

УДК 625.143.2

**ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЙОК ТИПУ UIC60 НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ**

Канд. техн. наук Д.О. Потапов, А.М. Кривогуз

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЛЬСОВ ТИПА UIC60 НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ**

Канд. техн. наук Д.А. Потапов, А.Н. Кривогуз

**PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF RAIL TYPE UIC60 ON RAILWAYS OF UKRAINE**

Cand. of techn. sciences D.O. Potapov, A.M. Kryvoguz

*Проведено порівняння основних конструкційних параметрів і геометричних характеристик профілю рейок типів P50, UIC60 і P65. Показана техніко-економічна доцільність використання рейок UIC60 на залізницях України. Зроблена оцінка промислової технології загартування бічних граней головки рейок зі сталі марки M76T, що забезпечує зниження бокового зносу на 40 %.*

**Ключові слова:** рейки, неметалеві включення, боковий знос.

*Проведено сравнение основных конструкционных параметров и геометрических характеристик профиля рельсов типов P50, UIC60 и P65. Показана технико-экономическая целесообразность использования рельсов UIC60 на железных дорогах Украины. Проведена оценка промышленной технологии закалки боковых граней головки рельсов из стали марки M76T, обеспечивающая снижение бокового износа на 40 %.*

**Ключевые слова:** рельсы, неметаллические включения, боковой износ.

*Comparison of the basic constructional parameters and geometrical characteristics of a profile of rails of types P50, UIC60 and P65 is spent. In the conditions of Open Society "MK" Azovstal »researches on technology perfection packисления a rail steel that has allowed to provide requirements of the highest category of quality on ДСТУ 4344 regarding length of lines of nonmetallic inclusions are carried out the technical and economic expediency of use of rails UIC60 on railways of Ukraine is shown. The industrial technology of training of lateral sides of a head of rails from a steel of mark M76T, providing decrease in lateral deterioration on 40 % is developed and introduced.*

**Keywords:** rails, nonmetallic inclusions, side wear.

**Вступ.** У сучасних умовах розвитку залізничної транспортної інфраструктури України, зокрема колійного господарства, вимоги щодо надійності роботи рейок у колії постійно підвищуються. Опірність рейок дефектам контактно-утомного походження, зносовим явищам у кривих ділянках колії, являє собою один з основних факторів, що впливає на безвідмовність роботи всієї конструкції залізничної колії.

Підвищення чистоти рейкової сталі безперечно є тим резервом за допомогою якого можливе вирішення проблеми щодо подовження термінів служби рейок.

**Аналіз досліджень і публікацій.**

Забруднення рейкової сталі неметалевими включеннями, і насамперед оксидами, обумовлено наявністю в сталі кисню, зменшення вмісту якого сприяє зменшенню кількості й довжини рядків неметалевих включень, а також розміру окремих неметалевих включень. Зниження забруднення неметалевими включеннями в першу чергу сприяє підвищенню контактно-утомної міцності рейок.

Національний стандарт України ДСТУ 4344:2004 регламентує довжину рядків неметалевих включень (таблиця).

Вимоги до довжини рядків неметалевих включень

Категорія якості	Довжина рядків неметалевих включень, мм, не більше			
	Глинозему, нітридів титану й ванадію		Крихкозруйнованих складних окислів	
	ДСТУ 4344	Держстандарт Р 51685	ДСТУ 4344	Держстандарт Р 51685
В	1,0	Не допускаються	1,0	0,5
I (Т1)	2,0	0,5	4,0	4,0
II (Т2)	2,0	0,5	8,0	8,0
III (Н)	2,0	0,5	4,0	8,0

Аналіз забрудненості рейок вітчизняного виробництва типу Р65 ВАТ «МК «Азовсталь» зі сталі марки М76Т показав, що вимогам вищої категорії якості за ДСТУ 4344 у частині довжини рядків включень глинозему (глинозему, зцементованого силікатами), нітридів титану й ванадію відповідають усі рейки, а в частині довжини рядків крихкозруйнованих складних окислів (алюмінатів, силікатів, шпінелей) – тільки 25 % рейок.

