2]. Через це втрачається працездатність навіть у тих вагонах, які щойно вводяться в експлуатацію із вагонобудівних або вагоноремонтних підприємств. Більш ніж 90% вантажних вагонів АТ «Укрзалізниця» працюють з ненормативним подвійним зносом гальмових колодок, через що погіршується ефективність гальмувань вантажних поїздів, підвищується чисельність вимушених ремонтних робіт і знижуються загальні економічні показники використання вантажних вагонів. Працівники вагонного господарства вимушені у великих обсягах замінювати гальмові колодки з великими залишками робочого тіла [3].

Як показали дослідження явищ ненормативного зносу гальмових колодок, нова колодка починає зношуватися у своїй верхній частині внаслідок недосконалості конструкції пристрою рівномірного її відведення (рис. 1, а). Тому при пробігу вагона до 3 тис. км знос приймає подвійний вигляд: по-перше, як кромковий знос з відтворенням суттєвого фрикційного стирання на верхньому краю колодки (рис. 1, б). По-друге, нижня гальмова частина колодки стирається клиноподібно, більш інтенсивно під верхньою стертістю із поступовим зменшенням до низу.

Таким чином інтенсивність зношування верхніх частин колодок значно більше ніж нижніх (рис. 1, в). Відповідно до цього на верхній, укороченій стертістю частині колодки, концентрується значно більший питомий тиск  $q_v$ , чим на нижній  $q_n$ . Як наслідок зношування у верхній частині колодки настає раніше ніж очікувалося за пробігом вагона, що вимагає її заміни при досить суттєвому не використаному залишку робочого тіла на нижній частині колодки (рис. 1, г). Окрім цього, під час гальмувань тепловиділення  $t_v$  здійснюється так, що воно має значний зріст під лінією розмежування (точка А) із поступовим зменшенням до низу колодки  $t_n$  (рис. 1, в).

Після аналізу зібраного статистичного матеріалу вперше звернено увагу на особливості цього специфічного зносу колодок та його вплив на процеси силового натискання колодок на колеса при гальмуванні. Тобто, завдяки такому зносу на верхніх частинах колодок започатковується та інтенсивно з випереджаючим темпом зростає місцева фрикційна стертість не під час гальмувань, а коли відбувається вільний рух вагонів у режимах тяги та вибігу.

Для можливості оцінки негативних явищ зменшення гальмової сили за наявності дуального зносу колодок введено поняття коефіцієнта дуальності, визначена і запропонована формула для його розрахунків у залежності від величини дуального зносу колодки, що дозволить уточнювати розрахункові параметри й виконувати подальші дослідження.

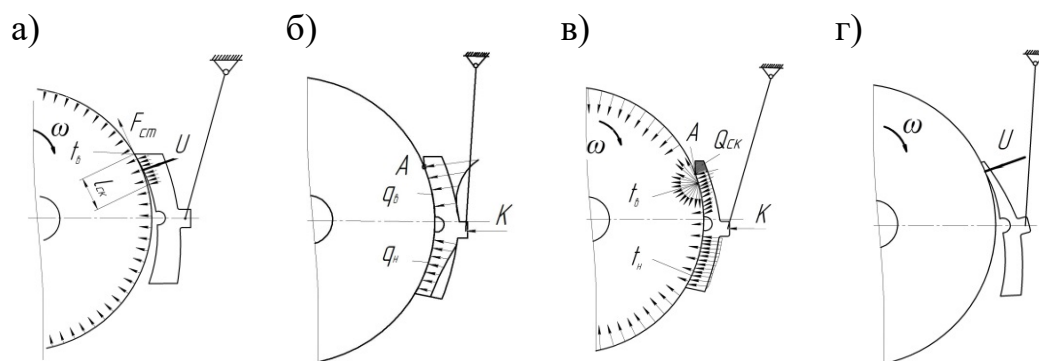


Рис. 1. Фрагменти плоского відображення етапів відтворення дуального фрикційного зносу гальмових колодок

Запропонований коефіцієнт дуального зносу для гальмових колодок визначається в залежності від величини шкідливої стертості відносно загальної довжини колодки, або як співвідношення цих площин:

$$\xi = \frac{l_k - l_{ск}}{l_k} = \frac{Q_k - Q_{ск}}{Q_k}, \quad (1)$$

де  $l_k$  і  $Q_k$  – загальна довжина і площа тертя нової гальмової колодки, відповідно;  $l_{ск}$  і  $Q_{ск}$  – відповідно, довжина і площа шкідливої стертості, яка зменшує площу тертя колодки.

Вперше визнано особливий характер двоплощинного переломного профілю спрацьовування гальмових колодок, за особливістю такого явища введено поняття дуального фрикційного зносу гальмових колодок.

Проаналізовано процес утворення та формування дуального зносу колодок за фрикційною взаємодією з колесами.

Введено поняття коефіцієнта дуальності, визначена і запропонована формула для його розрахунків.

[1] Ambikaprasad. O. Chaubey, Abhijeet. A. Raut. Failure Analysis of Brake Shoe in Indian Railway Wagon. IPASJ International Journal of Mechanical Engineering. 3 (10) (2015) 37-41.

[2] Нечволода С. І., Романюха М. О., Нечволода К. С. Проблеми нерівномірного зносу гальмових колодок у вантажних вагонах. Збірник наукових праць. – Харків: УкрДАЗТ. 86 (2007) сс. 50-56.

[3] Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України. ЦТ – ЦВ – ЦЛ – 0015. – Затверджена наказом Укрзалізниці №264-Ц 28.10.1997. – Київ: (2004) с. 146.

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ МІЦНОСТІ ЗЕМЛЯНОГО  
ПОЛОТНА ПРИ ПЕРЕХОДІ ДО ПІДВИЩЕНОГО ОСЬОВОГО  
НАВАНТАЖЕННЯ ДО 25 Т/ВІСЬ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF THE  
STRENGTH OF THE SUBGRADE AT THE TRANSITION TO THE HIGHER  
AXIAL LOADING UP TO 25 T**

*д-р техн. наук А.В. Радкевич<sup>1</sup>, д-р техн. наук В. Д. Петренко<sup>1</sup>,  
д-р техн. наук О.Л. Тюткін<sup>1</sup>, канд. техн. наук В.С. Андрєєв<sup>2</sup>,  
канд. фіз-мат. наук Н.А.Мухіна<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Дніпровський національний університет залізничного транспорту  
ім. академіка В. Лазаряна (Дніпро)*

*<sup>2</sup>Дніпропетровський науково-дослідний інститут судових експертиз (Дніпро)*

*A.V Radkevych<sup>1</sup> D.Sc. (Tech.), V.D Petrenko<sup>1</sup> D.Sc. (Tech.),  
O.L. Tiutkin<sup>1</sup> D.Sc. (Tech.), V.S Andrieiev<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
N.A Mukhina<sup>1</sup>, PhD (Tech.)*

*<sup>1</sup>Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan (Dnipro)*

*<sup>2</sup>Dnipropetrovsk scientific research institute of forensic expertise (Dnipro)*

Огляд науково-технічної літератури по перевлаштуванню траси при переході до підвищеного осьового навантаження від прийнятого сьогодні (23,5 т/вісь) до перспективного (25 т/вісь) свідчить, що на етапі попередніх досліджень слід використовувати імітаційне моделювання земляного полотна методом скінченних елементів (МСЕ), як найбільш зручним, точним та наочним із відомих чисельних методів. Практична реалізація імітаційного моделювання МСЕ проводилася на основі ліцензійного професійного комплексу Structure CAD for Windows (SCAD) [1]. Цей пакет відомий своєю зручністю у користуванні, наочністю результатів розрахунку, достатньою їх збіжністю.

Для того, щоб надати рекомендації щодо міцності земляного полотна при переході до підвищеного осьового навантаження до 25 т/вісь, був проведений аналіз, сутністю якого було порівняння напружено-деформованого стану земляного полотна при двох навантаженнях на вісь: 23,5 т/вісь (існуюче) та 25 (перспективне). Всі геометричні та деформаційні характеристики земляного полотна узяті із даних по двоколінійній ділянці з висотою насипу 3 м. На рис. 1. показана розрахункова схема земляного полотна, реалізована у комплексі SCAD.

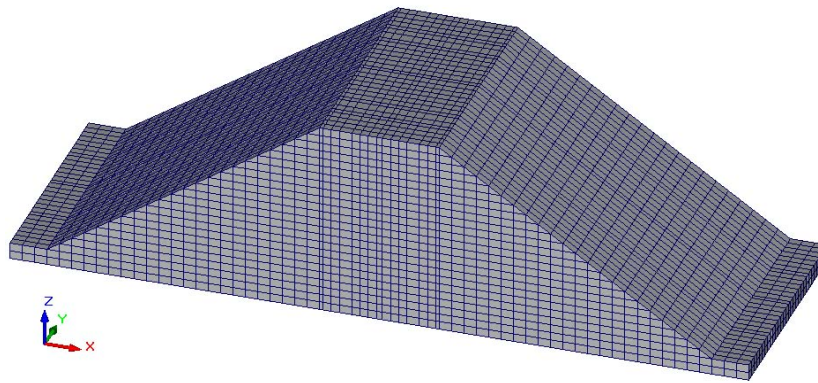


Рис. 1. Розрахункова схема земляного полотна

На схему накладені граничні умови: понизу моделі заборона переміщення по всім трьом осям X, Y та Z, по боках основи – заборона по осях X та Y, по поперечних сторонах моделі – заборона по осі Y. На верх та відкоси моделі граничні умови не накладалися. Такі граничні умови найбільш повно відповідають реальній роботі земляного полотна[2].

У ролі навантаження моделі було прийнятий вагон, розподілення ваги та відстань між осями якого надані на рис. 2.

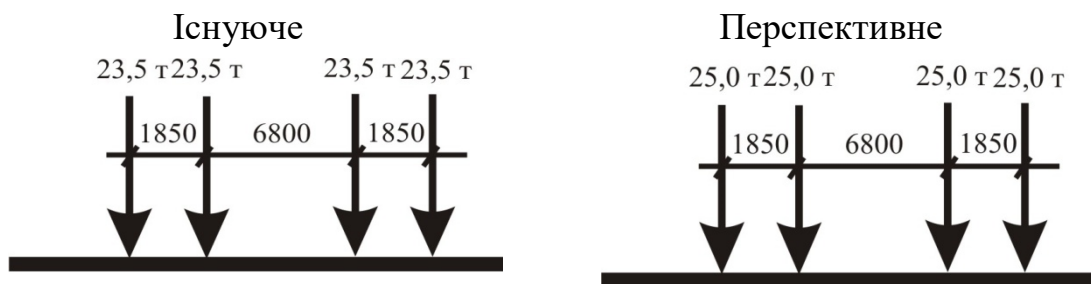


Рис. 2. Схема поїздного навантаження (показано у вісях)

Розрахунок земляного полотна на поїздне навантаження, проведений із застосуванням МСЕ, дає змогу отримати усі фактори НДС у ньому, що являється головною метою дослідження міцності земляного полотна, та дозволяє прогнозувати їх розвиток в подальшому.

[1]SCAD для користувача / Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А., Трофимчук А.Н. – К.: ВВП «Компас», 2000. – 332 с.

[2]Дяченко Л.І., Кислий Г.П., Курач О.В. Інструкція з утримання земляного полотна залізниць України (ЦП 0072). - Дніпропетровськ: Арт-Прес,2001.- 104с.

[3]Метод конечных элементов в проектировании транспортных сооружений / Городецкий А.С., Заворицкий В.И., Лантух-Лященко А.И., Рассказов А.О. – М.: Транспорт, 1981. – 143 с.

[4]ДБН В.2.3-19-2008. Споруди транспорту залізничі колії 1520 мм норми проектування

[5]Основы метода конечных элементов. / Большаков В.И., Яценко Е.А., Соссу Г., Лемэр М., Рейнуар Ж. М., Кестенс Ж., Варзес Г., Кормо И. – Днепропетровск: ПГАСиА, 2000. – 255 с.



**ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КАНАТНИХ БАРАБАНІВ МАНЕВРОВИХ  
ЛЕБІДОК ШПИЛЬОВОГО ТИПУ**

**DETERMINATION OF PARAMETERS OF ROPE DRINKS  
MANEUVERING WINCHES**

*канд. техн. наук Є.В. Романович, канд. техн. наук А.В. Євтушенко,  
канд. техн. наук А.М. Кравець, канд. техн. наук Л.М. Козар,  
канд. техн. наук Г.М. Афанасов*  
*Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*Ye.V. Romanovych, PhD (Tech.), A.V. Yevtushenko, PhD (Tech.),  
A.M. Kravets, PhD (Tech.), L.M. Kozar, PhD (Tech.),  
G.M. Afanasov, PhD (Tech.)*  
*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Здійснення вантажно-розвантажувальних робіт із залізничними вагонами передбачає, що ці вагони мають пересуватись в межах вантажних дворів станцій або інших промислових підприємств, тобто виконання маневрової роботи. Для виконання цієї роботи найчастіше залучаються залізничні маневрові локомотиви. Але виконання маневрової роботи локомотивами є не завжди економічно доцільним. Наприклад, якщо необхідно перемістити один чи декілька вагонів вздовж вантажного фронту або в межах певного підприємства на порівняно невелику відстань.

В теперішній час застосовуються маневрові лебідки двох типів: катушкового типу [1-3], в яких тяговий канат повністю намотується на барабан, а також шпильового типу [1, 4]. В цих лебідках використовується фрикційний барабан нескінченної канатомісткості, який обертається навколо горизонтальної осі. Канат не закріплюється на барабані, а зчіплюється з ним за рахунок сили тертя, яка виникає між поверхнею барабана і декількома витками канату.

Зазвичай, шпильові лебідки є реверсивними. Вони можуть використовуватись на вантажних фронтах великої протяжності, причому розміри барабана є значно меншими у порівнянні з лебідками катушкового типу. Ці переваги, а також менша у порівнянні з катушковими лебідками вартість сприяли широкому розповсюдженню шпильових лебідок в якості маневрових засобів не тільки на підприємствах залізничного транспорту, але й на промислових об'єктах.

