

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

ЛЬВІВСЬКА ФІЛІЯ

МАТЕРІАЛИ

**ДРУГОЇ ТА ТРЕТЬОЇ СТУДЕНТСЬКИХ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ КОНФЕРЕНЦІЙ**



Львів-2012

Редакційна колегія:

Копитко В.І. (головний редактор)

Станкевич В.З.

Кузін М. О.

Возняк О. М.

Матеріали Другої та Третьої студентських науково-технічних конференцій:
//Збірник наукових праць/ ЛФ ДНУЗТ; Львів, 2012. 64 с. Наклад 20 прим.

Збірник містить вибрані праці Другої та Третьої студентських науково-технічних конференцій, яка проводилася на Львівській філії Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна 6 квітня 2011 р. і 3 квітня 2012 р.

Іл. 33, Табл. 8, Бібліогр.: 79 назв.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Львівської філії Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (протокол № 4 від 20.11.2012 р.).

Комп'ютерна верстка та дизайн: О.М. Возняк

Адреса університету:

49010, Дніпропетровськ, 10, вул. акад. В.А. Лазаряна, 2

Адреса Львівської філії:

79052, м.Львів, вул. І. Блажкевич, 12а

ЗМІСТ

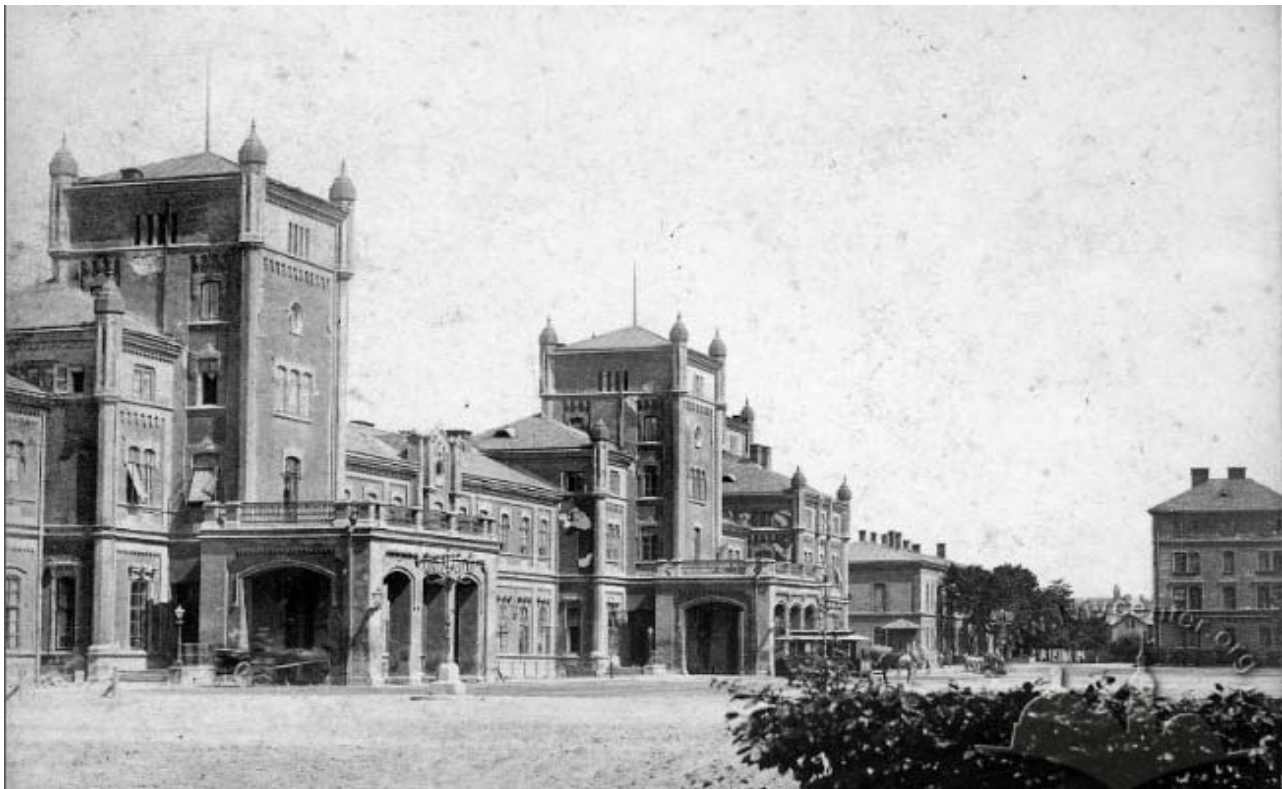
Петрівська М. А. ІСТОРІЯ БУДІВНИЦТВА ЛЬВІВСЬКОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ВОКЗАЛУ	4
Дацків Ю. О. ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛІЗНИЦЬ ЗА ДОПОМОГОЮ МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	6
Батіг А. В. ГРАНИЧНО-ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА МІЦНОСТІ ВАГОННОЇ ОСІ З ТРІЩИНОЮ.....	10
Дудок М. Д., Андріяшева Ю. В. ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ ПРОДУКТИ – КОРИСТЬ ТА ШКОДА ЛЮДСТВУ.....	13
Ваків О. Я, Ваків В. Я. ПОДИХ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ	18
Полодь М. С., Дзондза М. В. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ	20
Котик В. Я. МОЖЛИВОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ TSI (ТЕХНІЧНИХ СПЕЦИФІКАЦІЙ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ)	25
Марко Т. М., Воротняк О. В. МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИВОДУ МЕХАНІЗМА ВЕНТИЛЯТОРІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРА І ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ.....	29
Смоковорський О.М. ДИНАМІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА РЕЙКИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ У МІСЦЯХ ЇХ СТИКУВАННЯ.....	34
Нестеренко О. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОСУВАННЯ ІНОВАГОНІВ МЕРЕЖЕЮ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ	37
Поліщук А. О., Мрочак М. В. ЖИВА ІСТОРІЯ УКРЗАЛІЗНИЦІ	42
Бабій О.Д., Оверко В.В. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕСУВАННЯ ВАГОНІВ ВЛАСНОСТІ ІНШИХ ДЕРЖАВ	45
Прусак О. І. ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ КОНТРОЛЮ СТАНУ РЕЙОК В РІЗНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	47
Нестеренко О. В. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ВАГОНІВ У ПОЇЗДАХ, ЩО ФОРМУЮТЬСЯ НА СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ГАЛУЗІ	51
Батіг А.В., Вантух Д.О. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ НАДРЕСОРНИХ БАЛОК У ВІЗКАХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ З ПРУЖНИМИ КОВЗУНАМИ	54
Кардаш Р. І. РОЗРАХУНОК ДЕФОРМУВАЛЬНОГО ЗУСИЛЛЯ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ ОБИЧАЙОК ЗАЛІЗНИЧНИХ ЦИСТЕРН	58
ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОДАНИХ СТАТЕЙ.....	62

ІСТОРІЯ БУДІВНИЦТВА ЛЬВІВСЬКОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ВОКЗАЛУ

Наведено історичні відомості про створення Львівського залізничного вокзалу, хроніку його будівництва, персоналії.

У 1841 році уряд Австрійської імперії затвердив Програму у справах залізниць, якою, серед іншого, було передбачено будівництво залізниць у Галичині та Волині. Лінія з Відня до Львова мала бути збудована до 31 грудня 1863 року. Після цього, місто мало бути сполучене з Бровами, Чернівцями та іншими містами коронної землі [2].

У 1858 році цісарсько-королівське Привілейоване товариство Галицьких залізниць імені Карла Людвіга отримало концесію на будівництво вокзалу у Львові. Будівництво велося на заболоченому узгір'ї, на площі 67 моргів. Відкриття вокзалу відбулося одночасно з відкриттям руху Галицькою залізницею імені Карла Людвіга на ділянці Перемишль – Львів, 4 листопада 1861 року.



О 14:30 год. прибув перший потяг у складі паротягу “Ярослав”. 24 листопада дирекція залізниці отримала дозвіл на регулярний рух потягів зі Львова до Відня і Кракова.

У 1866 році відкрито рух до Чернівців, у 1869 році – до Бродів і кордону з Російською імперією, у 1881 році – до Тернополя і Підволочиська [2].

Споруда вокзалу була 70 сажнів завдовжки і 10 сажнів завширшки. У приміщенні розташовувалися зали очікування для пасажирів усіх класів, ресторан, кав'ярня, контори технічних служб і поліції, каса багажного відділення, поштове відділення. Поблизу будівлі вокзалу були розміщені два павільйони для контор і помешкань службовців, вагонне депо з чотирнадцятьма вагонами, казарми для наглядців і залізничних робітників, ремонтні майстерні, склади. Персонал вокзалу складав 38 осіб: начальник, 26 службовців, 10 наглядців і лікар.

З побудовою Чернівецького вокзалу, між ними виникла конкуренція. Згодом їхні функції було розділено: Чернівецький вокзал приймав потяги з напрямку Кракова, Головний вокзал – з напрямку Чернівців [1].

У 1892 році залізниця стала власністю держави. Це пришвидшило притік інвестицій, відповідно, і будівництво нових ліній. Це поставило питання про будівництво у Львові нового

залізничного вокзалу, адже існуючий не справлявся і зростаючим пасажиропотоком. У 1899 році було розглянуто і затверджено проект авторства Владислава Садловського, виконаний у 1898 році на підставі матеріалів директора залізниці Людвіка Вежбицького.

Будівництво було розпочато у 1902 році на місці старого вокзалу. Будівельні роботи виконувала фірма Івана Левинського, Альфреда Захаревича та Юзефа Сосновського. Головний вхід та дебаркадер виконані за проектом інженера Є. Зеленецького. Інтер'єри залів очікування 1 і 2 класів спроектував А. Захаревич. Інтер'єри залів очікування 3 класу, ресторану та їдальні спроектували Т. Обмінський та О. Лушпинський. Фронтон будівлі прикрасили скульптурами А. Попеля і П. Війтовича: жінка символізує залізницю і торгівлю, чоловік на леві – промисловість і місто Львів. Основним елементом оформлення головного вестибюлю був вітраж “Архангел Михайл” з панорамним видом Львова на тлі.

Вокзал було відкрито 26 березня 1904 року. Після відкриття він був одним із найсучасніших у Європі [1].

20 червня 1915 року вокзал підпалили відступаючі війська Російської імперії. Споруда також значно постраждала в результаті польсько-української війни 1918–1919 років. Були знищені початкові інтер'єри та центральний портал вокзалу [3]. Після переходу Львова до Польщі почалися роботи з відновлення вокзалу під керівництвом архітектора Генриха Заремби. У 1923 році на фасаді та всередині споруди встановлено кілька композицій Петра Війтовича. Повністю перебудова львівського вокзалу завершилася лише у 1930 році [1].

Вокзал сильно постраждав під час Другої світової війни. Повне повоєнне відновлення завершилося лише у 1957 році.

У 2003 році, до сторіччя споруди, вокзал було відреставровано.



Сьогодні у приміщенні вокзалу є: касові зали, 6 залів очікування різної комфортабельності, VIP-зал, зал офіційних делегацій, 3 бари, ресторан, перукарня, газетні та аптечні кіоски, кімнати відпочинку. Вокзал має 5 перонів, 8 колій (по одній колії біля першого та п'ятого перонів та по дві біля другого, третього, четвертого перонів). Вихід до перонів забезпечують три підземні переходи, а до першого перону, крім них, ще два зовнішні виходи. Над усіма перонами вокзалу височіє металево-скляний дебаркадер.

Аркові перекриття перонного дебаркадеру утворюють клепані зі сталі ферми великого радіусу, які заповнені броньованим склом.

Загальна довжина конструкції – 159 м, ширина – 69 м. Металеві елементи каркасу виготовлені на комбінаті “Вітковіце” в Оставі (сучасна Чехія) [4].

Поблизу вокзалу, на площі Двірцевій знаходяться кінцеві зупинки трамвайних, автобусних маршрутів та таксі.

Архітектура залізничного вокзалу завжди милує око гостей та жителів міста.



ЛІТЕРАТУРА:

1. Антонюк І., Петров В. Львівська залізниця(буклет). – Львів, 1994.
2. Ковальчак Г. І. Економічний розвиток західно-українських земель. – К., 1988. – С. 110.
3. Лазечко П. Передумови будівництва залізниць у Галичині // Галицька брама. – 1996. – № 14. – С. 3.
4. Львовская железная дорога. Статистический сборник. – Львова, 1980. – С. 65.; Гороховский А. Г. – Цит. тв. – С. 83.
5. Сьомочкін І. Будинок художньо-промислового музею у Львові.
6. Сьомочкін І., Гранків П. Три будівлі дирекції Львівської залізниці//Галицька брама. – 1996. – № 14. – С. 6.

Петривская М. А.

ІСТОРИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЬВОВСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВОКЗАЛА

Приведены исторические ведомости о создании Львовского железнодорожного вокзала, хроника его строительства, персоналии.

Дацків Ю. О.

Науковий консультант – проф. Копитко В. І.

ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛІЗНИЦЬ ЗА ДОПОМОГОЮ МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розглядається використання маркетингових досліджень для прогнозування обсягів вантажних перевезень з використанням матеріалів Львівської дирекції залізничних перевезень Львівської залізниці. Пропонується вибір варіантів прогнозу із застосуванням нелінійної функції тренду для визначення прогнозованого експлуатаційного вантажообігу на наступний період.

На сьогоднішній день на залізничному транспорті особливу роль відіграє поточне планування перевезень. В основному воно ґрунтується на основі заявок на перевезення, які подають відправники. Ці заплановані обсяги роботи інколи не виконуються, рідше перевиконуються, а тому прогнозування на основі місячних і декадних заявок не завжди

правдиві. Тому для прогнозування за основу використаємо фактичні дані за попередні періоди. Саме за цими даними можна визначити тенденції розвитку обсягів перевезень і більш точно їх спрогнозувати. В даній роботі запропоновано, скориставшись методом екстраполяції, визначити експлуатаційний вантажообіг на наступний місяць для Львівської дирекції Львівської залізниці.

Основна ідея методу екстраполяції ґрунтується на використанні факту інерційності економічних процесів. Достатньо виявити основну тенденцію розвитку явища в часі (тренд), а потім використати її для розроблення прогнозу. Метод екстраполяції дає позитивні результати на найближчу перспективу при прогнозуванні економічних процесів. Операцію екстраполяції в загальному вигляді можна уявити собі як виведення значення функції від змінних значень часу і потреб в матеріальних ресурсах.

Користуючись даними, наведеними в таблиці 1, спрогнозуємо такий показник функціонування транспорту, як експлуатаційний вантажообіг на наступний період.

Таблиця 1

Експлуатаційний вантажообіг млн. т-км бруто*

Місяць	Січень 2010 р.	Лютий 2010 р.	Березень 2010 р.	Квітень 2010 р.	Травень 2010 р.	Червень 2010 р.	Липень 2010 р.
Львівська дирекція	713,7	730,6	871,3	858,3	969,9	940,1	889,9
Львівська залізниця	2016,7	2074,9	2544,6	2514,8	2846,1	2824,9	2712,0
Місяць	Серпень 2010 р.	Вересень 2010 р.	Жовтень 2010 р.	Листопад 2010 р.	Грудень 2010 р.	Січень 2011 р.	
Львівська дирекція	2733,5	2807,6	2868,2	3187,3	3006,1	3162,3	
Львівська залізниця	870,3	912,1	909,2	1041,0	904,9	1093,5	

*Дані представлені відділом вантажних перевезень Львівської дирекції

Спочатку проведемо прогнозування для показників експлуатаційного вантажообігу, використовуючи дані Львівської дирекції. Спочатку за даними табл. 1 будемо графік $x = f(t)$ та оцінюємо вид функції тренда (рис. 1). Із графіка можна зробити висновок, що тренд відповідає нелінійній прогнозованій функції. Приймаємо, що функція тренда степеневого (параболічного) типу:

$$x^* = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 . \quad (1)$$

Графік тренда

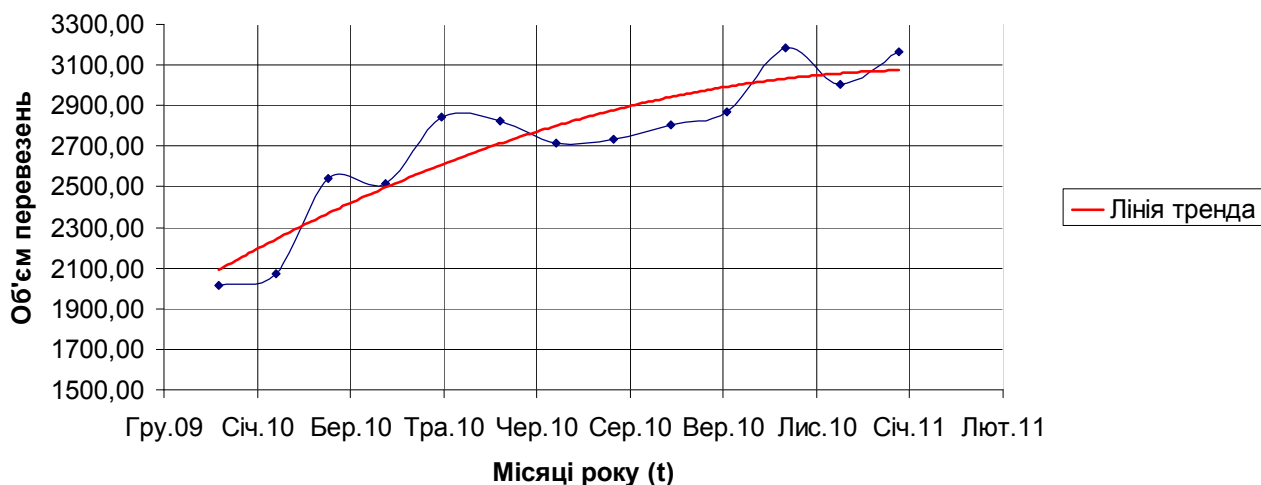


Рис. 1. Лінія тренда

Для зручності обчислень початок обчислень визначимо на сьомому місці, тобто візьмемо $t' = t - 7$. Враховуючи цю умову, складаємо розрахункову таблицю (табл. 2).

Таблиця 2

Розрахункова таблиця для визначення залежності зростання
обсягів вантажних перевезень

t	t'	x	$(t')^2$	$(t')^3$	$(t')^4$	$x \cdot t'$	$x \cdot (t')^2$	x^*	Δx^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-6	713,70	36	-216	1296	-4282,20	25693,20	753,267	1565,54749
2	-5	730,60	25	-125	625	-3653,00	18265,00	785,396	3002,60162
3	-4	871,30	16	-64	256	-3485,20	13940,80	815,449	3119,3342
4	-3	858,30	9	-27	81	-2574,90	7724,70	843,426	221,235876
5	-2	969,90	4	-8	16	-1939,80	3879,60	869,327	10114,9283
6	-1	940,10	1	-1	1	-940,10	940,10	893,152	2204,1147
7	0	889,90	0	0	0	0,00	0,00	914,901	625,050001
8	1	870,30	1	1	1	870,30	870,30	934,574	4131,14708
9	2	912,10	4	8	16	1824,20	3648,40	952,171	1605,68504
10	3	909,20	9	27	81	2727,60	8182,80	967,692	3421,31406
11	4	1041,00	16	64	256	4164,00	16656,00	981,137	3583,57877
12	5	904,90	25	125	625	4524,50	22622,50	992,506	7674,81124
13	6	1093,50	36	216	1296	6561,00	39366,00	1001,799	8409,0734
Σ	0	11704,80	182	0	4550	3796,40	161789,40	11704,80	49678,42

На основі суми в стовпчиках 2-8 (табл. 2) обчислюємо коефіцієнти a_0, a_1, a_2 рівняння (1).

Система рівнянь (2) отримана методом найменших квадратів:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{13} x = a_2 \sum_{i=1}^{13} (t')^2 + a_1 \sum_{i=1}^{13} (t') + a_0 n, \\ \sum_{i=1}^{13} x t' = a_2 \sum_{i=1}^{13} (t')^3 + a_1 \sum_{i=1}^{13} (t')^2 + a_0 \sum_{i=1}^{13} t', \\ \sum_{i=1}^{13} x (t')^2 = a_2 \sum_{i=1}^{13} (t')^4 + a_1 \sum_{i=1}^{13} (t')^3 + a_0 \sum_{i=1}^{13} (t')^2, \end{cases} \quad (2)$$

де $n=13$ – кількість місяців (для дослідження вибрано дані за період 1 рік і 1 місяць).

Підставивши в систему рівнянь (2) значення сум із табл. 2 і розв'язавши її, отримаємо:

$$a_0 = 914.901, \quad a_1 = 20.711, \quad a_2 = -1.038.$$

Рівняння (1) матиме вигляд:

$$x^* = 914.901 + 20.711(t - 7) - 1.038(t - 7)^2 = 719.062 + 35.243t - 1.038t^2. \quad (3)$$

Підставивши в рівняння (3) значення 13 (порядковий номер місяця на який робиться прогноз), отримаємо $x_{13}^* = 1001.799$.

Похибка прогнозу оцінюється шляхом обчислення середньоквадратичного відхилення:

$$\sigma_{ocm} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} (x_i - x_i^*)^2}{12}} = 61.8. \quad (4)$$

Отже, прогнозоване значення експлуатаційного вантажообігу з урахуванням похибки складає $x_{14} = 1001.799 \pm 61.8$ млн. т-км брутто.

Аналогічні обчислення були проведені і для показників функціонування Львівської залізниці.

Побудувавши графік залежності вантажообігу від періоду року а також визначивши лінію тренда, можна зробити висновок, що вони є близькими з аналогічними графіками для попереднього дослідження. Це пояснюється тим, що Львівська дирекція є складовою Львівської залізниці і тому показники функціонування кожної дирекції впливають на показники залізниці загалом.

Графік тренда

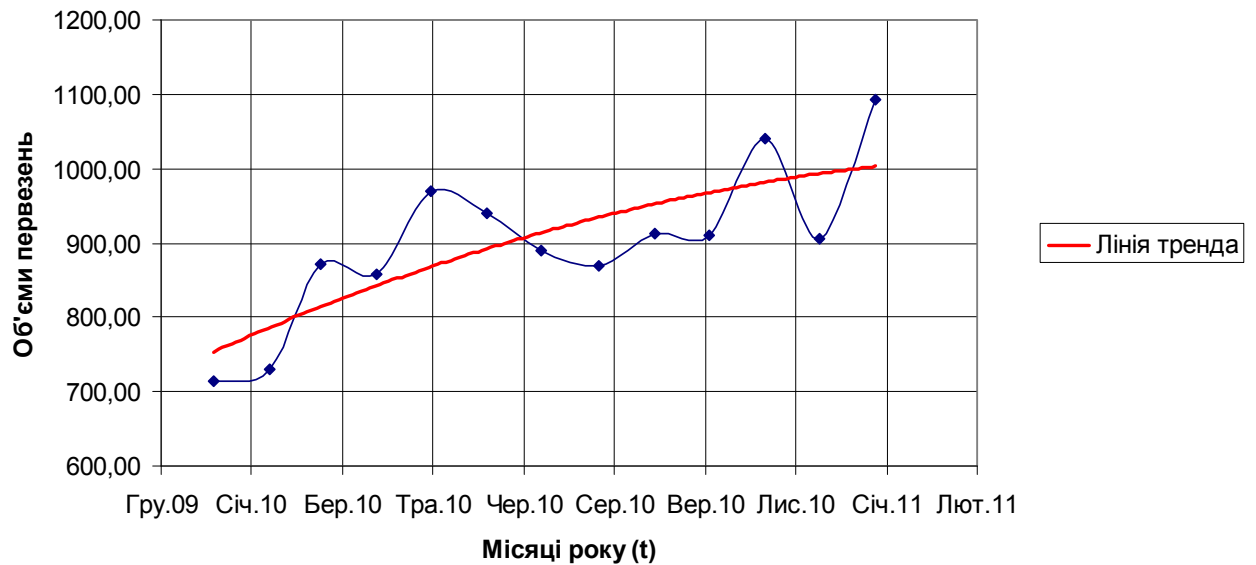


Рис. 2. Лінія тренда

Провівши аналогічні обчислення, отримано прогноз, який складає 3075 ± 131 млн. т-км бруutto, що близько на 50 % більше за аналогічний період попереднього року.

Підсумувавши усе вищезазначене, можна зробити наступні висновки:

1. Прогнозування показників вантажних перевезень транспорту суттєво впливає на процес його функціонування і на збільшення економічної ефективності;
2. На показники функціонування впливає діяльність транспорту протягом попередніх періодів, а також стан економіки країни загалом;
3. Як і в будь-яких інших дослідженнях існує можлива похибка прогнозування, яка в основному пов'язана з неритмічністю роботи транспорту, станом економіки регіону, потреби у поставці вантажів в інші регіони та за кордон.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Глухів В. В. Основи менеджменту. – С.-Петербург: Спец. література, 1997. – 325 с.
2. Дихтель Э. В. Практический маркетинг – М: Высш. Школа, 1995 р. – 420 с.
3. Ілляшенка С. М. Маркетинг у прикладах і завданнях – Суми: Університетська книга. 2006 р. – 400 с.
4. Котлер Ф. Основы маркетинга – М.: Вильямс, 2008 р. – 656 с.
5. Майталь Ш. Экономика для менеджеров. Учебник. – М.: Инфра-М, 2003. – 306 с.
6. Туленков М. В. Вступ до теорії та практики менеджменту. Навчальний посібник. – К.: МАУП, 1998. – 136 с.

Дацків Ю. О.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ С ПОМОЩЬЮ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рассматривается использование маркетинговых исследований для прогнозирования объемов грузовых перевозок с использованием материалов Львовской дирекции железнодорожных перевозок Львовской железной дороги. Предлагается выбор вариантов прогнозирования с использованием нелинейной функции тренда для определения прогнозируемого эксплуатационного грузооборота на следующий период.

ГРАНИЧНО-ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА МІЦНОСТІ ВАГОННОЇ ОСІ З ТРІЩИНОЮ

Розглянуто задачу про дослідження напружено-деформівного стану вагонної осі, послабленої внутрішньою дисковою тріщиною. Отримано аналітичні вирази функцій розкриття дефекту, через які визначаються коефіцієнти інтенсивності напружень (КИН).

Відомо, що міцність стрижневих елементів конструкцій залежить насамперед від виду та величини навантаження, розмірів і механічних характеристик матеріалів стрижнів. Похибки у розрахунках на міцність, зумовлені спрощеними розрахунковими схемами, наближеними методами обчислень та величинами діючих навантажень, компенсують відповідними коефіцієнтами запасу міцності. За наявності у тілах тріщин, чужорідних включень тощо, необхідно додатково проводити міцнісні розрахунки з врахуванням зазначених дефектів, позаяк останні можуть виступати ініціаторами значних концентрацій напружень і призвести за подальшої експлуатації конструкції до її передчасного руйнування [1–3].

Нехай вагонна вісь у попереччі радіуса R послаблена внутрішньою дисковою тріщиною, яка займає плоску область S і розташована перпендикулярно осі. Виберемо в області S декартову систему координат $Ox_1x_2x_3$ таким чином, щоб тріщина лежала у координатній площині x_1Ox_2 . Тоді локальні x_j і глобальні y_j координати пов'язані між собою співвідношеннями $y_1 = x_1$, $y_2 = x_2 + d$, $y_3 = x_3$ (рис. 1). Вважаємо, що розмір a тріщини і глибина d її залягання малі порівняно з розміром R ($R \gg d$, $R \gg a$). Це дозволяє з достатньою точністю під час розрахунків знехтувати впливом поверхні осі і замінити її безмежним тілом. Нехай в поперечному перерізі осі діють статичні поперечна сила Q і згинальний момент M (рис. 2). Розглянемо більш небезпечний щодо міцності осі випадок, коли тріщина знаходиться у її розтягнутій зоні. Протилежні поверхні $S^\pm$ тріщини зазнають дії статичних зрівноважених зусиль σ_{j3} , $j=1,3$ [6]

$$\begin{aligned}\sigma_{13} &= -\frac{(1+2\nu)Q}{(1+\nu)\pi R^4} y_1 y_2 = -\frac{(1+2\nu)Q}{(1+\nu)\pi R^4} [d x_1 + x_1 x_2], \\ \sigma_{23} &= \frac{(3+2\nu)Q}{2(1+\nu)\pi R^4} \left[R^2 - \frac{1-2\nu}{3+2\nu} y_1^2 - y_2^2 \right] = \frac{(3+2\nu)Q}{2(1+\nu)\pi R^4} \left[R^2 - d^2 - 2d x_2 - \frac{1-2\nu}{3+2\nu} x_1^2 - x_2^2 \right], \\ \sigma_{33} &= \frac{4M}{\pi R^4} y_2 = \frac{4M}{\pi R^4} [d + x_2].\end{aligned}\quad (1)$$

Співвідношення (1) описують випадок поперечного згину. У випадку чистого згину (ділянка вагонної осі між колесами) $\sigma_{13} = \sigma_{23} = 0$.

В процесі навантаження тіла відбувається розкриття поверхонь тріщини. Воно описується функціями $\alpha_j(x)$, $j=\overline{1,3}$, які характеризують зміщення відповідних точок протилежних поверхонь дефекту в напрямку осей Ox_j . Задача визначення вказаних функцій розкриття зводиться до розв'язання системи 3-х двовимірних граничних інтегральних рівнянь типу Ньютонівського потенціалу [5]

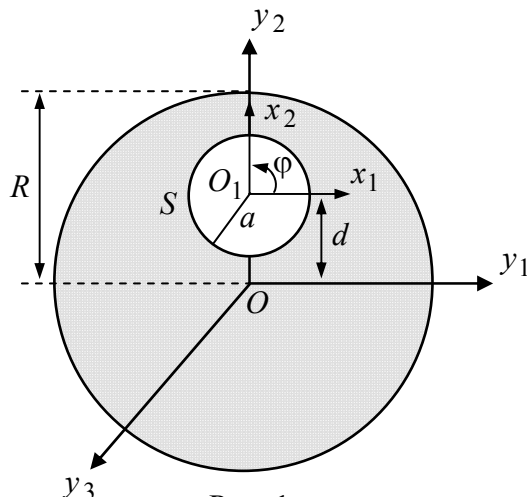


Рис. 1

$$\Delta_x \iint_S \frac{\alpha_j(\xi)}{|x-\xi|} dS_\xi + (-1)^j \nu \frac{\partial}{\partial x_{3-j}} \iint_S \left[\alpha_1(\xi) \frac{\partial}{\partial x_2} - \alpha_2(\xi) \frac{\partial}{\partial x_1} \right] \frac{dS_\xi}{|x-\xi|} = \frac{1-\nu}{G} \sigma_{j3}(x), \quad j=1,2,$$

$$\Delta_x \iint_S \frac{\alpha_3(\xi)}{|x-\xi|} dS_\xi = \frac{1-\nu}{G} \sigma_{33}(x), \quad x \in S, \quad (2)$$

де G, ν – відповідно модуль зсуву і Пуассонів коефіцієнт матеріалу тіла; $\Delta_x = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}$ – двовимірний Лапласів оператор; $|x-\xi| = \sqrt{(x_1-\xi_1)^2 + (x_2-\xi_2)^2}$ – відстань між фіксованою точкою x та змінною інтегрування ξ .