**Постановка проблеми.** З метою зниження такого забруднення рейкової сталі в умовах ВАТ «МК «Азовсталь» були проведені дослідження з удосконалення технології розкислення рейкової сталі шляхом заміни комплексного розкислювача КМКТ і феротитану силікокальцієм з модифікуванням ванадієм і ніобієм. Таким чином, замість сталі марки М76Т була запропонована сталь марки М76ФБ, мікролегована ванадієм (0,01-0,03 %) і ніобієм (0,003-0,015 %). Така зміна технології розкислення й мікролегування показала можливість повного забезпечення вимог вищої

категорії якості за ДСТУ 4344 у частині довжини рядків неметалевих включень.

**Основна частина.** Необхідно відзначити, що рейки типу Р65 зі сталі марки М76ФБ, як у гарячекатаному стані, так і після загартування з нагріванням ТВЧ мали більш високі міцнісні властивості й твердість, ніж рейки зі сталі марки М76Т.

При експлуатації рейок у кривих ділянках колії важлива висока зносостійкість рейок, які вкладено в упорну нитку. З метою зниження інтенсивності бокового зносу головки рейок була розроблена й упроваджена промислова технологія загартування бокових граней головки рейок типу Р65.

Освоєна технологія загартування забезпечує твердість загартованих бічних граней головки рейок у межах 321-388 НВ, що повністю задовольняє вимоги ТУ В ДП 27.1-00190319-1288-2002 [7] – не менше 311 НВ на відстані 5 мм від поверхні бокової грані головки й не менше 302 НВ на відстані 10 мм від поверхні бокової грані головки (рис. 1).

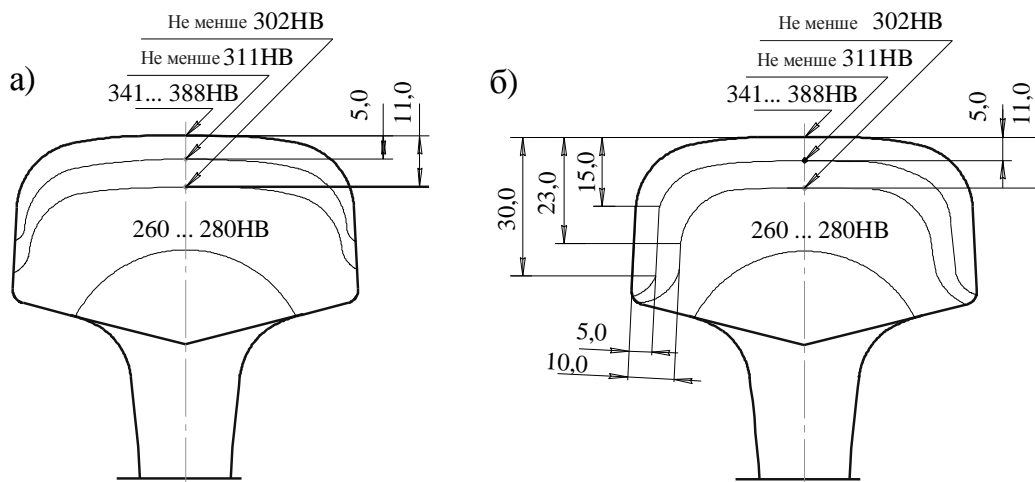


Рис. 1. Зміна твердості по глибині головки загартованих рейок ВАТ «МК «Азовсталь»: а – поточного виробництва, б – рейок із загартованими боковими гранями

Експлуатаційні випробування рейок типу Р65 дослідної партії із загартованими боковими гранями, які було вкладено у 2003 р. на Львівській залізниці в кривих ділянках колії радіусом 295-320 м, показали, що інтенсивність бокового зносу  $i_b$ , мм/млн т брутто, рейок без додаткового охолодження бічних граней в 1,42-1,77 разу вище інтенсивності бічного зносу рейок із загартованими бічними гранями.

У той же час, на підставі результатів досліджень УкрДНТЦ «Енергосталь», УкрДАЗТ, ДНУЗТ [2-6], Головним управлінням колійного господарства Укрзалізниці ухвалено рішення про можливість використання рейок типу UIC60 на всій мережі залізниць України без обмежень. На європейських залізницях рейки типу UIC60 широко використовуються на лініях з вантажонапруженістю 50...70 млн ткм брутто на 1 км в рік, а також на ділянках з підвищеними швидкостями руху.

У ВАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь» було освоєно технологію виробництва рейок типу UIC60. При освоєнні велика увага приділялася основним напрямкам підвищення металургійної якості рейок – зниженню забруднення рейкової сталі неметалевими включеннями, забезпеченню високого рівня твердості й міцнісних властивостей рейок при збереженні їх пластичних властивостей та ударної в'язкості.

Профіль рейки типу UIC60 подібний за розмірами до профілю рейки типу Р65 (рис. 2). При рівній ширині підшви висота рейки типу UIC60 становить 172,0 мм (рейки типу Р65 – 180,0 мм), проте в загальній масі профілю частка металу головки рейки: типу UIC60 – 40,1 % , а типу Р65 - 34,11 %. Профіль поверхні кочення головки рейки утворений декількома кривими різних радіусів. Менша величина радіуса поверхні кочення в рейки типу UIC60 зменшує ексцентриситет додатка навантаження на рейку, але збільшує контактні напруги. Проте оптимальний контакт колеса з рейкою зменшує зношування бокової грані головки рейки й гребенів коліс, тому що точка контакту розташована ближче до основи гребеня колеса.

Перевагою рейок типу UIC60 у порівнянні з рейками типу Р65 є більша на 6 мм висота головки, що допускає більшу кількість профілактичних шліфувальних поверхні кочення із застосуванням рейкошліфувальних поїздів з активними робочими органами протягом терміну експлуатації рейок. Для зниження

рівня напружень, що виникають у місці переходу від головки до шийки, нахил нижньої грані головки виконаний більшим, ніж у рейок типу Р65.

Розрахунок колії на міцність [1] дав змогу порівняти напружений стан рейок типів Р50, UIC60 і Р65 при певних значеннях параметрів експлуатації. Залежність напружень  $\sigma_{кр}''$  у кромці підшви рейок від підвищення осьових навантажень  $q$  при швидкості руху поїздів 90 км/год показана на рис. 3.

На рис. 4 показано залежність напружень у кромці підшви рейок від швидкості руху поїздів при значеннях навантажень на вісь 270 кН.

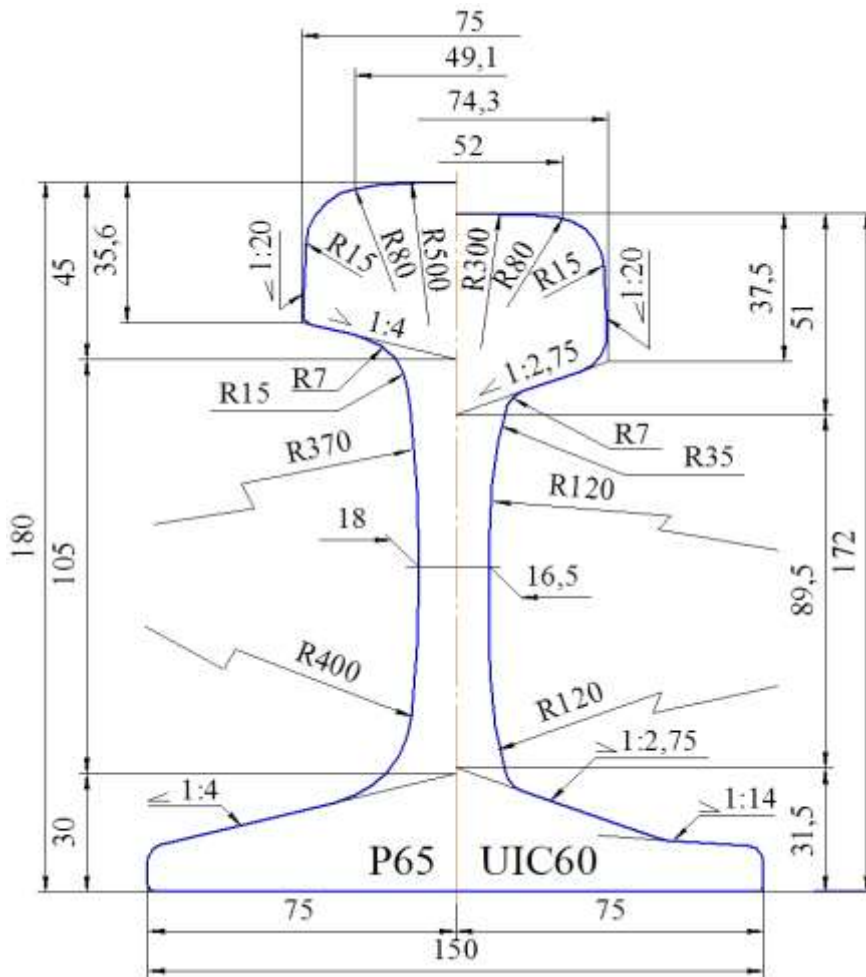
З розглянутих типів рейок найбільша інтенсивність змін напружень у рейці при підвищенні осьового навантаження й швидкості руху рухомого складу відрізняє рейки типу Р50. Рейки типу UIC60 за напруженим станом близькі до рейок типу Р65 при масі профілю, меншій на ~7%.