Для нормальної роботи лебідки шпильового типу необхідно, щоб гілка канату, що набігає, постійно зсувалася до центру барабана. Для цього його профіль виконується змінного діаметру з мінімальним значенням в середині барабана. Для зсуву канату до центра барабана необхідно, щоб кут нахилу поверхні барабана перевищував кут тертя канату по барабану

В літературі [1-3] наводяться значення коефіцієнта тертя канату по барабану  $m$  в межах від 0,12 до 0,16. Але канат маневрової лебідки зазвичай розташовується під відкритим небом і в процесі роботи волочиться по землі. Внаслідок цього частки ґрунту прилипають до мастила, яким змащений канат. Через це умови тертя канату по барабану наближатимуться до умов сухого тертя, а значення коефіцієнта тертя канату по барабану  $m$  може зрости у 2,5 рази [5]. Таким чином,  $m$  становитиме від 0,3 до 0,4. Тому, в маневрових лебідках шпильового типу слід збільшувати кут нахилу робочої поверхні фрикційного барабана з 6,84-9,1є до 16,7-21,8є. При більших значеннях кута нахилу робочої поверхні барабана збільшуватиметься проекція тягового зусилля на цю поверхню, через що зростатиме сила тертя між витками тягового канату лебідки, що негативно відобразиться на довговічності цього канату.

На фрикційних барабанах шпильових лебідок намотано від 3 до 4 витків канату [1, 4]. Через кривизну поверхні барабана ці витки притуляються один до одного, внаслідок чого виникає сила тертя канату не тільки по барабану, але й між окремими витками канату.

На конічному барабані кут профілю гілок канату є незмінним, його значення дорівнюватиме  $d=90$ є. На такому барабані коефіцієнт тертя між гілками канату в 1,41 рази більший за фактичний  $m_L$ , і ніяк не залежить від кута профілю барабана  $\alpha_0$ . Якщо ж профіль барабана матиме певну кривизну радіусом  $R$ , то кут профілю гілок канату зменшуватиметься пропорційно зменшенню радіуса кривизни  $R$  ( $R \neq 0$ ,  $d < 90$ є). Це призведе до зростання коефіцієнта тертя між витками канату  $f$  у порівнянні з його значенням на конічному барабані. В такому випадку можемо припустити, що на гілки канату діятимуть більші сили тертя, що негативно впливатиме на довговічність канату.

За результатами наведених вище досліджень було встановлено, що раціональні значення кута нахилу робочої поверхні фрикційних барабанів маневрових лебідок шпильового типу знаходяться в межах від 16,7 до 21,8є. Більші кути нахилу робочої поверхні барабана призведуть до зростання сил тертя між витками тягового канату лебідки, що негативно відобразиться на довговічності цього канату. Також, в маневрових лебідках шпильового типу рекомендується використовувати фрикційні барабани з конічною формою робочих поверхонь.

[1] Александров М.П. Грузоподъемные машины: Учебник для вузов. -М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана - Высшая школа, 2000. - 552 с.

[2] Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». -4-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1989. - 536 с.

[3] Таубер Б.А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов. -М.: Экология, 1991. - 528 с

[4] Голубков В.В., Бриллиантов С.Н. Механизация погрузочно-разгрузочных работ и грузовые устройства. - Изд. 3-е, перераб. и доп. -М.: Транспорт, 1981. - 350 с.

[5] Машнев М.М., Красковский Е.Я., Лебедев П.А. Теория механизмов и машин и детали машин: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. -2-е изд., перераб. и доп. -Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1980. - 512 с.

## ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ НА МОСТАХ ТА ШЛЯХОПРОВОДАХ

### ASSESSMENT OF ROAD OPERATING CONDITIONS ON BRIDGES AND OVERBRIDGES

*канд. техн. наук Р.В. Смолянюк, канд. техн. наук Н.В. Смолянюк  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет (м. Харків)*

*R.V. Smolyanyuk, PhD (Tech.), N.V. Smolyanyuk, PhD (Tech.)  
Kharkiv National Automobile and Highway University (Kharkiv)*

Мости, шляхопроводи і інші штучні споруди є об'єктами, що потребують постійної уваги дорожніх служб. Незадовільний стан або руйнація ділянки дороги викликає перепони у русі транспорту, зниження швидкості і комфортності руху. В той же час руйнація елементу мосту або шляхопроводу викликає повну зупинку транспортного потоку на тривалий час і призводить до значних капіталовкладень.

На даний час в Україні існує практика оцінки експлуатаційного стану покриттів, коли основні показники визначаються покілометрово. Так, наприклад, під час обстеження рівності автомобільних доріг рівність на мостах, шляхопроводах та інших інженерних спорудах окремо не вимірюється. Таким чином, на ділянку довжиною 1 км отримуємо 2 цифри – характеристику рівності покриття в прямому і зворотному напрямках. Як показує практика на такій ділянці може знаходитися одна, дві, або навіть і три штучні споруди. Особливо це стосується великих транспортних вузлів, де на невеликій протяжності може буде розташовано декілька шляхопроводів. Якщо один з них буде мати дефект на поверхні проїзної частини, він не буде помічений, оскільки нерівність, що утворилася, може не суттєво вплинути на показник, який уявляє собою усереднене значення протягом 1 км.

До дефектів проїзної частини мостів, які більш за все впливають на показники рівності покриття, можна в першу чергу віднести дефекти, що виникають у районі деформаційних швів [1]. В наслідок підвищеного динамічного впливу на покриття та елементи деформаційного шву з боку транспортних засобів відбувається утворення вибоїн в покритті в цій зоні, а далі йде руйнування деформаційного шва. Причиною підвищення динамічного впливу є різниця висот між поверхнею деформаційного шву та поверхнею покриття проїзної частини, так звана «сходінка». Крім того, деформаційні шви зазнають вплив вологи, що проникає крізь тріщини, які утворилися між швом та покриттям. Проникаючи у конструкцію, вода погіршує властивості бетону плити проїзної частини. Це приводить до подальшого руйнування конструкції і деформаційного шва і покриття.

Другим суттєвим дефектом мостів та шляхопроводів, який впливає на рівність покриття проїзної частини, є пониження профілю покриття у стиках насипу та перехідної плити споруди, тобто наявність просядок в місцях поєднання мосту з насипом. Поява просядок може бути викликана різними причинами: поганим ущільненням ґрунту насипу у період будівництва підходів; руйнуванням тіла насипу та конусу внаслідок неправильного водовідводу, перезволоження та розмиву ґрунту; використання мерзлого ґрунту; а також зміщенням або руйнуванням перехідних плит. Так як жорсткість проїзної частини мосту та дороги неоднакова, то навіть при ідеальній рівності на ділянці сполучення мосту з насипом умови руху автомобіля змінюються при в'їзді на міст.

Фактично єдиним інструментом, здатним оцінити рівність ділянок доріг різної довжини і визначити вплив окремих дефектів на умови руху автомобілів є показник рівності за IRI (Міжнародний Індекс Рівності). За допомогою цього показника і програмного забезпечення PROVALбула виконана оцінка рівності на існуючих мостах а також змодельований рух автомобіля по типовим дефектам, про які йшла мова вище. Дослідження показують, що миттєві значення показника IRI на описаних вище дефектах можуть сягати 22-24 м/км, за умови граничного значення (для забезпечення безпеки дорожнього руху) на рівні 3,5-4 м/км. Слід зазначити, що такий вплив триває недовго – протягом 1-2 метрів після проїзду дефекту.

Показник IRI характеризує вплив дороги на автомобіль. Але коливання підвіски викликають і підвищений вплив автомобіля на покриття дороги або штучної споруди. Можна стверджувати, що переїзд таких нерівностей викликає миттєві навантаження, що у 3-8 разів перевищують статичні. Це пояснює істотні деформації, які швидко виникають навколо невірно влаштованих деформаційних швів або інших елементів.

Сучасні системи відеодіагностики покриттів автомобільних доріг здатні розрізняти об'єкти, геометричні розміри яких перевищують 1 мм. Особливо цінною є інформація, отримана про стан поверхні дорожнього покриття мостів. Не тільки дефекти деформаційних швів, але й всі інші дефекти на покритті викликають підвищення динамічного впливу від транспорту на всі елементи штучної споруди.

Висновки. Наявність на проїзній частині мостів і шляхопроводів різних дефектів істотно підвищує вплив транспорту на споруди. Поява дефектів на проїзній частині мостів і шляхопроводів становить значно більшу небезпеку, ніж на інших ділянках дороги. Тому під час щорічного обстеження доріг ходовими лабораторіями або іншими способами необхідно виділяти ділянки дороги, де знаходяться штучні споруди. Рівність та дефектність покриття необхідно виміряти на протяжності проїзної частини штучних споруд окремо, для своєчасного виявлення проблем і попередження руйнування інших елементів споруд.

[1] Споруди транспорту. Настава з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів: ДСТУ - Н Б В.2.3-23:2012. – [Чинний від 2013-12-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 27 с. – (Національний стандарт України).

## НОРМУВАННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ РІВНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ REGULATION OF THE TRANSVERSE ROUGHNESS OF AUTOMOBILE ROADS

*канд. техн. наук Р.В.Смолянчук, канд. техн. наук І.В.Кіяшко  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет (м. Харків)*

*R.V. Smolyanyuk, PhD (Tech.), I.V. Kyashko, PhD (Tech.)  
Kharkiv National Automobile and Highway University (Kharkiv)*

Рівність автомобільної дороги є одним з основних транспортно-експлуатаційних показників, що найбільше впливає на комфортність та безпеку дорожнього руху, швидкість транспортного потоку, економічні і екологічні показники. Як правило рівність автомобільних доріг визначається тільки в поздовжньому напрямку (переважно по смугам нахату з застосуванням поштовхомірів). Тобто рівність визначається саме по траєкторії руху більшості автомобілів в транспортному потоці. Такий підхід можна вважати виправданим для доріг з невеликою інтенсивністю і вільним режимом руху. Кінець двадцятого і початок двадцять першого сторіччя пов'язані із різким збільшенням кількості автомобілів, збільшенням швидкостей руху внаслідок стрімкого вдосконалення технології проектування та виробництва. У всьому світі темпи дорожнього будівництва суттєво менші ніж темпи росту автомобільного парку. Ці фактори призвели до того, що інтенсивність руху на мережі доріг всього світу постійно збільшується. Автомобілі рухаються в щільних потоках, що призводить до збільшення кількості маневрів, тобто активного використання всієї поверхні дороги для руху. В таких умовах традиційна оцінка рівності не може бути об'єктивною. Таким чином, доцільним напрямком підвищення ефективності оцінки транспортно-експлуатаційних властивостей автомобільних доріг є оцінка не тільки поздовжньої, а також і поперечної рівності покриття починаючи з її нормування за критеріями, які стосуються обмеження динамічного впливу поверхні на транспортні засоби при виконанні маневрів та забезпечення поверхневого водовідведення[1, 2].

Розв'язання поставленої проблеми вимагає вирішення ряду задач, таких як [3]:

- встановлення загальних закономірностей геометрії поперечних деформацій з подальшим моделюванням типових поперечних профілів поверхні дорожнього одягу;
- моделювання типових маневрів транспортних засобів з різною швидкістю руху;
- оцінка впливу параметрів поперечної рівності на комфорт та безпеку дорожнього руху;

- обґрунтування переліку параметрів поперечної рівності з нормуванням їх граничних значень.

З урахуванням попередніх досліджень серед геометричних параметрів поперечної рівності, що безпосередньо впливають на безпеку та комфорт дорожнього руху слід виділити [3]:

- перевищення правого гребеню колії над її нижньою відміткою (надалі – правий випор) з позиції погіршення поперечного водовідведення та формування застою води в к колії руху, що може стати причиною виникнення ефекту аквапланування [2];

- перевищення лівого гребеню колії над її нижньою відміткою (надалі – лівий випор) з позиції динамічного впливу на транспортний засіб при виконанні маневрів пов'язаних зі зміною смуги руху, що може стати причиною втрати стійкості транспортного засобу.

[1] Смолянюк Р.В. Оценка эксплуатационного состояния дорожных покрытий на основе совершенствования методов измерения ровности и сцепных качеств: дис. кандидата техн. наук: 26.10.05 / Смолянюк Роман Володимирович. Х., 2005. – 157 с.

[2] Новаковський Д.М. Обґрунтування нормативних значень показників поперечної рівності дорожніх покриттів / Д.М. Новаковський // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – випуск 93. – Київ: НТУ, 2015. – С. 273-281.

[3] Оцінка поперечної рівності поверхні покриття автомобільних доріг / І. В. Кіяшко, Д. М. Новаковський, Р. В. Смолянюк // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. - 2016. - Вип. 95. - С. 75-86.

**УДК 510:621.9**

## **ТЕОРЕТИЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ДІЇ ДОРОЖНІХ УМОВ НА РУХОМИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ**

### **THEORETICAL JUSTIFICATION OF IMITATIVE MODELING OF DYNAMIC ACTION OF ROAD CONDITIONS ON MOVING VEHICLE**

*д-р техн. наук В.Б. Струтинський  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, (м. Київ)*

*V.B. Strutinsky, D.Sc. (Tech.)  
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, (Kyiv)*

Динамічна дія дорожніх умов визначає експлуатаційні характеристики транспортних засобів, зокрема залізничних вагонів. Ефективним методом дослідження динамічної дії дорожніх умов є математичне моделювання. Тому розроблення ефективних методів математичного моделювання дії дорожніх умов є актуальним.

В умовах експлуатації динамічні переміщення та навантаження є наслідком просторових коливань вагона під дією зовнішніх збурень. Основними збуреннями є нерівності рейкового полотна, стики та дефекти поверхні рейок. Динамічні збурення розділяються на усталені та перехідні (різко змінні). Усталені збурення як правило мають випадковий характер.

Розроблені методи імітаційного моделювання охоплюють весь комплекс дорожніх умов як усталених так і перехідних із врахуванням їх стохастичного характеру.