Запишемо вирази (1) напружень σ_{j3} у вигляді функцій від координат x_1, x_2

$$\sigma_{j3}(x) = \sum_{k=0}^2 \sum_{m=0}^{2-k} c_{jkm} x_1^k x_2^m, \quad j=\overline{1,3}, \quad (3)$$

В цьому випадку відмінні від нуля коефіцієнти c_{jkm} розкладу напружень дорівнюють

$$\begin{cases} c_{110} \\ c_{111} \end{cases} = F_1 \cdot \begin{cases} d \\ 1 \end{cases}, \quad \begin{cases} c_{200} \\ c_{201} \\ c_{220} \\ c_{202} \end{cases} = F_2 \cdot \begin{cases} R^2 - d^2 \\ -2d \\ \frac{1-2\nu}{3+2\nu} \\ -1 \end{cases}, \quad \begin{cases} c_{300} \\ c_{301} \end{cases} = F_3 \cdot \begin{cases} d \\ 1 \end{cases}, \quad (4)$$

$$\text{де } F_1 = -\frac{(1+2\nu)Q}{(1+\nu)\pi R^4}, \quad F_2 = \frac{(3+2\nu)Q}{2(1+\nu)\pi R^4}, \quad F_3 = \frac{4M}{\pi R^4}.$$

Розв'язки інтегральних рівнянь (2) вибираємо у вигляді [5]

$$\alpha_j(x) = \sqrt{a^2 - x_1^2 - x_2^2} \psi_j(x), \quad j=\overline{1,3}, \quad (5)$$

де ψ_j – невідомі функції. Представлення (4) забезпечує відсутність зміщень поверхонь

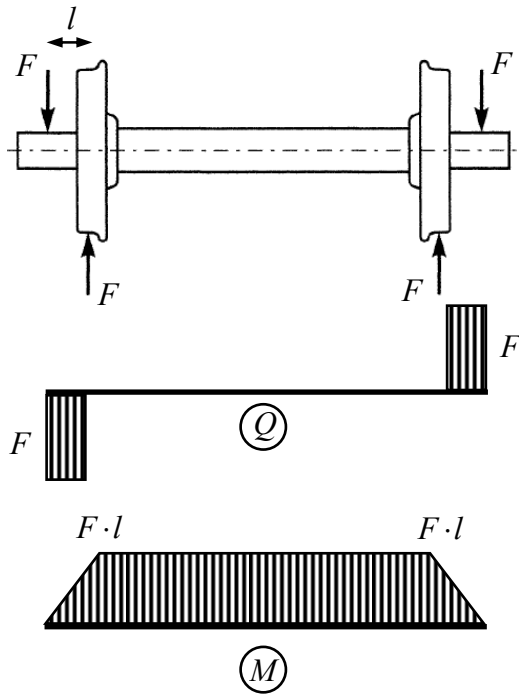


Рис. 2

тріщини на її контурі. Функції ψ_j на підставі теореми Дайсона по аналогії з (3) вибираємо у вигляді поліномів

$$\psi_j(x) = \frac{1-\nu}{G} \sum_{k=0}^2 \sum_{m=0}^{2-k} d_{jkm} x_1^k x_2^m, \quad (6)$$

$$d_{302} = d_{311} = d_{320} = 0,$$

де d_{jkm} – невідомі постійні коефіцієнти розкладу, які підлягають визначенню.

Підставивши подання (4), (5) у рівняння (2) та використавши спектральні співвідношення для полігармонічних многочленів [4], провели аналітичне обчислення інтегралів

$$\iint_S \frac{\xi_1^k \xi_2^l \sqrt{a^2 - \xi_1^2 - \xi_2^2}}{|x-\xi|^3} dS_\xi, \quad k, l = \overline{0,2}.$$

Прирівнявши в правій та лівій частинах отриманих співвідношень вирази при однакових степенях змінних x_1, x_2 , інтегральні рівняння (2) звели до розв'язування системи лінійних

алгебраїчних рівнянь відносно невідомих коефіцієнтів розкладу d_{jkm} . Розв'язавши рівняння, отримали представлення ненульових значень d_{jkm} розкладу функцій ψ_j , $j=\overline{1,3}$ через відомі коефіцієнти c_{jkm}

$$\begin{aligned}
 d_{200} &= \frac{2}{(\nu-2)\pi^2} [c_{200} - c_2] , \\
 c_2 &= -\frac{a^2}{45(\nu-1)} [(\nu-1)(2\nu+5)c_{202} + (7\nu-5)c_{220} + \nu(\nu-2)c_{111}] , \\
 d_{\left\{ \begin{smallmatrix} 110 \\ 201 \end{smallmatrix} \right\}} &= -\frac{1}{3(\nu-2)\pi^2} \left[(\nu-4)c_{\left\{ \begin{smallmatrix} 110 \\ 201 \end{smallmatrix} \right\}} + \nu c_{\left\{ \begin{smallmatrix} 201 \\ 110 \end{smallmatrix} \right\}} \right] , \\
 d_{202} &= -\frac{2}{45(\nu-1)(\nu-2)\pi^2} [2(\nu-1)(4\nu-11)c_{202} + 2(2\nu-1)c_{220} + \nu(4\nu-5)c_{111}] , \\
 d_{220} &= -\frac{2}{45(\nu-1)(\nu-2)\pi^2} [2(\nu^2-1)c_{202} - 2(7\nu-4)c_{220} + \nu(\nu-5)c_{111}] , \\
 d_{111} &= -\frac{1}{15(\nu-1)(\nu-2)\pi^2} [2\nu(\nu-1)c_{202} - 2\nu c_{220} + (\nu^2-8\nu+8)c_{111}] . \\
 d_{\left\{ \begin{smallmatrix} 300 \\ 301 \end{smallmatrix} \right\}} &= -\frac{1}{\pi^2} \left\{ \frac{1}{2/3} \right\} c_{\left\{ \begin{smallmatrix} 300 \\ 301 \end{smallmatrix} \right\}} .
 \end{aligned} \tag{7}$$

Скориставшись представленням (4) коефіцієнтів c_{jkm} , запишемо остаточний вигляд виразів (7) для d_{jkm} :

$$\begin{aligned}
 \left\{ \begin{matrix} d_{110} \\ d_{111} \end{matrix} \right\} &= L_1 \cdot \left\{ \begin{matrix} \frac{4(\nu^2-\nu-1)d}{3(\nu-2)} \\ \frac{4(\nu^2-\nu-1)}{15(\nu-1)} \end{matrix} \right\} , \quad \left\{ \begin{matrix} d_{200} \\ d_{201} \\ d_{220} \\ d_{202} \end{matrix} \right\} = L_1 \cdot \left\{ \begin{matrix} \frac{2(N_1-N_2)}{\nu-2} \\ \frac{4(\nu^2-\nu-3)d}{3(\nu-2)} \\ \frac{8(\nu^2+4\nu-1)}{45(\nu-1)} \\ \frac{8(4\nu^2+\nu-4)}{45(\nu-1)} \end{matrix} \right\} , \quad \left\{ \begin{matrix} d_{300} \\ d_{301} \end{matrix} \right\} = L_2 \cdot \left\{ \begin{matrix} d \\ 2/3 \end{matrix} \right\} , \\
 L_1 &= -\frac{Q}{(1+\nu)\pi^3 R^4} , \quad L_2 = -\frac{4M}{\pi^3 R^4} , \quad N_1 = \frac{3+2\nu}{2} \cdot (R^2 - d^2) , \quad N_2 = \frac{2(2\nu^3-2\nu^2+3\nu-5)}{45(\nu-1)} \cdot a^2 .
 \end{aligned}$$

За допомогою значень (6) функцій ψ_j , $j=\overline{1,3}$ в околі точок контуру області S тріщини визначають коефіцієнти інтенсивності напружень (КІН) відриву, поздовжнього і поперечного зсувів [5]

$$\begin{aligned}
 K_I(a, \phi) &= -\frac{2\pi\sqrt{\pi a} G}{1-\nu} \psi_3(a, \phi) , \\
 K_{II}(a, \phi) &= -\frac{2\pi\sqrt{\pi a} G}{1-\nu} [\psi_1(a, \phi)\cos\phi + \psi_2(a, \phi)\sin\phi] , \\
 K_{III}(a, \phi) &= -2\pi\sqrt{\pi a} G [\psi_1(a, \phi)\sin\phi - \psi_2(a, \phi)\cos\phi] .
 \end{aligned} \tag{6}$$

Зазначені коефіцієнти характеризують тріщиностійкість тіла з дефектом. На їх підставі можна провести оцінку міцності тіла з дефектом. У випадку складного напруженого стану гранично-рівноважний стан такого тіла обумовлений виконанням енергетичного критерію поширення тріщини [7]

$$(1-\nu)\left(K_I^2 + K_{II}^2\right) + K_{III}^2 = C,$$

де C – константа матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Механика разрушения и прочность материалов. Справ. Пособие. В 4 т. (Под общей ред. Панасюка В. В.) – К.: Наук. Думка, 1988. Т. 2 – 620 с.
2. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений. Т. 1, 2. (Под ред. Мураками Ю.) М.: Мир, 1990. – 448 с., 1016 с.
3. Станкевич В. З., Соболевська Ю. Г., Станкевич О. М. Розрахунок прямокутної балки з тріщиною під поперечним згином // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій: збірник наукових праць / НАН України, ФМІ ім. Г. В. Карпенка. – Львів: Каменяр, 2009. – Вип. 8. – С. 99-105.
4. Станкевич В. З., Стасюк Б. М. Про розв'язування деяких двовимірних інтегральних та інтегродиференціальних рівнянь з допомогою полігармонічних многочленів // Вісник ДУ “Львівська політехніка” “Прикладна математика”, 2000, №407. – С. 17-20
5. Хай М. В. Двумерные интегральные уравнения типа ньютоновского потенциала и их приложения. – К.: Наук. Думка, 1993. – 254 с.
6. Хан Х. Теория упругости. – М.: Мир, 1988. – 344 с.
7. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения. – М.: Наука, 1974. – 640 с.

Батиг А. В.

ГРАНИЧНО-ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ВАГОННОЙ ОСИ С ТРЕЩИНОЙ

Рассмотрена задача исследования напряженно-деформируемого состояния вагонной оси, ослабленной внутренней дисковой трещиной. Получены аналитические выражения функций раскрытия дефекта, посредством которых определяются коэффициенты интенсивности напряжений (КИН).

Дудок М. Д., Андріяшева Ю. В.
Науковий консультант – доц. Чуйко Т. М.

ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ ПРОДУКТИ – КОРИСТЬ ТА ШКОДА ЛЮДСТВУ

Розглянуто історію виникнення, мету, проблеми та перспективи такої новітньої технології, як генна інженерія. Детально висвітлені позитивні та негативні наслідки використання розмаїття генетично модифікованих продуктів.

Історія виникнення ГМО. Всі живі істоти на Землі мають, попри своє розмаїття, єдиний чотирилітерний генетичний код, кожна літера якого відповідає одному з чотирьох основ ДНК – аденіну, тиміну, гуаніну і цитозину. Різноманітні трилітерні комбінації, у свою чергу, кодують одну з 20 амінокислот, будівельного матеріалу для протеїнів.

У 1944 році Освальд Ейвері довів, що ДНК є носієм спадкової інформації, а вже через 9 років Джеймс Уотсон та Френсіс Крік представили світовій громадськості першу модель молекули ДНК у вигляді подвійної спіралі, за що отримали Нобелівську премію. Починаючи з 70-х і 80-х років ХХ століття, з'явилася можливість локалізувати гени й елементи, які контролюють їх в організмі. Тепер вчені могли переносити гени з одного організму в інший, надаючи йому нових властивостей. Формальною датою народження генної інженерії вважають 1972 рік, коли група П.Берга (Стенфордський Університет, США) уперше об'єднала у пробірці в єдине ціле два гени, виділені з різних організмів, і одержали “молекулярний гібрид, або рекомбінантну ДНК, що сама по собі в природних умовах утворитися ніяк не могла. Потім таку рекомбінантну ДНК внесли в бактеріальні клітини. Був створений перший трансгенний організм, що несе гени бактерії й гени мавпи (онкогенного вірусу мавпи, якщо точніше). А потім були сконструйовані мікроби, що несуть гени мушки дрозофіли, гени кролика, гени людини та ін.

Що означає “генетично модифікований”, або “трансгенний”? Генетично модифіковані організми (ГМО) можна визначити як організми, у яких генетичний матеріал (ДНК) змінений таким чином, яким це не відбувається в природних умовах, на відміну від схрещування або природної рекомбінації. Відповідне формулювання затверджене в статті 2 Директиви 2001/18/ЄС Європейського парламенту та Ради від 12 березня 2001 року про вивільнення у навколишнє середовище генетично модифікованих організмів. В XVIII столітті вірили, що загальне благо відбудеться від освіти, в XIX – від пари й електрики, в XX – від атомної енергії (і нам на сьогоднішній день без них не прожити), в XXI – від генної інженерії.

Мета генетичного модифікування. Генетична модифікація може надавати рослині і харчовому продукту, що виробляється з неї, цілу низку певних ознак. Переважна кількість генетично-модифікованих організмів, які культивуються, є носіями стійкості до збудників хвороб (вірусів та грибів), комах-шкідників або до гербіцидів. Це значно полегшує культивування, а також зменшує витрати на обробку отрутохімікатами.

Розмаїття трансгенних харчових культур. Вперше генетично-модифіковані продукти з’явилися на ринку на початку 90-х років. У 1994 р. комерціалізовано генетично модифікований томат (Flavr Savr), продукція компанії Calgene, з підвищеним терміном зберігання. Для зміни був узятий ген камбали, який відповідає за терморегуляцію. Його плоди тривалий час зберігаються при кімнатній температурі і не псуються. У них “відключений” ген, через який зняті з куща помідори стають м’якими і неїстівними.

Ще одним “дивом генної інженерії” є сорт помідорів, для морозостійкості якого в овочі вживлено ген медузи. Вченим вдалося вивести помідор, який нормально росте під час поливання соленою водою. Генетично змінений помідор виявився першою в світі рослиною, яка терпимо ставиться до солі. Сіль шкодить більшості рослин, зменшуючи їх здатність вбирати воду через коріння. Генетично ж модифікований помідор здатний затримувати сіль у своєму листі, так що самі плоди соленими не видаються. Дослідники сподіваються, що подібні культури зможуть у майбутньому вирощувати на неродючих у сучасному розумінні землях.

Єдина компанія, якій вдалося запустити на ринок генетично модифіковану картоплю – це американська Monsanto. Виведений нею сорт NewLeaf широко використовують у відомій картоплі-фрі ресторану McDonalds. До цієї картоплі ввели ген, взятий з ДНК клітини ґрунтової Тюринзької бацили. Коли колорадський жук з’їдав лист такої картоплі, в його шлунку починав вироблятися отруйний білок. В результаті шкідник гинув. Найважливіше, що отрута вироблялась тільки в організмі жуків – для людини і тварин така картопля виявилась абсолютно нешкідливою. Це значно спрощує процес вирощування картоплі, даючи змогу не обробляти її зайвий раз отрутохімікатами.

Американці домоглися зміни полуниць, тюльпанів. Вивели сорт картоплі, який при підсмажуванні вбирає менше жиру. Скоро планують отримати помідори-гіганти кубічної форми, щоб легше було пакувати їх у ящики.

Нещодавно Європейська комісія схвалила вирощування в Європі генетично модифікованої картоплі Amflora. Цей сорт, у якому змінено співвідношення двох фракцій крохмалю, – технічний, його не передбачено використовувати в харчуванні людини.

Стійкий до гербіцидів цукровий буряк уперше було вирощено в США та Канаді. Бразилія та Австралія також вирощують Bt – кукурудзу та стійкий до гербіцидів ріпак. На стадії розробок культури, стійкі до посухи. За прогнозами, до 2012 року в США буде комерціалізовано посухостійку кукурудзу.

В Америці й Канаді вирощують Гм-сою, винахід Monsanto. За допомогою генної інженерії в її генетичний код введені частинки ДНК квітки петунії, бактерії та віруса. Соя з фірмовою назвою Roundup Ready спеціально пристосована до популярного гербіциду Roundup цієї ж компанії.

В Китаї генетично модифікований бавовник засіяний вже на 10% усіх бавовняних ланів. Він здатен виробляти Bt-токсин, який в природі продукується бактерією *Bacillus thuringiensis* (Bt). Коли інсектицидні речовини потрапляють всередину комах-шкідників, бактеріальні спори проростають, виробляючи при цьому токсин, який і вбиває шкідника. Вже проведені польові випробування Bt-модифікованих тополь, ялинок, горіхового дерева та яблуні.

За останні 15 років пройшли польові випробування 25 000 різних трансгенних культур, з яких: 40% – стійкі до вірусів, 25% – стійкі до гербіцидів, 25% – стійкі до інсектицидів.

Цікаві можливості відкриваються для надання нових властивостей деревам. Уже існують сосна, евкаліпт та чорна тополя, генетично змінені таким чином, що з них набагато легше було добувати деревину. Її можна зробити м'якшою, або навпаки, підвищити щільність і міцність. Інші технології дозволяють прискорити ріст взимку, або виростити фруктові дерева-карлики, для зручного збирання плодів.

ГМО в тваринництві та медицині. Цікавими є досягнення в тваринництві. Для збільшення виробництва вовни без збільшення поголів'я до основного корму вівці – конюшини – було введено ген соняшника. Це підвищило вміст сірки в конюшині і, як наслідок, вовна вівці стала набагато густіша.

Відомо, що сичуг, необхідний для виробництва сиру, раніше отримували, забиваючи телят. Сьогодні існують трансгенні вівці, які дають молоко із вмістом сичужного ферменту.

Не можна обійти увагою один з найважливіших напрямків сучасної біотехнології – використання рослин як “біофабрик” для отримання дешевих білків медичного призначення. Генетично зміненим продуктам можна надати лікувальних властивостей. Достатньо перерахувати інсулін, інтерферон, гормон росту (лікує карликів); вирощено банани, які виробляють вакцину проти поліомієліту, банан з вмістом анальгіну і салат, який самостійно виробляє вакцину проти гепатиту В.

Працюють над виведенням картоплі з людським інсуліном, що дозволить діабетикам ласувати картоплею.

Так звані країни третього світу зараз дуже зацікавлені у використанні генетично модифікованого рапсу, який містить велику кількість бета-каротину, здатного допомогти людям з послабленим імунітетом та порушенням зору.

У перспективі винайдення ліків проти раку та СНІДу, вирощування стовбурових клітин для донорських органів.

Експерименти проводяться і в інших сферах, наприклад, в царині запахів. Маніпуляції з генами дозволяють виростити рослину практично з будь-яким запахом, починаючи від аромату звичайної троянди і закінчуючи парфумами від Кельвіна Кляйна.

Країни – виробники трансгенів. Переважна кількість сучасних генетично-модифікованих продуктів рослинного походження. Станом на 2009 рік комерціалізовано і допущено до вирощування, як мінімум в одній з країн світу, 33 види трансгенних рослин: соя-1, кукурудза-9, рапс-4, бавовник-12, цукровий буряк-1, папайя-2, гарбуз-1, паприка-1, томат-1, рис-1. На різних стадіях розгляду запитів на допуск знаходиться ще близько 90 різних видів трансгенних рослин, в тому числі картопля, слива, люцерна, квасоля, пшениця, земляний горіх, гірчиця, цвітна капуста, перець чилі та інші.

Основна маса ГМ-рослин культивується в США, Бразилії, Аргентині, Індії, Канаді, Парагваї, Китаї, менше – в інших країнах

Крім вищезазначених країн, в 2009 році ГМО комерційно вирощували на площах менше 1 млн. га на Філіппінах, Буркіна-Фасо, в Австралії, Іспанії, Мексиці, Чилі, Колумбії, Гондурасі, Чехії, Португалії, Румунії, Польщі, Коста-Ріці, Єгипті, Словаччині. Загалом, ГМО офіційно культивують в 25-ти країнах, 10 з яких розташовані в Південній Америці.

Більш ніж $\frac{3}{4}$ культивованої в світі сої (77%), яку вирощують на 90 млн. га. – генетично-модифікована. У 2009 році половина вирощеного на 33 млн. га землі бавовнику (49%) була трансгенною, четверта частина всієї кукурудзи (26%) на 158 млн. га та 21% рапсу на 31 млн. га – також.

Дослідження безпеки (чи ризику?) ГМО для екосистеми та людини. Під гаслом порятунку населення планети від насування голоду, світова наука пропонує сільському господарству взяти на озброєння генетично модифіковані рослини.

“Свобода от голода хотя и является самой низменной, но вместе с тем и самой необходимой свободой” (Л.Фейербах, 1843 рік).

Кожні декілька секунд (від двох до п'яти) від голоду помирає одне дитя виду Гомо сапієнс. Половина населення планети недоїдає. Практично всі, навіть в багатих країнах, страждають авітамінозом.

Для африканських країн подібні технології могли б стати справжнім порятунком. Справді, протягом кількох останніх років Південна Африка, Індонезія, Індія, Замбія, Філіппіни, Кенія та

Китай перебувають на різних стадіях польових випробувань або початкових етапів упровадження ГМ-культур.

Однак не все так просто. Однозначних переконливих доказів безпечності чи шкідливості такої продукції для екології людини та довкілля на сьогодні немає, прогнозовані економічні й екологічні вигоди від широкомасштабного застосування генетично модифікованих організмів очевидні, конкретні й досить часто виражаються в мільярдах доларів. А побоювання, що це може принести шкоду – невизначені.

Перші досліді щодо оцінки ризику впливу трансгенних рослин на довкілля (1999 р. на метеликах Монарх та личинках волохокрильця) не виявили негативних наслідків.

Трансгенні сорти створюють із звичайних того ж виду рослин. ГМО нічого не змінюють в біорізноманітті культурних та диких рослин, хіба що збільшують його. На сьогодні трансформовано 140 видів рослин, комерціалізовано (отримано дозвіл на вирощування з промисловою метою, на використання як харчових продуктів, або як корму для тварин) значно менше.

Поява нового для даного регіону виду рослини чи тварини завжди викликає побоювання. Але у країнах, де досягненнями біотехнологій користуються вже досить широко, контролюючі органи ретельно стежать за наслідками впровадження ГМ-рослин, і вже незабаром минає 20 років, як ніякого негативного впливу на екосистеми не виявлено.

Але канадські біологи відзначили зниження плідності свиней, які харчувалися трансгенами. Доктор Мейсон зафіксував у мишей високу «іммунну відповідь» на картоплю, модифіковану вірусним білком.

Схожі алергійні реакції спостерігають і у людей. В 2000 році в США вибухнув скандал навколо ГМ-кукурудзи StarLink, що виявилась сильним алергеном. Навесні 2004 року з'явилися повідомлення про дивне захворювання фермерів на Філіппінах. Люди, які проживали поблизу полів, засіяних трансгенною кукурудзою, починали чхати й задихатися від кашлю, однак після переїзду в інші райони, країни, всі симптоми зникали.

На думку ж провідного російського алерголога професора Гєрвасієвої із НДІ вакцин і сироваток, "різкий ріст алергічних захворювань, що спостерігається в останні роки в усьому світі, може бути наслідком вживання в їжу Гм-продуктів". І дійсно, у Швеції, де трансгени заборонені, число людей, що страждають алергією, становить усього 7%, у США, де заборон немає, – всі 70%.

Викликає питання й харчова цінність трансгенної продукції. Ще не забутий скандал навколо дитячого харчування Humana, зробленого на основі бідної живильними речовинами трансгенної сої, що привело до смерті декількох дітей в Ізраїлі наприкінці 2003 року. За даними академіка РАМН Віктора Тутельяна, у трансгенній картоплі утримується у два рази більше нітратів, ніж у звичайній, вітаміну С і бета-каротину, навпаки, істотно менше.

У ДУ НДІ харчування РАМН вважають перебільшеною загрозу ГМО для здоров'я. «Аналіз результатів проведених досліджень, а також даних світової наукової літератури, присвяченій проблемі безпеки ГМО, свідчить про відсутність яких-небудь негативних ефектів для здоров'я людини», – вважають в Інституті.

Як відзначають фахівці, за два десятки років не було отримано жодного свідчення шкідливості Гм-їжі. "ДНК із генетично модифікованих організмів так само безпечна, як і будь-яка інша ДНК у харчовому продукті", – відзначала провідний співробітник Інституту Олена Сорокіна в опублікованій статті у "Селянських відомостях" (2004 рік).

Слід зазначити, що всі трансгенні організми перед виходом на ринок проходять ретельну перевірку на безпеку для людини та екології в цілому. Процес розробки нового сорту, випробування його і дослідження на біобезпеку займає багато часу (7-10 років) і коштує великих грошей (\$ 50-200 млн.).

Звичайно, вчені не відкидають питання про потенційні ризики від використання ГМО.

Фахівці відзначають побоювання, що результатом масового застосування біотехнологій може бути виникнення незапланованих організмів-мутантів внаслідок, наприклад, переzapилення Гм-рослин з дикоростучими видами. Крім того, існує ризик появи нових, більш небезпечних штамів фітовірусів, і розвиток стійкості до трансгенних токсинів у комах. А ряд учених не виключає, що Гм-рослини в майбутньому зможуть витиснути популяції своїх диких родичів.

Рослини з вбудованими генами, які прискорюють ріст і розвиток, більшою мірою, ніж звичайні, виснажують ґрунт і порушують його структуру. Токсини ГМ-рослин придушують життєдіяльність ґрунтових безхребетних, мікрофлори й мікрофауни. Відбувається порушення природної родючості.

У майбутньому впровадження чужорідних природі Гм-рослин може поставити під загрозу все сільське господарство, оскільки селекція і створення нових сортів залежить від розмаїття природних генетичних ресурсів.

Загроза спонтанної гібридизації трансгенів і бур'янів розглядається з-поміж фахівців як перебільшена. “Бур'яни набагато більш життєстійкі й краще пристосовані до змін у навколишньому середовищі, вони просто знищать чужинців” – відзначають деякі біологи.

Генетично модифіковані породи дерев створюють низку нових проблем. Крім того, що вони можуть жити набагато довше (до 100 років), пилок цих дерев може розноситися на кілометри, розпилюючи генетично модифікований матеріал у навколишнє середовище. Щоб вирішити проблему генетичного забруднення, вчені намагаються домогтися стерильності запилення.

До протестів екологів і лікарів додаються заперечення економістів. Зокрема, як нагадують автори книги “ГМО: контроль над суспільством або суспільний контроль?”, перехід на трансгенні культури може привести до залежності національної економіки від компаній, володіючих біотехнологіями, що у свою чергу, являє загрозу продовольчій безпеці країни.

Тепер про головне: ГМО і здоров'я людини. Як стверджують, трансгени збільшують ризик виникнення небезпечних алергій, харчових отруєнь і мутацій. Зокрема, говорять деякі фахівці, більшість відомих трансгенних рослин не гинуть при масовому використанні сільськогосподарських хімікатів і можуть їх акумулювати. Крім того, результатом вживання Гм-продуктів у їжу може стати несприйнятливість до антибіотиків, попереджають співробітники Інституту Цитології РАН.

Якщо продукт в процесі розробки демонструє алергійні чи інші небезпечні властивості для людини – його культивування припиняється. Наприклад, припинено розробку:

- 1996 р., кормова соя з геном бразильського горіха компанії Pioneer Hi-Bred;
- 2001 р., кормовий сорт Вt-кукурудзи “StarLink”, компанія Aventis Crop Sciences;
- 2005 р., пасовищний горох, стійкий до комах-шкідників, компанія CSIRO.

Станом на 2010 р. інших прикладів алергійності трансгенних продуктів не спостерігали.

Висновки. За даними екологів, за останні 4 роки частка генетично модифікованих продуктів на ринку України зросла за різною інформацією до 30-40% (за неофіційними даними з усього обсягу посівів сої ГМО становить 60-70%, кукурудзи – 10-20%, ріпаку – 5%). А відсоток вмісту трансгенів у вітчизняних та імпортованих продуктах може коливатися у межах від 0,5% до 30%.

Європа ставиться до продуктів генної інженерії набагато обережніше: Європейська Спілка видала відповідну директиву щодо маркування продуктів, а більшість країн нашого континенту законодавчо обмежила вміст ГМО у продуктах харчування. У різних країнах Європи допустима межа вмісту ГМО коливається в межах від 0,3% до 2%. Обов'язкова умова – виробництво дитячого харчування з ГМО заборонено.

Підтримала цю політику щодо ГМО і Україна. З 2002 року ми приєдналися до Картахенського протоколу, який передбачає жорсткий контроль за ГМО. Україна зобов'язалася прийняти закон “Про біобезпеку”. Однак його ухвалили лише у 2007 році разом з іншими документами, готуючись до вступу у СОТ. Наступними кроками української влади стало прийняття 13 травня 2009 року постанови Кабінету Міністрів України № 468, якою затверджено порядок маркування харчових продуктів, що містять понад 0,1% ГМО. Згодом Кабінет Міністрів України пом'якшив умови маркування: постановою від 1 липня №661 допустимий рівень вмісту ГМО у продуктах збільшено до 0,9%.

Як впливає вживання продуктів із вмістом ГМО на організм людини – наразі загадка.

Поки вчені сперечаються про безпечне вживання ГМО, ми розуміємо, що уникнути їх сьогодні неможливо. Тому споживач наперед повинен знати, що він купує, і свідомо робити свій вибір.

Побачити ефект вживання трансгенів можна лише за декілька десятиліть: тільки час розставить крапки над «і» щодо користі та ризику використання ГМО.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Арсєєнко А. ГМ: у пошуках продовольчої безпеки // Дзеркало тижня. - № 40 (313).
2. Маслоу А. Новые рубежи человеческой природы. – М: 1999.
3. Ніколайчук В. І., Горбатенко І. Ю. Генетична інженерія. – Ужгород, 1999.
4. Суржик Л. Біотехнологія в сучасному світі: користь і ризики // Дзеркало тижня. – № 48 (372).
5. Топчієв О. Г. Екологічна безпека і раціональна територіальна організація суспільства // Український географічний журнал. – 1993. – № 2. – С. 3-7.
6. Топчій Т. Польові революції ХХІ століття // Дзеркало тижня. – № 24 (348).
7. Як уникнути використання продуктів з генетично модифікованими інгредієнтами (ГМ-продуктів)? // Довідник Грінпіс, 2005. – № 12. – 64 с.
8. Янковський В. Біотехнологіи, ваш вихід! // Дзеркало тижня. – № 41 (365).
9. James C. Global status of commercialized transgenic crops // Коммерческие биотехнологии. – 2002. – № 27.

Дудок М. Д., Андріяшева Ю. В.

ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПРОДУКТЫ – ПОЛЬЗА И ВРЕД ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ

Рассмотрены история возникновения, цель, проблемы и перспективы такой новейшей технологии, как генная инженерия. Детально описаны позитивные и негативные последствия использования разнообразия генетически модифицированных продуктов.

Ваків О. Я, Ваків В. Я.

Науковий консультант – доц. Чуйко Т. М.

