

*Розроблений комплексний метод підвищення терміну служби хрестовин стрілочних переводів, що базується на врахуванні поздовжнього профілю хрестовини, величини динамічних сил та нормальних напружень.*

*Удосконалено поздовжній профіль хрестовини марки 1/11 проекту 1740 методом виконання наплавки у польових умовах експлуатації. Уклоли траєкторії після проходження середньостатичного колеса запропонованим профілем сягають 3,7‰, замість 10‰ у заводського профілю хрестовини.*

*Встановлено, що збільшення навантаження на хрестовину до 60 % за рахунок просадки під брусом хрестовини призводить до прискореного розладнання хрестовини, внаслідок виникнення втомних дефектів на поверхні кочення, при цьому витрати на експлуатацію хрестовини збільшуються у п'ять разів.*

*Проведено моделювання динамічної взаємодії рухомого складу із заводським та запропонованим поздовжніми профілями хрестовин. Розрахунки динамічних процесів нелінійної взаємодії рухомого складу залізниць із хрестовиною заводського профілю і профілю відновленого наплавкою показали, що величина сил у запропонованій хрестовині при швидкості руху 150 км/год є на 50 % нижчою порівняно із заводським поздовжнім профілем. При лінійному моделюванні динамічних добавок сил величина сил зменшується у запропонованого профілю до 30 %.*

*Розраховано графічним методом величини осьових моментів інерції та моментів опору у характерних перерізах хрестовини. Проведено оцінку напружено-деформованого стану хрестовини із використанням рівнянь п'яти моментів для нерозрізної балки на пружних точкових опорах. Встановлено, що напруження при статичному розрахунку хрестовини є невисокими і набагато меншими за гранично допустиму величину напружень для даної марки сталі. Тому можна стверджувати, що хрестовина працює під навантаженням за рахунок використання наявних резервів міцності*

*Ключові слова: хрестовина, стрілочний перевід, рухомий склад залізниць, поздовжній профіль, динамічні сили*

# THEORETICAL STUDY INTO EFFICIENCY OF THE IMPROVED LONGITUDINAL PROFILE OF FROGS AT RAILROAD SWITCHES

**V. Kovalchuk**  
PhD\*

E-mail: kovalchuk.diit@gmail.com

**M. Sysyn**

PhD, Associate Professor

Department of planning and design of railway infrastructure

Dresden University of Technology

Hettnerstraße, 3/353, Dresden, Germany, D-01069

E-mail: mykola.sysyn@tu-dresden.de

**Ju. Sobolevska**

PhD, Associate Professor

Department of fundamental disciplines\*\*

E-mail: sobolevskyy@gmail.com

**O. Nabochenko**

PhD\*

E-mail: olganabochenko@gmail.com

**B. Parneta**

PhD, Associate Professor\*\*\*

E-mail: f\_termit@yahoo.com

**A. Pentsak**

PhD, Associate Professor\*\*\*

E-mail: apentsak1963@gmail.com

\*Department of rolling stock and track\*\*

\*\*Lviv branch of Dnipropetrovsk National University  
of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan

I. Blazhkevych str., 12a, Lviv, Ukraine, 79052

\*\*\*Department of construction industry

Lviv Polytechnic National University

S. Bandery str., 12, Lviv, Ukraine, 79013

## 1. Introduction

The railroads of Ukraine currently operate more than 53 thousand railroad switches and fixed crossings. Most of them (98 %) are single regular railroad switches. Basic structures of railroad switches, which are common on the railroads of Ukrzaliznytsia after 1990, are the switches of type R65 M1/11 and 1/9, designed at the Technology Design Bureau

of the Central Directorate of the Ministry of Railroads (TDB CD MR), projects 1740 and 2215, laid on reinforced concrete bars. These basic models of switches have been significantly modified. Modifications included the structural components of the frog, fixing, or counter-rail. The main geometrical dimensions of the frogs, however, have remained unchanged.

Since the beginning of 2000, given the requirements to the railroads of Ukrzaliznytsia related to accelerating the

Increasing the load on the frog to 60 % at the expense of a deflection under the frog bar accelerates the disarrangement of the frog due to the occurrence of fatigue defects at the rolling surface, while the share of expenses for the operation of the frog increases in this case by five times.

3. The determined stressed state of the frog at static calculation using the method of five moments allowed us to

establish that the level of stresses is low and is much smaller than the maximum permissible magnitude of stress for a given grade of steel. Therefore, it can be argued that the frog works under a load at the expense of existing reserve of strength. Maximum normal stresses at the preset initial data in the frog cross section of 35 mm, brand 1/11, project 1740, are 33.47 MPa.