Внаслідок динамічних дій різноманітних дорожніх умов переміщення корпусу вагона, відбуваються за складним законом, який включає як детерміновані, так і випадкові складові. Детерміновані складові розрізняються по характеру процесів на дві групи – перехідні детерміновані складові та усталені детерміновані складові. Випадкові складові проявляються у вигляді стаціонарних (квазістаціонарних) випадкових процесів та суттєво нестаціонарних випадкових процесів перехідного типу.

Характеристики коливань корпусу вагона залежать від інерційних, деформативних та дисипативних характеристик динамічної системи. Динамічна система вагона описана квазілінійною математичною моделлю у вигляді набору передавальних функцій і відповідних їм частотних характеристик. Ця модель є універсальною і комплексною. Модель дозволяє в загальному вигляді оцінити введені вхідні і вихідні параметри динамічної системи.

Універсальна комплексна математична модель вагона побудована на базі методів теорії автоматичного керування. Структура моделі визначається взаємодією операторів, які перетворюють параметри динамічної системи вагона. Оператори пов'язують відповідні вхідні збурення із вихідними параметрами у вигляді переміщень, швидкостей та пришвидшень окремих ділянок корпусу вагона. Оператори подані у вигляді матриці передавальних функцій  $[W_{ij}(S)]$  яка пов'язує вхідні збурення  $X_j$  із вихідними параметрами  $Y_j$  згідно матрично-векторної залежності

$$(Y_j) = [W_{ij}(S)](X_j).$$

Компоненти матриці передавальних функцій, що входять в залежність, виражаються через оператори математичної моделі:

$$W_{ij}(S) = \frac{B_j(b_j, S)}{A_i(a_i, S)},$$

де  $A_i$  – власний оператор моделі відповідний і-му виходу;  $B_j$  - оператор j-го виходу.

Запропоновано використання операторів поліноміального виду. Відповідно компоненти матриці передавальних функцій

$$W_{ij}(S) = \frac{b_{j0} + b_{j1}S + \dots + jb_{jm}S^m}{a_{in}S^n + \dots + a_{i1}S + a_{i0}},$$

де  $a_i$  та  $b_j$  – постійні коефіцієнти.

В процесі імітаційного моделювання передавальна функція задана відношенням двох поліномів.

Така математична модель дозволяє врахувати комплекс інерційних, дисипативних і деформативних параметрів вагона. Проведено математичне моделювання детермінованих та стохастичних усталених і перехідних процесів які виникають в динамічній системі вагона при різних дорожніх умовах. Визначено параметри динамічних переміщень та навантажень. На основі

одержаних результатів моделювання підтверджена надійність роботи та достовірність розробленої математичної моделі. Сформульовані рекомендації по практичному застосуванню імітаційної математичної моделі для підвищення плавності руху та зниження вібраційних навантажень при русі вагона в різноманітних дорожніх умовах.

**УДК 621.9.04-868**

## **ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В МАНІПУЛЯТОРІ РУХОМОГО НАЗЕМНОГО РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ**

### **DYNAMIC PROCESSES IN THE MANIPULATOR OF TERRESTRIAL ROBOTIC COMPLEX**

*д-р техн. наук С.В. Струтинський  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, (м. Київ)*

*S.V. Strutynskyi, D.Sc. (Tech.)  
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, (Kyiv)*

Наземні роботизовані комплекси застосовуються для роботи з небезпечними об'єктами в різноманітних дорожніх умовах. Вони мають гусеничне шасі високої прохідності та універсальний маніпулятор важільного типу. При переміщенні комплексу по дорозі з нерівностями маніпулятор здійснює складні коливальні рухи, що супроводжуються інтенсивними динамічними навантаженнями. Визначення виду і характеру навантажень необхідно для проектування прогресивних конструкцій наземних роботизованих комплексів.

Визначення динамічних процесів у маніпуляторах рухомих наземних роботизованих комплексів ускладнюється невизначеними дорожніми умовами, складним просторовим переміщенням шасі та значним впливом експлуатаційних факторів, у тому числі факторів випадкового характеру.

В результаті огляду літературних джерел встановлено, що в даний час відсутні методи визначення параметрів динамічних процесів у маніпуляторах наземних роботизованих комплексів.

Для вирішення задачі встановлення параметрів динамічних процесів розроблена спеціальна концепція наукових досліджень. Згідно запропонованої концепції динамічні процеси в маніпуляторі визначені для роботизованого комплексу який переміщується по горизонтальній поверхні із розташованій на ній ізольованій нерівності у вигляді прямокутного виступа. Концепція реалізує визначення параметрів динамічних процесів на основі аналізу спеціального закону руху шасі наземного роботизованого комплексу. Ізольована нерівність дороги у вигляді прямокутного виступа є типовою і узагальнює широкий клас законів переміщення шасі по дорогам різного виду.

Динамічні процеси в маніпуляторах рухомих наземних роботизованих комплексах визначені експериментально-теоретичними методами.



В процесі експериментальних вимірів переміщення маніпулятора рухомого комплексу реєструвалось на відео з подальшою покадровою обробкою відеозапису. Динамічне положення ланок маніпулятора послужило основою для визначення його динамічних переміщень та встановлення кількісних і якісних особливостей руху маніпулятора.

Обґрунтована концепція опису динамічного переміщення маніпулятора наземного роботизованого комплексу. Вона полягає у розгляді окремо переміщень маніпулятора при його «квазітвердому» русі разом із шасі по дорожньому покриттю із ізольованою нерівністю. При цьому маніпулятор вважається недеформованим, а його положення відносно шасі незмінним. В результаті розгляду «квазітвердого» руху маніпулятора визначаються динамічні навантаження які діють на нього.

Одночасно розглядаються динамічні деформації маніпулятора які є малими переміщеннями що відповідають «деформаційному» руху пружної системи маніпулятора.

«Деформаційний» рух маніпулятора визначається у вигляді відхилень ланок маніпулятора відносно його положення відповідного «квазітвердому» руху. Переміщення та інерційні навантаження ланок маніпулятора встановлюються на основі принципу суперпозиції параметрів «квазітвердого» та «деформативного» рухів.

В результаті проведених досліджень обґрунтовано методику знаходження характеристик динамічних процесів у маніпуляторах рухомих наземних роботизованих комплексів. На основі даної методики визначено динамічні переміщення та динамічні навантаження в маніпуляторах. Встановлені діапазони змін коефіцієнтів динамічності, частоти і форми коливань пружної системи маніпулятора та параметри затухання динамічних коливальних процесів.

**ПРОЕКТУВАННЯ ДОВЖИНИ ПОСАДКОВОГО МАЙДАНЧИКА  
ЗУПИНОК МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТУ НА МІСЬКИХ ВУЛИЦЯХ**

**THE DESIGN OF THE LENGTH OF THE ROUTE TRANSPORT STOPS'  
LANDING PAD ON STREETS OF THE CITY**

*С.Ю.Тімкіна, д-р техн. наук О.В. Степанчук,  
д-р техн. наук А.О.Белятинський  
Національний авіаційний університет (м. Київ)*

*S. Yu. Timkina, O.V. Stepanchuk, D.Sc. (Tech.),  
A.O. Beljatynskij, D.Sc. (Tech.)  
National Aviation University (Kyiv)*

На сьогоднішній день проблемам підвищення пропускної спроможності вулично-дорожньої мережі населених пунктів присвячено дуже багато наукових праць закордонних та вітчизняних фахівців, які певною мірою визначають та рекомендують можливі методи покращення відповідної ситуації на певних ділянках міських вулиць. Це заходи з організації та управління міським вуличним рухом, проектування проїзної частини вулиць та перехресть, заходи законодавчо-нормативного, містобудівного та адміністративного характеру. Але, аналізуючи місця утворення заторів на вуличній мережі міста Києва, необхідно зазначити, що однією з причин їхнього утворення є недостатня організація руху автомобільного транспорту та стоянки пасажирського транспорту саме в місцях розміщення зупинок маршрутного транспорту [1,2].

Необхідно зазначити, що на пропуску спроможність міських вулиць і доріг значний вплив мають параметри зупинок маршрутного транспорту й інтенсивність руху громадського пасажирського транспорту. Зона впливу зупинки маршрутного пасажирського транспорту складає 400 м [3].

Питання розміщення зупинок маршрутного транспорту та забезпечення їхньої пропускної спроможності останнім часом приділялася увага в роботах Колія О. С., Ліпенкова О.В., Саруханяна М.В., Таубкіної Г.В., Фоміної О.В. та інших. Але, виконуючи аналіз загальновідомих наукових праць, треба відмітити, що саме визначенню геометричних параметрів майданчиків зупинок громадського транспорту увагане приділялась зовсім чи приділялась недостатньо.

Збільшення кількості транспортних засобів на міських вулицях, покращення їхніх технічних характеристик вимагають нового підходу до визначення геометричних розмірів майданчиків зупинок масового пасажирського транспорту.

Пропускна спроможність ділянки міської вулиці в зоні розміщення зупинки громадського транспорту значно залежить від пропускної спроможності пункту зупинки маршрутного транспорту та інтенсивності руху пасажирського транспорту.

Пропускна спроможність лінії маршрутного пасажирського транспорту лімітується пропускною спроможністю пункту зупинки громадського транспорту, яка, зі свого боку, залежить від часу, протягом якого транспортний засіб перебуває на зупинці [5].

$$N_{зп} = \frac{3600}{T_{зп}}, \quad (1)$$

де  $N_{зп}$ - пропускна спроможність пункту зупинки пасажирського транспорту, од/год;

$T_{зп}$ - загальний час, протягом якого маршрутний транспортний засіб знаходиться на зупинці.

Як відомо [5], загальний час, протягом якого маршрутний транспортний засіб знаходиться на зупинці, визначається за формулою:

$$T_{зп} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (2)$$

де  $t_1$ - час, що витрачається на підхід і зупинку транспортного засобу на пункті зупинки, с;

$t_2$ - час, що витрачається на посадку та висадку пасажирів, с;

$t_3$ - час, що витрачається на подачу сигналу відправлення та закриття дверей, с;

$t_4$ - час, що витрачається на початок руху з місця та звільнення пункту зупинки, с.

Однією з проблем забезпечення певної пропускної спроможності пункту зупинки пасажирського транспорту є те, що саме в середній зоні крупних і найкрупніших міст через одну зупинку проходить від 20 до 30 маршрутів з незначними інтервалами часу, деякі зупинки є кінцевими якогось маршруту. Згідно з зібраними нами даними встановлено, що в місті Києві нараховується 2829 зупинок маршрутного транспорту.

Маневрування автобусів призводить до додаткових витрат часу, пов'язаних із необхідністю виконання маневру об'їзду транспортного засобу, який зупинився для посадки і висадки пасажирів.

Знаходження на зупинці одночасно декількох пасажирських транспортних засобів різного виду та габаритних розмірів дуже часто перевищує відведену довжину майданчика відповідно до ДБН [4]. Також дуже часто спостерігається, що зупинка здійснюється за межами самої «кишені» або транспортний засіб очікує заїзду в другій смузі руху, а в деяких випадках навіть здійснюється висадка пасажирів, що заборонено правилами дорожнього руху.

[1]Stepanchuk O. Surveying of Traffic Congestions on Arterial Roads of Kyiv City/O. Stepanchuk, A. Bieliatynskyi, O. Pylypenko, S. Stepanchuk/ Procedia Engineering.-2017.- № 187.-P. 14–21

[2]Stepanchuk O. Laws of Transport Congestion on the Road Network Cities/ O. Stepanchuk, A. Bieliatynskyi, S. Timkina// Proceedings of the National Aviation University. 2016. N 3(68).-P. 74–79

[3]Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] // ВСН 25-86. – 1988. – Режим доступа до ресурсу: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294851/4294851150.htm>.

[4]Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5-2018.– [Чинний від 2018 – 09 – 01]. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 55 с.

[5]Липенков А. В. Повышение эффективности функционирования городского пассажирского транспорта на основе управления пропускной способностью остановочных пунктов :дис. канд. техн. наук : 05.22.10 / Липенков Александр Владимирович – Нижний Новгород, 2015. – 154 с.

**МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ДЕРЕВ'ЯНОЇ ШПАЛИ МЕТРОПОЛІТЕНУ  
ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ У ПРОГРАМНОМУ  
КОМПЛЕКСІ «ЛИРА»**

**MODELING THE WORK OF A WOODEN SLEEPERS OF UNDERGROUND  
AND DETERMINATION OF ITS TENSION CONDITION IN THE  
SOFTWARE COMPLEX «LIRA»**

*канд. техн. наук Д.А. Фаст, канд. техн. наук В.П. Шраменко  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D.A. Fast, PhD (Tech.), V.P. Shramenko, PhD (Tech.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Для моделювання верхньої будови колії у тунелі метрополітену було використано програмний комплекс "Лира 9.6" [1] та обрано наступні типи скінченних елементів:

1) Універсальний просторовий стрижневий скінченний елемент (СЕ 10), який має місцеву систему координат  $X_1, Y_1, Z_1$ , відносно якої задається місцеве навантаження й визначаються зусилля. Даний елемент сприймає наступні види зусиль: осьове, крутний момент, згинальні моменти й поперечні сили у вертикальній та горизонтальній площинах.

2) Універсальні скінченні елементи просторового завдання теорії пружності (СЕ 31 – паралелепіпед) призначені для визначення напружено-деформованого стану континуальних об'єктів і масивних просторових конструкцій з однорідного ізотропного лінійно-пружного матеріалу в постановці тривимірного завдання теорії пружності. Даний елемент сприймає нормальні та дотичні напруження по всіх площинах.

Шпала у тунелі метрополітену являє собою дерев'яну балку у формі паралелепіпеда зі сторонами поперечного перерізу 160Ч250 мм і довжиною 2750 мм, яка на 2/3 своєї довжини є омоноліченою у колійний бетон [2-6].

Для моделювання верхньої будови колії метрополітену було використано скінченні елементи різних типів: для рейки – тип 10 із заданим перерізом, що відповідає поперечному перерізу рейки типу Р50, а для підкладки та дерев'яної шпали – тип 31. Для рейки та підкладки фізичні й жорсткісні характеристики задаються відповідно до матеріалу сталі, для дерев'яної шпали – відповідно до деревини сосни.