ПОДИХ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ

Подано короткий опис історії будівництва і розвитку Львівської залізниці. Підкреслено особливості експлуатації та напрямки модернізації.

На початку листопада 2011 року у Львові відбулася Міжнародна конференція з історії залізниць, яку організували: Міжнародна асоціація дослідження історії залізниць та Львівський Центр міської історії Центрально-Східної Європи. Тема наукової конференції “В очікуванні залізниці: Як периферія сполучалася з центрами індустріалізації” перегукувалась з ювілейною датою, 150-річчям від дня прибуття першого поїзда “Ярослав” із Відня до Львова (4 листопада 1861 року) – датою почату розвитку залізничного сполучення на території сучасної України.

Конференція відбулася за підтримки послів Австрії та Франції в Україні, крайового уряду Каринтії (Австрія), Австрійського культурного форуму Відня та інших.

Це вже п'ятий за рахунком такий захід, організований Міжнародною асоціацією дослідження історії залізниць. Попередні наукові зібрання, присвячені цій тематиці, відбулися в Португалії, Словаччині, Бельгії та Австрії. І вперше ця поважна подія відбулася в Україні, саме у Львові.

Залізничний шлях, який поєднав Львів із головними торгівельно-промисловими центрами Європи, став знаковою подією не лише у житті міста, але й відіграв важливу роль у розвитку західноукраїнського регіону. Залізнична колія в Галичині будувалась швидко – 28 вересня 1873 року залізниця з'єднала Галичину з Волинню та зістикувалася із залізницями Росії, до 1875 року було завершено прокладання ще одного важливого напрямку – через Карпати до Мукачева, а першого вересня 1886 року з перону Львівського вокзалу вирушив у рейс поїзд до Чернівців. У 1890 році експлуатаційна довжина залізничних колій у Західній Україні сягала 1435 км, а до початку Першої світової війни – 2676 км.

Організатори конференції зазначили, що у середині ХІХ століття залізниця здійснила революцію у транспортному сполученні і багато людей покладали великі надії на позитивний вплив, який нова техніка матиме на економіку та суспільство.

Як приклад, можна назвати публікацію однієї із Львівських газет на початку 1850-х рр., де підкреслювали вагомість залізниці для міського довкілля: “Відтепер Галичина прив'яжеться до цивілізованого заходу залізними ланцюгами. Залізниця принесе динамічний розвій і яскраве життя у застояні й інертні маси”.

Цікавими є залізничні новини того часу, надруковані в Львівській газеті “Діло” (із збереженням мовного колориту).

“Діло”, 2 (14) січня 1888 року.

Пільга за зріст: “Дирекція Чернівецької залізниці у Відні зазначила, що знижку на половину вартості квитка матимуть тільки ті діти, зріст яких не сягає одного метра. Тож кондуктори повинні бути пильними і звертати на це увагу – для цього на дверях кожного купе позначена метрова мірка”.

Бібліотеки залізничні: “Минулого тижня у Відні відбулась конференція делегатів австрійських залізниць з метою влаштування залізничних бібліотек. Автором цього проекту є англійське товариство “Globe Company”. Найперше вирішено започаткувати такі бібліотеки на державних залізницях, на залізниці північній, Кароля Людвіка, Львівсько-Чернівецькій. Тепер подорожуюча публіка на залізничних станціях може позичити книжку для читання в поїзді за певний завдаток, а на зворотному шляху на станцію повернути прочитану книгу, отримавши при цьому половину завдатку, наприклад, 50 крон”.

Ухвалено побудову парового трамваю: “Вчора у Відні на загальних зборах акціонерів Львівської та Белзької залізниць ухвалено побудову парового трамваю від Клепарова до Винник. Управляюча рада залізниць уповноважена працювати у цьому напрямку”.

“Діло”, 2 (14) січня 1897 року

Недільний спочинок на залізниці: “Міністерство залізниць видало як для австрійських, так і для приватних залізниць важливе розпорядження, в якому повідомляється, що в неділю і у вісім визначених великих свят вантажний рух на залізницях буде зупинений. Не стосується це лише відправлення худоби і термінового висилання товарів. Можливі подальші винятки, що стосуватимуться великих магазинів і залізничного персоналу”.

Нещодавно на споруді Львівського вокзалу відкрито меморіальну дошку (розміром 1,5 × 1 м) на честь ювілейної дати. Автор-художник та скульптор – завідувач музею Львівської залізниці Р. Патик. Ініціатором створення пам’ятки виступило Австрійське консульство у 2008 році. На дошці (двома мовами) зазначено: “4 листопада 1861 року з Відня до Львова прибув перший поїзд. Це ознаменувало початок залізничного руху на теренах сучасної України”.

Сьогодні залізниця здійснює перевезення вантажів і пасажирів на теренах семи областей Західної України. Через Львівську залізницю відбувається транспортне сполучення з країнами Західної та Південної Європи, на кордоні України в межах Львівської магістралі діють 17 прикордонних переходів. Експлуатаційна довжина колії становить 4514 км, що становить 20,5 відсотка від загальної довжини колії в Україні, довжина електрифікованих ділянок – 1424,2 км. Основною особливістю нашої залізниці є експлуатація колії в гірських умовах, а також близько 7 тисяч штучних споруд (мостів, віадуків, тунелів), що становить 70 відсотків усіх штучних споруд залізниць України. Ця обставина вимагає підвищеної уваги до технічного стану колії, штучних споруд рухомого складу та високої кваліфікації експлуатаційного персоналу.

На сьогодні колектив Львівської залізниці нараховує 55 тисяч трудівників, котрі щодня, не покладаючи рук, виконують свою роботу, від якої залежить безпека руху та якість пасажирських і вантажних перевезень.

Перші роки переходу на ринкові умови господарювання у незалежній Україні видались нелегкими для Львівської залізниці – скоротилися обсяги перевезень, загострилася потреба заміни локомотивів та вагонів, колія потребувала ремонту.

Результатом клопіткої роботи колективу Львівської залізниці стало те, що мережа залізниці на заході країни, поряд з Донбаським регіоном, нині є найбільш розгалуженою в Україні. Значною є турбота про умови праці та побут працівників, залізниця збудувала базу відпочинку у Карпатах і Криму. Відновив роботу збудований ще 1937р. Палац культури залізничників.

За роки незалежності багато зусиль докладено до подальшої модернізації галузі. Особливе значення при цьому надавали продовженню електрифікації Львівської залізниці. Електрифіковано такі важливі ділянки як Львів - Тернопіль - Підволочиськ і далі – до столиці нашої держави, а також відтинки колії Рівне - Ковель. Проводиться робота з підготовки колій Львівської залізниці до швидкісного руху. Вперше в Україні на станції Мостиська-II

встановлено пристрій “SUW-2000”, який дозволяє без зупинки поїзда змінювати ширину візків вагонів із Європейської колії (1435 мм) на широку вітчизняну (1520 мм) і навпаки.

Сьогодні жоден інший вид транспортування пасажирів і вантажів не здатен конкурувати із залізницею у сфері перевезень. Майже 80 відсотків вантажів і понад 50 відсотків пасажирів перевозить саме залізниця. І нехай на даний час залізничний транспорт не є найшвидшим, але як засвідчує практика – він найнадійніший і найбезпечніший. Не випадково саме через залізницю пролягають основні вантажні артерії до об’єктів, які споруджуються для проведення в Україні футбольного чемпіонату Європи 2012 року, і саме на неї покладені основні функції перевізника пасажирів під час проведення Євро-2012.

Оновленою, потужною, з величними планами та перспективами увійшла залізниця у XXI століття.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Газета “Сегодня”, 2.12.2011, №272 (3991).
2. “Львівський залізничник”, 4.11.2011, №43 (7949) ГС ДТГО, Львів.
3. Томін Ю. В очікуванні залізниці... / “Львівський залізничник”, 2.12.2011, №47 (7953), ГС ДТГО: Львів.

Вакив О. Я, Вакив В. Я.

ДЫХАНИЕ ЛЬВОВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Дано краткое описание истории строительства и развития Львовской магистрали. Выделены особенности эксплуатации и направление модернизации.

Полодь М. С., Дзондза М. В.

Науковий консультант – проф. Гера Б. В.

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Проведено огляд літературних та Інтернет джерел про можливості застосування геоінформаційних систем для інформаційної підтримки прийняття рішень на залізничному транспорті. Створено геореляційну модель ділянки залізничної колії та об’єктів, що належать до неї.

Вступ. Сучасна геоінформаційна система (ГІС) – це система керування базами даних (СКБД), призначена для роботи з територіально орієнтованою інформацією. Важливою особливістю ГІС є здатність пов’язати форму і розташування об’єктів на земній поверхні з атрибутивною інформацією, поданою у табличному вигляді, яка і описує їх властивості [4].

Залізничний транспорт має територіально розподілену структуру. Кожна станція, ділянка колії, підприємство мають не лише накопичену інформацію в текстовому вигляді, вони мають географічне розташування і своє місце на карті. Для таких комплексів особливо наочним визнано подання інформації про об’єкти і процеси (стан перевезень, рухомий склад, стан колії та колійні роботи тощо) у вигляді тематичних цифрових карт, доповнених таблицями, графіками, схемами тощо, які задають їх властивості.

Впровадження геоінформаційних систем на залізничному транспорті перебуває в стадії проектів. Подано ряд пропозицій фахівців галузі інформаційних технологій стосовно побудови таких систем для різних рівнів інформаційного забезпечення з метою оптимізації структури та керування залізничним транспортом, створено експериментальні зразки пілотних проектів. Хоча переконливе обґрунтування потреби і можливостей ГІС для розвитку галузі настане лише за їх практичного застосування, оцінку користі чи витрат можна зробити, використовуючи математичне моделювання із застосування наявних ГІС загального призначення. Менш витратними є проекти, які стосуються окремих підприємств та їх взаємодії, хоча більшість запропонованих проектів стосується верхнього рівня управління перевезеннями і залізничним транспортом, тобто рівня залізниці.

1. Моделі ГІС

В основі ГІС лежить СКБД. Оскільки просторові дані та різноманітні зв'язки між ними достатньо складно описати реляційною моделлю, модель даних ГІС має змішаний характер. Просторові дані спеціальним чином організовані, і ця організація не базується на реляційній концепції. З іншого боку, атрибутивну інформацію об'єктів (семантичні дані) можна представити реляційними таблицями і відповідно опрацювати.

Об'єднання моделей даних, які лежать в основі представлення просторової і семантичної інформації в ГІС, утворює геореляційну модель.

ГІС зберігає інформацію про реальний світ у вигляді сукупності тематичних шарів, які об'єднують на основі їх географічного розташування. Така інформація містить відомості про: розташування у вигляді прив'язки до географічних чи інших координат, як ідентифікатор земельної ділянки; код мережної розмітки залізничної станції; назва дороги; кілометровий стовп при залізничній колії тощо. Для автоматичного визначення місця розташування об'єктів застосовують процедуру геокодування і принцип звертань. За їх допомогою можна швидко визначити і подивитися на карті, де знаходиться об'єкт, який нас цікавить.

ГІС може працювати з двома типами цифрових зображень: векторними і растровими, тому існують дві моделі ГІС. У векторній моделі кодування інформації про точки, лінії і полігони зберігається у вигляді сукупності координат (X, Y).

Просторова модель оптимальна для роботи з неперервними об'єктами. Растрове зображення представляє собою сукупність значень для окремих елементарних складових (комірок).

2. Задачі, які розв'язують

ГІС загального призначення переважно виконує декілька задач:

- введення даних;
- перетворення і маніпулювання даними;
- формування інформаційного запиту і його аналіз;
- візуалізація даних.

Для використання ГІС дані про розташування об'єктів залізниці необхідно перетворити у відповідний цифровий формат. Процес перетворення даних з паперових карт у комп'ютерні файли називається оцифруванням, і передбачає застосування систем автоматизованого проектування і сканерної технології.

На залізничному транспорті для спільного опрацювання і візуалізації дані зручніше представити в єдиному масштабі і в однаковій картографічній проекції. ГІС-технологія надає різні способи маніпулювання просторовими даними і виділення даних, які потрібні для конкретної задачі [5].

У невеликих проектах географічна інформація може зберігатися у вигляді звичайних файлів. За збільшення об'ємів інформації і зростання кількості користувачів для структурування і керування даними ефективніше застосовувати СКБД і спеціальні комп'ютерні засоби для роботи з інтегрованими сукупностями даних.

За наявності ГІС і географічної інформації можна отримати відповіді як на прості питання, так і на складніші запити, які вимагають додаткового аналізу. Запити можна задавати як простим натисканням кнопки миші на певному об'єкті, так і шляхом розвинутих аналітичних засобів. Процес накладання (просторового об'єднання) включає інтеграцію даних, розташованих у різних тематичних шарах.

Для багатьох типів просторових операцій кінцевим результатом є представлення даних у вигляді карти чи графіка. Карта – це ефективний та інформативний спосіб збереження, представлення і передачі географічної (яка має просторову прив'язку) інформації. ГІС надає нові чудові інструменти, які розширюють, розвивають мистецтво і наукові основи картографії. За допомогою ГІС візуалізацію самих карт можна легко доповнити звітними документами, тривимірними зображеннями, графіками, таблицями, діаграмами, фотографіями та іншими засобами, наприклад, мультимедійними.

3. Приклад розробки і створення ГІС ділянки залізниці

Універсальним і найпоширенішим засобом для створення ГІС є система ARC/INFO (спрощена версія ARC/INFO – Arcview) [6], яка працює з будь-якими видами інформації, має прив'язку до території. За допомогою ARC/INFO можна легко отримати у цифровій формі будь-яку карту, схему, відеозображення або рисунок, внести табличні, статистичні та інші

тематичні дані, прив'язані до об'єктів карти. ARC/INFO дає можливість працювати зі сукупностями карт, накладаючи одну на одну і проводити їх узагальнений аналіз, створювати "тверді" копії необхідних карт і схем.

Ще одне популярне середовище розробки – AutoCAD Map 2000, яке володіє усіма інструментами програми AutoCAD 2000, а також спеціальними можливостями для створення, відстежування і виробництва карт і картографічних даних. Програма дозволяє працювати з широким спектром файлових форматів і типів даних, забезпечує можливість зв'язку з базами даних і містить основні інструменти ГІС-аналізу [3].

Поряд з програмним забезпеченням ГІС-систем загального призначення існують вузько-спеціалізовані програми, призначені для фахівців певної галузі. Одними зі споживачів послуг ГІС можуть стати працівники транспортної галузі, зокрема, залізничний транспорт. Тому для залізничного транспорту поряд з реляційними системами керування базами розроблялися спеціалізовані довідково-аналітичні системи з використанням картографічного представлення інформації [2, 6].

Задачі, пов'язані з перевезеннями, вимагають забезпечення оперативними даними. Тому інформаційна система керування процесом перевезень з елементами ГІС повинна бути адаптована до АСК ВП.

Для прикладу моделі інформаційної системи було вибрано ділянку колії Львівської залізниці. Створено види з сукупністю тем, які містять точкові (станції), лінійні (колія, дороги) та полігональні об'єкти, які належать до вибраної ділянки колії. Для отримання файлів, які дають можливість відображати об'єкти, використовували цифрову карту місцевості масштабу 1:200000. Описова інформація про об'єкти внесена у таблиці атрибутів. На рис 1. показано створення ділянки колії, станції, а також таблиця, одне з полів якої використано для нанесення на карту назв станцій.

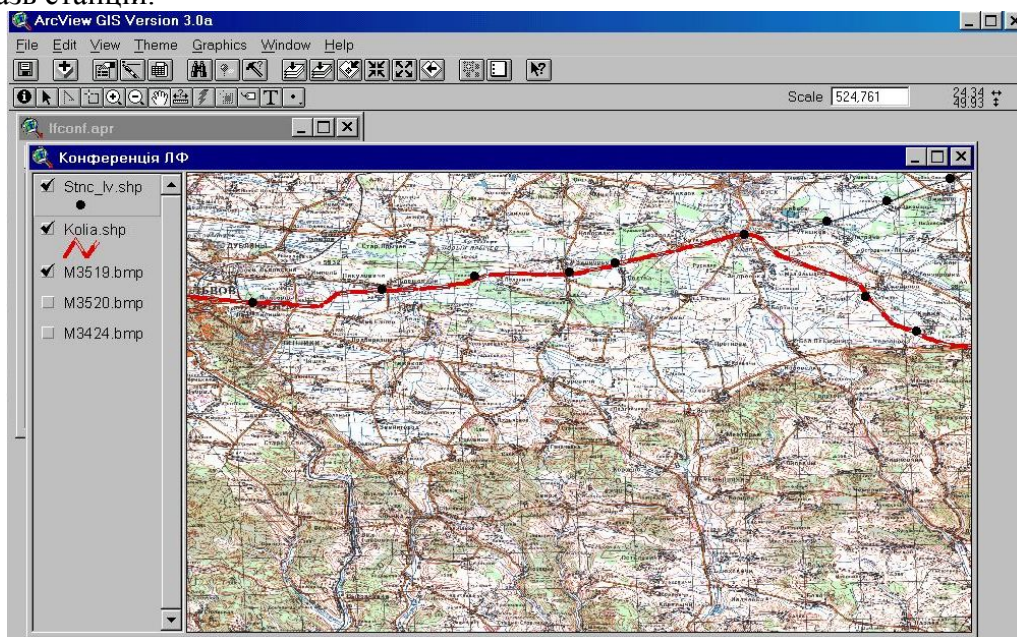


Рис. 1. Перший етап побудови тем з використанням оцифрованої карти

За наявності даних, отриманих з інших джерел, їх також можна використати під час створення інформаційної системи. Так, для прикладу внесемо у систему адміністративні границі районів та міст, а також автомобільні шляхи (рис.2).

Значні труднощі виникають уже на першому кроці створення проекту. Під час використання даних, отриманих з різних джерел, їх потрібно географічно узгоджувати, усуваючи деформації зображень та мап [1]. Навіть топографічні карти мають деякі неточності, що призводить до неспівпадіння даних про територіальне розташування об'єктів. У даному прикладі це, зокрема, стосується зміщення окремих залізничних станцій та незначних відхилень колії на зображеннях, отриманих після оцифрування різних мап.

В одному проекті можна поєднати види різного масштабу. Так, для більш детального представлення об'єкта, який присутній на мапі лише у вигляді позначки (сортувальна станція, окреме підприємство), доцільно створити окремий план більшого масштабу.

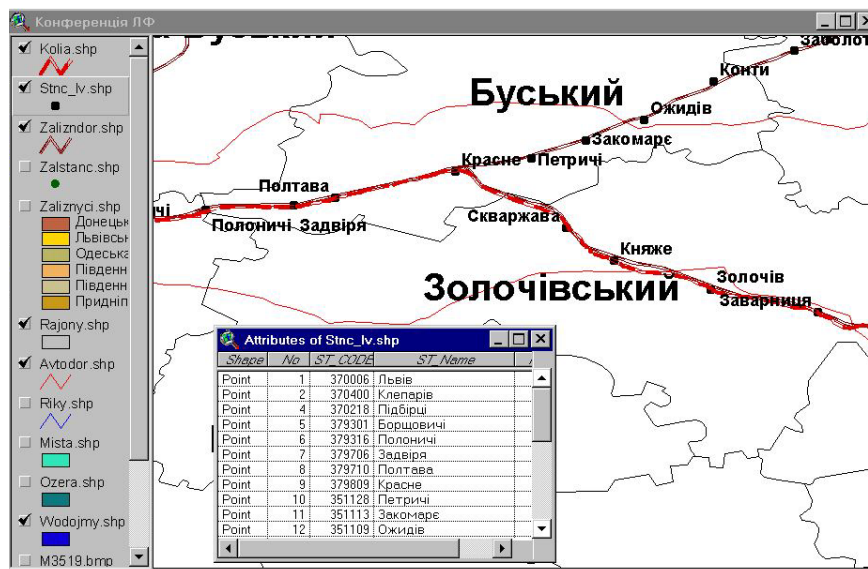


Рис.2. Ділянка колії з доданими темами до багатошарової карти

Для ілюстрації взаємозв'язку магістральних колій з коліями окремого підприємства приведено його план з мережею внутрішніх колій та виходом на колії залізниці (рис. 3).

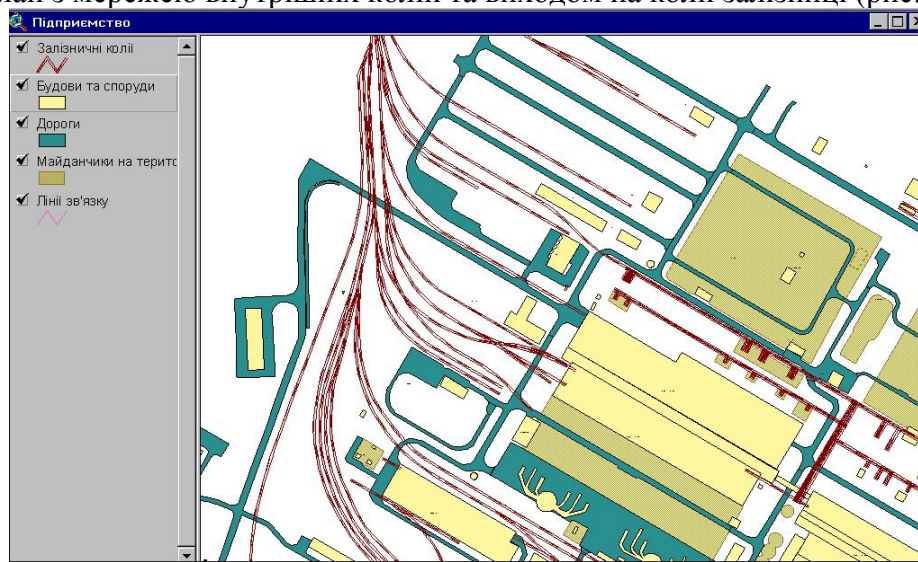


Рис.3. План підприємства з внутрішніми мережами.

На мапах колія відображена кривою лінією, що сприймається дуже узагальнено. ГІС можна використати також для відображення даних під час проектування колійних робіт. Проведення польових робіт дає сукупність даних про колії (координати точок на рейках з кроком у десятки метрів, профіль) та розташування (координати) суміжних об'єктів (стовпи, бордюри тощо). Так, за даними, отриманими у Державному підприємстві проектування залізниць у координатній формі, побудовано план ділянки колії Золочів – Заварниця Львівської залізниці. Фрагмент цієї ділянки показано на рис. 4. Тут окремі шари дозволяють відтворити стовпи, позначено $\circ$, бордюри – $\square$, інші об'єкти та точки допоміжних вимірювань. Точки вимірювання координат колій позначено $\times$.

Наявність таблиць дозволяє створювати запити, у результаті виконання яких можна вибирати і відображати об'єкти із заданими властивостями. Крім того, створюючи програмні модулі (Scripts) на мові програмування Avenue, маємо можливість визначати кількісні параметри об'єктів. Так, для прикладу наведемо фрагмент тексту програми для автоматизованого визначення кількості опор на ділянці колії:

```
aView=av.FindDoc("Дані Інституту")
if (aView<>nil) then
  aTheme=aView.FindTheme("Opory.dbf")
  if (aTheme<>nil) then
```

```

kOpor=aTheme.GetFTab
n=0
for each recNum in kOpor
n=n+1
end
MsgBox.Info(n.AsString,"")
else
MsgBox.Info("No Theme", "")
end
else
MsgBox.Info("No View", "")
end
end

```

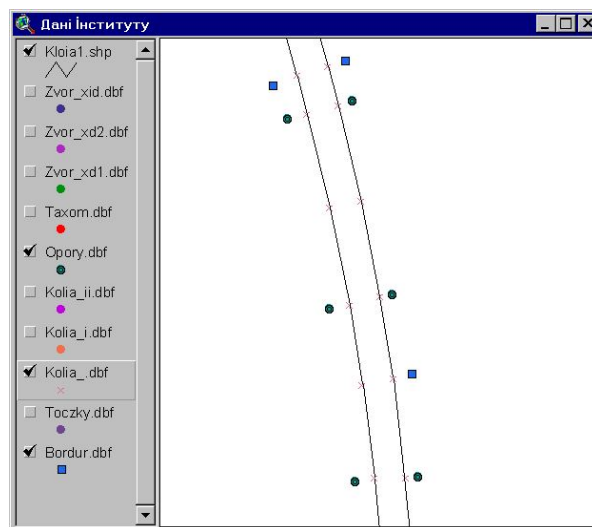


Рис. 4. Фрагмент ділянки колії

Висновок. Під час використання ГІС програм загального призначення для інформаційного забезпечення робіт на залізничному транспорті доцільно створювати декілька їх видів для представлення об'єктів різного масштабу (залізниця, підприємство, сортувальна станція, ділянка колії). Залучення даних з різних джерел, зокрема, топографічних та тематичних карт, потребує їх взаємного узгодження та картографічної прив'язки внаслідок деформації отриманих на їх основі відображень тем.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гера Б. В., Чапля Е. Я. Вариационный подход к аппроксимации функции преобразования координат для согласования тематической карты с изображением // Автоматизированные системы обработки изображений (АСОИЗ-86) [II Всесоюз. конф.]: тезисы докладов. – М.: Наука. 1986. – С. 322-323.
2. ГИС грузовых перевозок. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://Intelex.RU/Проекты>.
3. Сайт ГИС-Ассоциации. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gisa.ru>.
4. Самардак А. С. Геоинформационные системы // Владивосток. – 2005. – С. 123.
5. Митчел Э. Руководство по ГИС анализу / Энди Митчел. – Ч. 1: Пространственные модели и взаимосвязи.
6. ТМкарта. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tmssoft.com.ua>.

Полодь М. С., Дзондза М. В.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Проведен осмотр литературных и Интернет источников о возможности использования геоинформационных систем для информационной поддержки принятия решений на железнодорожном транспорте. Создана геореляционная модель участка железнодорожного пути и принадлежащих к нему объектов.

МОЖЛИВОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ TSI (ТЕХНІЧНИХ СПЕЦИФІКАЦІЙ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ)

Наведено можливості удосконалення системи ремонту рухомого складу з урахуванням вимог Євроспільки.

Актуальність роботи. Основними нормативними документами Євроспільки у сфері технічного регулювання на залізничному транспорті є директиви 96/48/ЕС і 2001/16/ЕС і керівництво по їх реалізації. Ці директиви встановлюють вимоги, що стосуються створення інтероперабельних (експлуатаційно сумісних) високошвидкісних і традиційних залізничних ліній і їх підсистем:

- структурні підсистеми:
 - інфраструктура;
 - енергопостачання;
 - системи управління і сигналізації;
 - здійснення перевезень і управління ними;
 - пересувний склад;
- експлуатаційні підсистеми:
 - технічне обслуговування і ремонт;
 - системи обробки і передачі даних для пасажирських і вантажних перевезень.

З використанням принципів Нового підходу у вказаних директивах сформульовані вимоги до структурних підсистем, що стосуються безпеки, безвідмовності, готовності, гігієни і санітарії, технічної сумісності взаємодіючих підсистем, захисту навколишнього середовища, навчання і кваліфікації персоналу, безпосередньо пов'язаного з рухом поїздів, а також технічним обслуговуванням і ремонтом технічних засобів залізничного транспорту.

У розвиток вимог цих директив до структурних підсистем розроблено і рішеннями Комісії Євроспільки по Технічних вимогах по інтероперабельності (TSI) введено в дію відповідні TSI. Усі вони, у свою чергу, містять як конкретні, так і істотні вимоги до компонентів підсистем, а також посилання на відповідні європейські стандарти (EN), що конкретизують вимоги TSI.

Технічне законодавство Євроспільки рекомендує використання нормативних документів (стандартів, пам'яток, правил, методик) міжнародних організацій (Міжнародного союзу залізниць – UIC, Міжнародної електротехнічної комісії – IEC, Міжнародної організації зі стандартизації – ISO), а також допускає за дотримання певних умов застосування національних стандартів провідних країн – членів Євроспільки (наприклад, Німеччини, Франції, Великобританії) – до заміни їх європейськими стандартами.

Залізничний транспорт є основою транспортної системи України і повинен забезпечувати вчасно і якісно потреби населення в перевезеннях і послугах, життєдіяльність усіх галузей економіки і національної безпеки держави. Він відіграє велику роль у формуванні ринку транспортних послуг і дозволяє ефективно розвивати підприємницьку діяльність у взаємодії з іншими видами транспорту.

У зв'язку зі значним зношенням тягового рухомого складу (ТРС) залізниць України велике значення для його підтримки в стані працездатності та прийняття правильних інженерних рішень має своєчасне отримання відповідної діагностичної інформації. У межах існуючої планово-попереджувальної системи (ППС) обслуговування та ремонтів це вимагає застосування засобів технічного діагностування (ЗТД) безпосередньо на ремонтних підприємствах, у локомотивних депо. Нові ЗТД повинні відповідати сучасним вимогам інформаційних технологій незалежно від їх виду (вбудовані в системи ТРС, стаціонарні, пересувні). Тому під час їх створення також необхідно враховувати сучасні методи розроблення, у тому числі середовища графічного проектування з базовими функціями збору даних та управління приладами.

Сучасна програма ремонту і технічного обслуговування ТРС розраховується для кожного локомотивного депо, виходячи з планового загального пробігу приписних поїзних локомотивів, парку непоїзних локомотивів і норм міжремонтних пробігів і термінів.

У даний час розроблена і діє чітка система ТО і ПР. В основі цієї системи Укрзалізницею встановлено пробіги в локомотиво-кілометрах або годинах, між кожним видом ТО і ПР. Однак, недостатнє забезпечення запасними частинами, неякісне виконання ремонту агрегатів та вузлів призводить до виникнення транспортних подій, спричинених несправностями ТРС.

У 2010 році в локомотивному господарстві зафіксовано 308 транспортних подій, що становить 37,7% від загальної кількості транспортних подій, які сталися на теренах Укрзалізниці (УЗ), проти 321 випадку, або 39,1%, що мали місце у 2009 році. Основна причина транспортних подій у 257 випадках – це поява несправностей локомотивів та їх обладнання на шляху прямування.

Передумовами цього є: у 170 випадках – неякісний ремонт та технічне обслуговування в умовах депо, у 24 випадках – неякісний ремонт в умовах локомотиворемонтних заводів, 36 випадків – через експлуатацію ТРС та їх вузлів з вичерпаними термінами служби. У 27 випадках діяли непрофесійно локомотивні бригади за появи несправностей.

Від загального плану матеріально-технічних закупівель (МТЗ) господарство отримало 55% запчастин. З вичерпаними термінами служби експлуатуються: 74% електровозів, 85% магістральних тепловозів, 67% маневрових тепловозів.

Така ситуація потребує кардинального і нагального рішення. З досвіду роботи залізниць сусідніх країн, зокрема Росії та країн Євроспівки, суттєвого зменшення несправностей та поломок обладнання можна досягнути під час використання системи ремонту рухомого складу за фактичним станом. Досягнення даної системи ремонту дозволяє гарантувати безпеку експлуатації ТРС, задекларовану в Директиві 2001/16/EC (Directive 2001/16/EC Of The European Parliament And The Council of 19 March 2001 on the interoperability of the trans-European conventional rail system) по інтеперабельності транс-європейських залізниць (не враховуючи високошвидкісні магістралі).