#### References

- Rybkin V. V., Panchenko P. V., Tokariev S. O. Istoriychniy analiz teoretychnykh ta eksperymentalnykh doslidzhen dynamiky kolyvi, strilochnykh perevodiv ta rukhomoho skladu // Zbirnyk naukovykh prats Donetskoho in-tu zalizn. tr-tu. 2012. Issue 32. P. 277–288.
- Danilenko E. I., Kutah A. P., Taranenko S. D. Strelochnye perevody zheleznyh dorogo Ukrainy. Kyiv: Kievskiy institut zhelezno-dorozhnogo transporta, 2001. 296 p.
- Instruktsiya z ulashtuvannia ta utrymannia kolyvi zaliznyts Ukrainy / Danilenko E. I., Orlovskiy A. M., Kurhan M. B., Yakovliev V. O. et. al. Kyiv: «NVP Polihrafservis», 2012. 395 p.
- Orlovskiy A. M., Kalenyk K. L., Kovalchuk V. V. Doslidzhennia pozdovzhnoho profilu zhorstkykh khrestovyn na zalizobetonnykh brusakh // Visnyk Dnipropetr. nats. un-tu zal. transp. im. ak. V. Lazariana. 2012. Issue 41. P. 130–135.
- Geometrische Optimierung von Weichenherzstücken / Gerber U., Sysyn M. P., Kowaltschuk W. W., Nabotschenko O. S. // EIK Eisenbahningieur kompendium. Euralpres. Deutschland, Hamburg, 2017. P. 229–240.
- Esveld C. Modern railway track. 2nd ed. MRT-Production, 2001. 653 p.
- Kovalchuk V., Bal O., Sysyn M. Development of railway switch frog diagnostics system // 6th International Scientific Conference organized by Railway Research Institute and Faculty of Transport of Warsaw University of Technology. Warsaw, 2017.
- Gerber U., Fengler W., Zoll A. Das Messsystem ESAH-M // In: EIK – Eisenbahningenieurkalender Jahrbuch für Schienenverkehr & Technik. 2016. P. 49–62.
- Danilenko E. I. Zaliznychna kolya. Ulashtuvannia, proektuvannia i rozrakhunky, vzaiemodiya z rukhomym skladom. Vol. 1. Kyiv: Inpres, 2010. 528 p.
- Harantiyni stroky sluzhby ta umovy zabezpechennia harantiynoi ekspluatatsiyi metalevykh elementiv strilochnykh perevodiv / Danilenko E. I., Karpov M. I., Boiko V. D. et. al. Kyiv: Transport Ukrainy, 2007. 56 p.
- Polozhennia pro normatyvni stroky sluzhby strilochnykh perevodiv u riznykh ekspluatatsyinykh umovakh. Kyiv: Transport Ukrainy, 2003. 30 p.
- Concluding Technical Report. INNOTRACK, Innovative Track Systems. URL: <http://www.charmec.chalmers.se/innotrack/>
- Evaluation of the stressed-strained state of crossings of the 1/11 type turnouts by the finite element method / Kovalchuk V., Bolzhelarskyi Y., Parneta B., Pentsak A., Petrenko O., Mudryi I. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 4, Issue 7 (88). P. 10–16. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107024>
- TU U 27.3-26524137-1340:2005. Khrestovyny zaliznychni staroprydatni vidremontovani v kolyi naplavkoiu. Derzhavna administratsiya zaliznychnoho transportu Ukrainy. Kyiv: VD «Manufaktura», 2006. 40 p.
- Simulation of wheel-rail contact and subsequent material degradation in switches & crossings / Nicklisch D., Nielsen J. C. O., Ekh M., Johansson A., Pålsson B., Zoll A., Reinecke J. // Proceedings of the 21st International Symposium on Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks (IAVSD). Stockholm, Sweden, 2009.
- The study of strength of corrugated metal structures of railroad tracks / Kovalchuk V., Markul R., Bal O., Milyanych A., Pentsak A., Parneta B., Gajda A. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 2, Issue 7 (86). P. 18–25. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96549>
- Dynamical response of railway switches and crossings / Salajka V., Smolka M., Kala J., Plášek O. // MATEC Web of Conferences. 2017. Vol. 107. P. 00018. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710700018>
- Estimation of carrying capacity of metallic corrugated structures of the type Multiplate MP 150 during interaction with backfill soil / Kovalchuk V., Kovalchuk Y., Sysyn M., Stankevych V., Petrenko O. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 1, Issue 1 (91). P. 18–26. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.123002>
- Kassa E. Dynamic train-turnout interaction: mathematical modelling, numerical simulation and field testing: PhD Thesis, Department of Applied Mechanics. Chalmers University of Technology, Göteborg, 2007.
- Study of the stress-strain state in defective railway reinforced-concrete pipes restored with corrugated metal structures / Kovalchuk V., Markul R., Pentsak A., Parneta B., Gayda O., Braichenko S. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 5, Issue 1 (89). P. 37–44. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.109611>
- Myamlin S. V. Modelirovanie dinamiki rel'sovykh ekipazhey. Dnepropetrovsk: Novaya ideologiya, 2002. 240 p.
- Alad'ev V. Z., Bogdyavichyus M. A. MAPLE 6: Reshenie matematicheskikh, statisticheskikh i fiziko-tekhnicheskikh zadach. Moscow: Laboratoriya Bazovykh Znaniy, 2001. 824 p.
- Met'yuz D. G., Fink K. D. Chislennye metody. Ispol'zovanie MATLAB. 3-e izd. Moscow: Izdatel'skiy dom «Vil'yams», 2001. 720 p.
- Gule Zh. Soprotivlenie materialov: sprav. pos. Moscow: Shkola, 1985. 193 p.