Для побудови просторової моделі було змодельовано ділянку рейко-шпальної решітки у тунелі метрополітену, що складається із семи шпал та завантажена однією віссю вагону, оскільки вплив сусідніх шпал на розрахункову є незначним. Їх було розбито на вісьмивузлові чотирикутні скінченні елементи, які мають форму паралелепіпеда. Для того щоб змодельовати шпалу, омонолічену в колійному бетоні, у місцях її контакту з

коліїним бетоном було введено обмеження переміщень. Вони спрямовані по осях, перпендикулярних до площин бетонної основи, а також уздовж них у вертикальному напрямку. Навантаження прикладені на рейку над середньою шпалою симетрично відносно її середини і приймаються як зосереджені сили на кожній нитці колії. Частина шпали, що знаходиться над лотком, не опирається на колійний бетон та має вільне переміщення в усіх напрямках.

Після складання елементів верхньої будови колії було отримано кінцево-елементну модель для розрахунку дерев'яної шпали у тунелі метрополітену. У результаті розбивки на скінченні елементи було отримано: 42306 рівнянь, 9644 елементів, 14212 вузлів.

Для отримання значень напружень використовувалася теорія міцності найбільших нормальних напружень. В результаті отримали величини найменших, середніх та найбільших головних напружень у вигляді ізополів.

Напруження у розрахунковій шпалі за результатами розрахунку у програмному комплексі "Лира 9.6" склали:  $y_{ш} = 884 \text{ кН/м}^2 < [y_{ш}] = 2200 \text{ кН/м}^2$ .

Порівнюючи отримані результати за з результатами розрахунку колії метрополітену на міцність згідно "Правил розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість" [7], де  $y_{ш} = 867 \text{ кН/м}^2$ , можна зробити висновок, що похибка становить не більше 2 %. Виходячи з цього, використання методики розрахунку залізничної колії, відповідно до вказаних правил, є правомірним для верхньої будови колії у тунелі метрополітену на дерев'яних шпалах.

[1] Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций Лира версия 9.0. Руководство пользователя [Текст] / Под ред. А.С. Городецкого, И.Д. Евзерова. – К.: НИИАСС, 2002. – 147 с.

[2] Кравченко Н.Д. Новые конструкции железнодорожного пути для метрополитенов [Текст] / Кравченко Н.Д. – М. : Транспорт, 1994. – 143 с.

[3] Даніленко Е.І. Залізнична колія / Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом / Підручник для вищих навчальних закладів (у 2х томах) [Текст]: Е.І. Даніленко – Київ, Імпрес, 2010. – Т. 1. – 528 с.

[4] Основы устройства и расчетов железнодорожного пути [Текст]/ В Г. Альбрехт, М.П. Смирнов, В.Я. Шульга и др.; под ред. С.В. Амелина и Т.Г. Яковлевой. – М. : Транспорт, 1990. – 367 с.

[5] Клименко Л.В. Расчет пути с учетом неравноупругости подрельсового основания [Текст] / Л.В. Клименко // Путь и путевое хозяйство. – 2007. – № 9. – С. 34–35.

[6] Красюк А.Г. Расчет балок на сплошном упругом основании со ступенчатым изменением жесткости [Текст] / А.Г. Красюк // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 5. – С. 12–14.

[7] Фаст Д.А. Розрахунок дерев'яної шпали у тунелі метрополітену на міцність [Текст] / Д.А. Фаст // Зб. наук. праць УкрДУЗТ. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 157. – С. 13–17.

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАТИВНОСТІ Й НЕСУЧОЇ  
ЗДАТНОСТІ ШПАЛ В ТУНЕЛІ МЕТРОПОЛІТЕНУ**

**THEORETICAL STUDIES OF THE DEFORMABILITY AND STRESS  
STATE OF SLEEPERS IN THE SUBWAY TUNNEL**

*канд. техн. наук Д.А. Фаст*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D.A. Fast, PhD (Tech.)*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

В інженерній практиці часто зустрічаються балки, що лежать на суцільній пружній основі. До таких конструкцій відносяться шпали й рейки залізничної колії. Дерев'яні шпали у тунелі метрополітену омоноличені у колійний бетон та опираються на бетонну основу уздовж 2/3 довжини. Розрахунок даної конструкції будемо виконувати на міцність при роботі шпали на стиск згідно "Правил розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість". Під дією рухомого складу в елементах верхньої будови колії виникають напруження та деформації. Залежність їх від сил, що впливають на колію, є складною та не піддається точному визначенню. Для вирішення завдання з її розрахунку на міцність було прийнято деякі передумови, створено розрахункову схему та модель. Для визначення вертикальних сил, що діють на підрейкову підкладку проміжного рейкового скріплення типу «Метро», для наступного конструювання альтернативних конструкцій підрейкової основи, замість заміни дерев'яних шпал (гнилих і трухлявих), було підраховано величину вертикального модуля пружності підрейкової основи безбаластної залізничної колії на дерев'яних шпалах у тунелі метрополітену без урахування пружних характеристик колійного бетону марки 150 і тунельного оброблення, горизонтального модуля пружності рейкової нитки  $U_z$  при деформуванні підошви з підкладкою на величину пружного відтискання.

Для визначення динамічного вертикального тиску колеса на головку рейки було використано методику згідно "Правил розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість" при відомих характеристиках рухомого складу та залізничної колії в тунелі метрополітену.

Розрахункові нормальні напруження в шпалі під підкладкою склали

$$y_{ш} = 867 \text{ кН/м}^2 < [y_{ш}] = 2200 \text{ кН/м}^2.$$

Аналізуючи отримані результати за допомогою методики, яка приведена у "Правилах розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість", можна зробити

висновок, що дерев'яні шпали у тунелі метрополітену мають великий запас міцності у даних експлуатаційних умовах.

- [1] Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість [Текст] / Е.І. Даніленко, В.В. Рибкін. – К.: Транспорт України. – 2006. – 168 с.
- [2] Даніленко Е.І. Залізнична колія / Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом / Підручник для вищих навчальних закладів (у 2х томах) [Текст]: Е.І. Даніленко – Київ, Імпрес, 2010. – Том 1. – 528 с.
- [3] Сисин М.П. Вплив фізичних та геометричних характеристик залізничної колії на її напружено-деформований стан [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.06 "Залізнична колія" / М.П. Сисин. – Дніпропетровськ, 2008. – 26 с.
- [4] Основы устройства и расчетов железнодорожного пути [Текст] / [В.Г. Альбрехт, М.П. Смирнов, В.Я. Шульга и др.]; под ред. С.В. Амелина и Т.Г. Яковлевой. – М. : Транспорт, 1990. – 367 с.
- [5] Клименко Л.В. Расчет пути с учетом неравноупругости подрельсового основания [Текст] / Л.В. Клименко // Путь и путевое хозяйство. – 2007. – № 9. – С. 34–35.
- [6] Красюк А.Г. Расчет балок на сплошном упругом основании со ступенчатым изменением жесткости [Текст] / А.Г. Красюк // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 5. – С. 12–14.

**ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ НЕСУЧОЇ  
КОНСТРУКЦІЇ КУЗОВА НАПІВВАГОНА ЗЧЛЕНОВАНОГО ТИПУ З  
КРУГЛИХ ТРУБ**

**PECULIARITIES OF DETERMINATION OF THE LOAD CARRIAGE OF A  
BODY SUSPENSION OF A JOINT TYPE OF ROUND PIPES**

*д-р техн. наук О.В. Фомін<sup>1</sup>, канд. техн. наук А.О. Ловська<sup>2</sup>,  
д-р техн. наук В.І. Чимшир<sup>3</sup>, канд. пед. наук О.М. Букатова<sup>4</sup>,  
канд. пед. наук Л.Г. Яренчук<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>*Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)*

<sup>2</sup>*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

<sup>3</sup>*Національний університет "Одеська морська академія" (м. Ізмаїл)*

<sup>4</sup>*Ізмаїльський державний гуманітарний університет (м. Ізмаїл)*

***O.V. Fomin<sup>1</sup>, D.Sc.(Tech.), A.O. Lovska<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
V.I. Chimshir<sup>3</sup>, D.Sc.(Tech.), O.M. Bukatova<sup>4</sup>, PhD (Ped.),  
L.G. Yarenchuk<sup>4</sup>, PhD (Ped.)***

<sup>1</sup>*State University of Infrastructure and Technology (Kyiv)*

<sup>2</sup>*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

<sup>3</sup>*National University "Odessa Maritime Academy" (Ismail)*

<sup>4</sup>*Ismail State Humanitarian University (Ismail)*

Перспективи розвитку транспортної галузі на сучасному етапі ставлять виклик перед залізничним транспортом, як його передовою складовою. У зв'язку з цим виникає необхідність забезпечення транспортної галузі сучасним рухомим складом[1-4]. При проектуванні такого рухомого складу ретельну увагу необхідно приділяти несучим конструктивам, оскільки від їх особливостей залежить корисне навантаження (вантажопідйомність), як один з найважливіших техніко-економічних показників рухомого складу. Можливим шляхом вирішення питання підвищення вантажопідйомності рухомого складу є створення вагонів зчленованого типу. Це пояснюється їх значними перевагами перед іншими типами вагонів: зменшення витрат на виготовлення, зменшення вертикальної навантаженості рам, скорочення потрібного парку вагонів, а також вартості їх життєвого циклу тощо.

Відомо, що найбільш затребуваним типом вантажного рухомого складу є універсальні напіввагони. Тому створення напіввагонів зчленованого типу дозволить значно підвищити ефективність експлуатації рухомого складу, а також забезпечити утримання лідерських позицій залізничних перевезень на ринку транспортних послуг.

Для підвищення ефективності перевізного процесу запропоновано створення ресурсозберігаючого конструктива напіввагона. Особливістю конструкції є те, що несучі елементи кузова виготовлені з труб круглого перерізу. Оптимальні параметри труб обрані за резервом міцності елементів



типової несучої конструкції кузова напіввагона, взятої за прототип (напіввагон моделі 12-757 побудови ПАТ “КВБЗ”). Запропоноване рішення дозволило знизити тару кожної секції майже на 10% у порівнянні з вагоном-прототипом.

При цьому з боку обпирання секцій напіввагона на середній візок шворнева балка замінена на балку круглого перерізу.

З метою визначення динамічної навантаженості несучої конструкції кузова напіввагона зчленованого типу проведено математичне моделювання. До уваги прийнятий один з найбільш неблагоприємних режимів навантаження – “ривок-розтягнення”. Визначення динамічної навантаженості проводилося у плоскій системі координат.

На підставі проведених розрахунків встановлено, що максимальна величина прискорення, яке діє на першу з боку дії навантаження секцію складає близько  $31 \text{ м/с}^2$ , а на другу –  $32 \text{ м/с}^2$ . Отримані прискорення враховано при визначенні показників міцності несучої конструкції напіввагона зчленованого типу. Розрахунок проведено за методом скінчених елементів, реалізованого в середовищі програмного забезпечення CosmosWorks. Максимальні еквівалентні напруження виникають у зоні взаємодії шворневої балки з хребтовою та складають близько 300 МПа, тобто не перевищують допустимі [5, 6]. Максимальні переміщення в вузлах конструкції виникають у середній частині хребтових балок секцій – 3,6 мм. Максимальні деформації склали  $1,6 \cdot 10^{-3}$ .

Розроблена конструкція напіввагона розрахована на втому в середовищі програмного забезпечення CosmosWorks. База випробувань при цьому складала  $10^7$  циклів. Результати розрахунку показали, що мінімальний запас міцності зафіксований у зоні взаємодії хребтової балки зі шворневою, а також в бокових стінах кузова з боку обпирання секцій на середній візок. Чисельне значення запасу міцності  $n=1,4$ . Визначені критичні частоти коливань несучої конструкції напіввагона. Результати розрахунку показали, що значення критичних частот коливань знаходяться в межах допустимих. Проведені розрахунки сприятимуть створенню рекомендацій щодо проектування напіввагонів зчленованого типу та підвищенню ефективності їх експлуатації.

[1]Y.Q. Yuan, Q. Li, K. Ran. Analysis of C80B Wagons Load-Stress Transfer Relation // Applied Mechanics and Materials. 2012. No.148-149. P. 331–335.

[2]Harak S. S., Sharma S. C., Harsha S. P. Structural Dynamic Analysis of Freight Railway Wagon Using Finite Element Method // Procedia Materials Science. 2014. No. 6. P.1891–1898.

[3] Fomin Oleksiy, Logvinenko Oleksandr, Burlutsky Oleksiy, Rybin Andriy. Scientific Substantiation of Thermal Leveling for Deformations in the Car Structure // International Journal of Engineering & Technology. 2018. Vol. 7, No 4.3 P. 125–129.

[4] Fomin O., Lovska A., Daki O., Bohomia V., Tymoshchuk O., Tkachenko V. Determining the dynamic loading on an open-top wagon with a two-pipe girder beam // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. No. 3/7 (99). P. 18–25.

[5] Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних): ДСТУ 7598:2014 – [Чинний від 2015-07-01]. – К.: МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ, 2015. – 250 с. – (Національний стандарт України).

[6]Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам: ГОСТ 33211-2014. – [Чинний від 2014-12-22]. – М.: Стандартинформ, 2016. – 53 с. – (Межгосударственный стандарт).

# ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ФІТИНГОВИХ УПОРІВ ВАГОНА-ПЛАТФОРМИ ПРИ ПРУЖНО-В'ЯЗКІЙ ВЗАЄМОДІЇ З ФІТИНГАМИ КОНТЕЙНЕРА-ЦИСТЕРНИ

## DETERMINATION THE STRENGTH OF THE FITTING SUPPORT OF THE FLAT WAGON BY ELASTIC-VISCOUS INTERACTION WITH FITTINGS OF TANK CONTAINERS

*д-р техн. наук О.В. Фомін<sup>1</sup>, канд. техн. наук А.О. Ловська<sup>2</sup>,  
д-р пед. наук Л.О. Базиль<sup>3</sup>, канд. юр. наук О.П. Радкевич<sup>3</sup>,  
канд. пед. наук І.Ю. Скляренко<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Державний університет інфраструктури та технологій (м.Київ)*

<sup>2</sup>*Український державний університет залізничного транспорту (м.Харків)*

<sup>3</sup>*Інститут професійно-технічної освіти Національної академії педагогічних наук України*

*O.V. Fomin<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech.), A.O. Lovska<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
L.O. Bazyl<sup>3</sup>, D.Sc. (Ped.), O.P. Radkevych<sup>3</sup>, PhD (Leg.),  
I.Yu. Skliarenko<sup>1</sup>, PhD (Ped.)*

<sup>1</sup>*State University of Infrastructure and Technology (Kyiv)*

<sup>2</sup>*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

<sup>3</sup>*Institute for Vocational Education of the NAPs of Ukraine (Kyiv)*

Розміщення України на стику транспортних коридорів між Європою та Азією забезпечує її участь у міжнародних перевезеннях. У відповідності до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року (від 30 травня 2018 р. № 430-р) для підвищення ефективності перевізного процесу у міжнародному сполученні необхідним є впровадження в експлуатацію високоефективного інтероперабельного рухомого складу з покращеними техніко-економічними, експлуатаційними та екологічними характеристиками [1–3].

Найбільш поширеним типом рухомого складу при інтероперабельних перевезеннях є вагони-платформи. Важливо зазначити, що їх універсальність зумовлює різну навантаженість несучої конструкції у експлуатації в залежності від типу перевозимого вантажу.

Нормативна база у відповідності з якою здійснюється проектування вагонів-платформ не відображає у повній мірі особливостей навантаження несучих конструкцій при інтероперабельних перевезеннях, що зумовлює необхідність її уточнення та доповнення для створення високоефективного рухомого складу.

Для зменшення динамічної навантаженості вагона-платформи з контейнерами-цистернами при маневровому співударянні, запропоновано постановку у фітинги контейнера-цистерни пружних, в'язких, а також пружно-в'язких елементів [4].

З метою визначення прискорень, які діють на вагон-платформу з урахуванням запропонованої схеми взаємодії фітингових упорів та фітингів проведено математичне моделювання динамічної навантаженості.

Встановлено, що пружний зв'язок між фітингами та фітинговими упорами при даній розрахунковій схемі не компенсує у повній мірі величину динамічної навантаженості вагона-платформи, оскільки перевищує нормативне значення прискорень у відповідності до [5, 6] на 20%.

При в'язкому опорі переміщенню контейнера-цистерни прискорення, які діють на вагон-платформу складають  $40 \text{ м/с}^2$  ( $\approx 4g$ ) та не перевищують нормативних значень. При пружно-в'язкому опорі прискорення, які діють на вагон-платформу склали  $38 \text{ м/с}^2$  ( $\approx 4g$ ), отже, не перевищують допустимі.

Отримані величини прискорень враховано при визначенні міцності фітингових упорів вагона-платформи з контейнерами-цистернами при маневровому співударянні. Розрахунок проведений за методом скінчених елементів, який реалізований в середовищі програмного забезпечення CosmosWorks.

Встановлено, що при в'язкій взаємодії фітингів з фітинговими упорами максимальні еквівалентні напруження складають близько 270 МПа та зосереджені в зоні взаємодії хребтової балки зі шворневою. Напруження, які зафіксовані у фітингових упорах склали 164 МПа, тобто знаходяться в межах допустимих. Максимальні переміщення виникають у середніх частинах основних повздовжніх балок рами вагона-платформи та складають 12,1 мм.

При пружно-в'язкій взаємодії фітингів з фітинговими упорами максимальні еквівалентні напруження в несучій конструкції вагона-платформи складають близько 260 МПа, а в фітингових упорах – 155 МПа. Максимальні переміщення дорівнюють 11,8 мм.

Запропоновані рішення щодо удосконалення схеми взаємодії вагона-платформи з контейнерами-цистернами дозволяють знизити максимальні еквівалентні напруження, які діють у фітингових упорах майже у три рази, а у фітингах контейнера-цистерни – майже у сім.

Проведені дослідження сприятимуть підвищенню ефективності експлуатації інтероперабельних перевезень та створенню рекомендацій щодо проектування сучасних конструкцій рухомого складу.

- [1] Fomin O. Improvement of upper bundling of side wall of gondola cars of 12-9745 model // Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2015. No. 1. P. 45–48.
- [2] Divya Priya G., Swarnakumari A. Modeling and analysis of twenty tonne heavy duty trolley // Intern. J. Of Innovative Technology and Research. 2014. Vol. 2, No. 6. P. 1568–1580.
- [3] Sandu N., Zaharia N. L. Static and dynamic tests performed on a flat wagon // Problemy koleynictwa. 2014. Vol. 163. P. 67–77.
- [4] Ловська А. О. Визначення навантаженості контейнера, розміщеного на вагоні-платформі при пружно-в'язкій взаємодії фітингів з фітинговими упорами // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2019. Вип. 184. С. 6–19.
- [5] Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних): ДСТУ 7598:2014 – [Чинний від 2015-07-01]. – К.: МИНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ, 2015. – 250 с. – (Національний стандарт України).
- [6] Вагони грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам: ГОСТ 33211-2014. – [Чинний від 2014-12-22]. – М.: Стандартинформ, 2016. – 53 с. – (Межгосударственный стандарт).

**ТОЧНІСТЬ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ І ВИХІДНІ ДАНІ ЗЙОМКИ  
МІСЦЕВОСТІ ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ РУСІ**

**PRECISION DIGITAL MODEL AND REFERENCE DATA SHOOTING  
AREAS WITH THE HIGH-SPEED MOVEMENT**

*канд. тех. наук А.О. Шевченко<sup>1</sup>, канд. тех. наук О.О. Матвієнко<sup>2</sup>,  
канд. тех. наук В.А. Лютий<sup>1</sup>, доцент В.Г. Мануйленко<sup>1</sup>, Н.О. Муригіна<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*<sup>2</sup>ТОВ «Геологія та стандартизація» (м. Харків)*

*A.O. Shevchenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.), A.A. Matvienko<sup>2</sup> PhD (Tech.),  
V.A. Lyutyu<sup>1</sup>, PhD (Tech.), V.G. Manuilenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.), N.O. Murygina<sup>1</sup>.*

*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkov)*

*<sup>2</sup>OOO Geology and Standardization. (Kharkov).*

Одним із важливих чинників функціонування економіки країни та інфраструктурної бази, її стійкого зростання є транспортна система. В умовах глобалізації розвиток ефективних транспортно-комунікаційних систем – це необхідна умова інтеграції країн в світові ринки. Розширюється міжнародне співробітництво та поглиблення інтеграційних процесів пов'язано з формуванням міжнародних транспортних коридорів (МТК), що забезпечують міжнародні економічні, культурні, туристичні та інші зв'язки між країнами. В цілому вони створюються на найбільш значущих напрямках руху потоків людей і вантажів. Перетворення в світовій економіці свідчать про необхідність розширення мережі транспортних коридорів.

При існуючій технології зйомка колій і автодоріг, як правило, виконується в наступній послідовності: проектування, побудова та закріплення геодезичної основи; розбивка пікетажу по напрямку зйомки і по всіх окремих ділянках і майданчиках; зйомка кривих, визначення центрів стрілочних переводів та їх обмір; зйомка колійного розвитку, штучних споруд, водовідвідних пристроїв, підземних, наземних і повітряних комунікацій; вимір габаритних відстаней від осей колії до найближчих будівель і споруд; поздовжнє нівелювання по всій колії; зйомка території уздовж траси, включаючи зйомку всіх вантажних фронтів [1]. На підставі отриманих даних складається план.

Оскільки збільшення швидкості висуває підвищені вимоги до якості проектування і документації, виправці колій і утриманню кривих в плані та профілі, необхідні нові підходи до зйомки, розрахункам та виконанню інженерних робіт. Безумовно, це призведе до підвищення вартості зйомки і проектування таких ділянок, однак це вимушений крок, без якого реалізувати якісне підвищення швидкостей буде практично неможливо. Те, що слабо впливало на показники руху поїздів при швидкостях 90-120 км / год, стає важливим при швидкостях 160 км / год і більше [2]. Щоб встановити, як

впливає вихідна інформація про план лінії на визначення раціональних параметрів кривих і допустимі швидкості руху поїздів, був проведений аналіз існуючих способів зйомки.

Метод стріл дозволяє досить точно оцінити кривизну двох сусідніх точок, але дає помилку при визначенні кута повороту, який розраховується як сума стріл. Випадкові помилки вимірювань стріл розподіляються по нормальному закону з параметрами математичного очікування різниці стріл дорівнює нулю, середньоквадратичне відхилення дорівнює 1,2 мм. Зйомка колієвимірювальними вагонами – асиметрія вимірювальної схеми, велика похибка вимірювання пройденої колії не дозволяють отримати достовірні параметри плану лінії за результатами заїздів колієвимірювача. Зйомка рихтувальними машинами з системою «Навігатор», «Стріла» – точна система вимірювання пройденої відстані; невелика асиметрія, висока точність вимірювання стріли вигину. При способі Гонікберга крива розподілу помилок була апроксимована кривій нормального розподілу з параметрами математичного очікування різниці стріл дорівнює нулю, середньоквадратичне відхилення в межах 3,3 мм. Цифрова модель даних способів створюється вручну за результатами розрахунку і вимірювань. Зйомка за допомогою електронних тахеометрів і GPS приладів дозволяє з високою точністю встановити просторове положення ділянки, але через похибки визначення координат окремих точок не дає реального співвідношення кривизни сусідніх точок колії при їх близькому розташуванні. Метод мобільного лазерного сканування (МЛС), особливо ефективний для оперативного отримання, обробки і поновлення великого обсягу високоточних даних. Залізниці вимагають постійного і точного моніторингу конструктивного стану об'єктів – ці дані можна отримати за допомогою МЛС, який дозволяє за короткий проміжок часу збирати високодетальну тривимірну зйомку про всі об'єкти, що знаходяться в зоні видимості скануючої системи. При швидкості зйомки 60 кілометрів на годину вдається досягти точності на рівні кількох сантиметрів (близько 3000 точок на квадратний метр) [4, 5].

Маючи розгалужену транспортну інфраструктуру і перебуваючи на перехресті найважливіших напрямків світової торгівлі між Європою та Азією Україна має всі передумови для розвитку транспортної галузі в рамках виваженої державної політики. У той же час формування міжнародних транспортних коридорів є складним процесом, що вимагає політичних, соціальних, економічних і організаційно-технічних інновацій і перетворень. Сьогодні перед усіма країнами стоїть завдання подальшого розширення простору несилових сценаріїв трансформації фінансово-економічного порядку у світі.

[1] А.А. Шевченко Високошвидкісний рух на залізницях України, етапи впровадження. Тези науково-методичної конференції кафедр університету. 24-26 квітня 2018 р. Збірник наукових праць українського державного університету залізничного транспорту Випуск 177 УкрДУЗТ. С. 112-113.

[2] Anna Shevchenko, Oleksander Matviienko, Vitalii Lyuty, Vladimir Manuylenko, and Mykhailo Pavliuchenkov. Ways of introduction of the high-speed movement of passenger trains in Ukraine. Matec Web of Conferences, 230, 01014 (2018) Transbud-2018.

[4] Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт [текст]: ЦП/0067: Затв. Мініст. трансп. України від 12.2000р - Д. :Арт-Прес. – 2001 – 132с.

УДК 625.142

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

## THEORETICAL BASIS OF QUALITY ASSESSMENT OF RAILWAY TECHNICAL CONDITION

*канд. техн. наук А.М. Штомпель<sup>1</sup>, канд. техн. наук Є.М. Коростельов<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук В.М.Бацамут<sup>2</sup>, канд. техн. наук В.Т. Оленченко<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук С.А. Горєлишев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

<sup>2</sup>Національна академія Національної гвардії України (м. Харків)

*A. M. Shtompel<sup>1</sup>, PhD (Tech.), Ye.M. Korostelov<sup>1</sup>, PhD (Tech.),  
V.M. Batsamut<sup>2</sup>, PhD (Tech.), V.T. Olenchenko<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
S.A. Horielyshev<sup>2</sup>, PhD (Tech.)*

<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

<sup>2</sup>National Academy of National Guard of Ukraine (Kharkiv)

Якість продукції колійного господарства України – технічний стан конструкції залізничної колії, який визначається рівнем відповідності її показників діючим вимогам «Інструкції з улаштування та утримання колії залізниць України». При цьому показники, що визначають стабільність рейкової колії, напряду залежать від несучої здатності її підрейкової основи, в тому числі, і від її деформативних властивостей.

Конструкція залізничної колії функціонує в умовах силового навантаження з боку рухомого складу. Рівень цього навантаження суттєво впливає на роботу конструкції залізничної колії та обумовлює зміну її технічного стану в процесі експлуатації. При напрацюванні тоннажу спостерігається стійка тенденція погіршення технічного стану конструкції залізничної колії через накопичення в ній залишкових деформацій, що призводить до зниження рівня безпеки руху поїздів.

Відомо, що конструкція залізничної колії працює в умовах багатократного циклічного навантажування динамічними силами від коліс рухомого складу. Саме тому в елементах колії виникають та розвиваються різноманітні дефекти. При цьому рівень надійності конструкції залізничної колії в процесі експлуатації безпосередньо залежить від ступеня деформативності її підрейкової основи.

Деформативні властивості підрейкової основи визначаються жорсткістю її складових частин. Якщо позначити загальну жорсткість (у вертикальній

площині) підрейкової основи  $J_{\text{осн}}$ , а жорсткість вузла проміжного скріплення, шпали, баласту та земляного полотна відповідно  $J_{\text{скр}}$ ,  $J_{\text{шп}}$ ,  $J_{\text{бал}}$  і  $J_{\text{зп}}$ , то можна записати наступне рівняння:

$$1/J_{\text{осн}} = 1/J_{\text{скр}} + 1/J_{\text{шп}} + 1/J_{\text{бал}} + 1/J_{\text{зп}}. \quad (1)$$

При розрахунках для конструкції безстикової колії із залізобетонними шпалами приймається  $1/J_{\text{шп}} = 0$ .