Застосування даної системи дозволяє якісно, а що головне, своєчасно, проводити ремонт вузлів ТРС. Однак потребує потужних інвестицій для встановлення обладнання, зокрема датчиків, облаштування аналітичного центру, та модернізацію схем наявного ТРС.

Враховуючи вищенаведене, оптимальним, з огляду на наявний стан фінансування, було б застосування змішаної системи ремонту із поєднанням ремонту рухомого складу за фактичним його станом та наявної планово-попереджувальної системи ремонту.

При обґрунтуванні оптимального режиму технічного обслуговування та ремонту рухомого складу перелік операцій визначають за коефіцієнтом повторюваності, періодичність встановлюють за статистичними даними пробігу ТРС до припустимого значення параметра вузла, агрегату. Для скорочення витрат на технічне обслуговування і підвищення надійності необхідно виконувати ремонтні роботи, коли параметр, що визначає стан вузла, досягає мінімально припустимого значення. Це можливо тільки за своєчасного і точного визначення технічного стану вузлів і агрегатів ТРС без їх демонтажу та розбирання.

На даний час технічний контроль у депо виконують головним чином візуально, що недостатньо ефективно, і оцінка технічного стану залежить від кваліфікації ремонтного персоналу. Для об'єктивного контролю необхідно мати відповідні контрольні прилади. Інструментальне визначення технічного стану вузла, агрегату без розбирання називають діагностикою. Застосування засобів діагностики знижує витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт на 5%, витрату запасних деталей і матеріалів – на 10%, паливо-енергетичних ресурсів – на 20%.

Сьогодні на мережі залізниць країн СНД експлуатується понад 200 різних засобів контролю і технічної діагностики. На жаль, більшість приладів не має вбудованих систем обробки, запису, архівування і передачі інформації в електронному вигляді, що ускладнює створення автоматизованих комплексів з керування якістю ремонту і ведення електронного паспорта локомотивів і їхнього устаткування. Разом з тим, застосування технічних засобів вхідного, міжопераційного і вихідного контролю під час виконання ремонтних робіт є невід'ємною частиною забезпечення безпеки руху. Їх ефективне використання в умовах ремонтних підприємств Укрзалізниці і власників за рахунок проведення моніторингу рухомого складу в роботі, створення дорожніх і регіональних діагностичних центрів обробки і нагромадження діагностичної інформації, проведення діагностики забезпечує поступову відмову від планово-попереджувальної системи ремонту і перехід на ремонт за фактичним

станом об'єктів контролю з високою якістю і мінімізованими експлуатаційними витратами на їх утримання.

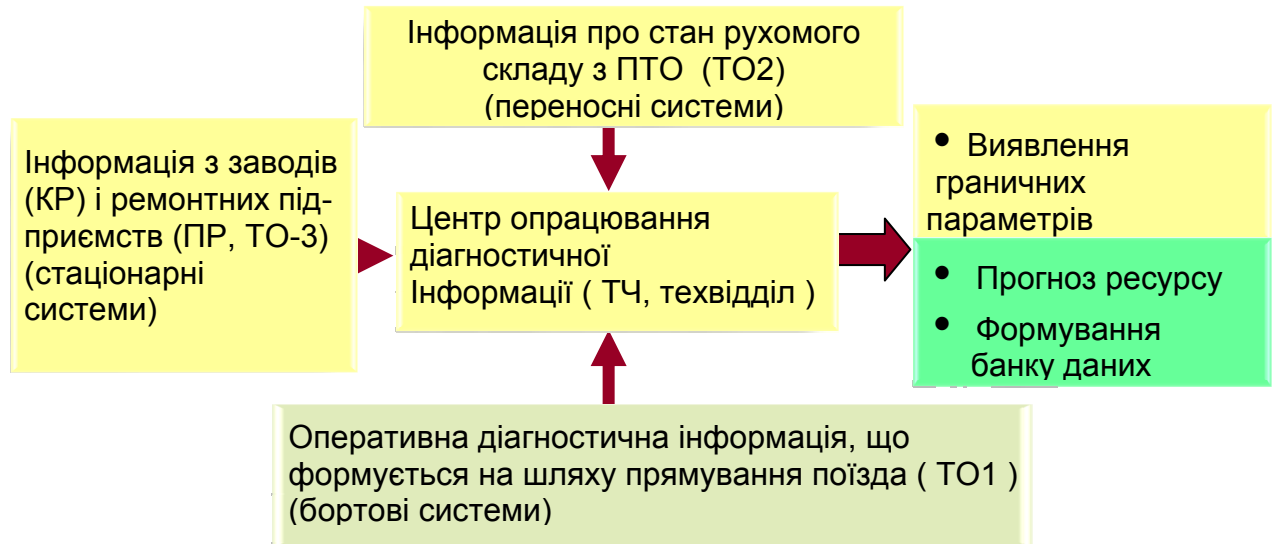


Рис. 1. Перспективна схема комплексної системи діагностики

Серед існуючих і постійно діючих діагностичних систем варто відзначити бортові системи електровозів серій ЧС7 та ЧС8 і стаціонарну систему «ПУМА-Е». Остання контролювала електричні ланцюги електровоза ЧС2 шляхом розбиття їх на 500 ділянок, та визначала несправну ділянку за 15...20 хв. Її недоліками були значні габарити і діагностування електровоза у неробочому стані.

Для створення приладів, за допомогою яких можна визначити технічний стан агрегату без розбирання, необхідно, насамперед, установити діагностуючий симптом, що характеризував би технічний стан об'єкта, зміну у структурі об'єкта.

Серед типових діагностичних приладів, що діагностують лише за визначеними „симптомами” можна назвати комплекс „Прогноз”, системи контролю електричних кіл ТРС, системи контролю роботи двигунів внутрішнього згоряння (на тепловозах), система „Доктор” для контролю параметрів електричних кіл ТРС.

Зокрема, система комплексної діагностики (СКД) „Доктор” призначена для вимірювання напруги постійного струму, напруги змінного струму частотою 1000 Гц, опорів, індуктивності, тимчасових інтервалів, видачі напруги постійного струму і синусоїдальної напруги частотою 1000 Гц, які використовують для діагностування і налаштування електричних кіл електровозів, а також прогнозування відмов електрокомутаційної апаратури та електричних машин постійного струму. За допомогою СКД експрес-контроль устаткування триває 10-15 хвилин з виявленням несправних вузлів і агрегатів та подальшою їхньою локалізацією. СКД дозволяє вимірювати параметри електричних апаратів, робити обробку і видачу результатів на дисплей, друк, а також накопичувати дані діагностики для подальшої обробки і прогнозування стану електроустаткування.

Перспективні діагностичні системи контролю (СК) повинні працювати з різними серіями та типами рухомого складу. Для прикладу, на ПТО ст. Клепарів локомотивного депо Львів-Захід ТО-2 виконують електровозам змінного струму серій: ЧС8, ЧС4 (до і після модернізації), ВЛ80т, ВЛ80к, ВЛ40, ВЛ60пк, ДС3. Планується експлуатація і технічне обслуговування електровозів подвійного живлення.

Усі діагностичні СК у ремонтних цехах повинні створити групу статичного моніторингу. Системи і комплекси статичного моніторингу охоплюють усі ходові частини, електричні машини та електрообладнання рухомого складу: від підшипника буксового вузла до візка в збірці; від колісно-моторного блоку локомотива в збірці, електричних машин, електроапаратів до локомотива в збірці. Таким чином, можна досягти зменшення витрат на утримання та ремонт рухомого складу і зменшити кількість відмов ТРС під час експлуатації.

Ефективність системи ремонту рухомого складу за фактичним станом можна довести на прикладі зміни накладок на струмоприймачах електровозів постійного струм. Зокрема, якщо обрати для аналізу накладки типу ПКД-2, МГ-487, та ВЖ-3П (рис. 2).

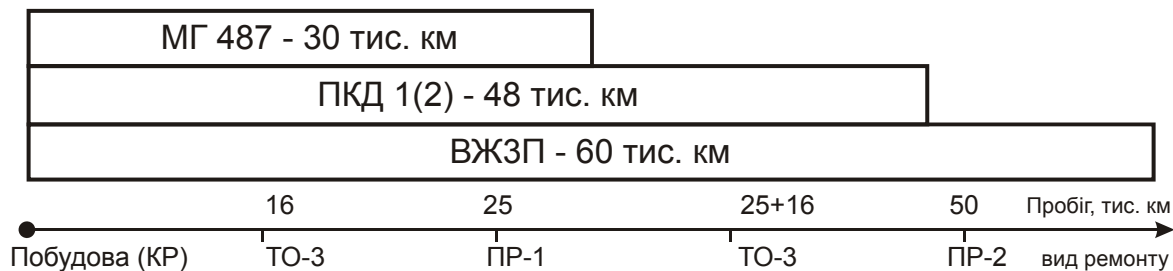


Рис. 2. Ресурс накладок струмоприймачів електровозів постійного струму

Згідно наказу № 093-ЦЗ від 30.06.2010 року пробіг між плановими ремонтами ПР-1 становить 25 тис. км, а між ними за 16 тис. км виконується технічне обслуговування ТО-3.

Накладки, які експлуатувалися на електровозах постійного струму типу МГ-487 (виробник Словаччина) і ресурс яких становить близько 30 тис. км, необхідно було змінювати на ПТО під час чергового ТО-2, що збільшувало час простою і вартість робіт.

Аналогічно було з накладками типу ВЖ-3П (виробник Росія), які знімалися з електровоза під час другого ПР-1, або ж чергових ТО-2, що не забезпечувало в повній мірі використання їх ресурсу (близько 60 тис. км).

На даний час пропонуються до експлуатації досвідні накладки типу ПКД-2 вітчизняного виробника, які розраховані на ресурс 48...50 тис. км, що відповідає вимогам наказів УЗ щодо міжремонтних пробігів локомотивів.

Висновки. Застосування інтелектуальних діагностичних систем та їх комплексів під час ремонту рухомого складу дає можливість уникнути необхідності жорсткого дотримання графіків ремонтів, оскільки роботи з ремонту вузлів та локомотива в цілому виконуються за їх необхідністю.

Для впровадження згаданих моделей ремонту рухомого складу за фактичним станом необхідно провести розробку правил та національних стандартів, гармонізованих з ЄС.

Для широкого опрацювання питань теорії та практики технічного регулювання, прийнятих в Євроспільноті, на правове поле СНД (або ЄврАзЕС) доцільно залучити фахівців ДПТУ (що беруть участь у проекті Misctif) та керівників Укрзалізниці.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бабанін О. Б. Нові можливості застосування середовища графічного програмування Labview для створення приладів та оцінки діагностичної інформації про стан тягового рухомого складу / Бабанін О. Б., Теслик А. Г., Батраков В. М. // Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту: зб. наук. пр. – Харків: СНЦ ТАУ, 2009. – № 108.
2. Баб'як М. О. Дослідження зносу накладок струмоприймачів електрорухомого складу постійного струму / Баб'як М. О., Недужа Л. О., Котик В. Я. // Проблеми розвитку рейкового транспорту: зб. наук. пр. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2009. – № 4 (134). – Ч. 1. – С. 179-183.
3. Головаш А. Н. Комплексная система управления надёжностью подвижного состава / Головаш А. Н., Макаренко Н. Г. // Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту: зб. наук. пр. – Харків: СНЦ ТАУ, 2009. – № 108.
4. Мусієнко О., Кутняк М., Ребриков С., Крот В. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2010 році. – К.: Головне управління безпеки руху та екології Укрзалізниці, 2011.

Котык В. Я.

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ TSI (ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИФИКАЦИЙ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ)

Предоставлены возможности усовершенствования системы ремонта подвижного состава с учетом требований Евросоюза.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИВОДУ МЕХАНІЗМА ВЕНТИЛЯТОРІВ ОХОЛОДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРА І ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ

У процесі проведеної модернізації здійснено кінематичний розрахунок приводу, вибрано матеріал і розраховано допустимі згинальні і контактні напруження, здійснено проектний розрахунок передачі, визначено геометричні розміри зубчастих коліс, встановлено сили в зубчастому зачепленні. За результатами проведених розрахунків виконано попередню компоновку приводу і технічні креслення.

Дизельний двигун є приводом, який забезпечує роботу основних і допоміжних агрегатів тепловозів, що експлуатують в Україні. Він є простим і надійним в експлуатації та має достатній коефіцієнт корисної дії (ККД). Однак через велику кількість різноманітних агрегатів двигуна і їх розосередженість в об'ємі корпусу тепловоза відбувається велика втрата енергії на подолання сил тертя в механічних передачах, за допомогою яких рух до агрегатів-споживачів передається на великі відстані. Так, у різних серіях тепловозів втрати складають 8-12% ефективної потужності дизеля.

Із допоміжних машин основними споживачами енергії є вентилятори охолоджувального пристрою (4-6%), компресор (близько 2%), вентилятори охолодження електричних машин (2-2,5%), двомашинний агрегат або стартер-генератор із синхронним збуджувачем (близько 1,5%). На тепловозах відбір потужності від дизеля відбувається зазвичай з обох сторін його колінчастого валу через розподільчі редуктори. Зі сторони генератора отримують обертання через передній розподільчий редуктор, вентилятор охолодження тягових електродвигунів переднього візка; гальмівний компресор; двомашинний агрегат. Ведучий вал розподільчого редуктора з'єднаний з валом генератора і валом компресора пластинчастими муфтами.

Такі ж приводи допоміжних механізмів охолодження генератора і тягових електричних машин (з подібним за конструкцією переднім розподільчим редуктором) застосовують на тепловозах М62, 2М62, 2М62^У, 2ТЕ10В, 2ТЕ10Л, 2ТЕ116, ТЕ3, ТЕМ2. В останні роки на тепловозах типу ТЕ10М і 2ТЕ10В уведено в експлуатацію простішу і надійнішу конструкцію розподільчих редукторів. Змінено підшипникові вузли проміжних валів (кулькові підшипники розвантажено від радіальних сил завдяки їх монтажу в гнізді з радіальним зазором). Аналіз проведених досліджень показує, що сьогодні спостерігається чітка тенденція спрощення існуючих механічних приводів з метою зменшення втрат приводу тепловоза в цілому.

У даній роботі запропоновано реконструкцію переднього розподільчого редуктора приводу механізмів вентиляторів охолодження генератора і тягових електричних двигунів тепловоза 2М62 (рис. 1) з метою:

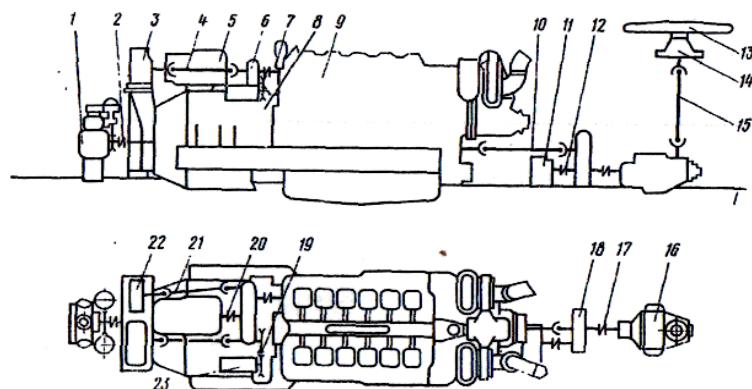
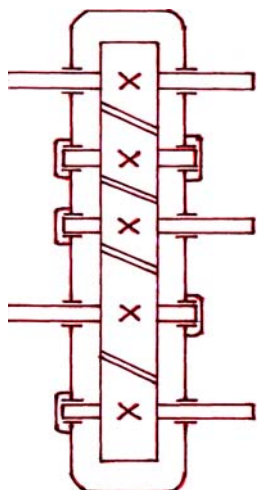


Рис. 1. Приводи допоміжних механізмів тепловоза 2М62: 1 – компресор; 2, 7, 12, 17, 20 – пластинчасті муфти; 3 – вентилятор охолодження тягового генератора; 4, 10, 15, 21 – карданні вали; 5 – двомашинний агрегат; 6 – передній розподільчий редуктор; 8 – тяговий генератор; 9 – дизель; 11 – вентилятор охолодження ТЕД заднього візка; 13 – вентиляторне колесо; 14 – підп'ятник вентилятора; 16 – гідропривід вентилятора; 18 – задній розподільчий редуктор; 19 – клинопасова передача; 22 – вентилятор охолодження ТЕД переднього візка; 23 – підзбуджувач.

- заміни 4-х циліндричних косозубих зубчастих передач однією з паразитним колесом;

- заміни двох існуючих вентиляторів одним потужнішим для одночасного охолодження двомашинного агрегату і тягового генератора;
- спрощення конструкції привода, зменшення габаритів редуктора, втрат енергії, а також собівартості під час його виробництва.



а

Для редуктора:

$$P = 12,5 \text{ кВт}$$

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_{\text{цил}}^4 \cdot \eta_{\text{підш}}^5 = 0,98^4 \cdot 0,99^5 = 0,877 \quad (1)$$

Сумарна потужність: $P_{\text{сум}} = 48,5 \text{ кВт}$

Потужність, яку потребуватиме редуктор: $P = 9 \text{ кВт}$

$$P_{\text{рек}} = \frac{P_{\text{сум}}}{\eta_{\text{заг}} \cdot \eta_{\text{муф}}} = \frac{48,5}{0,877 \cdot 0,98} = 56,46 \text{ кВт} \quad (2)$$

$$P = 27 \text{ кВт}$$

б

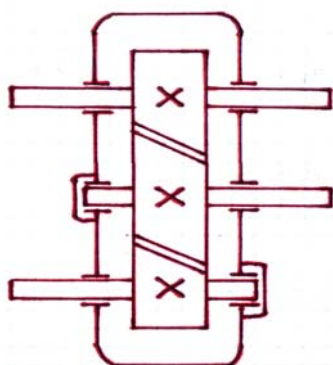
Рис. 2. Кінематична схема (а) і технічні характеристики (б) приводу

Потужності, які передають вали (кВт)

- ведучий.....	51,5
- приводу двомашинного агрегату.....	27
- приводу вентилятора охолодження тягового генератора.....	9
- приводу вентилятора охолодження тягових двигунів і підбуджувача....	12,5
Маса редуктора, кг.....	292,5

У процесі проведеної модернізації здійснено кінематичний розрахунок приводу, вибраний матеріал і розраховано допустимі згинальні і контактні напруження, здійснено проектний розрахунок передачі, визначено геометричні розміри зубчастих коліс, встановлено сили в зубчастому зачепленні.

За результатами проведених розрахунків зроблено попередню компоновку приводу (рис. 2) і технічні креслення.



а

Для редуктора:

$$P = 12,5 \text{ кВт}$$

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_{\text{цил}}^2 \cdot \eta_{\text{підш}}^3 = 0,98^2 \cdot 0,99^3 = 0,932 \quad (3)$$

Сумарна потужність: $P_{\text{сум}} = 48,5 \text{ кВт}$

Потужність, яку потребуватиме редуктор: $P = 36 \text{ кВт}$

$$P_{\text{рек}} = \frac{P_{\text{сум}}}{\eta_{\text{заг}} \cdot \eta_{\text{муф}}} = \frac{48,5}{0,932 \cdot 0,98} = 53,12 \text{ кВт}$$

б

Рис. 3. Попередня компоновка модернізованого приводу: кінематична схема (а) і технічні характеристики (б)

Отриманий редуктор потребує меншої потужності на 3,34 кВт, має менші габарити і його маса зменшилась удвічі. А відтак отримаємо досить значну економію дизельного палива, яке буде витрачатися для потреб інших механізмів дизеля тепловоза.

$$B = \Delta N \cdot g_e \cdot t,$$

де B – витрата палива, кг; g_e – питома витрата палива, $\frac{\text{кг}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$; t – час роботи, год.

$B = 3,34 \cdot 0,220 \cdot 4 = 2,939$ кг (за одну зміну)

$B = 2,939 \cdot 30 \cdot 12 = 1058,04$ кг (за один рік), а врахувавши вартість палива, отримаємо

$B = 1058,04 \cdot 9,50 = 10051$ грн. (за рік, одним приводом одного локомотива).

Кінематичний розрахунок. Вихідні дані:

$$P_{\text{пром}} = 37 \text{ кВт}, \quad \omega_{\text{вих}} = 300 \text{ с}^{-1}, \quad \omega_{\text{вх}} = 314 \text{ с}^{-1},$$

$$\eta_{\text{цил}} = 0,98, \quad \eta_{\text{муф}} = 0,98, \quad \eta_{\text{підш}} = 0,99.$$

Розв'язування:

$$P_{\text{вих}} = P_{\text{пром}} \cdot \eta_{\text{цил}} \cdot \eta_{\text{підш}} = 37 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 35,90 \text{ кВт}.$$

а) загальний ККД механізму

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_{\text{муф}} \cdot \eta_{\text{цил}}^2 \cdot \eta_{\text{підш}}^3 = 0,98 \cdot 0,98^2 \cdot 0,99^3 = 0,91;$$

б) визначаємо рекомендовані потужність та передаточні відношення

$$P_{\text{рек}} = P_{\text{вих}} / \eta_{\text{заг}} = 35,9 / 0,91 = 39,45 \text{ кВт}; \quad u_{\text{ред}} = \omega_{\text{вх}} / \omega_{\text{вих}} = 314 / 300 = 1,0467;$$

в) передаточні відношення швидкохідної та тихохідної ступеней

$$u_{\text{тих}} = 0,88 \cdot \sqrt{u_{\text{ред}}} = 0,88 \cdot \sqrt{1,0467} = 0,900; \quad u_{\text{шв}} = u_{\text{ред}} / u_{\text{тих}} = 1,046 / 0,9 = 1,163;$$

г) потужності на валах редуктора

$$P_{\text{шв}} = P_{\text{рек}} \cdot \eta_{\text{муф}} \cdot \eta_{\text{підш}} = 39,45 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 38,27 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{пром}} = P_{\text{шв}} \cdot \eta_{\text{цил}} \cdot \eta_{\text{підш}} = 38,27 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 37,13 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{вих}} = P_{\text{пром}} \cdot \eta_{\text{цил}} \cdot \eta_{\text{підш}} = 37,13 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 36,02 \text{ кВт};$$

д) кутові швидкості валів редуктора

$$\omega_{\text{шв}} = \omega_{\text{вх}} = 314 \text{ с}^{-1}, \quad \omega_{\text{пром}} = \frac{\omega_{\text{шв}}}{u_{\text{шв}}} = \frac{314}{1,163} = 270 \text{ с}^{-1}, \quad \omega_{\text{вих}} = \frac{\omega_{\text{пром}}}{u_{\text{тих}}} = \frac{270}{0,9} = 300 \text{ с}^{-1};$$

ж) обертові моменти на валах редуктора

$$T_{\text{шв}} = \frac{1000 \cdot P_{\text{шв}}}{\omega_{\text{шв}}} = \frac{1000 \cdot 38,27}{314} = 121,88 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad T_{\text{пром}} = \frac{1000 \cdot P_{\text{пром}}}{\omega_{\text{пром}}} = \frac{1000 \cdot 37,13}{270} = 137,52 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_{\text{вих}} = \frac{1000 \cdot P_{\text{вих}}}{\omega_{\text{вих}}} = \frac{1000 \cdot 36,02}{300} = 120,1 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

з) частоти обертання валів редуктора

$$n = 30 \cdot \omega / \pi, \quad n_{\text{шв}} = 30 \cdot \omega_{\text{шв}} / \pi = 30 \cdot 314 / 3,14 = 3000 \text{ об/хв},$$

$$n_{\text{пром}} = 30 \cdot \omega_{\text{пром}} / \pi = 30 \cdot 270 / 3,14 = 2579,6 \text{ об/хв},$$

$$n_{\text{вих}} = 30 \cdot \omega_{\text{вих}} / \pi = 30 \cdot 300 / 3,14 = 2866,3 \text{ об/хв}.$$

Розрахунок циліндричної передачі. Потужність на ведучому валі $P_1 = 38,27$ кВт; номінальний обертовий момент $T_1 = 121,88$ Н·м; кутова швидкість $\omega_1 = 314 \text{ с}^{-1}$; передаточне число передачі $u_1 = 1,163$; режим навантаження – середній рівномірний (СР), можливі короточасні перевантаження до 250% від номінального ($k = 2,5$). Під час короточасного перевантаження до 250% максимальний обертовий момент на ведучому валі становить

$$T_{1\text{max}} = k \cdot T_1 = 2,5 \cdot 121,88 = 304,7 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

кутова швидкість веденого валу

$$\omega_2 = \omega_1 / u = 314 / 1,163 = 270 \text{ с}^{-1}.$$

Для виготовлення шестерні та колеса вибираємо леговану сталь 40ХН з термообробкою поліпшення. За даними таблиць [1] :

для шестерні: $H_1 = 290 \text{ НВ}$, $\sigma_{e1} = 920 \text{ МПа}$, $\sigma_{m1} = 750 \text{ МПа}$ при діаметрі заготовки до 200 мм, ширини 125 мм; для колеса: $H_2 = 250 \text{ НВ}$, $\sigma_{e2} = 790 \text{ МПа}$, $\sigma_{m2} = 640 \text{ МПа}$ при діаметрі заготовки до 320 мм.

Межі контактної витривалості зубців шестерні та колеса

$$\sigma_{H \lim b1} = 2 \cdot H_1 + 70 = 2 \cdot 290 + 70 = 650 \text{ МПа}, \quad \sigma_{H \lim b2} = 2 \cdot H_2 + 70 = 2 \cdot 250 + 70 = 570 \text{ МПа}.$$

Допустимі контактні напруження для зубців шестерні та колеса при коефіцієнті

$$Z_R = 0,95 \text{ (шорсткість поверхонь зубців } R_a = 2,5 \dots 1,25) \text{ та коефіцієнті запасу } S_H = 1,1$$

$$[\sigma]_{H1} = \sigma_{H \lim b1} \cdot Z_R \cdot K_{HL} / S_H = 650 \cdot 0,95 \cdot 1 / 1,1 = 561 \text{ МПа},$$

$$[\sigma]_{H2} = \sigma_{H \lim b2} \cdot Z_R \cdot K_{HL} / S_H = 570 \cdot 0,95 \cdot 1 / 1,1 = 492 \text{ МПа},$$

$$a_{w \min} = K_a \cdot (u+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_{H\beta}}{(u \cdot \psi_{ba} \cdot [\sigma]_H)^2}} = 430 \cdot (1,163+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{121,88 \cdot 1,15}{(1,163 \cdot 0,4 \cdot [473])^2}} = 103 \text{ мм}.$$

Із стандартного ряду вибираємо міжосьову відстань $a_w = 112 \text{ мм}$.

Модуль зубців

$$m'_n = (0,01 \dots 0,02) \cdot a_w = (0,01 \dots 0,02) \cdot 112 = 1,12 \dots 2,24 \text{ мм вибираємо } m_n = 2 \text{ мм}.$$

Число зубців шестерні і колеса

$$z_1 = 2 \cdot a_w \cdot \cos \beta / m_n \cdot (u+1) = 2 \cdot 112 \cdot \cos 15^\circ 20' / 2 \cdot (1,163+1) = 50,01, \text{ приймаємо } z_1 = 50;$$

$$z_2 = u \cdot z_1 = 1,163 \cdot 50 = 58,15, \text{ приймаємо } z_2 = 58.$$

Зовнішні ділильні діаметри шестерні та колеса

$$d_1 = \frac{m_n \cdot z_1}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot 50}{\cos 15^\circ 20'} = 103,7 \text{ мм}, \quad d_2 = \frac{m_n \cdot z_2}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot 58}{\cos 15^\circ 20'} = 120,3 \text{ мм}.$$

Ширина зубчастих вінців:

$$b_2 = \psi_{ba} \cdot a_w = 0,4 \cdot 112 = 44,8 \text{ мм}, \quad b_1 = b_2 + 2 \text{ мм} = 44 + 2 \text{ мм} = 46,8 \text{ мм}.$$

Колова швидкість зубчастих коліс

$$v = 0,5 \cdot w_1 \cdot d_1 / 1000 = 0,5 \cdot 314 \cdot 103,7 / 1000 = 16,28 \text{ м/с}.$$

Розрахункове контактне напруження

$$\sigma_H = Z_M \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \cdot \sqrt{\frac{F_t \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot (u+1)}{b_2 \cdot d_1 \cdot u}} = 275 \cdot 1,71 \cdot 0,86 \cdot \sqrt{\frac{2350 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot (1,163+1)}{44,8 \cdot 103,7 \cdot 1,163}} = 461 \text{ МПа}.$$

Під час дії максимальних навантажень

$$\sigma_{H \max} = \sigma_H \cdot \sqrt{T_{1 \max} / T_1} = 461 \cdot \sqrt{304,7 / 121,88} = 728 \text{ МПа}.$$

Розрахунок напружень згину в зубцях шестерні та колеса

$$\sigma_{F1} = \frac{F_t \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \cdot Y_{F1} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta}{b_1 \cdot m_n} = \frac{2350 \cdot 0,672 \cdot 1,1 \cdot 1,42 \cdot 3,7 \cdot 1 \cdot 0,890}{46,8 \cdot 2} = 87 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{F2} = \frac{F_t \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \cdot Y_{F2} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta}{b_2 \cdot m_n} = \frac{2350 \cdot 0,672 \cdot 1,1 \cdot 1,42 \cdot 3,71 \cdot 1 \cdot 0,890}{44,8 \cdot 2} = 91 \text{ МПа}.$$

Під час дії максимального навантаження

$$\sigma_{F1 \max} = \sigma_{F1} \cdot \frac{T_{1 \max}}{T_1} = 87 \cdot \frac{304,7}{121,88} = 218 \text{ МПа}, \quad \sigma_{F2 \max} = \sigma_{F2} \cdot \frac{T_{1 \max}}{T_1} = 91 \cdot \frac{304,7}{121,88} = 228 \text{ МПа}.$$

Висота головки і ніжки зубця

$$h_a = m_n = 2 \text{ мм}, \quad h_f = 1,25 \cdot m_n = 1,25 \cdot 2 = 2,5 \text{ мм}.$$

Висота зубця і радіальний зазор

$$h = 2,25 \cdot m_n = 2,25 \cdot 2 = 4,5 \text{ мм} , \quad c = 0,25 \cdot m_n = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \text{ мм} .$$

Кут профілю зубців і розміри вінців зубчастих коліс

$$\alpha = 20^\circ , \quad b_1 = 46,8 \text{ мм} , \quad b_2 = 44,8 \text{ мм} .$$

Ділильні діаметри і діаметри вершин зубців

$$d_1 = 103,7 \text{ мм} , \quad d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m_n = 103,7 + 2 \cdot 2 = 107,7 \text{ мм} ,$$

$$d_2 = 120,3 \text{ мм} , \quad d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m_n = 120,3 + 2 \cdot 2 = 124,3 \text{ мм} .$$

Діаметри впадин

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m_n = 103,7 - 2,5 \cdot 2 = 98,7 \text{ мм} , \quad d_{f2} = d_2 - 2,5 \cdot m_n = 120,3 - 2,5 \cdot 2 = 115,3 \text{ мм} .$$

Колова і радіальна сили

$$F_t = 2350 \text{ Н} , \quad F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha / \cos \beta = 2350 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ / \cos 15^\circ 20' = 887 \text{ Н} .$$

Осьова сила

$$F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} \beta = 2350 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ 20' = 646 \text{ Н} .$$

Висновки. У результаті проведеної модернізації отримано суттєво спрощений привід, який забезпечує передачу необхідних потужностей і функціонування вентилятора охолодження двомашинного агрегату і тягового генератора. При цьому отриманий редуктор:

- забезпечує передачу необхідних потужностей і функціонування вентилятора охолодження двомашинного агрегату і тягового генератора;
- рекомендована потужність зменшилась на 3,34 кВт;
- загальна маса зменшилась на 142,5 кг;
- габарити зменшились удвічі;
- економія дизельного палива 1058,04 кг (за один рік), врахувавши вартість дизельного палива, отримаємо економію 10 051 грн.(за один рік, одного приводу, на одному локомотиві).