Вертикальна жорсткість вузла проміжного скріплення типу КБ формується як результат спільної роботи двох систем. Перша з них включає рейку, що пружно затиснута клемми, і підрейкову прокладку – амортизатор, яка має загальну жорсткість  $J_1$ , а друга містить металеву підкладку, яка зафіксована на опорі закладними болтами, і нашпальну прокладку та має загальну жорсткість  $J_2$ .

Ці пружні системи у роботі пов'язані послідовно, тому вертикальна жорсткість вузла скріплення  $J_{\text{скр}}$  визначається за формулою:

$$J_{\text{скр}} = (J_1 J_2) / (J_1 + J_2). \quad (2)$$

Баластовий шар та робоча зона земляного полотна (певна зона під рейкошпальною решіткою) утворюють підшпальну основу з вертикальною жорсткістю  $J_{\text{по}}$ , тобто можна записати рівняння

$$1/J_{\text{по}} = 1/J_{\text{бал}} + 1/J_{\text{зп}}. \quad (3)$$

Результати виконаного дослідження свідчать про те, що показники деформативності колії функціонально пов'язані з умовами її експлуатації (зокрема, з осьовим навантаженням рухомого складу та швидкістю його руху). Цей факт визначає те, що між інтенсивністю використання конструкції залізничної колії та її здатністю чинити опір деформуванню під колісним навантаженням повинна мати місце відповідна рівновага. Тому питання оптимізації (нормування) деформативних показників підрейкової основи колії (для різних умов її експлуатації) потребують подальшого розвитку.

Виходячи з вимоги щодо забезпечення довговічності (як показника надійності) функціонування конструкції безстикової колії в процесі її експлуатації, питання оцінки деформативності підшпальної основи колії набувають практичну актуальність та потребують більш глибокого вивчення використовуючи системний підхід.

Встановлено, що між інтенсивністю використання конструкції залізничної колії та її здатністю чинити опір деформуванню під колісним навантаженням повинна бути відповідна рівновага. Тому питання оптимізації (нормування) деформативних показників підрейкової основи колії (для різних умов її експлуатації) актуальне та потребує подальшого розвитку.

Було встановлено деякі якісні показники технічного стану безстикової залізничної колії. Використання в розрахунках отриманих значень та подальший розвиток досліджень в цьому напрямку сприятиме покращенню технічного стану залізничної колії та, як результат, залізничної інфраструктури в цілому.

## ДИНАМІЧНИЙ ВПЛИВ НА КОНСТРУКЦІЮ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ПІДШПАЛЬНОЇ ОСНОВИ

### DYNAMIC IMPACT ON THE CONSTRUCTION OF THE RAILWAY TRACK AND ON THE DEFORMABILITY OF THE BASEMENT

*канд. техн. наук А.М. Штомпель<sup>1</sup>, д-р техн. наук О.П. Кондратенко<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук О.В. Братченко<sup>1</sup>, канд. техн. наук В.В. Пащенко<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук Д.С. Баулін<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

<sup>2</sup>Національна академія Національної гвардії України (м. Харків)

*A.M. Shtompel<sup>1</sup>, PhD (Tech.), O.P. Kondratenko<sup>2</sup>, D.Sc. (Tech.),  
O.V. Bratchenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.), V.V. Pashchenko<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
D.S. Baulin<sup>2</sup>, PhD (Tech.)*

<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

<sup>2</sup>National Academy of National Guard of Ukraine (Kharkiv)

Основні показники стану безстикової колії (зокрема, параметри геометрії рейкової колії), відхилення від нормативного положення рейкових ниток у профілі та плані напруму залежать від несучої здатності підшпальної основи, тобто від її деформативних властивостей.

У даному дослідженні під деформативністю підшпальної основи розглядається здатність функціонування верхньої будови колії в умовах обмеження до певного рівня темпу (швидкості) накопичення несправностей (розладів) рейкової колії.

Дослідженнями [1-2] встановлено, що на сучасному етапі експлуатації українських залізниць спостерігаються стійкі тенденції зростання обсягів перевезень та, як наслідок, підвищення силового навантаження від рухомого складу на конструкцію залізничної колії (таблиця 1):

Таблиця 1 – Залежності зміни експлуатаційних факторів у розрахунковому періоді

Експлуатаційний фактор	Залежність зміни відносного коефіцієнту експлуатаційного фактора
Експлуатаційний вантажообіг бруто (усього) $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$	$k_1 = 1 + 0,059 \cdot t$
Середня маса (вага) вантажного поїзда – $Q_{\text{поїзд}}$	$k_2 = 1 + 0,006 \cdot t$
Середня технічна швидкість руху поїзда – $V_{\text{тех}}$	$k_4 = 1 + 0,014 \cdot t$
Частота дії колісних пар поїзда – $\phi$	$k_5 = 1 + 0,014 \cdot t$



Вище наведений матеріал підтверджує актуальність розгляду питань щодо впливу динамічної дії рухомого складу на конструкцію залізничної колії в сучасних умовах її експлуатації.

Динамічна дія коліс рухомого складу на рейки в процесі експлуатації безстикової колії поступово призводить до нерівномірної жорсткості підрейкової основи (через певні властивості складових цієї основи). Як правило, нерівножорсткість підрейкової основи супроводжується появою люфтів (зазорів) між нижньою постіллю шпал та баластовим шаром.

За діючою методикою [3], при оцінці напружено-деформованого стану верхньої будови колії, рейка «розглядається як балка нескінченної довжини..., що вільно лежить на суцільній рівнопружній основі...», тобто без урахування можливої наявності люфтів між шпалами та баластом.

У роботі [4] зазначається, що й при нерівнопружній підрейковій основі (з достатньою для практичних розрахунків точністю) можна застосовувати вказану модель верхньої будови колії, але з умовним модулем пружності підрейкової основи, значення якого відрізняється (у менший бік) від величини параметра  $U_{\text{верт}}$ , що встановлюється за стандартною методикою без врахування наявності зазору між шпалою та баластом.

Питанню оцінки деформативності підшпальної основи (через накопичення залишкових деформацій рейкової колії) в процесі експлуатації безстикової колії присвячена низка наукових праць. Ці дослідження базувалися на статистичному аналізі відповідних експериментальних даних, що були отримані під час натурних спостережень за роботою верхньої будови колії на дослідних ділянках й дозволили встановити певні залежності появи несправностей геометрії рейкової колії при напрацюванні тоннажу.

[1] Шраменко В.П. Силовая навантажуваність головних колій залізниць у сучасних умовах [Текст] / В.П. Шраменко, О.О. Скорик, А.М. Штомпель // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків, 2010. – Вип.113. – С. 153-157.

[2] Штомпель А.М. Динамічне навантаження на колію та його вплив на працездатність елементів рейко-шпальної решітки [Текст] / А.М.Штомпель // Збірник наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 123. – С. 179-184.

[3] Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість [Текст] / Е.І. Даніленко, В.В. Рибкін. – К.: Транспорт України, 2006. – 168 с.

[4] Конюхов А.Д. От нормирования и контроля жесткости подрельсового основания к ликвидации и изломов рельсов по дефекту 69 [Текст] / А.Д.Конюхов // Вестник ВНИИЖТ, 2000. - № 2. – С. 5-11.

**ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ ПРИДОРОЖНІХ  
ТЕРИТОРІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ХІМІЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ  
ІНДИКАЦІЇ**

**ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL STATE OF THE ROADSIDE  
TERRITORIES' SOIL WITH THE AID OF THE CHEMICAL AND  
BIOLOGICAL INDICATION**

*д-р техн. наук В.О. Юрченко<sup>1</sup>, д-р техн. наук Є.Б. Угненко<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук О.Г. Мельнікова<sup>1</sup>, канд. техн. наук О.В. Рачковський<sup>1</sup>,  
П.С. Іванін<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Харківський національний університет будівництва та архітектури (м. Харків)*

<sup>2</sup>*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V.O. Iurchenko<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech.), I.B. Ugnenko<sup>2</sup>, D.Sc. (Tech.),  
O.G. Melnikova<sup>1</sup>, PhD (Tech.), O.V. Rachkovskiy<sup>1</sup>, PhD (Tech.), P.S. Ivanin<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture (Kharkiv)*

<sup>2</sup>*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Унікальний земельно-ресурсний потенціал України зумовлює її лідируючу позицію за цим показником серед європейських країн. Екологічно безпечне й економічно ефективне використання землі має забезпечити землеустрій – першочерговий інструмент держави, який виступає дійовим механізмом в організації землі як засобу виробництва і значною мірою покращує регулювання суспільних відносин щодо володіння, користування та розпорядження землею [1].

Однією з найгостріших проблем раціонального та екологічно безпечного землекористування є забруднення земель твердими, рідкими та газоподібними відходами техногенного походження. Транспорт – одна з найважливіших умов розвитку та функціонування сучасного індустріального суспільства, створює надзвичайно інтенсивний техногенний вплив на ґрунтове середовище в результаті інтенсивної емісії забруднень [2]. Оцінити екологічний стан ґрунтового середовища, що знаходиться під техногенним впливом, можливо як за хімічними так і за біологічними показниками [3, 4].

За кратністю перевищення гранично-допустимої концентрації (ГДК) найбільшу екологічну небезпеку для придорожніх ґрунтів створює забруднення нафтопродуктами (НП) [5]. Проте для об'єктивної оцінки екологічного стану цих ґрунтів та їх відновного потенціалу лише хімічної індикації недостатньо, необхідна оцінка та прогноз стану ґрунтової біоти з допомогою біологічної індикації [3].

Мета роботи – експериментальна комплексна оцінка за хімічними та біологічними показниками рівня забруднення ґрунтів в придорожньому просторі та його екологічних наслідків.

Об'єктами експериментального дослідження були ґрунти з територій, що прилягають до залізничних та автомобільних доріг. Проби ґрунту для аналізу відбирали методом «конверту» згідно із [6] на ділянках, розташованих в Харківській області. Концентрацію НП у ґрунті визначали гравіметрично [7]. Методами біоіндикації встановлювали інтенсивність ґрунтового дихання (ІД) та каталазну активність (КА) за [8].

Результати дослідження екологічного стану ґрунтів, розташованих в безпосередній близькості від транспортних шляхів (5-7 м) представлено у табл.

Таблиця – Результати хімічної та біологічної індикації ґрунтів придорожного простору

Придорожній простір	Інтенсивність руху тр.зас./доб	Концентрація НП, мг/кг	КА, см <sup>3</sup> КМnO <sub>4</sub> (г· год) <sup>-1</sup>	ІД, мг СО <sub>2</sub> г/год
Залізниця (м. Мерефа)	24	321	2,9	0,98
Залізниця (с. Артемівка)	126	600	6,6	0,53
Залізниця (с. Подвірки)	17	200	3,4	1,21
Автодороги М-03	25248	3280	6,6	0,31
Автодороги Р-46	19200	1095	4,8	0,80
Контроль	0	50	3,6	2,0

Як видно, в досліджених ґрунтах, прилеглих до транспортних шляхів, концентрація НП підвищувалась із збільшенням інтенсивності руху відповідних транспортних засобів. Причому концентрація НП в ґрунтах в 1,6-32,4 рази перевищувала ОДК (200 мг/кг). Біоіндикаційні показники по-різному реагували на забруднення ґрунтів НП: ІД (по кожному з видів транспортних шляхів) із збільшенням концентрації НП стало зменшувалась, КА – в основному збільшувалась.

Проведені дослідження свідчать, що ґрунти на територіях, що безпосередньо прилягають до транспортних шляхів, інтенсивно забруднені НП, але зберігають достатню здатність до самовідновлення.

- [1] Кустовська О.В., Куценко Ю.А. Оцінка якості ґрунтового покриву сільськогосподарського підприємства як передумова впровадження органічного виробництва // Економіка та екологія землекористування. № 3– 4'2014. – С 107-112.
- [2] Bileysh A. General structure of the system of ecological monitoring of motor transport and main highways of general usage in Ukraine / A. Bileysh // Автомобильный транспорт (Харьков, ХНАДУ). - 2006. - № 18. - С. 75-77.
- [3] Пшенин В.Н. Загрязнение почвенного покрова придорожных территорий// Автотранспорт: от экологической политики до повседневной практики// Труды IV Международной научно-практической конференции, 20-21 марта 2008 г.. Санкт-Петербург – Спб, изд-во МАНЭБ. 2008. – с.48-55.
- [4] Алиев С.А. Влияние загрязнения нефтяным органическим веществом на активность биологических процессов почв / С.А. Алиев, Д.А. Гаджиев // Изв. АН АЗССР. Сер. Биол. Наук. – 1977. – №2. – С. 46-49.
- [5] Iurchenko, V.; Mykhailova, L.; Fischer, T. 2013. Kinetic characteristics of petrochemicals transposition and accumulation in soils of roadside area, in Transbaltica 2013 Conference Proceedings, 09–10 May, 2013, Vilnius, Lithuania. <http://dx.doi.org/10.3846/transbaltica2013.016>.
- [6] Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбору проб (ISO 10381-2:2002, IDT): ДСТУ ISO 10381-2:2004 / пер. і наук.-техн. ред. С. Балюк, Я. Пащенко. - [Чинний від 01.04.2006]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – V, 23 с.– (Національний стандарт України).
- [7] Методика виконання вимірювань «ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів (неполярних вуглеводнів) гравіметричним методом»: МВВ № 081/12-0725-10. – [Чинна від 2011.06.18]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2011. – 14 с.
- [8] Биодиагностика экологического состояния почв загрязненных нефтью и нефтепродуктами / [С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков и др.]. – Ростов на Д.: изд-во ЗАО Ростиздат, 2007. – 192 с

## О ПРИБЛИЖЕННОМ АЛГОРИТМЕ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОБУСОВ

### ABOUT AN APPROXIMATE ALGORITHM FOR MAKING A SCHEDULE OF BUS TRAFFIC

д-р техн. наук **A.В. Панишев**<sup>1</sup>, канд. техн. наук **М.В. Костикова**<sup>2</sup>,  
**И.В. Скрипина**<sup>2</sup>, д-р **Л. Бурцева**<sup>3</sup>, канд. техн. наук **А.И. Левтеров**<sup>2</sup>,  
д-р **Ф. Вернер**<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Житомирский государственный технологический университет (г. Житомир)

<sup>2</sup>Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (г. Харьков)

<sup>3</sup>Автономный Университет Баия Калифорния (г. Мехико)

<sup>4</sup>Университет им. Отто фон Герике (г. Магдебург)

**A.V. Panishev**<sup>1</sup>, *D.Sc. (Tech)*, **M.V. Kostikova**<sup>2</sup> *PhD (Tech.)*,  
**I.V. Skripina**<sup>2</sup>, **L. Burtseva**<sup>3</sup>, *Dr.*, **A.I. Levterov**<sup>2</sup> *PhD (Tech.)*,  
**F. Werner**<sup>4</sup>, *Dr.*

<sup>1</sup>Zhytomyr State Technological University (Zhytomyr)

<sup>2</sup>Kharkiv National Automobile and Highway University (Kharkiv)

<sup>3</sup>Universidad Autynoma de Baja California (Mexico)

<sup>4</sup>Otto-von-Guericke University (Magdeburg)

Предложен приближенный метод решения класса задач, связанных с оптимизацией транспортного процесса, который позволяет эффективно строить расписания с учётом ограничений, характеризующих реальные условия.