ЛІТЕРАТУРА

1. Методичний довідник з деталей машин для студентів механічних спеціальностей стаціонарної та заочної форм навчання / Уклад.: Станкевич В. З., Грилицький М. Д., Лаушник І. П., Терещак Ю. В. – Львів, 2006.
2. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В. Т. Павлице. – Львів: Афіша, 2003. – 558 с.
3. Павлице В. Т. Підшипники кочення / В. Т. Павлице. – Львів: Афіша, 2001. – 348 с.
4. Пастушенко С. І., Гольдшмідт О. В., Ярошенко В. Ф. Курсове проектування деталей машин. К.: “Аграрна освіта”, 2003. – 291с.
5. Пойда А. А. Тепловозы. Механическое оборудование. Устройство и ремонт / А. А. Пойда, Н. М. Хуторянский, В. Е. Кононов. – М.: Транспорт, 1988.
6. Филонов С. П., Зиборов А. Е., Разумейчик В. В. Тепловоз 2М62. Экипажная часть, электрическое и вспомогательное оборудование. Москва, 1987.

Марко Т. М., Воротняк О. В.

МОДЕРНИЗАЦІЯ ПРИВОДА МЕХАНІЗМА ВЕНТИЛЯТОРОВ ОХЛАЖДЕННЯ ГЕНЕРАТОРА И ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В процессе модернизации проведен кинематический расчет привода, выбран материал и рассчитаны допустимые изгибающие и контактные напряжения, выполнен проектный расчет передачи, определены геометрические расчеты зубчатых колес, рассчитаны силы в зубчатом сцеплении. В результате проведенных расчетов выполнены компоновка привода и технические чертежи.

ДИНАМІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА РЕЙКИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ У МІСЦЯХ ЇХ СТИКУВАННЯ

У статті досліджені динамічні навантаження, які виникають за проходження вагонним колесом залізничних рейок у місцях їх стикування під час набігання, скочування та проходження стикового зазору.

Дослідження пошкоджень поверхні ободів після тривалої експлуатації колісних пар пасажирських і вантажних вагонів залізничного транспорту і аналіз поверхневих руйнувань показали, що головною причиною їх утворення є незадовільний стан рейкових стиків. Зазори в стиках досягають 12...25 мм, а перепад висот 3...7 мм. Такі стики рейок залізничної колії є причиною значних динамічних перенавантажень, що із врахуванням високих швидкостей руху та жорсткості колії, яка у більшості випадків монтується на бетонних шпалах, досягає значних величин. Дослідження показали, що за проходження колісної пари через штучно створену перешкоду висотою $h=5$ мм спостерігається ударний коефіцієнт величиною 1,85[1].

Існуюча методика розрахунків динамічних навантажень ґрунтується на застосуванні наближених залежностей, які узагальнюють фактори впливу на процес динамічної контактної взаємодії колеса із перешкодою у рейковому стикові [1]. У представлений роботі запропоновано методику визначення динамічних навантажень із врахуванням окремих факторів взаємодії у пружній системі, за усталеної швидкості проходження колесом рейкового стику, розглядаючи три можливих випадки стику - зустрічну та попутну сходинки і зазор в рейковому стикові. Прийняття базової умови пружних властивостей опорної постелі значно ускладнює розрахункову схему і методику, оскільки ця умова зменшуватиме величину розрахункових навантажень.

Зустрічна сходинка. Кінематика руху колеса за проходження зустрічної сходинки дає наступний вираз вертикального переміщення центра колеса на дузі між точками O_1 і O_2 (рис.1, а):

$$y = R \left[\cos \left(\alpha - \frac{V \cdot t}{R} \right) - \cos \alpha \right], \quad (1)$$

де: $\cos \alpha = 1 - \frac{h}{R}$; V – швидкість кочення колеса; R – радіус колеса; h – висота зустрічної сходинки.

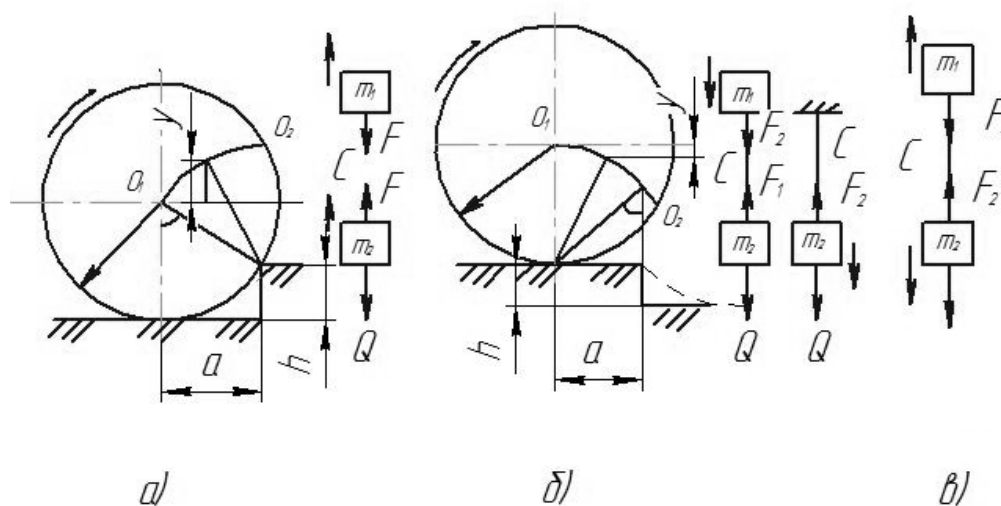


Рис.1 Схеми проходження вагонного колеса через зустрічну (а), попутну (б) сходинки та стик рейок (в).

Час, що минув від переміщення центра колеса із точки O_1 в точку O_2 , визначається залежністю: $t_0 = \frac{R \cdot \alpha}{V}$.

Таким чином, вираз (1) є справедливим на відрізок часу $t_0 \geq t \geq 0$.

Розглянемо вертикальні переміщення даної пружної системи схематично, де $m_1 \approx 0,5ml$ – приведена маса колісної пари залізничного вагона; $m_2 = \frac{Q}{g} + 0,5ml$ – приведена маса залізничного вагона; m – погонна маса колісної пари, l – відстань між вертикальними осями коліс.

Рівняння переміщення другої маси має вигляд:

$$m_2 \cdot \ddot{x}_{21} = F - Q, \quad (2)$$

де: F – навантаження пружного зв'язку, значення якого визначається формулою:

$$F = A \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} \cdot t + B \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} \cdot t + D \cdot \cos \left(\alpha - \frac{V \cdot t}{R} \right) + Q, \quad (3)$$

$$\text{де: } A = \frac{-\frac{c \cdot V^2}{R \cdot u_{nid}} \left(1 - \frac{h}{R} \right)}{\frac{c}{m_2} - \left(\frac{V}{R} \right)^2}; \quad B = \frac{\frac{c \cdot V^3}{R^2 \cdot u_{nid}} \sqrt{\frac{h}{R^2} \left(2 - \frac{h}{R} \right)}}{\left[\frac{c}{m_2} - \left(\frac{V}{R} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{c}{m_2}}}; \quad D = \frac{\frac{c \cdot V^2}{R \cdot u_{nid}}}{\left(\frac{V}{R} \right)^2 - \frac{c}{m_2}}; \quad \dot{x}_{10} = \frac{V}{u_{nid}} \sin \alpha.$$

u_{nid} – передавальне число балансірної підвіски колісної пари, що відповідає відношенню висоти сходинки, яку перетинає колісна пара, до вертикальної складової відповідного переміщення центра всього вагону, як абсолютно жорсткої системи.

$$\text{Вважаємо що резонанс відсутній, тобто: } \frac{c}{m_2} \neq \left(\frac{V}{R} \right)^2.$$

Уявивши картину та структуру дії навантаження, встановлюємо найбільшу величину. Зокрема, якщо час проходження колеса через стик t_0 є малим порівняно із періодом власних коливань системи, а результат розрахунку коефіцієнта $D \geq 0$, то у першому наближенні отримуємо [3]:

$$F_{\max}^{(1)} = D + Q + A \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t_0 + B \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t_0 \quad (4)$$

Розрахунки показують, що чим більша висота сходинки і швидкість переміщення, чим жорсткішою є система колісної пари і менший діаметр коліс, тим більшою буде величина динамічного навантаження, і, відповідно, величина коефіцієнта поштовхів.

Попутна сходинка. Кінематика руху колеса під час проходження попутної сходинки дає наступний вираз для вертикального переміщення центра колеса на ділянці між точками O_1 і O_2 (рис.1, б):

$$y = R \left[1 - \cos \left(\frac{V \cdot t}{R} \right) \right], \quad (5)$$

Аналогічно попередньому випадку, тут виконується співвідношення: $t_0 = \frac{R \cdot \alpha}{V}$, та $t_0 \geq t \geq 0$.

Розглянемо схематично відображене вертикальне переміщення пружної системи за допомогою двох масової схеми (рис 1.б). На першому етапі переміщення другої маси виражається наступним рівнянням: $m_2 \cdot \ddot{x}_{21} = Q - F_1$, де: $F_1 = Q - c(x_{21} - x_{11})$.

Навантаження пружного зв'язку на першому етапі становить:

$$F_1 = Q + D \left(\cos \frac{V \cdot t}{R} - \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t \right). \quad (6)$$

Підставляючи отриманий вираз в рівняння (6) та інтегруючи його із врахуванням вихідних умов, отримуємо значення швидкості другої маси:

$$\dot{x}_{21} = \frac{D}{m_2} \left(\frac{\sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t}{\sqrt{\frac{c}{m_2}}} - \frac{\sin \frac{V \cdot t}{R}}{\frac{V}{R}} \right).$$

Параметри системи в момент контакту обода колеса із нижнім рівнем рейки через час, рівний t_0 запишемо наступним чином:

$$F_{1k}F_{20} = Q + D \left(\cos \frac{V \cdot t_0}{R} - \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t_0 \right);$$

$$\dot{x}_{21} = \frac{D}{m_2} \left(\frac{\sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t_0}{\sqrt{\frac{c}{m_2}}} - \frac{\sin \frac{V \cdot t_0}{R}}{\frac{V}{R}} \right).$$

Після переходу перехідних за ходом вагона коліс колісної підвіски на нижній рівень, тобто на рівень стикової рейки, верхня маса даної системи припиняє своє вертикальне переміщення, а для другої маси справедливим буде наступне рівняння: $m_2 \cdot \ddot{x}_{22} = Q - F_2$,

де $F_1 = F_{20} - cx_{21}$.

Для навантаження пружного зв'язку на другому етапі переміщення отримуємо

$$F_2 = A_2 \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t + B_2 \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t + Q,$$

де: $A_2 = F_{1k} - Q$; та $B_2 = \frac{c \cdot \dot{x}_{21k}}{\sqrt{\frac{c}{m_2}}}$.

Звідси визначаємо найбільшу величину динамічного навантаження [3]

$$F_{2\max} = \sqrt{A_2^2 + B_2^2} + Q.$$

Як показують розрахунки. Найбільше динамічне навантаження при попутній сходінці має приблизно такі ж функціональні залежності, як і при зустрічній сходінці. Крім того, динамічні навантаження як при попутній, так і при зустрічній сходінках практично однакові, що суперечить прийнятому твердженню [2] про більшу величину динамічного навантаження при попутній сходінці у порівнянні із зустрічною. Провівши апроксимацію, що дозволила звести рішення нелінійної задачі до послідовного рішення спорідненої лінійної задачі. Автори навели праці виходили з умов сталості прискорення вертикального переміщення системи. Тобто, що

$$\ddot{y}_0 = -\frac{2y^2}{d}, \text{ де: } d - \text{діаметр вагонного колеса}$$

В дійсності величина прискорення змінюється, приймаючи наведене значення лише на початку режиму скочування, а потім зменшується. Таким чином, динамічне навантаження під час контакту колеса із попутною сходінкою є завищеним і застосована авторами методика [2] лінеаризації в даному випадку є хибною і неточно відображає реальний характер даного перехідного процесу.

Зазор у стикові. Приймавши за умову, що стиковані залізничні рейки розташовані на одному рівні, констатуємо, що перша половина перехідного режиму, коли центр вагонного колеса ще не перебуває посередині зазору стику, відбувається аналогічно руху колеса при попутній сходінці. Друга половина перехідного режиму відбувається подібно руху при зустрічній сходінці, але за більш складних початкових умов.

До початку другого етапу будуть наступні початкові умови:

- швидкість першої маси отримує миттєвий імпульс і змінює свій знак на додатній:

$$\dot{x}_{120} = \frac{V}{u_{ni\theta}} \sin \alpha;$$

- швидкість другої маси напрямлена до низу і розраховується за формулою:

$$\dot{x}_{220} = -\frac{D}{m_2} \left(\frac{\sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t}{\sqrt{\frac{c}{m_2}}} - \frac{\sin \frac{V \cdot t}{R}}{\frac{V}{R}} \right).$$

Розрахункова схема (рис.1, в) характеризується протилежними за напрямом переміщеннями мас, і рівняння руху приймає наступний вигляд:

$$m_2 \cdot \ddot{x}_{22} = Q - F_2,$$

де $F_2 = F_{20} - c(x_{12} - x_{22})$ – навантаження пружного зв'язку.

Структура пружного навантаження буде аналогічною наведеному вище виразу (3), де коефіцієнти A_2 і B_2 розраховуються згідно наступних залежностей:

$$A_2 = D \left[(\cos \alpha - 1) - \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t_0 \right],$$

$$B_2 = \sqrt{c \cdot m_2} \left[\frac{V}{u_{nid}} \sin \alpha + \left| -\frac{D}{m_2} \left(\frac{\sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t_0}{\sqrt{\frac{c}{m_2}}} - \frac{\sin \alpha}{\frac{V}{R}} \right) \right| \right].$$

У першому наближенні найбільше значення ударного навантаження становитиме[3]:

$$F_{2\max}^{(1)} = \sqrt{A_2^2 + B_2^2} + D \cos \alpha + Q.$$

Аналізуючи останній вираз видно, що за проходження через зазор стиків рейок центр мас вагонного колеса опускається на таку ж величину, як і при проходженні будь яких сходинок, а коефіцієнт поштовхів отримується найбільшим.

Таким чином, у роботі запропоновано диференціальна методика розрахунку коефіцієнта поштовху в залежності від швидкості переміщення залізничного вагона і коефіцієнта жорсткості його колісної підвіски. Числові розрахунки дозволяють в залежності від стану стикування рейок залізничної колії із високим ступенем достовірності встановлювати коефіцієнт динамічних поштовхів і, відповідно, рівень механічного пошкодження ободів коліс, що в свою чергу гарантує надійність безаварійної експлуатації пасажирських та вантажних вагонів залізничного транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богуславский П.Е. Теоретические и экспериментальные исследования динамических коэффициентов перемещения грузоподъемных механизмов. М.: Машиностроение, 1971.
2. Ковальський Б.С. Грузоподъемные машины. Механика передвижения. Харьков, Изд. ХВИКУ, 1973.
3. Джус В.С., Куліченко А.Я. Коефіцієнти напружень і деформацій у рухомих вузлах залізничних вагонів. "Наукові нотатки", Збірник Луцького держ. Технічного ун-ту. Вип. 13, 2003. – с. 116-122.

Смокаровский О.М.

ДИНАМИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА НА РЕЛЬСЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В МЕСТАХ ИХ СТЫКОВКИ.

В статье исследованные динамические нагрузки, которые возникают при прохождении вагонным колесом железнодорожных рельсов в местах их стыковки в при набегание, скатывание и прохождение стыкового зазора

Нестеренко О. В.

Науковий консультант – асист. Германюк Ю. М.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОСУВАННЯ ІНОВАГОНІВ МЕРЕЖЕЮ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ

У даній роботі розглянуто процес слідування транзитних іновагонів мережею Львівської залізниці з метою розробки пропозицій щодо зменшення тривалості перебування іновагонів на даній мережі.

Постановка проблеми, актуальність та аналіз останніх досліджень. Україна – транзитна держава. Тому ефективне функціонування шляхів сполучень є основною умовою для інтеграції України у світове господарство.

Над питанням підвищення розвитку транзитного потенціалу та організації міжнародних перевезень працювала низка провідних вітчизняних та іноземних науковців [1-3]. Нові дослідження у сфері міжнародних перевезень розпочались після затвердження та введення у дію у 1994 році системи міжнародних транспортних коридорів. Разом із тим у більшості досліджень не надавали достатньої уваги пошуку шляхів зменшення простою вагонів. Актуальними залишаються питання скорочення термінів перевезень вантажів, скорочення часу обігу вагонів тощо [2]. На сьогодні гостро постала задача удосконалення процедур проходження різного роду операцій на прикордонних та інших технічних станціях, а також підвищення рівня транзитності транспортних шляхів України.

Задачі, пов'язані зі зменшенням терміну перебування іновагонів, що прямують мережею залізниць через Україну у треті країни, у повній мірі ще не вирішені. Основна проблема полягає у зменшенні тривалості часу перебування вагонів країн СНД та Балтії на мережі Укрзалізниці і, зокрема, на теренах Львівської залізниці (ЛЗ), під час їх передачі у треті країни. Актуальність проблеми полягає у збільшенні фінансових надходжень до бюджету від здійснення перевезень. **Мета роботи.** Вихідними даними для аналізу просування іновагонів є дані архіву вагонної та поїзної моделі АСК ВП УЗ. Задача полягає в отриманні певних показників з достатньою точністю. Оскільки аналіз умов пропуску вагонопотоків пов'язаний з обробкою інформації з баз даних, то основними методами досліджень обрано математичну статистику і програмування за допомогою запитів у середовищі Visual FoxPro, Microsoft Excel.

Матеріали і результати досліджень. База даних містить дані пономерного обліку вагонів країн СНД та Балтії на Львівській залізниці за 2007 розрахунковий рік, дані про 95450 вагонів у загальній кількості 3324556 записів. Початком відліку часу є момент прийому вагона на Львівську залізницю, а закінченням відліку – момент здачі. Час знаходження іновагонів залежить від наступних параметрів:

- час слідування між технічними станціями;
- час простою на сортувальних станціях під очікуванням накопичення;
- час простою на прикордонних станціях під очікуванням здачі на залізницю третьої країни.

Для визначення цих параметрів за статистичними даними з використанням методів програмування побудовано модель просування транзитних вагонопотоків мережею Львівської залізниці (рис.1). Модель створена у вигляді таблиці та містить наступні дані:

- номер вагона;
- код вантажу, його найменування та код станції призначення;
- код адміністрації власника вагона;
- код, час та найменування операції, що виконується з вагоном чи поїздом, в якому він слідує;
- код та найменування станції виконання операції;
- код та найменування станції формування та призначення поїзда;
- номер поїзда.

У результаті запитів знайдено станції переформування іновагонів, час слідування між пунктами мережі, кількість вагонів, що проходить мережею у складі маршрутних та інших поїздів, побудовано модель розподілу слідування транзитних вагонопотоків мережею Львівської залізниці (рис. 2).

За виконаними розрахунками середній час перебування вагона у русі складає 21,3%, а час простою на станціях переформування – 49,9% від загального часу перебування на Львівській залізниці. Решта 28,8% складає час простою на прикордонних станціях під очікуванням здачі.

Оскільки через Здолбунів проходить найбільша кількість іновагонів, то цю станцію вибрано початковим пунктом моделі. Модель розподілу слідування транзитних вагонопотоків мережею Львівської залізниці дає можливість перевірити раціональність розподілу вагонопотоків за маршрутами. Складовими маршруту слідування є час ходу та пропускна спроможність на кожній ділянці маршруту.

Аналіз даної схеми показав, що найбільш завантаженим є маршрут Здолбунів – Красне – Клепарів – Стрий – Мукачево – Батево, дослідження якого необхідно продовжити.

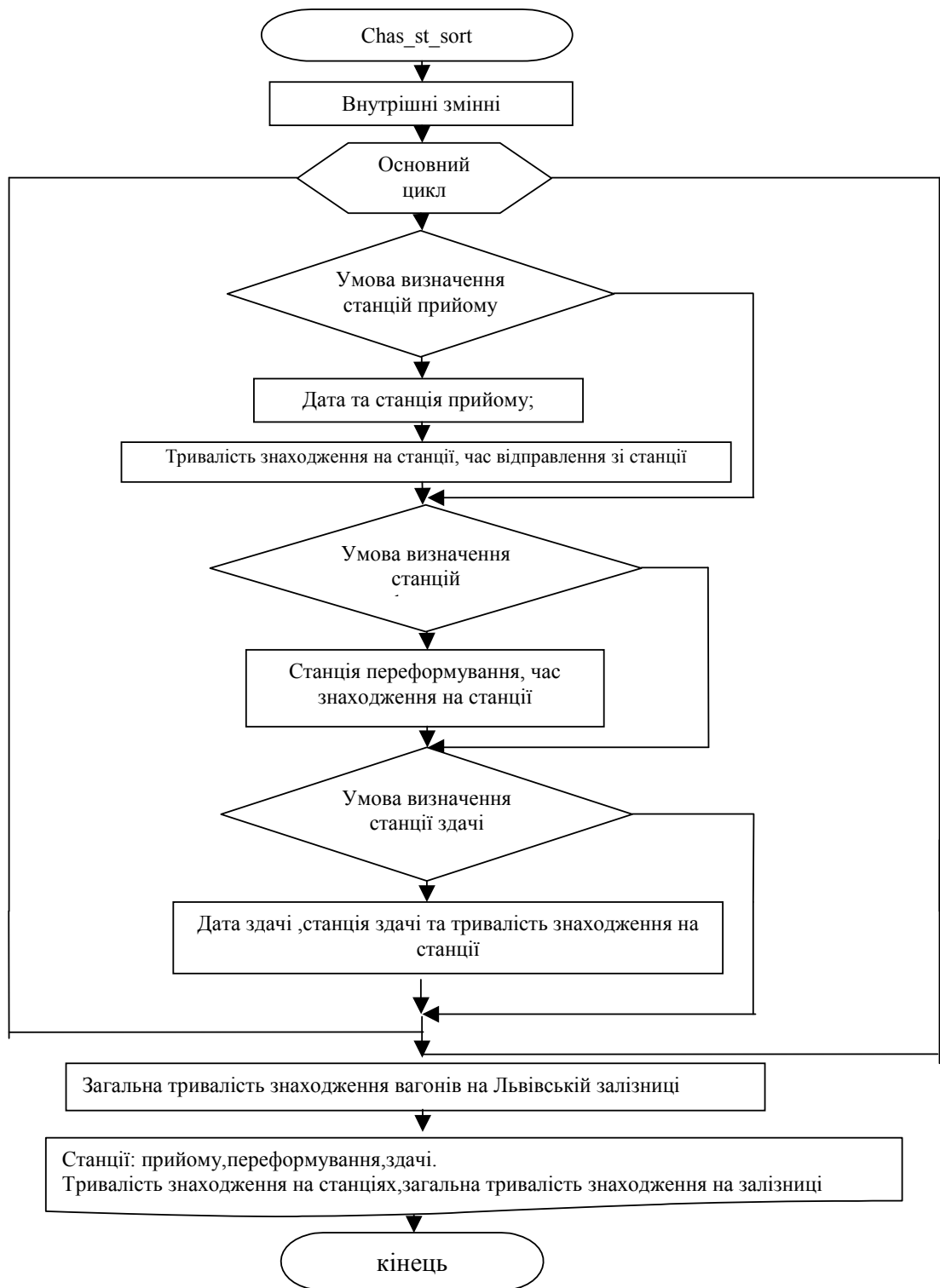


Рис. 1. Блок-схема алгоритму визначення часу знаходження і новагонів на станціях переформування

Перевірку раціональності розподілу виконано у два етапи:

1. Перевірка раціональності розподілу за часом ходу.
2. Перевірка раціональності розподілу за пропускнуою спроможністю.

Перевірку раціональності розподілу за часом ходу виконано на основі алгоритму Дейкстри. У процесі виконання цього алгоритму під час переходу від вузла i до наступного вузла j використано спеціальну процедуру позначення ребер. Позначимо через u_i найкоротшу відстань від вихідного вузла 1 до вузла i , через d_{ij} – довжину ребра (i, j) . Тоді для вузла j визначимо мітку (u_j, i) у наступний спосіб:

$$[u_j, i] = [u_i + d_{ij}, i], \quad d_{ij} \geq 0, \quad (1)$$

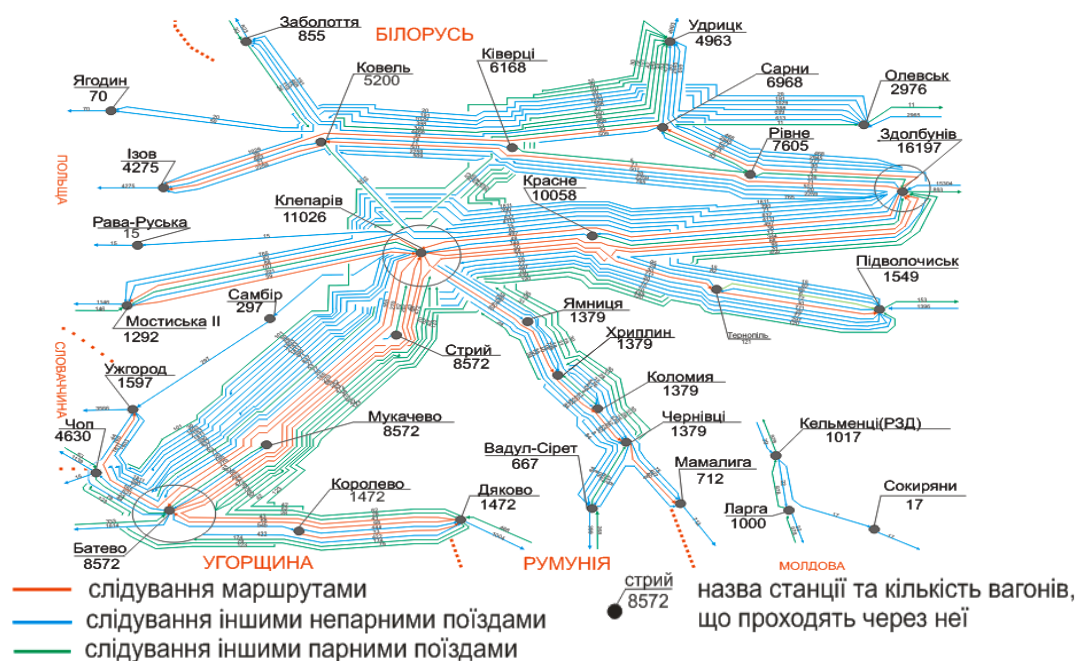


Рис. 2. Модель слідування транзитних вагонопотоків мережею Львівської залізниці

Таблиця 1

Результати виконання алгоритму Дейкстри

Пункт	Мітка	Статус
1	[0. -]	Постійна
3	[1. 2,87]	Постійна
4	[1. 0,48]	Постійна
8	[4. 3,09]	Постійна
10	[4. 2,23]	Постійна
11	[3. 4,52]	Постійна
28	[11. 6,71]	Постійна
31	[11. 7,37]	Постійна
19	[20. 13,5]	Постійна
30	[28. 11,72]	Постійна
18	[31. 13,76]	Постійна
20	[30. 12,65]	Постійна

Для побудови мережі моделювання використано пункти Здолбунів, Рівне, Ківерці, Клепарів, Самбір, Ужгород, Чоп, Батево, Мукачево, Стрий, Красне. За отриманими за допомогою запитів даними знайдений середній час ходу між зв'язаними пунктами та побудовано мережу з довільною нумерацією пунктів (рис. 3, а).

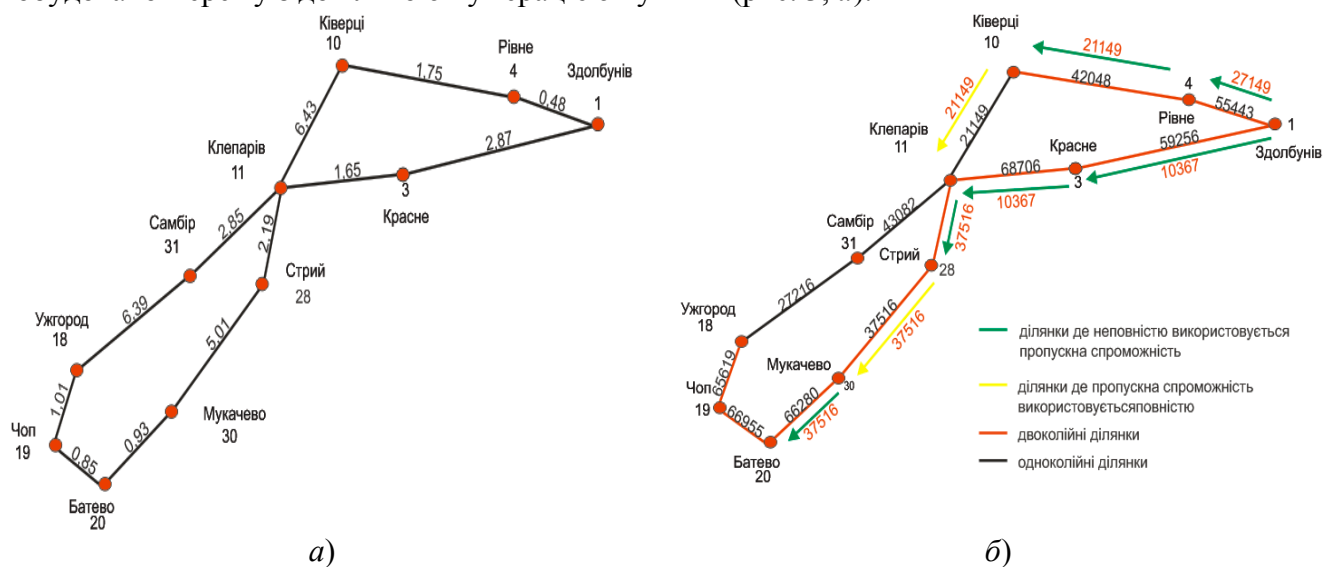


Рис. 3. Мережі визначення найкоротшого шляху слідування

Отже, маршрутом з найменшим часом є Здолбунів – Красне – Клепарів – Стрий – Мукачево – Батево, який складає 12,65 годин.

Перевірку раціональності розподілу за пропускну спроможністю виконано на основі моделювання за алгоритмом Форда–Фалкерсона. Результатами моделювання є максимальна величина потоку, яку може пропустити вся мережа, вагонопотоки за окремими ділянками мережі, а також вузькі місця мережі. Пропускна спроможність на однокільному напрямку визначали за формулою:

$$N = \frac{1440}{t' + t'' + \tau_A + \tau_B} \quad (2)$$

де 1440 – кількість хвилин у добі; t' , t'' – час ходу у парному і непарному напрямку; τ_A , τ_B – станційні інтервали, для яких вибрано відповідно 4 хв. і 2,5 хв.

Пропускна спроможність на двокільному напрямку визначали за формулою:

$$T = \frac{1440}{t'' + \tau_{nc}}, \quad (3)$$

де t'' – час ходу в одному напрямку; τ_{nc} – інтервал попутного слідування, який дорівнює 9 хв.

Моделювання виконано за допомогою додатку “Пошук рішення” з використанням наступних обмежень:

- величина потоку $\leq$ Пропускна спроможність;
- потік з початкового пункта = Потік до кінцевого пункта;
- для проміжних вузлів Вхід=Вихід;
- потік ≥ 0 .

Результати моделювання представлено у табл. 2.

Нормована вартість вказує на скільки збільшиться максимальний потік, якщо збільшити пропускна спроможність на одну одиницю. Тіньові ціни вузлів вказують на зміну максимального потоку при збільшенні потенціалу вузла. Резерв вказує на повноту використання ділянки. Аналіз результатів показує, що ділянки Ківерці – Клепарів та Стрий – Мукачево є найвужчими місцями і дозволяють пропустити потік в 214729 одиниць, а загальний резерв пропускну спроможності складає 263756 одиниць.

Таблиця 2

Результати виконання моделювання

Вузли	Вхід	Вихід	Різниця	Тіньова ціна	Початок	кінець	ПС	Потік	Нормована вартість	Резерв
Здолбунів	0	37516	37516	0	Здолбунів	Рівне	55433	27149	0	28284
Красне	10367	10367	0	1	Здолбунів	Красне	44280	10367	0	33913
Рівне	27149	27149	0	1	Рівне	Ківерці	42048	27149	0	14899
Ківерці	27149	27149	0	2	Красне	Клепарів	49352	10367	0	38985
Клепарів	37516	37516	0	2	Ківерці	Клепарів	27149	27149	1	0
Стрий	37516	37516	0	3	Клепарів	Самбір	43082	0	0	43082
Самбір	0	0	0	3,000002	Самбір	Ужгород	27216	0	0	27216
Ужгород	0	0	0	4,000004	Ужгород	Чоп	52507	0	0	52507
Чоп	0	0	0	5,000006	Клепарів	Стрий	46971	37516	0	9455
Мукачево	37516	37516	0	-1	Стрий	Мукачево	37516	37516	5	0
Батево	37516	0	-37516	0	Мукачево	Батево	52931	37516	0	15415

максимальний потік 214729 загальний резерв 263756

За отриманими результатами вагонопотік мережею розподіляється таким чином (рис. 3, б): оскільки час проходження вагонів від станції Здолбунів до станції Клепарів через станцію Красне є менший, аніж через станцію Ківерці, то доцільним є перерозподіл вагонопотоків із маршруту Здолбунів – Рівне – Ківерці – Клепарів за маршрутом Здолбунів – Красне – Клепарів. За маршрутом Здолбунів – Рівне – Ківерці – Клепарів проходить вагонопотік обсягом 27149 одиниць, а резерв пропускну спроможності ділянок Здолбунів – Красне та Красне – Клепарів складає відповідно 33913 та 38985 одиниць. Отже, резерви пропускну спроможності дають можливість пропустити додатковий вагонопотік.

Економічний ефект можна проаналізувати, порівнявши вагоно години, затрачені на проходження маршрута Здолбунів – Рівне – Ківерці – Клепарів (а) та Здолбунів – Красне – Клепарів (б). Вагоно години визначаємо за формулою:

$$Q = n \times t, \quad (3)$$

де n – кількість вагонів, яка дорівнює 765; t – час проходження маршрута через Ківерці (8,66 год.) та через Красне (4,52 год.).

Вагоногодні слідування маршрутом (а) – 3457,8 , маршрутом (б) – 6624,9.

Застосування даного рішення на практиці вимагає подальших досліджень за наявності більшого об'єму інформації про вагонопотоки з врахуванням плану формування поїздів. До наявних даних необхідно залучити дані про пасажирські та вантажні поїзди у прямому та місцевому сполученнях.

У зв'язку з необхідністю проведення складних експериментів для дослідження впливу характеристик вагонопотоків, умов їх пропуску і розрахунків на прості вагонів, які є власністю іноземних держав, можна використати метод імітаційного моделювання. Комплексне вирішення вказаних проблем дозволить істотно скоротити прості вагонів та терміни доставки вантажів, збільшити фінансові надходження у бюджет України від транзитних перевезень, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності залізничного транспорту.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Козаченко Д. Н. Исследование влияния различных факторов на простои вагонов в ожидании передачи в третьи страны / Д. Н. Козаченко, С. И. Музыка // Тези доповідей 69-ї міжнар. наук.-практ. конф. "Проблеми та перспективи розвитку залізн. транспорту". – Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2009. – С. 79.
2. Кірта Г. М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему / Г. М. Кірта. – 2-ге вид., переробл. і допов. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2004. – 248 с.
3. Левин Д. Ю. Оптимизация потоков поездов. – М.: Транспорт, 1988. – 175 с.
4. Нестеров Е. П. Транспортные задачи линейного программирования. – М.: Транспорт, 1971.

Нестеренко А. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЛЕДОВАНИЯ ИНОВАГОНОВ СЕТЬЮ ЛЬВОВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В данной работе рассмотрен процесс следования транзитных иновагонов сетью Львовской железной дороги с целью разработки предложений по сокращению нахождения иновагонов на сети.

Поліщук А. О., Мрочак М. В.

Науковий консультант – доц. Чуйко Т. М.

ЖИВА ІСТОРІЯ УКРЗАЛІЗНИЦІ¹

У роботі розглянуто етапи становлення Укрзалізниці після проголошення незалежності 24 серпня 1991 року. Наведено здобутки за 20 років із дня заснування в сфері пасажирських і вантажних перевезень, визначено перспективу реформування в майбутньому.

Залізниця – це соціальне надбання України, стрижень вітчизняної транспортної системи.

Від роботи залізничної галузі залежить економіка України, комфорт і добробут українців – користувачів залізничного транспорту. Тому на плечах людей, які працюють у галузі, лежить неймовірна відповідальність – завжди, у різних економічних і політичних умовах забезпечувати рух поїздів, безпеку пасажирів, спокій вантажовідправників.

Після проголошення незалежності України 24 серпня 1991 року вся залізнична інфраструктура перейшла у власність нової держави. Україна отримала 20% вагонів і локомотивів залізничного парку Радянського Союзу.

Перший уряд незалежної України створив Державну адміністрацію залізничного транспорту України під керівництвом першого і останнього Президента Б. Олійника (по сумісництву начальника Південно-Західної залізниці).

Сьогодні ця посада – Генеральний директор Укрзалізниці і займає її з 21 березня 2011 року В. Козак (дванадцятий за послідовністю призначення).

¹ Назву «Укрзалізниця» запропонував перший начальник Головного управління зовнішньоекономічних зв'язків Віталій Гурнак (за аналогією з Білоруською Чавункою).

12 лютого 2011 року Кабінет Міністрів своєю постановою затвердив Положення про Державну адміністрацію залізничного транспорту України, згідно з яким Укрзалізниця стала самостійним органом державного управління, який керує роботою всіх організацій залізничної галузі; проводить господарську діяльність, співпрацює із залізничними адміністраціями інших країн світу.

Кількісні показники технічної характеристики Укрзалізниці:

- В галузі працюють шість залізниць: Донецька, Львівська, Одеська, Придніпровська, Південно-Західна, Південна (назви двох останніх – історична спадщина. Хоча вони знаходяться на півночі України, але у свій час названі завдяки розташуванню відносно Москви).
- Інвентарний парк Укрзалізниці нараховує понад 1800 електровозів, 900 магістральних тепловозів і майже 1600 маневрових локомотивів; приблизно 7 тисяч пасажирських і 1850 тисяч вантажних вагонів. Пасажирських поїздів щорічного обороту – 160, у т.ч. 63 фірмових.
- З 1991 по 2011 рік було перевезено більше 9,8 млрд. пасажирів, що у 200 разів більше за населення України, приблизно 8 млрд. тонн вантажів (4 місце на Євразійському просторі – після Китаю, Росії, Індії, і 6 місце у світі).
- Кількість залізничних станцій – 1497, вокзалів – 128, мостів – 7,7 тис., 42 тунелі.
- Загальна протяжність залізничних шляхів України складає 22,1 тис. км., у тому числі 3,2 тис. км міжнародних транспортних коридорів. Крім того, Укрзалізниця обслуговує 40 міжнародних залізничних переходів та 18 морських портів Чорноморсько-Азовського басейну.
- У сфері управління Укрзалізниці – приблизно 200 підприємств (заводи, проектні інститути, медичні, оздоровчі, освітянські установи). Вона – найбільший роботодавець України. Сьогодні в залізничній галузі працюють 389967 чоловік, в тому числі 348344 – безпосередньо на залізницях, 40207 - на підприємствах галузі, 1416 – в апараті Укрзалізниці.

Пасажирські подорожування.

У більшості українців залізнична галузь асоціюється з пасажирськими перевезеннями – атмосферою вокзалів, гуркотом коліс, незмінними підстанками... Послуги для пасажирів завжди в центрі уваги широкої аудиторії.

Комфорт пасажирів забезпечує провідник. Ця професія існує більше 150 років і з'явилась одночасно з появою пасажирських вагонів. Форма для провідників була введена вперше в Радянському Союзі у 1932 році. У кожній з шести українських залізниць свій колір елегантних костюмів провідників. Крім того, на погонах провідника 1-2 зірки, у бригадира поїзда – 3-4.

В наш час найбільш популярними напрямками мандрівок українців є кримський, західний та Київ. За літній сезон 2011 р. тільки до Криму перевезено 4 млн. пасажирів.

Парк залізниць України нараховує приблизно 4000 локомотивів, 40 паровозів (їх використовують сьогодні на дитячих залізницях, туристичних напрямках та в музеях залізничної техніки).

Варто зазначити, що в галузі функціонують 8 дитячих залізниць: у Дніпропетровську, Донецьку, Києві, Львові, Харкові, Запоріжжі, Луцьку та Рівному. Дитячі магістралі повністю відтворюють “дорослу” залізницю із справжньою залізничною технікою в мініатюрі. Рух поїздів, що починається у травні і закінчується в жовтні, забезпечують 7 тисяч учнів, які займаються у 430 гуртках. Як наслідок, 50% випускників обирають професію залізничника.

На залізницях України діють 128 вокзалів. Найбільший з них – Київ-Пасажирський – був збудований у 1932 році за проектом А. Вербицького і П. Альошина, у 2001 р. зазнав реконструкції і будівництва Південного вокзалу вартістю 783 млн. гривень.

Найменша станція – зупиночна платформа Хвалибога Львівської залізниці. Найстаріший український вокзал – Львівський, був відкритий 26 березня 1904 року, найновіший – Донецький, який ще будується за сучасними європейськими технологіями і буде відкритий у травні 2012 року.

Обслуговують пасажирів на вокзалах 12500 працівників, у тому числі приблизно 5500 білетних касирів; продають білети 1564 каси, ще 156 білетних кас розташовані за межами вокзалів.

З 2009 року на Укрзалізниці розпочато продаж білетів з використанням інтернет-технологій. Зокрема, лише за листопад 2011 р. такою послугою скористалися 93,6 тисяч пасажирів.

На залізницях України працюють 12709 машиністів та 9454 їх помічників (норма робочих годин від 7 до 12 за добу, 45 днів відпустки, вихід на пенсію в 55 років). Залізничники забезпечені соціальними гарантіями і пільгами: безкоштовна медична допомога, щорічне медичне обстеження, безкоштовний проїзд, матеріальна допомога пенсіонерам і ветеранам праці.

Погляд у майбутнє

Державна адміністрація залізничного транспорту України в грудні 2011 року відзначила 20-річчя із дня заснування і вперше за 20 років переглядає систему організації пасажирського руху:

- Прийнято стратегічне рішення про поступовий перехід на Європейську систему організації руху – швидкісні поїзди будуть курсувати вдень між великими містами, в яких працюватимуть пересадочні вузли, так звані хаби. До хабів пасажирів будуть добиратися приміськими поїздами чи автобусами.

- Запровадження швидкісного руху (до 160 км/год.) шляхом розподілу пасажирських і вантажних потоків та модернізації інфраструктури.

На транспортному коридорі Львів – Київ – Харків – Донецьк завдовжки 700 км буде забезпечено курсування швидкісних поїздів нового покоління.

У 2011 році були проведені роботи по електрифікації ділянок Житомир – Фастів та Полтава – Кременчук, до 1 березня 2012 року заплановано відкриття ділянки Полтава – Красноград – Лозова завдовжки 176 км.

У 2011 році Кабінет Міністрів затвердив Програму оновлення локомотивного парку залізниць України на 2012–2016 роки (оцінка всієї Програми складає 28,5 млрд. грн.). У планах Міністерства інфраструктури – повністю замінити вагони виробництва 60–80-х років та поновити усі вітчизняні поїзди. Протягом найближчих п'яти років заплановано придбати 509 нових сучасних електровозів.

У рамках Програми оновлення укладено декілька договорів:

- з грузинським заводом “Электровозостроитель” про придбання 110 електровозів ВЛ11М/6 постійного струму для Придніпровської залізниці;
- з російським “Новочеркаским электровозостроительным заводом” на придбання 270 локомотивів постійного струму та 30 змінного для Одеської та Донецької залізниць;
- з російським виробником “Уральские локомotiveы” на придбання 50 електровозів серії 2ЕС10 для Львівської залізниці.

Прийнято також програму оновлення вантажного рухомого складу, яка передбачає у 2012 році для наших підприємств – Дарницького вагоноремонтного заводу та Укрспецвагону – придбання по 5 тисяч напіввагонів.

Відомо, що нові поїзди виробництва Hyundai Rotem (Південна Корея) прибудуть в Україну в лютому–березні 2012 року, у травні вже почнуть курсувати швидкісними магістралями між містами, які приймають Євро-2012.

Крім корейських первістків, українці незабаром зможуть оцінити рівень комфорту чеських двоповерхових електропоїздів Skoda та вітчизняних міжрегіональних поїздів Крюківського вагонобудівного заводу.

23 лютого 2012 року Верховною Радою України були прийняті закони, які дають старт реформуванню залізничної галузі, перетворенню її в акціонерне товариство і, як наслідок, зростанню довіри фінансових структур та збільшенню інвестицій.

Глибоко усвідомлюючи нові завдання сьогодення, керівництво Укрзалізниці активно працює над програмою реформування, вивчає досвід інших країн, щоб уникнути помилок на цьому нелегкому шляху і зробити транспортну галузь України однією з кращих на європейському просторі.

ЛІТЕРАТУРА:

1. “Львівський залізничник”, 25.11.2011, №46 (7952), ГС ДТГО, Львів.
2. Газета “Сегодня” // №272 (3991), 2.12.2011; №277 (3996), 9.12.2011; №278 (3997), 10.12.2011; №287 (4004), 21.12.2011; №289 (4006), 23.12.2011; №295 (4012), 30.12.2011; №51 (4063), 07.03.2012; №58 (4070), 15.03.2012.

Полищук А. О., Мрочак М. В.

ЖИВАЯ ИСТОРИЯ УКРЗАЛИЗНИЦЫ

В работе рассмотрены этапы становления железнодорожного транспорта Украины после провозглашения независимости 24 августа 1991 года. Приведены достижения за 20 лет со дня основания в сфере пассажирских и грузовых перевозок, намечены перспективы реформирования в будущем.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕСУВАННЯ ВАГОНІВ ВЛАСНОСТІ ІНШИХ ДЕРЖАВ

У роботі розглянутий процес пересування транзитних іноввагонів мережею Укрзалізниці, розроблені методи аналізу процесу пересування вагонів власності інших держав

На сьогодні резерви технічних потужностей залізничного транспорту, його провізної спроможності практично вичерпані, тому складно реалізувати безперебійне задоволення зростаючих потреб суспільства у транспортному обслуговуванні.

Перевезення вантажів загального господарського призначення засобами залізничного транспорту займає домінуюче місце в системі транспортних комунікацій держави. Так, наприклад, у країнах держав-учасниць Співдружності в 2008 році обсяг вантажоперевезень залізничним транспортом становить 72% від загального обсягу перевезень.

У країнах Європи спостерігається стійке зростання обсягів вантажних перевезень залізничним транспортом. Статистичні дані вказують на стабільність ринку таких перевезень. В прогнозах Укрзалізниці до 2015 року коліями нашої держави передбачається зростання транзитних вантажних перевезень у напрямку Схід-Захід, що відображає основну стратегію економічного розвитку країн торгівельних партнерів.

У даний час на мережі залізничних адміністрацій різних держав експлуатуються парки принципово двох видів: вагони інвентарних парків залізничних адміністрацій та власні вагони промислових підприємств. Причому умови просування вагонів різної форми власності на території транзитних держав значно відрізняються.

Зростання обсягів перевезень і підвищення фінансових надходжень від транзитних перевезень між державами СНД і Балтії можливе лише за умови реорганізації системи міждержавних зв'язків та ліквідації бар'єрних перепон на шляху переміщення вантажопотоків. Такі бар'єрні місця виникають не лише у питаннях стану засобів транспорту, а й у сфері правового законодавства. Залізнична інфраструктура держав-учасниць Співдружності, яка формувалась і розвивалася за єдиною системою технології управління знеособленим парком вантажних вагонів, в нових економічних умовах зобов'язана забезпечувати потребу у вантажних перевезеннях. У той же час спостерігається розрізнення умов експлуатації транзитних вагонних парків різної форми власності, що призводить до неефективного використання інфраструктури, тяги і навантажувальних ресурсів. Тому необхідна розробка єдиної технології управління вагонними парками різних власників, що є важливим для подальшого реформування залізниць держав-учасниць Співдружності.

Згідно архіву вагонної моделі автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ) виявлена динаміка зміни вагонного парку держав-учасниць Співдружності за типом вагонів (рис.1).

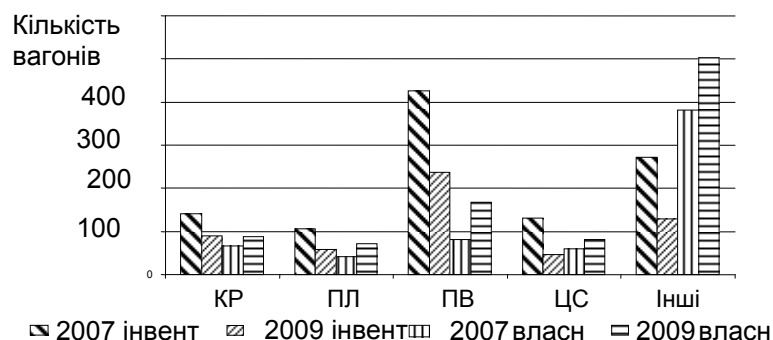


Рис.1 Динаміка зміни вагонного парку держав-учасниць Співдружності за типом вагонів

Аналіз зміни господарської власності вагонних парків вказує на те, що основними причинами зменшення кількості вантажних засобів парку інвентарних вагонів є суттєве відставання у поповненні його новими вагонами порівняно із кількісним списанням вагонів, які вичерпали свій термін експлуатації, а також передача вагонів у приватний парк (рис. 2, 3). Придбання нових вагонів приватної форми власності стосується в основному спеціальних типів вагонів.

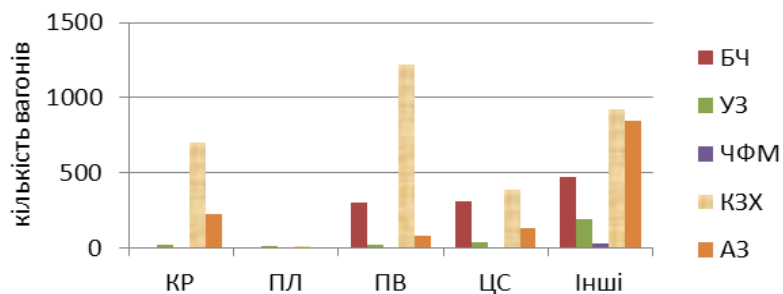


Рис.2 Розподіл кількості придбаних нових інвентарних вагонів адміністраціями держав-учасниць Співдружності

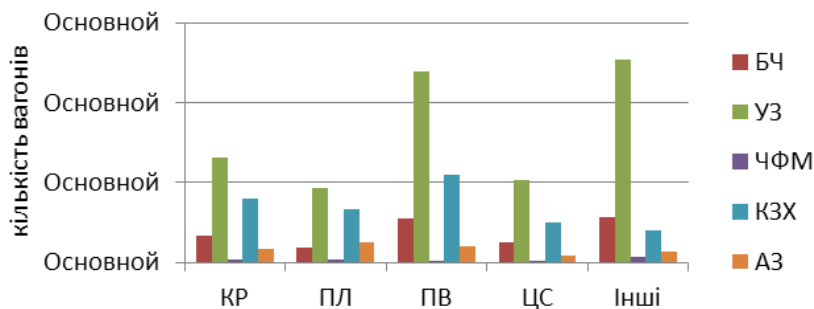


Рис.3 Розподіл кількості вилучених з інвентарного парку вагонів адміністраціями держав-учасниць Співдружності

Переваги експлуатації інвентарних вагонів державної форми власності:

- підвищена відповідальність за управління переміщеннями вагонів після перетину міждержавних стикових пунктів, що повністю лягає на залізничну адміністрацію-користувача даним засобом транспорту. При цьому, чинна система обліку і розрахунків дозволяє залізничній адміністрації-власниці вагонів у рамках «Правил користування вагонами власності іноземних держав» (ПКВ) або «Правил експлуатації, пономерного обліку і розрахунків за користування вантажними вагонами власності інших держав» (ПЕ) (для вагонів власності колишнього Радянського Союзу) отримати належне фінансування у вигляді плати за користування вагонами протягом всього терміну перебування вагонів на залізниці іноземних держав;
- поточний відчіпний ремонт вантажних засобів транспорту проводиться за рахунок залізничної адміністрації-користувача. На час ремонту плата за користування вагонами не припиняється, що стимулює його проведення в найкоротші терміни;
- завантаження вагонів залізничною адміністрацією-користувачем може проводитись без узгодження з власником вагонів, що дозволяє скоротити зустрічні порожні пробіги і навантаження на інфраструктуру.

Переваги експлуатації вагонів приватної форми власності:

- повна оплата вартості послуг інфраструктури під час проходження вагонами залізничних ділянок (для перевізника або власника інфраструктури);
- формування вагонної складової за ринковою ціною.

Оскільки рух завантажених вагонів інвентарного і приватного парків здійснюється відповідно перевізним документам та плану формування і графіка руху поїздів, то традиційно сформовані принципи, організація і технологія переміщення завантажених вагонів не зазнають кардинальних змін. Технологічні зміни процесів управління вагонними парками стосуються в основному низки питань, пов'язаних із переміщенням порожніх вагонів. У даний час переміщення вагонів приватного парку здійснюється методом індивідуального управління кожним конкретним вагоном, а інвентарних - більш прогресивною системою управління масовими вагонопотоками.

Враховуючи, що аналіз умов пропуску вагонопотоків пов'язаний з обробкою інформації з баз даних, то в якості основних методів дослідження обрані реляційна алгебра і математична статистика. З метою аналізу обсягів прийому і здачі вагонів різної власності, повинні бути встановлені станції і моменти прийому та здачі на територію України. Така інформація отримується методами реляційної алгебри [3] на підставі з'єднання таблиць T_0 , T_1 і T_2 за еквівалентністю:

$$\left[\pi_{S_2, S_3} (T_c) \right] \triangleright \triangleleft_{T_{c, S_1} = T_{B, V_1}} \left[\pi_{V_1, V_3, V_4, V_5} (T_B) \right] \triangleright \triangleleft_{T_{B, V_2} = T_{П, A_1}} \left[\pi_{A_2, A_4, A_5, V_6} (T_{П}) \right] \quad (1)$$

де: T_c – дані про приналежність вагонів; T_B – таблиця поїздів, які прослідували міждержавні пункти; $T_{П}$ – таблиця вагонів, які перетнули міждержавні пункти.

У результаті отримана таблиця $T_{пер}$, що дозволяє ідентифікувати час і місце передачі вагонів між адміністраціями, їх приналежність і стан - завантажений або порожній. На основі даних таблиць $T_{пер}$ і T_d сформовані таблиці здачі $T_{сд}$ і прийому вагонів $T_{пр}$.

Згідно статистичних даних у період із 2007 по 2009 роки від 15,8% до 19,3% завантажених вагонів, прийнятих УЗ, слідувало у треті країни. Під час перебування у цих країнах відбувається оплата за користування вагонами згідно ставки ПКВ між залізницею третьої країни і залізницею здачі, та за ставкою ПЕ між залізницею здачі і залізницею-власницею вагонів. При перевищенні плати за користування вагонами загального парку, ставки ПКВ дотування різниці буде здійснюватися за рахунок адміністрацій здачі.

Для аналізу впливу зворотного навантаження на затримку вагонів на території Укрзалізниці методом реляційної алгебри отримана таблиця $T_{ук}$ часу знаходження інвентарних іновагонів на залізничній мережі залізниць України:

$$\pi_{D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_9} \left(\sigma_{T_1=6} \left(\sigma_{C_3=22} (T_d) \triangleright \triangleleft_{T_{д, C_2} = T_{ст, B_3}} T_{ст} \triangleright \triangleleft_{T_{ст, B_1} = T_{ди, D_5}} \pi_{D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_9} (T_{ди}) \triangleright \triangleleft_{T_{ди, D_1} \geq T_{т, T_2} \wedge T_{ди, D_1} \leq T_{т, T_3}} \pi_{T_1} (T_{т}) \right) \right) \quad (2)$$

Розроблені методи аналізу процесу пересування вагонів власності інших держав дозволяють ідентифікувати місце і час знаходження іновагонів на території Укрзалізниці, а також визначити їх тривалість перебування. У подальшому з використанням методів реляційної алгебри необхідно виконати розрахунки для більш повного аналізу.

Для ефективного забезпечення реалізації кожним з учасників перевізного процесу своїх прав і обов'язків повинні бути створені належні і достатні технологічні та економічні механізми та умови.

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила эксплуатации, пономерного учета и расчетов за пользование грузовыми вагонами собственности других государств.
2. Договор о Правилах пользования грузовыми вагонами в международном сообщении (ПГВ) (с изменениями и дополнениями, по состоянию на 1 января 2010 года).
3. Конноли Т. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика, 2-е изд.: Пер с англ.: уч. пос./ Конноли Т., Бегг К., Страчан А. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000 – 1120 с
4. Шторм Р. Теория вероятностей, математическая статистика, статистический контроль качества. – М.: Мир, 1970. – 368 с

Бабиш О.Д., Оверко В.В.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ВАГОНОВ СОБСТВЕННОСТИ ДРУГИХ ГОСУДАРСТВ

У работе рассмотрен процесс передвижения транзитных иновагонов сетью Укрзалізниці, разработаны методы анализа процесса передвижения вагонов собственности других государств

Прусак О. І.

Науковий консультант – ст. викл. Баль О. М.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ КОНТРОЛЮ СТАНУ РЕЙОК В РІЗНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

У пропонованому дослідженні визначається раціональність термінів перевірки стану рейок засобами дефектоскопії в різних умовах експлуатації.

В умовах нарощування обсягів та інтенсивності перевезень, а також враховуючи економічний стан галузі, істотно зростає роль ефективного застосування сучасних засобів діагностики колії та її елементів для забезпечення безпеки руху поїздів.

В існуючій системі рейкової діагностики виділяють два напрямки, за рахунок яких досягається зменшення числа невиявлених дефектів рейок у колії: це введення перспективних засобів дефектоскопії та збільшення частоти перевірок. Однак цей підхід потребує диференційованого підходу для різних умов експлуатації колії.

Робота дорожньої лабораторії рейкової дефектоскопії ґрунтується на своєчасному виявленні дефектів граничної величини в рейках. Для цього використовуються візки-дефектоскопи, вагони-дефектоскопи, та перспективні засоби дефектоскопії. Основним документом, що визначає роботу засобів рейкової дефектоскопії, є норми періодичності перевірки рейок дефектоскопами [1]. В даних нормах зроблено диференціацію перевірок стану рейок за умовами експлуатації, проте частота контролю є досить високою для всіх періодів експлуатації рейок. Однак зазначимо, що досить висока імовірність виявлення дефектів діючою системою контролю (98,84%) досягається за рахунок високої, іноді надлишкової, частоти контролю рейок (від 24 до 60 разів у рік), що потребує великих затрат на їх проведення. При цьому відсоток пропущених дефектів з вини операторів складає 15-20% від загального числа невиявлених дефектів. Тобто, збільшення частоти перевірок в повній мірі не вирішує питання забезпечення безпеки руху поїздів, а витрати на періодичний контроль зростають. Тому встановлення термінів періодичності контролю рейок для різних умов експлуатації потребує раціонального підходу їх визначення.

Оптимальне число перевірок повинне задовольняти умові виявлення тріщини на докритичній стадії її розвитку, що забезпечує гарантовану цілісність рейки до її вилучення з колії.

Математичні моделі відмов рейок в колії. Інтегральні криві сумарних поодиноких відмов рейок дозволяють оцінити вплив на терміни періодичності контролю стану рейок різних експлуатаційних факторів

Для прямих і кривих ділянок колії дослідниками отримано різноманітні математичні моделі відмов рейок в колії. В даному дослідженні прийняті наступні функціональні степеневі залежності, які характеризують зміну інтенсивності потоку відмов рейок в колії [3]:

для прямих ділянок колії

$$\lambda^{cm} = (a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot \Gamma) \cdot T^{(b_0 + b_1 \cdot P + b_2 \cdot \Gamma)}, \quad (1)$$

для кривих ділянок колії

$$\lambda^{cm} = (a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot \Gamma + a_3 \cdot R) \cdot T^{(b_0 + b_1 \cdot P + b_2 \cdot \Gamma + b_3 \cdot R)}, \quad (2)$$

де λ – очікуваний вихід рейок, шт./км млн. т; P – осьові навантаження, т/вісь; Γ – вантажонапруженість, млн. т км бруто/км за рік; T – пропущений тоннаж, млн. т; R – радіус кривої, м; $a_0, a_1, a_2, a_3, b_0, b_1, b_2, b_3$ – постійні коефіцієнти апроксимації, які наведені в табл.1.