Эффективность автомобильного транспорта во всех сферах его деятельности во многом зависит от уровня управления, который предусматривает принятие оптимальных решений за определённое время.

Развитие вычислительной техники позволило успешно реализовывать и внедрять в производство достаточно сложные, но эффективные алгоритмы решения задач оперативного планирования и управления.

Задача о назначениях – одна из фундаментальных задач комбинаторной оптимизации в области математической оптимизации. Она является частным случаем транспортной задачи, которая есть частным случаем задачи нахождения потока минимальной стоимости, а она, в свою очередь, является частным случаем задачи линейного программирования. Любую из этих задач можно решить симплекс-методом, но каждая специализация имеет свой более эффективный алгоритм, опирающийся на особенности структуры задачи.

Для решения задачи о назначениях можно использовать метод ветвей и границ. Данный метод основан на последовательном разбиении допустимого множества на подмножества (ветвлении) и вычислении оценок (границ) значений целевой функции на этих подмножествах, позволяющем отбрасывать подмножества, заведомо не содержащие решений.

В случае  $n > m$ , задача построения расписания минимальной длины

относится к классу NP-трудных проблем даже в случае, когда второй уровень системы представлен идентичными машинами [1]. В случае  $n = m$ , поставленная задача является одним из обобщений задачи о назначениях и эффективно решена [2]. В данной работе предлагается рассмотреть случай  $n < m$ . Алгоритм решения данной задачи рассмотрен ранее [3].

Предметом изучения является модель эффективной организации пассажирских перевозок, построение которой основано на решении известной задачи о назначении. Эта задача располагает широким спектром практических приложений на транспорте.

В ходе эксперимента доказано, что задача о назначении эффективно разрешима. При этом предполагается, что для достижения оптимума её целевой функции достаточно нахождения единственного решения задачи. Однако в практических ситуациях возникает потребность в нахождении множества оптимальных решений с заданными свойствами, при различных условиях. Эту проблему неоднократно рассматривал ряд авторов, например, в [4, 5, 6].

Результаты изучения этих свойств составляют содержание данной работы. Условия, при которых необходимо минимизировать суммарное время выполнения автобусами маятниковых маршрутов между двумя пунктами 1 и 2 содержат дополнительное требование.

Предложенный алгоритм позволяет построить расписание автобусного движения с учётом реальных ограничений, при которых выполняются пассажирские перевозки. За полиномиальное время алгоритм находит всё множество оптимальных решений. Оценка временной сложности алгоритма даёт возможность его применения на современных компьютерах. Алгоритм легко программируем, после чего он может быть применён на практике.

[1] Панишев А. В., Варакин А. С. Оптимальное упорядочение двухэтапных работ в ГАП // Кибернетика и системный анализ, 1992. – № 2. – С. 85 – 93.

[2] Панишев А. В., Подоляка О. А., Скакалина Е. В. Эффективный алгоритм распараллеливания работ неидентичных машинах // Авиационно-космическая техника и технология, 1999. – Вып. 13. – С. 136 – 146.

[3] Панишев А. В., Скрипина И. В., Скакалина Е. В. Эффективное построение оптимальных решений в задаче о назначении транспортного типа // Автомобильный транспорт: сборник научных трудов, 2000. – Вып. 4. – С. 63 – 65.

[4] Панишев А. В., Подоляка О. О. Одне з узагальнень задачі про призначення з обмеженнями // Вісник ЖІТІ, 1999. – № 11. – С. 139 – 144.

[5] Медведева О. А., Полетаев А. Ю. Решение задачи о назначениях с дополнительными требованиями // Вестник ВГУ, серия: Системный анализ и информационные технологии, 2016. – № 1. – С. 77 – 81.

[6] Подоляка А. Н., Никонов О. Я., Тимонин В. А. Поиск сбалансированных решений задачи о назначениях // Системи обробки інформації, 2011. – Вып. 2 (92). – С. 46 – 48.

**ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ОСЕВОЙ  
НАГРУЗКИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В УКРАИНЕ**

**SUBSTANTIATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING AXIAL  
LOAD OF FREIGHT WAGONS IN UKRAINE**

*канд. техн. наук А.М. Патласов<sup>1</sup>, канд. техн. наук В.С. Андреев<sup>2</sup>,  
д-р техн. наук О.Л. Тюткин<sup>1</sup>, канд. техн. наук О.В. Губарь<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук М.А. Арбузов<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Дніпровський національний університет залізничного транспорту  
ім. академіка В. Лазаряна (Дніпро)*

*<sup>2</sup>Дніпропетровський науково-дослідний інститут судових експертиз (Дніпро)*

***O.M. Patlasov<sup>1</sup> PhD (Tech.), V.S. Andrieiev<sup>2</sup> PhD (Tech.),  
O.L. Tiutkin<sup>1</sup> D.Sc. (Tech), O.V. Hubar<sup>1</sup>, PhD (Tech.)  
M.A. Arbusov<sup>1</sup>, PhD (Tech.)***

*<sup>1</sup>Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan (Dnipro)*

*<sup>2</sup>Dnipropetrovsk scientific research institute of forensic expertise (Dnipro)*

Рост железнодорожных перевозок в большинстве стран мира и в Украине определяет все большее значение железнодорожного транспорта в экономике и промышленности. Рост перевозок сопровождается увеличением осевых нагрузок (25 т на ось), скоростей движения, связанных не только с повышением провозной способности железных дорог, но и с ускорением доставки железнодорожным транспортом грузов и пассажиров.

Большое значение в улучшении работы железных дорог имеет соответствие обеспечению норм устройства и содержания рельсовой колеи железнодорожного пути. Технические требования к устройству и содержанию рельсовой колеи зависят от средних и максимальных скоростей движения поездов и их структуры, от осевых и погонных нагрузок, грузонапряженности и других эксплуатационных параметров [1].

В последнее время на отечественных и зарубежных дорогах уделяется большое внимание изучению фактического состояния рельсовой колеи. Исследуется характер взаимодействия железнодорожного пути и подвижного состава в связи с нормами устройства и содержания рельсовой колеи [2, 3, 4, 6]. При установлении допусков содержания колеи изучается их влияние на безопасность движения.

На украинских железных дорогах наиболее распространенными расстройками, нарушающими безопасность движения, являются просадки и углы в плане, нарушения в плавности изменения стрел изгиба, перекосы и отступления по уровню, уширение колеи.

Установленные нормы и допуски рассчитаны на определенные максимальные скорости и осевые нагрузки. При их изменении необходимо

пересматривать соответственно и требования к нормам устройства и содержания железнодорожного пути.

На линиях преимущественно с грузовым движением расстройство пути происходит в основном от воздействия грузовых поездов, поэтому существующая система допусков направлена главным образом на обеспечение устойчивости работы пути при движении этих поездов. На линиях, где наряду с грузовыми перевозками осуществляется пассажирских поездов, необходимо в первую очередь обеспечивать плавность и безопасность их движения.

В работе было проанализировано напряженное состояние элементов и конструкции верхнего строения пути в целом при повышении осевой нагрузки до 25 т на ось.

Условием обеспечения несущей способности и способности нормальной эксплуатации принятой конструкции верхнего строения пути является не превышение напряжений (в рельсах, шпалах, балласте и на основной площадке земляного полотна) допустимых (рекомендованных) напряжений в этих элементах.

Напряжения в балласте, рельсах и шпалах при параметрах верхнего строения пути от грузовых вагонов с нагрузкой на ось до 25 т/ось не превышают допустимых (рекомендованных) значений. А значит, по условиям прочности есть возможность эксплуатации подвижного состава с осевой нагрузкой 25 т/ось.

[1] ДБН В.2.3-19-2018 Споруди транспорту. Залізниці колії 1520 мм. Норми проектування

[2] ЦП-01117. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість / Е.І. Даніленко, В.В. Рибкін. – К.: Транспорт України, 2004. – 69 с.

[3] Технічні вказівки по правилам вхідного контролю приймання матеріалів верхньої будови колії. – ВНД. – Д.-2004. 72с.

[4] Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. ЦП/0269. – Київ, 2015.

[5] Ершков О.П. Расчеты поперечных горизонтальных сил в кривых. Труды ЦНИИ МПС, вып. 301. М., «Транспорт», 1966.

[6] Правила технічної експлуатації залізниць України, Наказ Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 року N 411.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ  
ТЕРРИТОРИИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА С УЧЕТОМ  
ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ.**

**METHODOLOGICAL BASES OF A BALL ESTIMATION OF THE  
TERRITORY OF A POPULATED ITEM, TAKING INTO ACCOUNT THE  
INFLUENCE OF ROAD NETWORKS.**

*канд. техн. наук Р.Ю. Чубукун<sup>1</sup>, канд. техн. наук О.В. Доброходова<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук С.Г. Нестеренко<sup>2</sup>, канд. техн. наук Ю.Б. Радзинская<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук М.Н. Токарев<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (г. Харьков)*

<sup>2</sup>*Харьковский национальный университет городского хозяйства  
им. А. Н. Бекетова (г. Харьков)*

***R.Y. Chubukun<sup>1</sup>, PhD (Tech.), O.V. Dobrokhodova<sup>1</sup>, PhD (Tech.),  
S.H. Nesterenko<sup>2</sup>, PhD (Tech.), Y.B. Radzinska<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
M.N. Tokarev<sup>1</sup>, PhD (Tech.)***

<sup>1</sup>*Kharkiv national university of civil engineering and architecture (Kharkiv)*

<sup>2</sup>*O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv)*

Современное общество требует новых подходов к развитию населенных пунктов. Если раньше господствовала теория "жилье - работа", то сегодняшний человек требует иных подходов к организации территории города.

Разработка градостроительной документации осуществляется на основе системы законодательных актов в сфере градостроительства [1, 2, 3]. Однако, в законодательной документации отсутствует балльная оценка градостроительной ценности территорий, что в значительной степени затрудняет практическое использование результатов проектных работ по зонированию территории и разработке генеральных планов городов. Предлагается для всех типов зон, кроме специальных, рассчитывать градостроительную ценность по следующей формуле:

$$P = \frac{P_{\text{ДБН}} \cdot n_1 + P_{\text{эксп}} \cdot n_2 + P_{\text{ГРАЖД}} \cdot n_3}{n_1 + n_2 + n_3} \quad (1),$$

где  $P$  – общая оценка зоны ;  $P_{\text{ДБН}}$  – оценка зоны на соответствие требованиям ДБН Б.2.2-12:2018;  $P_{\text{эксп}}$  – экспертная оценка зоны;  $P_{\text{гражд}}$  – оценка зоны гражданами ;  $n_1, n_2, n_3$  – весовые коэффициенты.

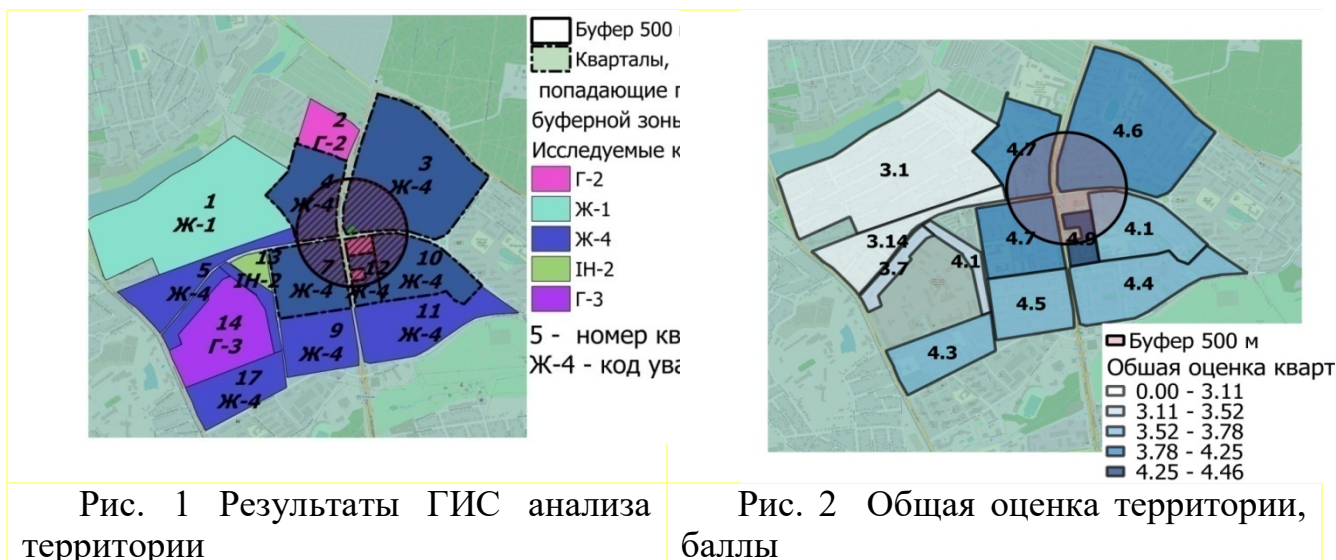
Сумма весовых коэффициентов должна равняться 100%. Рекомендовано следующее соотношение коэффициентов:  $n_1=50\%$ ,  $n_2=35\%$ ,  $n_3=15\%$ .

При оценке зоны на соответствие ДБН ( $P_{\text{ДБН}}$ ) особую роль играют методы пространственного анализа ГИС системы [4, 5, 6, 7]. Соответствие качества определенной зоны требованиям ДБН зачастую носит формальный характер. Для более объективной оценки зоны может быть использован метод экспертных оценок.



Оценка зоны гражданами определяется методом анкетирования или анализа отзывов о конкретном объекте в сети интернет. Она часто носит субъективный характер.

Для проверки рассмотренных выше гипотез был проанализирован участок г. Харькова. В качестве критерия оценки принято расстояние пешей доступности от геометрического центра квартала до рассматриваемого перекрестка, который является общественным центром. Влияние общественной зоны размером 500 м устанавливали путем построения буферной зоны вокруг точечного объекта, обозначающего центр зоны и последующим определением тех кварталов, которые находятся внутри буферной зоны или пересекаются ей (рис.1). В результате ГИС анализа установлены площади кварталов, расположение кварталов относительно буфера общественного центра, бальная оценка кварталов жилой застройки. Производилась оценка кварталов жилой застройки по 5-ти бальной шкале. Экспертная и гражданская оценки кварталов производились по материалам оценки недвижимости и отзывам жителей, результаты общей оценки кварталов представлены на рис. 2.



Из анализа рис. 2 видно, что наибольшую ценность имеют территории непосредственно примыкающие к общественному центру. Наиболее низкую оценку имеет одноэтажная застройка, расположенная вблизи ул. Клочковской, что объясняется ее удаленностью от общественного центра, а также юридической сложностью в развитии данной территории. Большинство участков на данной территории находится в частной собственности.

[1] Birmbacher D. (1999) Quality of Life—Evaluation or Description. Ethical Theory and Moral Practice, 2 (1): 25–36.  
 [2] Diener E., Eunkook S. (1997) Measuring Quality of Life: Economic, Social, and Subjective Indicators. Social Indicators Research, 40 (1–2): 189–216.  
 [3] Erik Gymez-Baggethun, David N. Barton, Classifying and valuing ecosystem services for urban planning, Ecological Economics, Volume 86, 2013, Pages 235-245  
 [4] Jonathan Bennett OpenStreetMap / Jonathan Bennett. - Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2010.- 251 p.  
 [5] Farr, T.G., M. Kobrick, 2000, Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data, Amer. Geophys. Union Eos, v. 81, p. 583-585.  
 [6] <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>  
 [7] Sheila Lakshmi Steinberg, Steven J. Steinberg GIS Research Methods: Incorporating Spatial Perspectives.: Esri Press, 2015, - 500p

**ТЕХНИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ  
СТОИМОСТИ И СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ КОММУНИКАЦИЙ И  
ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**TECHNICAL MODERNIZATION AND OPTIMIZATION OF COST  
AND TERMS OF IMPLEMENTATION OF RESEARCHES FOR PLANNING  
OF LINEAR COMMUNICATIONS AND ENGINEERINGS BUILDINGS**

*канд. юрид. наук В.В. Яременко<sup>1</sup>, О.Н. Агафонов<sup>1</sup>,  
д-р техн. наук Е.Б. Угненко<sup>2</sup>, канд. техн. наук Е.Н. Ужвиева<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ГП «Украинский государственный главный научно-исследовательский и производственный институт инженерно-технических и экологических изысканий»

<sup>2</sup>Украинский государственный университет железнодорожного транспорта

*V.V. Yaremenko<sup>1</sup>, PhD (Law), O.N. Agafonov<sup>1</sup>,  
E. Ugnenko<sup>2</sup>, D.Sc. (Tech.), E. Uzhvieva<sup>2</sup>, PhD (Tech.)*

<sup>1</sup>Ukrainian production research institute of engineering-technical and ecological investigations,

<sup>2</sup>Ukrainian State University of Railway Transport

Рассматриваются технические аспекты выполнения инженерных изысканий для проектирования объектов линейной инфраструктуры.

*Инженерные изыскания для линейных объектов.*

Инженерные изыскания можно условно разделить на следующие этапы: инженерные изыскания для предварительного выбора трассы, изыскания для проектирования, изыскания в процессе строительства и эксплуатации.

Для предварительного выбора трассы возможно использование данных съемки с космических аппаратов (World View -1,2, 3, Pleiades). Плановую и высотную привязку снимков проводят с помощью систем спутникового позиционирования (Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС)) [1].

Анализ геологических данных производится путем систематизации архивных данных и методом рекогносцировочного обследования.

Объекты линейной инфраструктуры, как правило, имеют большую протяженность и площадь изысканий в таких случаях может быть значительной. Чтобы не допустить чрезмерной стоимости геодезических работ, применяют масштаб съемки 1:2000, при этом требования к нему почти такие же, как к топографической съемке масштаба 1:500 - на плане должны быть указаны подземные инженерные коммуникации. Геодезические работы выполняются в разных масштабах, один и тот же участок может быть в нескольких масштабах. Участки пересечений с другими коммуникациями или геологическими (гидрогеологическими) объектами могут быть выполнены в масштабе 1:500.

*Инженерные изыскания в процессе строительства.*

Отдельно следует отметить создание базовой геодезической основы - опорной геодезической сети. Высотная базовая сеть (в виде плановых знаков и реперов), должна быть создана на стадии изысканий для проектирования. Повторное ее создание в процессе строительных работ приводит к неоправданному удорожанию строительства.

В процессе строительства необходимо разметить на местности в первую очередь ось коммуникации. Именно для этого целесообразно использовать знаки и реперы, заложенные при ранее выполненных изысканиях. От этих базовых знаков ось коммуникации размечается либо линейно – угловым методом, либо с помощью навигационной аппаратуры [1-2].

Соответственно высотное положение трассы размечается от реперов опорной сети, в процессе строительства производится только сгущение сети реперов.

В случае, если строительство проводится в сложных геологических, гидрогеологических, сейсмических условиях, необходимо научно- техническое сопровождение линейного строительного объекта.

После завершения строительства составляются исполнительные планы (сооружения или его отдельных элементов). Данные исполнительных съемок используются для составления BIM Execution Plan (BEP) – элемента BIM-технологий (Building Information Modelling) [3].

[1] Костецька Я.М. Геодезичні прилади. Частина II. Електроні геодезичні прилади. – Львів: ЗМН. –2000. –324 с.

[2] Островський А.Л., Мороз О.І., Тарнавський В.Л. Геодезія, Частина II: Підручник для вузів. Львів. НУ «Львівська політехніка», – 2007. – 508 с.

[3] Методическое руководство по написанию плана реализации BIM-проекта. <https://bimlab.ru/files/BIM-BEP-bimlab.pdf>



www.mapei.com.ua

**MAPEI**®

КЛЕЇ · ГЕРМЕТИКИ · ПРОДУКЦІЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ХІМІЇ



- Суперпластифікатори для підводного і надводного бетонування
- Матеріали для ремонту, відновлення та структурного посилення бетонних конструкцій
- Гідроізоляція та захист конструкцій
- Система для підземного будівництва та відновлення

**ТОВ «МАПЕІ УКРАЇНА»**  
м. Київ, вул. Є. Сверстюка, 13, 5 поверх  
044 221-15-01/02/03

**Спеціаліст по реконструкції  
та відновленню будівель**  
050 479 26 88  
[www.mapei.com.ua](http://www.mapei.com.ua)



Добавки до бетону  
Ремонт та захист бетону  
Гідроізоляція та герметизація  
Ін'єкційні суміші  
Підливи під устаткування  
Полімерні та цементні покриття підлоги  
Клей для плитки



ТОВ "Ноліміт Німеччина"  
м. Харків, вул.Римарська 21-А,  
6 поверх

+38(057) 750-61-69  
+38(068) 164-34-34

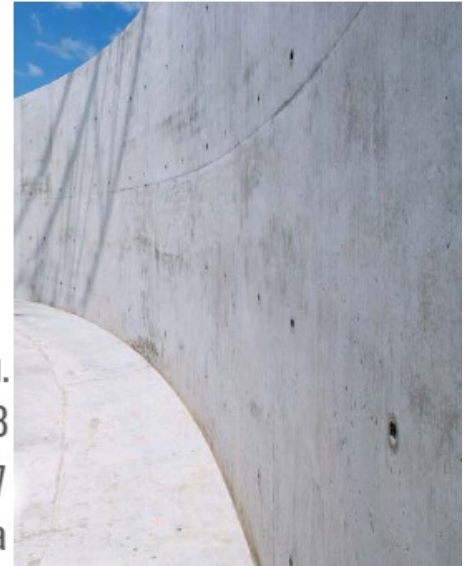
 **BASF**  
The Chemical Company



МЦ Баухемі –  
Ми створюємо технології бетону  
для надійних, витривалих і  
добрих бетонів.

[www.mc-bauchemie.ua](http://www.mc-bauchemie.ua)

м. Березань, Київська обл.  
вул. Маяковського, 38  
телефон: +38 044 286 46 27  
[info@mc-bauchemie.ua](mailto:info@mc-bauchemie.ua)



У нас є правильне рішення для будь-якого питання

Вимога	Рішення
● Пластифікація для збільшення легкоукладуваності	<b>Centrament</b>
● Зниження значення в/ц для більшої витривалості	<b>Muraplast / Centrament</b>
● Пори для покращення стійкості до морозу та засобів для відтаювання	<b>Centrament Air</b>
● Захист від морозу для швидшого досягнення стійкості до заморожування	<b>Centrament Rapid</b>
● Затримка тужавіння для подовження часу укладання	<b>Centrament Retard</b>
● Піноутворювачі для бетонів, призначених для заповнення порожнин	<b>Centripor SK</b>
● Стабілізатор для підвищення однорідності бетонної суміші	<b>Centrament Stabi</b>



# ЛІРА-САПР

програмний комплекс для розрахунку і проектування будівельних конструкцій  
**РОЗРАХУНОК І ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

## АРМ-САПР

**Система, що конструює армування**

Реалізує підбір площ перерізу арматури колон, балок, плит і оболонок за першим та другим граничними станами відповідно до різних нормативів. За результатами розрахунку формуються креслення балок і колон, а також створюються dxf-файли креслень. Реалізовані ДБН В.2.6-98:2009, СП 52-101-2003, СНиП 2.03.01-84, Єврокод, ТСН 102-00, ДСТУ 3760-98.

## ЛАРМ-САПР

**Локальний режим армування**

Дозволяє конструювати окремий залізобетонний стержень або окремий елемент пластини. Проводиться підбір і перевірка заданого армування. Реалізовані ДБН В.2.6-98:2009, СП 52-101-2003, СНиП 2.03.01-84, Єврокод, ТСН 102-00, ДСТУ 3760-98

## Універсальний конструктор перерізів

Обчислення жорсткісних характеристик для масивних, тонкостінних і комбінованих перерізів, включаючи зсувні, крутильні і секторіальні. Переріз може складатися з багатоматеріальних включень. Експорт обчислених характеристик в ВІЗОР.

Визначення НДС перерізу при заданих або імпортованих з Візору зусиллях, в тому числі і у випадках нелінійного деформування матеріалів перерізу. Для багато матеріальних перерізів для кожного матеріалу видається шкала.

## Розрахунок бетонних конструкцій з композитною арматурою

Реалізовано розрахунок і перевірка перерізів стержневих і пластинчастих елементів з композитною арматурою по СП 63.13330.2012 і ДБН В.2.6-98:2009.

## Задане армування

Реалізована технологія задання реальної арматури, яка використовується для перевірки законструйованого об'єкту (по кожному перерізу видаються 4 коефіцієнта використання), а також для проведення розрахунку з урахуванням фізичної, геометричної та інженерної нелінійності.

The image displays a complex software interface with multiple windows. At the top, there are diagrams of reinforced concrete sections labeled S0 through S12, showing different reinforcement layouts. Below these, there are 3D wireframe models of building structures. A central window shows a detailed cross-section of a beam with reinforcement bars and associated data tables. Another window displays a color-coded stress distribution along a beam. At the bottom, there is a large table with columns for reinforcement types and their properties, and a grid showing stress distribution on a slab.

This screenshot shows a detailed window for defining reinforcement. It includes a list of reinforcement bars with their diameters and lengths. There are also graphical tools for placing and adjusting the bars within a cross-section. The interface is in Ukrainian and includes various control buttons and input fields.

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



## УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

### Навчальні корпуси та гуртожитки



### Наші факультети

Будівельний

Механіко-енергетичний

Економічний

Інформаційно-керуючих систем та технологій

Навчально-науковий центр гуманітарної освіти

Управління процесами перевезень

### Ступені вищої освіти

Бакалаврат

Магістратура

Аспірантура та докторантура

### Наші студенти найкращі!



Щороку наші студенти стають переможцями конкурсів наукових робіт, фестивалів та інших інтелектуальних заходів.

Студентська рада Університету проводить багато щорічних позанавчальних заходів.

У нас навчаються видатні спортсмени, чемпіони, призери та рекордсмени світу, чемпіони України та Європи.

Функціонує студентська газета, НВК, клуб УкрДУЗТ, радіостанція VTSU, клуб інтелектуальних ігор.

### Наша місія - синтез науки та виробництва



За останні п'ять років:

- 278 студентів-учасників і переможців Всеукраїнських і міжнародних конкурсів студентських науково-дослідних робіт;
- 355 науково-технічних робіт;
- 3250 студентів, які брали участь у науковій діяльності вишу;
- 109 отриманих патентів на винаходи.

### Наша освіта визнана світом!



Можливість отримання двох дипломів одночасно: українського та французького або українського та польського університета - партнера.

Міжнародна співпраця з розвитку високошвидкісного руху.



Можливість участі у програмах міжнародної мобільності.



17 міжнародних університетів-партнерів, функціонує українсько-польський центр.



Адреса: 61050, м. Харків, майдан Фейербаха, 7.  
e-mail: pk@kart.edu.ua, сайт: www.kart.edu.ua.  
Телефон приймальної комісії: (057) 732-28-25  
(приймальна комісія: корпус 1, ауд. 121).