Таблиця 1

Коефіцієнти апроксимації інтенсивності потоку відмов рейок

Коефіцієнти	Прямі ділянки		Криві ділянки	
	Ланкова колія	Безстикова колія	Ланкова колія	Безстикова колія
a_0	$0,196 \times 10^{-5}$	$0,105 \times 10^{-6}$	$0,118 \times 10^{-4}$	$0,988 \times 10^{-5}$
a_1	$0,579 \times 10^{-7}$	$0,572 \times 10^{-7}$	$0,581 \times 10^{-7}$	$0,578 \times 10^{-7}$
a_2	—	—	$0,55 \times 10^{-7}$	$0,538 \times 10^{-7}$
a_3	$0,545 \times 10^{-8}$	$0,535 \times 10^{-8}$	$-0,491 \times 10^{-8}$	$-0,489 \times 10^{-8}$
b_0	1,203	1,191	1,212	1,202
b_1	$0,682 \times 10^{-2}$	$0,678 \times 10^{-2}$	$0,697 \times 10^{-2}$	$0,685 \times 10^{-2}$
b_2	$0,545 \times 10^{-3}$	$0,530 \times 10^{-3}$	$0,553 \times 10^{-3}$	$0,536 \times 10^{-3}$
b_3	—	—	$-0,562 \times 10^{-5}$	$-0,556 \times 10^{-5}$

Розрахункові терміни періодичності контролю рейок. В даному дослідженні поставлена задача на основі сучасних даних по інтенсивності відмов рейок в колії отримати

дані за термінам періодичності в залежності від конкретних умов експлуатації. Для вирішення поставленої задачі в дослідженні проведені наступні розрахунки:

1. За математичними моделями інтенсивності потоку відмов рейок в колії для різних діапазонів вантажнапруженості, осьового навантаження, плану лінії розраховано сумарні значення їх відмов N , шт./км і отримано залежності сумарних поодиноких відмов рейок N , шт./км наступного виду:

$$N = a \cdot T^3 + b \cdot T^2 - c \cdot T \quad (3)$$

Результати розрахунку інтегральних залежностей для різних умов експлуатації наведено на рис. 1-4 (в даній роботі наведено тільки декілька варіантів розрахунків).

2. Отримано обернені залежності пропущеного тоннажу від сумарного накопичення відмов $T = f(N)$ для прямих та кривих ділянок колії в різних умовах експлуатації. Ці залежності представляємо у вигляді:

$$T = A \cdot N^B \quad (4)$$

де A, B – коефіцієнти, значення яких наведені в табл. 2.

3. Розрахункові терміни періодичності контролю стану рейок для ліній I категорії колії розраховані для прямих і кривих ($R > 600 \text{ м}$) ділянок колії при вантажнапруженості 80 млн.т/км брутто/км в рік та осьовому навантаженні 13 т/вісь, 18 т/вісь та 21 т/вісь. Результати наведені в табл.3.

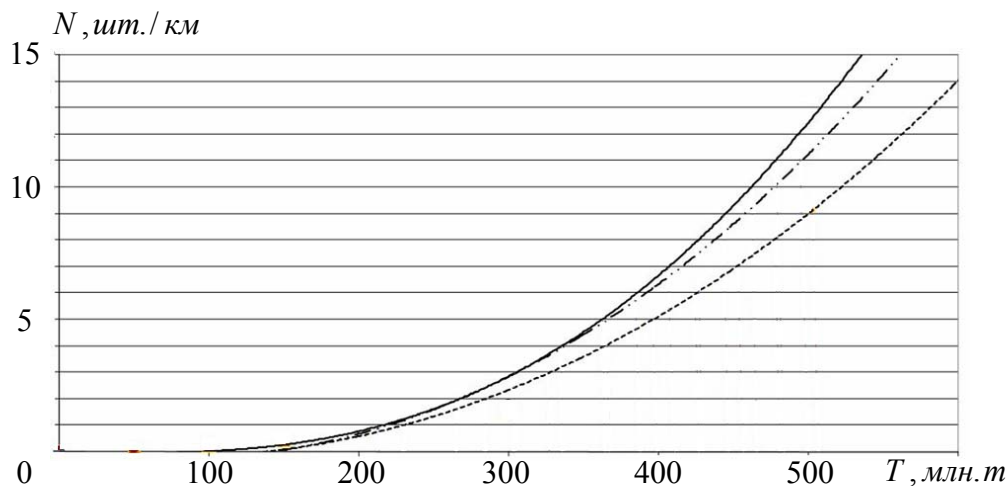


Рис.1. Інтегральні залежності сумарних відмов рейок в кривих $R=600 \text{ м}$ при вантажнапруженості $\Gamma = 80 \text{ млн. т км брутто / км у рік}$ на ділянці безстикової колії в різних діапазонах осьового навантаження. Штрихова лінія 13 т/вісь, штрихпунктирна – 18 т/вісь, суцільна – 21 т/вісь.

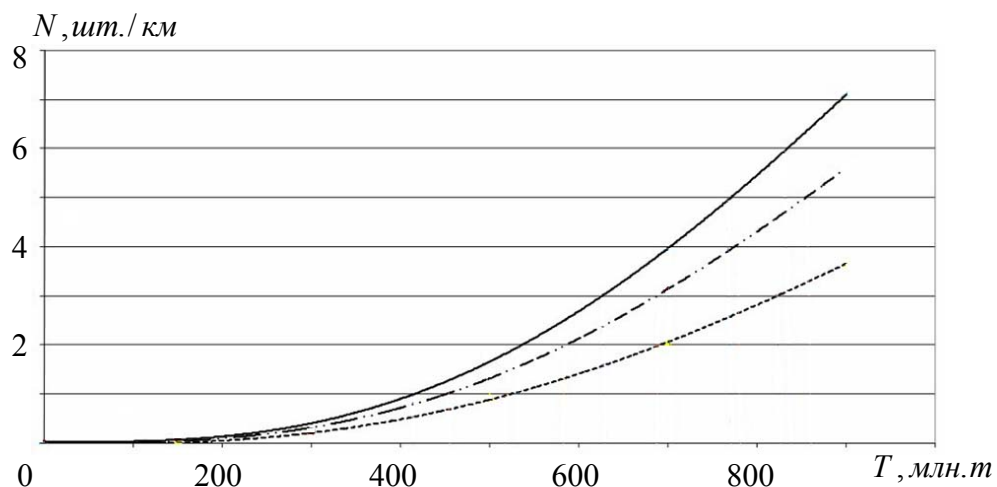


Рис.2. Інтегральні залежності сумарних відмов рейок в прямих при вантажнапруженості $\Gamma = 80 \text{ млн. т км брутто / км у рік}$ на ділянці безстикової колії в різних діапазонах осьового навантаження. Штрихова лінія – 13 т/вісь, штрихпунктирна – 18 т/вісь, суцільна – 21 т/вісь.

Значення коефіцієнтів A , B

Вантажо- напруженість, млн.ткм бруто/км в рік	Осьові наван- таження, т/вісь	План лінії			
		Прямі		Криві $R=600$ м	
		A	B	A	B
80	21	408,5	0,382	217,4	0,344
	18	449,1	0,399	214,6	0,361
	13	525,2	0,405	225	0,372

Висновок. Під час контролю стану рейок вирішальне значення має інтервал між перевітками. Для мінімізації собівартості ризику потрібно вибирати частоту проходжень контрольно-вимірювальних засобів. В дослідженні отримано терміни періодичності контролю стану рейок на ділянці I категорії на основі сучасних моделей інтенсивності відмов рейок в колії для дефектів контактнo-втомного характеру. Результати досліджень показали, що на ділянках з пропущеним тоннажем більшим за 350 млн. т розрахунки термінів практично співпадають з існуючими нормативами, а на початковому періоді експлуатації на 35 -50 % більші за існуючі. Тобто є резерв часу в початковий період експлуатації рейок та малодіючих ділянках колії.

Нові методи і засоби безконтактного швидкісного неруйнівного контролю рейок не тільки гарантують безпеку руху поїздів, але й виводять галузь на новий рівень обслуговування інфраструктури, дозволяючи в поєднанні з новими термінами контролю стану рейок знизити їх періодичність, скоротити експлуатаційний парк дефектоскопічних засобів і зменшити чисельність обслуговуючого персоналу.

Таблиця 3

Терміни періодичності контролю стану рейок для ліній I категорії

Умови експлуатації $\Gamma=80$ млн. ткм бруто/км в рік	Пропущений тоннаж, млн.т	Розрахункові терміни періодичності контролю, в днях	Існуючі норми періодичності, в днях
Прямі (від 0,2 до 2 шт / 10 км в місяць)	до 350	180 – 60	10 – 12
	350 – 700	60 – 38	8 – 10
	> 700	38 – 30	6 – 8
Криві $R>600$ м (від 0,2 до 2 шт / 10 км в місяць)	до 350	25 – 13	10 – 12
	350 – 700	13 – 7	8 – 10
	> 700	6	6 – 8
Криві $R=600$ м (понад 2 шт / 10 км в місяць)	до 350	15 – 10	8 – 10
	350 – 700	6 – 9	6 – 8
	> 700	5	5 – 6

ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про систему організації роботи, ремонту та обслуговування засобів дефектоскопії в колійному господарстві. ЦП / 0129. – К.: НВП Поліграфсервіс, 2005. – 96 с.
2. Колотушкін С. А. Дефектоскопія рельсов експериментального кольца на службе транспортной науки / С. А. 3. 3. Колотушкін, В. А. Рейхарт // Вестник ВНИИЖТ. – 2002. - №6. – С. 7-11.
3. Рибкін В. В. Поодинокий вихід рейок – важливий фактор для прогнозування строку ремонту колії / В. В. Рибкін, М. І. Уманов, О. М. Баль // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 18. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2007. – С. 31-37.

Прусак О. И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РЕЛЬСОВ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В предложенном исследовании определяется рациональность сроков проверки состояния рельсов средствами дефектоскопии в разных условиях эксплуатации.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ВАГОНІВ У ПОЇЗДАХ, ЩО ФОРМУЮТЬСЯ НА СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ГАЛУЗІ

Розглянуто причини виникнення простою вагонів на сортувальних станціях, які пов'язані з формуванням поїздів. На основі використання маркетингово-логістичної концепції для вирішення проблеми запропоновано метод зниження кількості вагонів у складі поїздів: відправляти поїзди із зменшеною масою, тобто зменшеною кількістю вагонів, буде доцільно тоді, коли сума всіх експлуатаційних витрат, які виникли через зменшення маси поїздів, буде меншою або рівною за доходи від скорочення простою вагонів.

Постановка проблеми. Реформування залізниці в жодній з країн Європи не відбувалося без пошуку рішень у процесі розподілу функцій між різними державними підприємствами і відомствами, організації роботи приватних перевізників та операторів, вироблення тарифної політики. Попри багаторічний досвід, накопичений західноєвропейськими державами у залізничних реформах, універсальної формули реформування, яка б злагоджено працювала, так і не було виведено.

Одним з основних напрямків діяльності “Укрзалізниці” є вантажні перевезення. У сучасний період зниження вантажообігу та вимог вантажовідправників щодо термінів доставки вантажів, значній зношеності рухомого складу, основною проблемою є простій вагонів на вантажних, проміжних та технічних станціях. Проблемою зменшення часу обороту вагонів займалися вітчизняні і зарубіжні вчені: Бараш Ю. С., Дикань В. Л., Ейтутіс Г. Д., Дайнека О. Г., Макаренко М. В., Сич Є. М., Галабурда В. Г., Кулаєв Ю. Ф., Федотов Н. Г. та інші. Однак задачі визначення оптимальної кількості вагонів у складі поїздів, які формуються на технічних станціях, і надалі є актуальною.

Враховуючи концепцію реформування залізничної галузі, на ринку вантажних перевезень будуть задіяні незалежні оператори, які мають у своєму розпорядженні інформацію про рухомий склад різних форм власності. Враховуючи те, що на сьогоднішній день нормою є формування поїздів із середньою кількістю 56 вагонів [7, с.71], то при логістичному підході вищезгадані оператори повинні володіти даними про беззбитковість перевезень за зменшення кількості вагонів у вантажних поїздах, зменшення простою вагонів на сортувальних станціях.

Розв'язування задачі. Для вирішення задачі застосовується маркетингово-логістичний підхід щодо визначення оптимальної кількості вагонів і рівня підвищення прибутків.

За статистичними даними простій вагонів на технічних станціях складає 49,9% від загальної тривалості обороту вагона. Однією зі складових простою вагонів на технічних станціях є простій вагонів під очікуванням накопичення складів поїздів за нормами формування. Ці норми визначають тяговими розрахунками, виходячи з ефективності використання локомотивів та технічних пристроїв. Простій вагонів під накопиченням в середньому складає 72% від загальної тривалості перебування вагонів на технічних станціях. Виникнення простоїв залежить від інтервалу прибуття поїздів, кількості вагонів, які прибувають у розформування, кількості вагонів у складі поїздів, що формуються.

Як метод скорочення простою вагонів під накопиченням запропонуємо метод оптимізації кількості вагонів у складі поїздів, що формуються. Вихідними даними для виконання розрахунків є:

- статистичні дані графіка руху поїздів;
- нормативні графіки виконання технологічних операцій згідно з технологічним процесом роботи станції;
- статистичні дані про поїзди, які прибувають (згідно натурних листів).

Як приклад, розглянемо роботу сортувальної станції Львів по формуванню наскрізних поїздів призначенням до станції Жмеринка. Інтервал прибуття поїздів на станцію Львів складає 113,35 хвилин. У складі цих поїздів прибуває в середньому 14 вагонів призначенням до станції Жмеринка. Середня кількість вагонів у поїздах, які формуються за даним напрямком, складає 56 вагонів, а середня тривалість простою при накопиченні – 160 вагоно-годин. При цьому середня тривалість простою одного вагона під накопиченням складає 5 годин 30 хвилин.

Одним з основних якісних показників роботи сортувальної станції є тривалість перебування вагонів на ній. Сюди входять тривалість технологічних операцій, тривалість простоїв під очікуванням виконання технологічних операцій та очікуванням накопичення вагонів.

Тривалість технологічних операцій визначається згідно Технологічного процесу роботи сортувальної станції. Тривалість технічного обслуговування составів після прибуття складає 30 хвилин, а тривалість розформування состава на сортувальній гірці складає 18,1 хвилини.

Основним якісним показником функціонування систем масового обслуговування є тривалість знаходження окремої вимоги у стані очікування обслуговування, що визначається згідно з [1, с.25-28] та становить: очікування технічного огляду – 10,5 хвилин, очікування розформування – 3,44 хвилин. А загальна тривалість обробки одного поїзда складає 1,03 години.

Простій вагонів під накопиченням визначається у вагоно-годинах та розраховуються, як добуток кількості вагонів на час їх знаходження на коліях сортувального парку.

Виходячи з того, що середня кількість вагонів у повносоставному поїзді складає 56, а середня кількість вагонів у складі прибулого поїзда, що прямують на розрахунковий напрямок – 14 вагонів, то можна прийняти, що для формування повносоставного поїзда необхідно 4 групи по 14 вагонів. Тому для розрахунку вагоно-годин простою вагонів під накопиченням використаємо схему наведену на рис. 1.

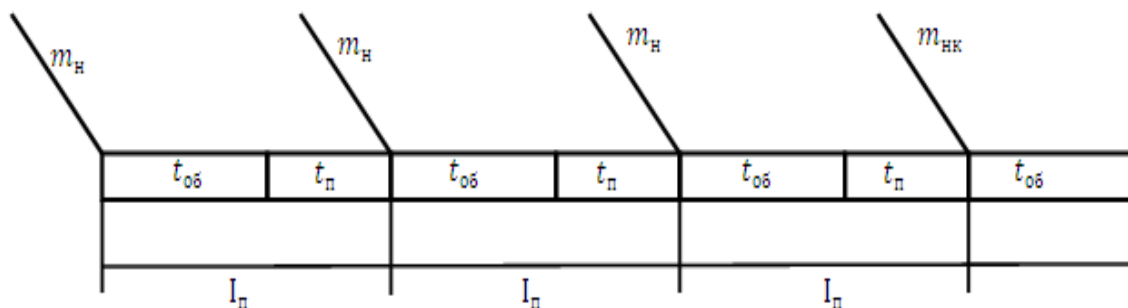


Рис. 1. Схема розрахунку вагоно-годин простою

Тут $t_{об}$ – тривалість обробки составів; t_n – тривалість простою вагонів; m_n – кількість вагонів у составі, що прямує на розрахунковий напрямок; $m_{нк}$ – кінцева група вагонів, що проходить сортувальну станцію без простою під накопиченням; I_n – інтервал прибуття поїздів. Згідно зі схемою, тривалість простою вагонів під накопиченням визначається за формулою:

$$t_n = (I_n - t_{об}) / 60, \text{ год} \quad (1)$$

Вагоно-години простою під накопиченням визначається за формулою:

$$n H_n = 3 \cdot m_n \cdot t_n + 3 \cdot m_n \cdot I_n + t_{об} \cdot \sum m_n, \text{ ваг.-год.} \quad (2)$$

Вагоно-години простою визначають відповідно для кожного варіанта формування поїздів. За зменшення кількості вагонів у складі поїзда скорочують простій вагонів під накопиченням.

Для визначення економічного ефекту від скорочення простою вагонів під накопиченням необхідно визначити експлуатаційні витрати, які пов'язані з перевезеннями. Для цього застосовують метод одиничних витратних ставок, наведений в [6, с.324-327]. Витратні ставки – це залежні витрати, які припадають на одиницю калькуляційного вимірника. До калькуляційних витрат відносять витрати вагонного, локомотивного господарств та господарства перевезень. До частки умовних витрат відносять витрати колійного господарства, господарств СЦБ та зв'язку, електропостачання.

Зменшення кількості вагонів у складі поїздів призводить до зменшення маси поїздів, що у свою чергу за сталих об'ємів вантажопотоків призводить до збільшення експлуатаційних витрат за всіма статтями видатків, а також до виникнення додаткових витрат, пов'язаних зі збільшенням числа поїздів на ділянках між сортувальними станціями. Збільшення основних експлуатаційних витрат визначають як різницю експлуатаційних витрат за встановленої маси поїздів і експлуатаційних витрат за зменшеної маси поїздів.

Додаткові витрати визначають за формулою:

$$E_{\text{дод}} = P/Q_{\text{бр}} - P \cdot L \cdot e_{\text{п-км}} / (Q_{\text{бр}} - \Delta Q_{\text{бр}}), \text{ грн/п-км.}, \quad (3)$$

де P – кількість перевезених тонн вантажу; $Q_{\text{бр}}$ – встановлена маса-брутто поїзда; $\Delta Q_{\text{бр}}$ – зменшення маси-брутто поїзда; L – довжина ділянки; $e_{\text{п-км}}$ – витратна ставка на 1 поїздо-кілометр.

Оскільки скорочення маси поїздів відбувається через скорочення простою вагонів під накопиченням, то внаслідок цього отримують доходи, пов'язані зі збільшенням ефективності використання рухомого складу. Доходи від скорочення простою вагонів визначають за формулою:

$$E_{\text{пр}} = \sum \Delta t \cdot m \cdot e_{\text{ваг.-год.}}, \quad (4)$$

де Δt – час скорочення простою; m – кількість вагонів, для яких скоротився простій; $e_{\text{ваг.-год.}}$ – витратна ставка на 1 вагоно-годину.

За значеннями загальних експлуатаційних витрат, які виникли внаслідок зменшення вагонів та доходів від скорочення простою вагонів, побудовано графіки залежності розмірів даних показників від складу поїзда (рис. 2). У точці перетину цих графіків отримуємо точку беззбитковості. Отже, відправлення поїздів зі зменшеною масою, тобто зменшеною кількістю вагонів, є доцільним тоді, коли сума всіх експлуатаційних витрат, які виникли внаслідок зменшення маси поїздів, буде меншою або рівною за доходи від скорочення простою вагонів.

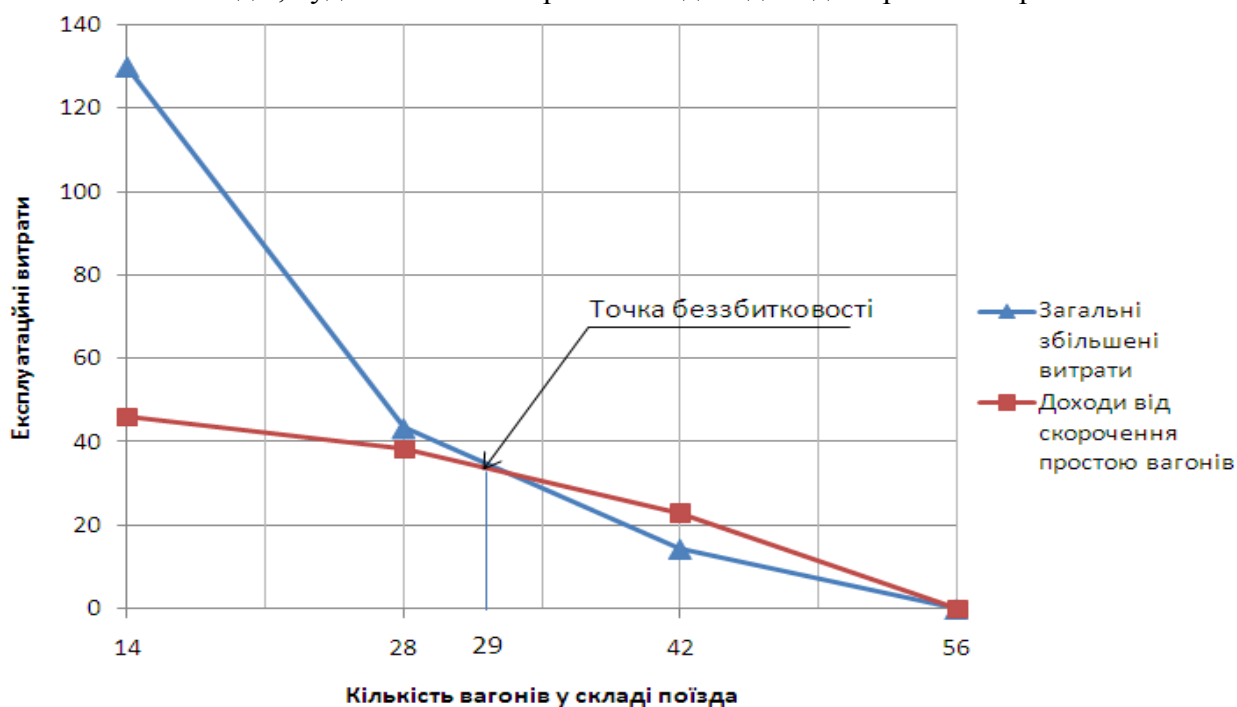


Рис. 2. Графік визначення точки беззбитковості

Висновки. За зменшення кількості вагонів у складі поїзда зростають експлуатаційні витрати на перевезення, виникають витрати, які пов'язані зі зменшенням маси поїздів; при сталих вантажопотоках – зі збільшенням кількості поїздів на ділянці, а також виникає зниження простою вагонів під накопиченням.

Графік визначення беззбитковості вказує на те, що беззбиткові перевезення починаються з включення до складу поїзда 29 навантажених вагонів. Оскільки ж вагони на даний напрямок формування прибувають групами по 14 вагонів, то доцільнішою є відправка 42 вагонів. Це дозволяє скоротити простій вагонів на 1,89 години, або на 79,35 вагоно-годин, та отримати дохід у розмірі 8,557 гривень на 1 вагон, тобто 359,39 гривень на состав.

Проте збільшення кількості поїздів, які обертаються між сортувальними станціями, за зростання обсягів пасажирських перевезень у літній період може призвести до дефіциту пропускнуої здатності залізничних ліній.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Божко М. П., Журавель В. В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Основи теорії транспортних процесів і систем». Дніпропетровськ, ДПТ, 1999.

2. Грунтов П. С., Дьяков Ю. В., Макарович А. М. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте. Учебник для вузов ж. д. транспорта. – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.
3. Еловой И. А. Эффективность логических транспортно-технологических систем (теория и методы расчетов) / И. А. Еловой. – Гомель: БелГУТ, 2000. – 290 с.
4. Кава О. Реформа спрямована на підвищення ефективності діяльності “Укрзалізниці” // Дзеркало тижня. – № 41. – 2011. – с. 11.
5. Мозолевиц Г. Я. Підвищення ефективності процесу перевезень за рахунок визначення раціональних параметрів поїздопотоків: автореферат канд. техн. наук, спец.: 05.22.01 – транспортні системи / Г. Я. Мозолевиц. — Дніпропетровськ: М-во інфраструктури Укр., Дніпропетровський нац. ун-т залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, 2011. — 21 с.
6. Терёшина Н. П., Галабурда В. Г., Трихунков М. Ф. Экономика железнодорожного транспорта: Учеб. для вузов ж.-д. транспорта – М.: УМЦ ЖДТ, 2006.
7. Технологічний процес роботи сортувальної станції “Львів”. Львів – 2007. – 193 с.
8. Федотов Н.И., Быкадоров А.В. Применение теории вероятностей в транспортных расчетах. Учебное пособие для студентов и инженеров железнодорожного транспорта. Новосибирск, 1969

Нестеренко О. В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ВАГОНОВ В ПОЕЗДАХ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Рассмотрены причины возникновения простоя вагонов на сортировочных станциях, связанные с формированием поездов. С использованием маркетинго-логистической концепции для решения проблемы предложен метод снижения количества вагонов в составе поездов: отправление поездов с меньшей массой, т. е. меньшим количеством вагонов, целесообразно тогда, когда сумма всех эксплуатационных издержек, возникших вследствие уменьшения массы поездов, будет меньшей или равной прибыли от сокращения простоя вагонов.

Батіг А.В., Вантук Д.О.

Наукові консультанти – доц. Кузін М.О., ст. викл. Терещак Ю.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ НАДРЕСОРНИХ БАЛОК У ВІЗКАХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ З ПРУЖНИМИ КОВЗУНАМИ

Проведено розрахунок та аналіз напружено-деформівного стану надресорних балок для візків моделі 18-100 з різними конструктивними схемами обпирання та особливостями конструкції ковзунів. Отримані результати дозволили запропонувати низку рекомендацій технічного та теоретичного характеру по збільшенню параметрів надійності надресорної балки в процесі експлуатації та напрямків проведення теоретичних досліджень.

Однією з вимог практики при проектуванні сучасного рухомого складу є не тільки суворе дотримання всіх нормативних вимог, але й врахування можливих шляхів зменшення міцності елементів конструкцій за рахунок виникнення понаднормованих навантажень, спричинених випадковими факторами та передбачення найбільш ймовірних шляхів розвитку руйнування в умовах перенавантаження об'єкта [4]. У цьому зв'язку на перший план виступають методи імітаційного моделювання поведінки відповідальних деталей рухомого складу, що дозволяють з найменшими втратами часового, людського і матеріального ресурсів передбачити експлуатаційну поведінку вузлів та конструкцій [1].

У сучасних вантажних вагонах, які експлуатуються в Україні, однією з найбільш важливих підсистем, від конструктивної схеми якої залежать як динамічні, так і техніко-економічні характеристики несамохідного рухомого складу, є опорне з'єднання кузова і візка [3]. Кузов вагону під час руху здійснює коливання в межах ступенів вільності, які передбачені конструктивно та передає динамічні зусилля через надресорну балку візка на інші елементи візків вагонів.

На даний час найбільш розповсюдженим і типовим є візок ЦНП-ХЗ моделі 18-100. В цьому зв'язку в даній роботі було проведено аналіз поведінки в умовах наближених до експлуатаційних однієї з найвідповідальніших складових візка – надресорної балки з різними конструктивними особливостями – простими непружними ковзунами і пружними ковзунами безазорної конструкції [5].

Аналіз проводили на основі підходів лінійної теорії пружності, сучасних теорій міцності конструкцій та з використанням загальноприйнятої в таких випадках розрахункової схеми передачі навантаження для даного візка [1, 7].

Відповідно до схеми передачі навантаження для вагонів без пружних ковзунів і вагонів з пружними ковзунами побудували розрахункові схеми завантаження надресорної балки, які наведені на рис. 1.

Розрахункове значення навантаження встановлювати як адитивну суперпозицію всіх видів навантажень:

$$P_p = \sum_i P_i = P_{cm} + P_{дин} + P_{ін}, \quad (1)$$

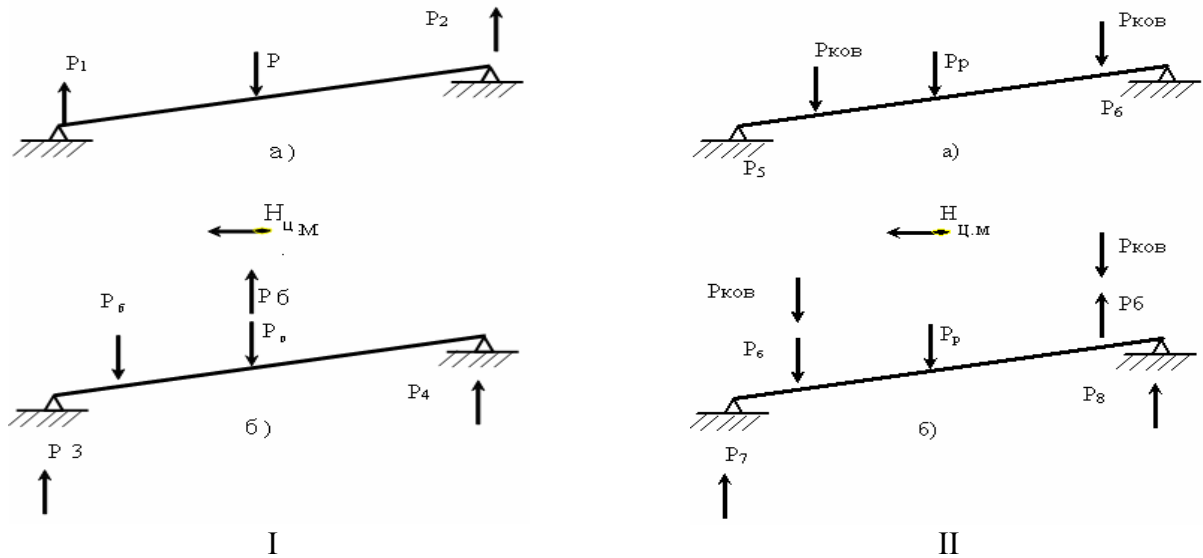


Рис. 1. Схема навантаження надресорної балки: а – вертикальне навантаження, б – бокове навантаження; I – надресорна балка з непружними ковзунами, II – надресорна балка з пружними ковзунами беззазорої конструкції: (P_p - розрахункове навантаження, $P_{ков}$ - навантаження від ковзун шворневої балки на ковзун надресорної балки $P_{бок}$ - навантаження на ковзун від дії бокового навантаження, ($P_1 \dots P_8$) – реакції в ресорному комплекті від дії вертикального розрахункового навантаження).

Аналітичні вирази для встановлення відповідних силових характеристики подамо у наступному виді: Статичне навантаження P_{cm}

$$P_{cm} = P_{бр} - \sum_{i=1}^n m_i \cdot n_i, \quad (2)$$

де $P_{бр}$ - маса брутто вагона; $\sum_{i=1}^n m_i \cdot n_i$ - маса частин візка, які не навантажують надресорну балку;

Динамічне навантаження визначається згідно [6] та врахуванням розрахункового коефіцієнта вертикальної динаміки, який враховує перевалювання кузова

$$P_{дин} = K_{Д.В.} \cdot (1 + \gamma), \quad (3)$$

де $K_{Д.В.}$ - коефіцієнт вертикальної динаміки; γ - коефіцієнт, який рекомендують приймати рівним 0,2.

Коефіцієнт вертикальної динаміки згідно [6] визначається як випадкова функція з ймовірним розподілом

$$P(K_{Д.В.}) = 1 - \exp\left(-\frac{\pi}{4} \cdot \frac{K_{Д.В.}^2}{K_{Д.В.}^2} \cdot \beta^2\right) \quad (4)$$

Коефіцієнт $K_{Д.В.}$ визначається як квантиль цієї функції при розрахунковій односторонній ймовірності за формулою

$$K_{Д.В.} = \frac{\overline{K_{Д.В.}}}{\beta} \sqrt{\frac{4}{\pi} \ln \frac{1}{1 - P(K_{Д.В.})}}, \quad (5)$$

де $\overline{K_{Д.В.}}$ - середнє ймовірне значення коефіцієнта вертикальної динаміки; β - параметр розподілу, який уточнюється за експериментальними даними. Для вантажних вагонів $\beta = 1,13$.

Під час розрахунків на міцність за допустимими напруженнями приймають $P(K_{Д.В.}) = 0,97$.

Середнє ймовірне значення $\overline{K_{Д.В.}}$ визначається за формулою

$$\overline{K_{Д.В.}} = a + 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot b \cdot \frac{V - 15}{f_{cm}}, \quad (6)$$

де a - коефіцієнт, який враховує степінь обресорення деталі або вузла (для візка цей параметр становить $a = 0,1$); b - коефіцієнт, який враховує кількість осей у візку і визначається

$$b = \frac{n + 2}{n \cdot 2}, \quad (7)$$

де n - кількість осей під одним кінцем вагона; V - розрахункова швидкість руху; f_{cm} - статичний прогин ресорного підвішування.

Інерційне навантаження визначається як відношення розрахункового режиму до співвідношення маси тіла, яке досліджується до маси-брутто вагона в цілому виразом

$$P_{in} = N_{III} \frac{P_{виз}}{P_{бр}}, \quad (8)$$

де N_{III} - значення сили, прикладеної до вагона за третім розрахунковим режимом, яке становить 3 МН; $P_{виз}$ - маса-брутто візка; $P_{бр}$ - маса-брутто вагону.

Маса брутто вагону визначається як сума тари вагону та вантажепід'ємності

$$P_{бр} = T + P, \quad (9)$$

де T - тара вагону; P - вантажепід'ємність вагону.

Розраховані аналітичним способом сили наведемо у табл. 1.

Таблиця 1

Розрахункові значення сил для стандартного напіввагону

Найменування показника	Немодернізований візок		Модернізований візок з пружними ковзунами	
	Вертикальне навантаження	Вертикальне і бокове навантаження	Вертикальне навантаження	Вертикальне і бокове навантаження
Розрахункова сила на підп'ятник $P_{п}$, кН	682,26	682,26	632,26	632,26
Вертикальна бокова сила від дії горизонтальної (бокової) сили, $P_{б}$, кН	-	115,6	-	115,6
Зусилля в ковзунах $P_{ков}$, кН	-	-	50,0	50,0

Більш детальні дослідження проводили з використанням модельних припущень про об'єкт дослідження як про деформівне тіло, матеріал якого в розрахунковій схемі розглядали як ізотропний ідеально пружний континуум.

Чисельний аналіз проводили за допомогою методу скінчених елементів в ліцензованому програмному середовищі SolidWorks/CosmosWorks. Твердотільні моделі надресорних балок представлені на рис. 2.

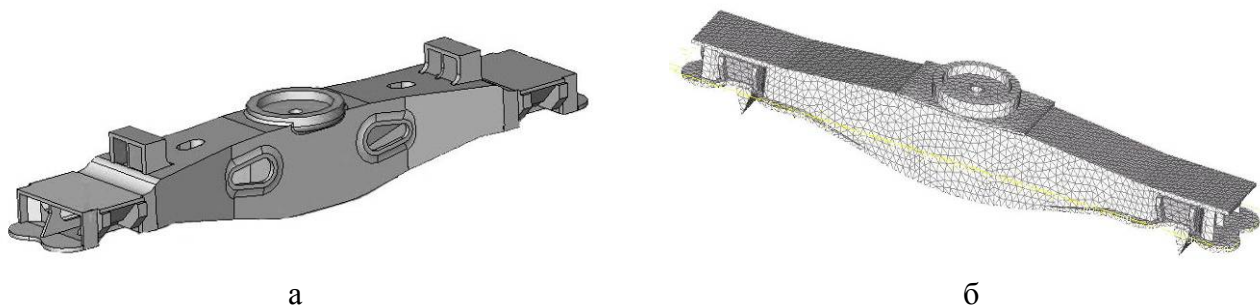


Рис. 2. Тривимірна комп'ютерна модель надресорної балки:
а – твердотільна модель, б – модель, що розбита на скінченні елементи

Надресорну балку різних конструктивних типів навантажували в області підп'ятника та ковзуна, що згідно модельних припущень є аналогом відповідно поведінки надресорної балки в умовах простого навантаження, та додаткового навантаження у виді бокової сили.

В результаті були отримані наступні значення напружень в балці різних конструктивних типів (рис. 3).

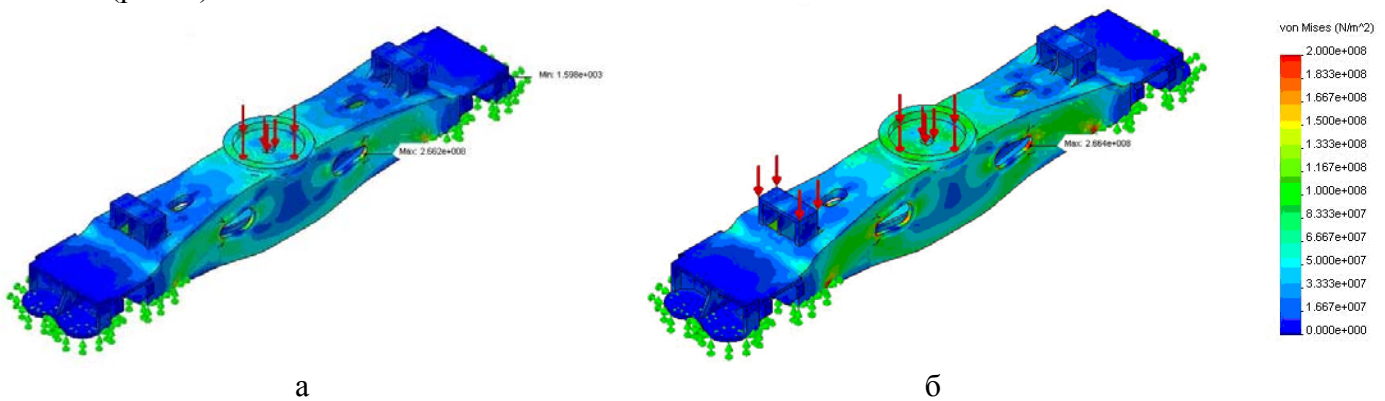


Рис. 3. Напруження, що виникають в стандартній надресорній балці:

а - напружений стан при навантаженні пятник-підпятник; б - напружений стан при навантаженні пятник-підпятник та дії бокової сили

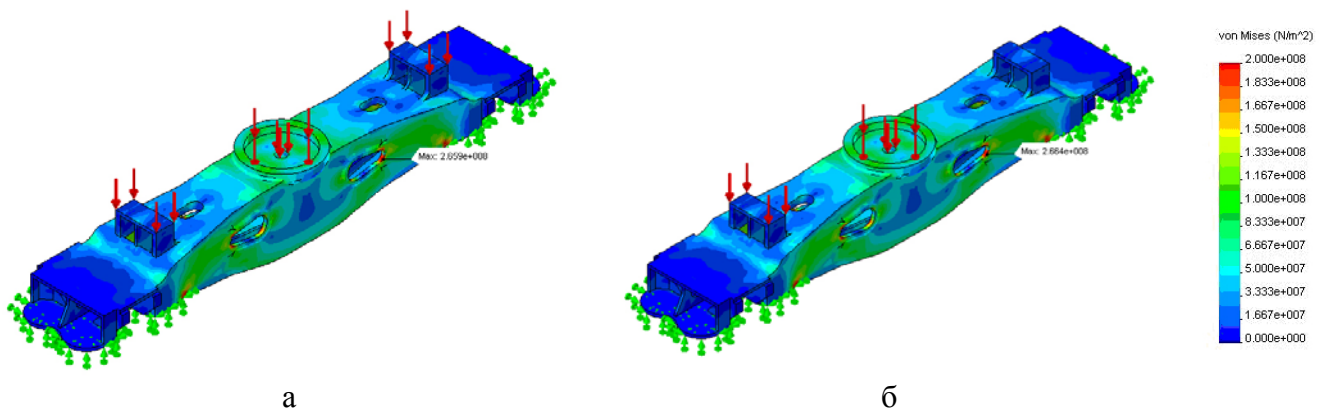


Рис. 4. Напруження, що виникають в стандартній надресорній балці:

а - напружений стан при навантаженні пятник-підпятник та на пружні ковзуни; б - напружений стан при навантаженні пятник-підпятник, пружні ковзуни та дії бокової сили

Як видно з рис. 3 та рис. 4, найбільший рівень напружень виникає в областях, в яких є концентратор напружень.

У зв'язку з цим, для усунення геометричних факторів, що можуть бути джерелами знеміцнення конструкції пропонуються наступні технологічні рекомендації: 1) проводити розвантаження надресорної балки; 2) використовувати інший тип ковзунів; 3) технологічно забезпечити підвищену експлуатаційну жорсткість в областях, де можлива найбільш ймовірна втрата міцності.

Дані рекомендації узгоджуються із сучасними концепціями у вагонобудуванні і є достатньо простими з позицій технологічного впровадження [2].

ЛІТЕРАТУРА:

1. Батыров У.Д., Косов М.Г. Имитационные контактные задачи. – М.: Янус – К, 2001. – 102 с.
2. Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений. – М.: Маршрут, 2005. – 490 с.
3. Лукин В.В., Анисимов П.С., Федосеев Ю.П. Вагоны. Общий курс/ Под ред. В.В. Лукина. – М.: Маршрут, 2004. – 424 с.
4. Махутов Н.А. Конструкционная прочность, ресурс и техногенная безопасность. Часть 1. Критерии прочности и ресурса. – Новосибирск: Наука, 2005. – 494 с.
5. Харыбин И.А., Додонов А.В. Скользуну: результаты испытаний и перспективы применения//Вагоны и вагонное хозяйство. – 2010. – № 2 (22). – с. 26 - 31.
6. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ. – 1996.
7. Северинова Т.П. Экспериментальные исследования напряженного состояния надресорной балки тележки грузового вагона / Т.П. Северинова, Л.О. Грачева // Весник ВНИИЖТ. –1988. – № 5. – С. 33-36.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НАДРЕССОРНЫХ БАЛОК В ТЕЛЕЖКАХ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ С УПРУГИМИ СКОЛЬЗУНАМИ.

Проведено исследование напряженно-деформированного состояния надрессорных балок для тележек модели 18-100 грузовых вагонов с разными схемами передачи нагрузок и конструкциями упругих скользунов. Полученные результаты дали возможность предложить ряд рекомендаций технического и теоретического характера по увеличению параметров надежности в процессе эксплуатации надрессорной балки и направлений последующих теоретических исследований.

Кардаш Р. І.

Науковий консультант – проф. Куліченко А. Я.

РОЗРАХУНОК ДЕФОРМУВАЛЬНОГО ЗУСИЛЛЯ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ ОБИЧАЙОК ЗАЛІЗНИЧНИХ ЦИСТЕРН

У роботі розглянуто методику розрахунку зусилля деформації під час вальцювання листового металу, призначеного для виготовлення циліндричних обичайок залізничних цистерн.

Котли залізничних цистерн загального призначення та котли багатьох спеціальних цистерн (для патоки, олеуму, пеку, етилового спирту, аміаку, пропану, хлору, тощо) виготовляють із низьколегованої листової сталі 09Г2С. Котли цистерн для транспортування засобами залізниці сірчаної кислоти, жовтого фосфору, отрутохімікатів, меланжу та слабкої азотної кислоти виготовляють із корозійностійких і двошарових сталей марок 0Х18Г8Н2Т, 0Х22Н5Т та 12Х18Н10Т.

Котел чотирирівнісної цистерни загального призначення представляє собою спеціальний резервуар зварної конструкції, основними частинами якої є: два штампозварних днища та циліндрична частина (обичайка). Остання складається з п'яти поздовжньо розташованих листів, нижній лист (броньовий) – завтовшки 11 мм, а всі решта – 9 мм.

Операції технологічного процесу виготовлення залізничних цистерн неодноразово вдосконалювались на окремих комплексно-механізованих дільницях вагонобудівних підприємствах України, і тому недоцільно переглядати всі етапи технологічного процесу. Нижче розглянуто теоретичне питання розрахунків деформувального зусилля, яке необхідне під час формування обичайок, оскільки достатньо точного розрахунку величини зусилля P для калібрування таких великогабаритних циліндричних заготовок практично не існує.

Розглянемо кінцевий етап калібрування, коли центри зовнішнього і внутрішнього радіусів листової заготовки співпадають.

Для товстостінних заготовок, вигнутих із певним радіусом, які мають достатньо значну довжину, схему напруженого стану можна вважати плоскою (рис. 1). Рівняння рівноваги та умову пластичності [1] у полярній системі координат для плоскодеформованої схеми напруженого стану записують у вигляді системи трьох рівнянь із трьома невідомими: нормальними напруженнями σ_r , σ_θ та дотичними напруженнями τ :

$$r \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\partial \tau}{\partial \theta} + \sigma_r - \sigma_\theta = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} + r \frac{\partial \tau}{\partial r} + 2\tau = 0, \quad (2)$$

$$(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + 4\tau^2 = 4K^2, \quad (3)$$

де $K = \sigma_T / \sqrt{3}$ – пластична стала величина; σ_T – межа текучості.

За даного виду деформації заготовки приймаємо умову сталих дотичних напружень на контактній поверхні і всередині заготовки, тобто $\tau = K$ (τ не залежить від кутової координати θ , а залежить лише від радіальної координати r , тобто $\tau = \tau(r)$).

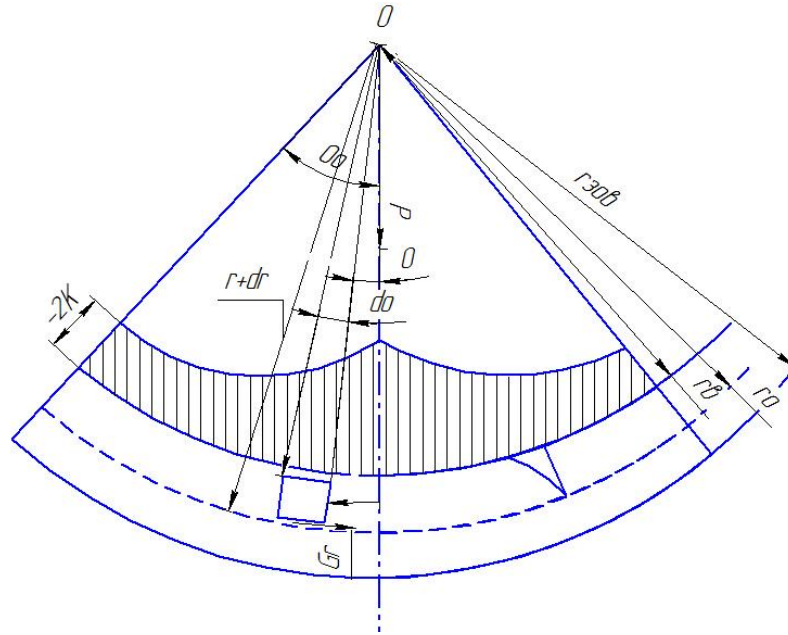


Рис. 1. Схема напруженого стану для товстостінних заготовок

Підставивши у рівняння (1) значення $(\sigma_r - \sigma_\theta) = 2 \cdot \sqrt{K^2 - \tau^2}$ та проінтегрувавши його, отримуємо $\sigma_r = -2 \int \sqrt{K^2 - \tau^2} \frac{dr}{r} + f_1(\theta)$, де $f_1(\theta)$ – довільна функція від θ .

Інтегрування рівняння (2) дає $\sigma_\theta = -(r \tau' + 2\tau) \cdot \theta + f_2(r)$, де $f_2(r)$ – довільна функція. Оскільки $\tau = \tau(r)$, то $(\sigma_r - \sigma_\theta) = 2 \cdot \sqrt{K^2 - \tau^2}$ залежить лише від r .

Підставивши вирази для σ_r та σ_θ в рівняння (3), отримуємо:

$$f_1(\theta) + (r \cdot \tau' + 2\tau) \cdot \theta = 2 \cdot \sqrt{K^2 - \tau^2} + 2 \cdot \int \sqrt{K^2 - \tau^2} \frac{dr}{r} + f_2(r). \quad (4)$$

Права частина рівняння (4) залежить лише від r , що справедливо за умов

$$r \cdot \tau' + 2\tau = 2c, \quad f_1(\theta) = -2c\theta, \quad (5)$$

де c – невідома стала величина.

Проінтегрувавши (5), отримуємо

$$\tau = a/r^2 + c. \quad (6)$$

Для визначення довільних сталих a , c використаємо крайові умови для $\tau(r)$: $\tau = 0$ для $r = r_0$ і $\tau = K$ для $r = r_B$. Тоді

$$a = -\frac{K \cdot r_0^2 \cdot r_B^2}{r_B^2 - r_0^2}, \quad c = \frac{K \cdot r_B^2}{r_B^2 - r_0^2}, \quad \tau = \frac{K \cdot r_B^2 \cdot (r_0^2 - r^2)}{r^2 \cdot (r_0^2 - r_B^2)}.$$

Проінтегрувавши (2) і підставивши його в рівняння (5), отримаємо:

$$\sigma_\theta = -2c \cdot \theta + f_2(r). \quad (7)$$

Із рівняння (3) отримуємо

$$\sigma_r = \sigma_\theta + 2 \cdot \sqrt{K^2 - \tau^2} = -2c \cdot \theta + f_2(r) + 2 \cdot \sqrt{K^2 - \left(\frac{a}{r^2} + c\right)^2}.$$

Довільну функцію $f_2(r)$ необхідно вибрати так, щоб σ_r задовольняло рівнянню (1), тобто

$$r \sigma'_r + 2 \cdot \sqrt{K^2 - \left(\frac{a}{r^2} + c \right)^2} = 0 .$$

Це призводить до такого рівняння відносно $f_2(r)$:

$$r \cdot f'_2(r) + \frac{8a \cdot \left(\frac{a}{r^4} + \frac{c}{r^2} \right)}{\sqrt{K^2 - \left(\frac{a}{r^2} + c \right)^2}} + 2 \cdot \sqrt{K^2 - \left(\frac{a}{r^2} + c \right)^2} = 0 .$$

Розв'язавши останнє рівняння, отримуємо

$$f_2(r) = -3 \cdot \sqrt{K^2 - \left(\frac{a}{r^2} + c \right)^2} - c \cdot \arcsin \frac{\frac{a}{r^2} + c}{K} + \sqrt{c^2 - K^2} \arcsin \frac{(c^2 - K^2) \cdot r^2 + c \cdot a}{K \cdot a} + M .$$

Таким чином, значення напруження σ_r в області $\theta \in [0, \theta_0]$, яке необхідне для визначення деформівного зусилля, отримує вигляд

$$\begin{aligned} \sigma_r = & -2c \cdot \theta - \sqrt{K^2 - \left(\frac{a}{r^2} + c \right)^2} - c \cdot \arcsin \frac{\frac{a}{r^2} + c}{K} + \\ & + \sqrt{c^2 - K^2} \cdot \arcsin \frac{(c^2 - K^2) \cdot r^2 + c \cdot a}{K \cdot a} + M . \end{aligned} \quad (8)$$

Приймаємо $\sigma_r = -2K$ для $r = r_B$ та $\theta = \theta_0 \neq 0$, де θ_0 – фіксований кут. Підставивши значення σ_r у вираз для $f_2(r)$, отримали сталу величину M :

$$M = -2K + 2c \cdot \theta_0 + \sqrt{K^2 - \left(\frac{a}{r_B^2} + c \right)^2} + c \cdot \arcsin \frac{a}{r_B^2 \cdot K} - \sqrt{c^2 - K^2} \cdot \arcsin \frac{(c^2 - K^2) \cdot r_B^2 + a \cdot c}{a \cdot K} \quad (9)$$

Визначаємо зусилля P на пуансоні, необхідне для формування товстолистової заготовки обичайки. При цьому $r = r_B$, а $P = P_1 + P_2$, де P_1 – зусилля від впливу напруження σ_r ; P_2 – зусилля від впливу дотичних напружень $\tau = -K$ на поверхні заготовки радіусом $r = r_B$. Має місце співвідношення

$$P_1 = 2L \cdot \int_0^{\theta_0} \sigma_r \cdot \cos \theta \cdot r_B d\theta , \quad (10)$$

де L – довжина заготовки обичайки.

На підставі формули (8) з врахуванням (9) маємо

$$\sigma_r(r_B, \theta) = 2c \cdot (\theta_0 - \theta) - 2K .$$

Підставивши отриманий вираз у праву частину формули (10) та розрахувавши отриманий інтеграл, отримуємо

$$P_1 = 4K \cdot L \cdot r_B \cdot \left[\frac{r_B^2}{r_B^2 - r_0^2} \cdot (1 - \cos \theta_0) - \sin \theta_0 \right] .$$

Визначаємо P_2 для $\tau = -K$:

$$P_2 = 2L \cdot \int_0^{\theta_0} \tau \cdot \sin \theta \cdot r_B d\theta = 2L \cdot \int_0^{\theta_0} (-K) \cdot \sin \theta \cdot r_B d\theta = -2K \cdot L \cdot r_B \cdot (1 - \cos \theta_0) .$$

За малих значень кутів θ_0 (наприклад, $\theta_0 < 30^\circ$) значення P_2 є дуже малим, а тому зусилля на формувальному пуансоні дорівнюватиме

$$P \cong P_1 = 2\sigma_T^* L \cdot r_B \cdot \left[\frac{r_B^2}{r_B^2 - r_0^2} \cdot (1 - \cos \theta_0) - \sin \theta_0 \right],$$

де $\sigma_T^* = 2\sigma_T / \sqrt{3}$.

Для більших значень кутів θ_0 та у випадках точніших розрахунків необхідно враховувати значення P_2 . Тоді

$$\begin{aligned} P = P_1 + P_2 &= 4K L r_B \cdot \left[\frac{r_B^2}{r_B^2 - r_0^2} \cdot (1 - \cos \theta_0) - \sin \theta_0 \right] - 2K L r_B \cdot (1 - \cos \theta_0) = \\ &= 2\sigma_T^* L r_B \cdot \left[\frac{r_B^2}{r_B^2 - r_0^2} \cdot (1 - \cos \theta_0) - \sin \theta_0 - 0,5 \cdot (1 - \cos \theta_0) \right] \dots \end{aligned}$$

Поклавши $F = L \cdot 2r_B \cdot \sin \theta_0$, запишемо питоме зусилля $q = P/F$ у вигляді

$$q = \sigma_T^* \cdot \left[\frac{r_B^2}{r_B^2 - r_0^2} \cdot (\csc \theta_0 - \operatorname{ctg} \theta_0) - 1 - 0,5 \cdot (\csc \theta_0 - \operatorname{ctg} \theta_0) \right] = \sigma_T^* \cdot \left(0,5 \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2} \cdot \frac{r_B^2 + r_0^2}{r_B^2 - r_0^2} - 1 \right) \quad (11)$$

На рис. 2 представлено побудовані за формулою (11) графіки залежностей відносного питомого зусилля $n = q/\sigma_T^*$ від θ_0 за різних відношень r_B/r_0 .

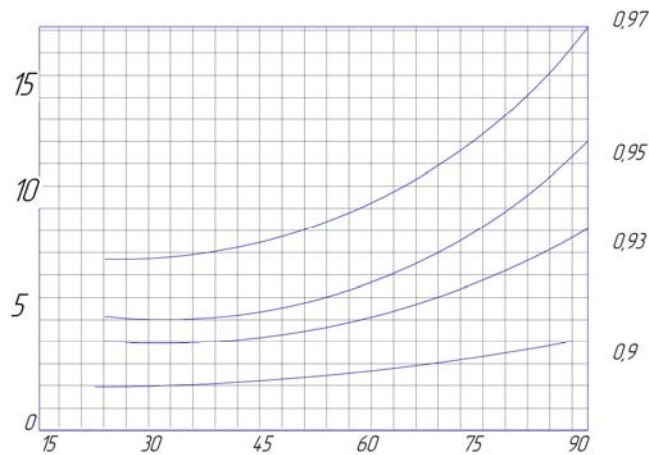


Рис. 2. Графіки залежностей відносного питомого зусилля $n = q/\sigma_T^*$ від θ_0 за різних відношень r_B/r_0

ЛІТЕРАТУРА:

1. Сторожев М. В., Попов Е. А. Теория обработки металлов давлением. М.: "Машиностроение", 1977. – 423 с.

Кардаш Р. И.

РАСЧЕТ ДЕФОРМИРУЮЩЕГО УСИЛИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОБЕЧАЕК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН

В работе рассмотрена методика расчета усилия деформации при вальцовке листового металла, предназначенного для изготовления цилиндрических обечаек железнодорожных цистерн.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОДАНИХ СТАТЕЙ

Роботи, що подаються на студентську науково-технічну конференцію, публікуються на Львівській філії ДНУЗТ у виді збірника праць. Наукові статті повинні мати такі необхідні атрибути:

- постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття;
- формулювання цілей статті (постановка завдання);
- виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.
- перелік використаних бібліографічних посилань в алфавітному порядку (спочатку кириличний, потім – латинський). Список літератури повинен відображати сучасний стан проблематики, якій присвячено статтю, та (за можливістю) містити посилання на найновіші публікації з іноземних видань.

Об'єм праці повинен становити 2 – 5 сторінок формату А4. Наукових консультантів роботи – не більше 2-х викладачів (аспірантів), кількість співавторів статті – не більше 2-х студентів. Кількість доповідей оглядового характеру і гуманітарного спрямування (історичні, філологічні, філософські тощо) не повинна перевищувати 2-х.

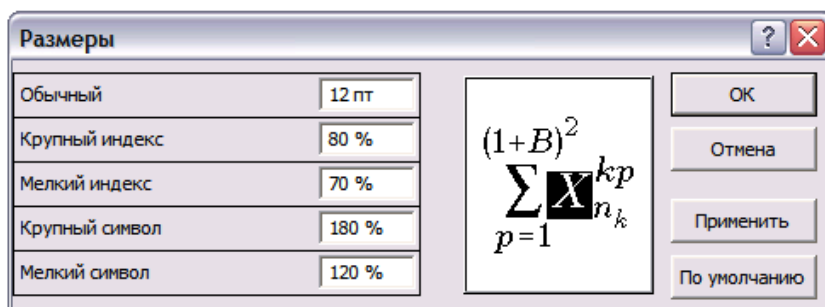
Рукопис українською мовою подається в редакцію в одному примірнику разом з електронною версією статті (на дискеті, флеш-накопичувачі), виконаною у форматі Microsoft Word (версії Word 97 і вище).

Набір формул виконується у редакторі формул (версії Equation 1–3, MathType 3–6 і вище). Слід нумерувати тільки формули, на які є посилання у тексті. Нумерація формул наскрізна: (1), (2), Нумерацію рисунків у тексті проводиться аналогічно.

Графіки до статті виконуються за допомогою редакторів Microsoft Word, Microsoft Graph, Grapher тощо. Рисунки та фотографії створюються програмними засобами CorelDraw, Photoshop тощо. Сумарна кількість рисунків, фотографій, таблиць не повинна перевищувати 5. Підписи до рисунків – кегль 11 pt ; надписи на рисунках виконують мовою тексту статті, кегль 10 pt. Рисунки, підписи до них і надписи повинні бути чіткими і зрозумілими.

Розмір сторінки:	A4 – 210×297 мм.
Поля:	верхнє – 1 см, нижнє – 2 см, ліве – 2.5 см, праве – 1 см.
Основний текст:	Times New Roman, 12 пунктів, стиль «Обычный».
Анотація:	Times New Roman , 10 пунктів, <i>курсив</i> .
Інтервал між рядками:	1,2.

Параметри редактора формул



Стиль	Шрифт	Формат символов	
		Полужирный	Наклонный
Текст	Times New Roman	☐	☐
Функция	Times New Roman	☐	☐
Переменная . .	Times New Roman	☐	☒
Стр. греческие .	Symbol	☐	☐
Пр. греческие . .	Symbol	☐	☐
Символ	Symbol	☐	☐
Матрица-вектор	Times New Roman	☒	☐
Числа	Times New Roman	☐	☐

Язык:
 Стил "Текст" Любой
 Другие стили Любой

ОК Отмена

УВАГА!

Статтю можна набирати за наведеним нижче шаблоном-схемою, викинувши ці рядки

Прізвище (а) І. П.

Науковий консультант – проф. (доц., ст. викл., асист., аспір.) Прізвище І. П.

НАЗВА СТАТТІ

Анотація (мовою оригіналу статті) друкується під назвою статті, пропустивши один рядок від назви. Відступ зліва для анотації 0.75 см.

Пропустивши один рядок, починається основний текст статті. Абзацний відступ становить 1 см. Усі переноси слів повинні бути “м’якими” (символ необов’язкового дефісу), створені за допомогою клавіші: Ctrl+Дефіс.

Відступи від краю до формули та від формули до номера формули виконують за допомогою символу табуляції (клавіша TAB), а не символом пробілу:

$$L_{31} = b_{13} + \frac{1}{2} b_{55} \hat{\sigma}_1^2, \quad L_{33} = b_{33} \hat{\sigma}_3^2 + \frac{1}{2} b_{55} \hat{\sigma}_1^2. \quad (10)$$

Література оформляється в алфавітному порядку за таким зразком:

1. Подстригач Я. С., Швец Р. Н. Термоупругость тонких оболочек. – Киев: Наук. думка, 1978. – 344 с.
2. Подстригач Я. С., Швец Р. Н., Павлина В. С. Квазистатическая задача термодиффузии для деформируемых твердых тел // Прикл. механика. – 1971. – 7, № 12. – С. 11–16.

Автор(и) рос. мовою

НАЗВА СТАТТІ РОСІЙСЬКОЮ МОВОЮ

Анотація російською мовою.

Статті, які не задовольняють зазначеним вимогам, повертаються редакцією на доопрацювання. Наукові консультанти повинні вчитати текст статті. Редакція залишає за собою право передавати роботи на додаткове рецензування фахівцям з відповідної наукової проблематики. Перероблена стаття та її перший варіант передаються у редакцію на повторне рецензування.