У теперішній час готується до освоєння розроблена технологія термічної обробки поверхні кочення й бічних граней економічних рейок типу UIC60 зі сталі марки М76Т.

В аспекті економічної ефективності УкрДАЗТ були визначені техніко-економічні показники, що враховують витрати на поточне утримання колії й виконання виправно-підбивальних робіт для конструкції колії з різними типами рейок. У комплексі робіт з поточного утримання колії роботи з виправлення осідань, перекосів і відхилень за рівнем становлять 35 %, роботи зі зміни й ремонту шпал і інших елементів верхньої будови колії – 37 % і роботи з рихтування й перешивання колії – 28 % [3]. Встановлено, що витрати на колійні роботи при експлуатації в колії рейок типу UIC60 нижче в порівнянні з рейками типу Р50 і трохи вище, ніж для рейок типу Р65 (рис. 5).

Застосування рейок типу UIC60 замість рейок типу Р65 також забезпечує економію металу, що становить ~8,8 т на 1 км колії.

Позитивні результати експлуатаційних випробувань рейок типу UIC60 дали змогу включити цей тип рейок у національний стандарт України ДСТУ 4344:2004 [8]. Після освоєння технології ВАТ «МК «Азовсталь» вироблено більше 16 тис. т (~140 км колії) рейок цього типу.



Основні геометричні характеристики  
рейок типів P65, UIC60, P50

Параметри, мм	Типи рейок		
	P65	UIC60	P50
Ширина головки:			
поверху, мм	49,1	52,0	45,7
понизу, мм	75,0	74,3	72,0
Висота головки, мм	45,0	51,0	42,0
Уклон низу головки, мм	1:4	1:2,75	1:4
Радіус шийки, м	370,0	120,0	325,0
Товщина шийки, м	18,0	16,5	16,0
Висота шийки, мм	105,0	89,5	83,0
Уклон підшви	1:4	1:2,75 й 1:14	1:4
Ширина підшви В, мм	150,0	150,0	132,0
Висота рейки Н, мм	180,0	172,0	152,0
Відношення В/Н	<b>0,833</b>	<b>0,872</b>	<b>0,868</b>

Рис. 2. Профіль і геометричні характеристики рейок типів P65 та UIC60

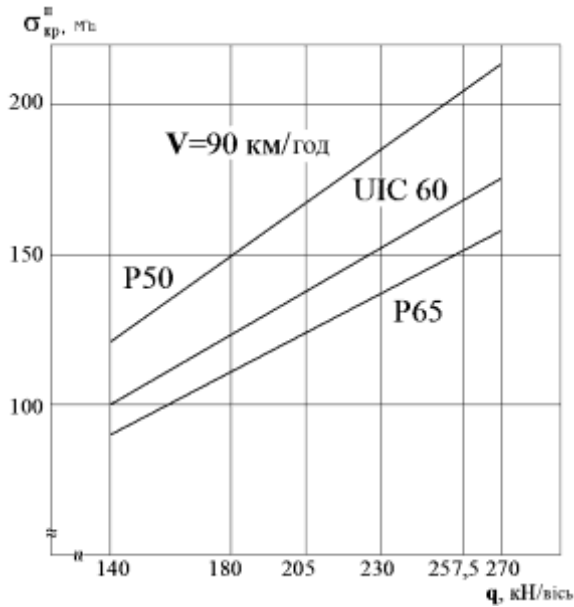


Рис. 3. Залежність напружень у кромці підшви рейок типів P50, UIC60 і P65 від осьового навантаження при швидкості руху 90 км/год

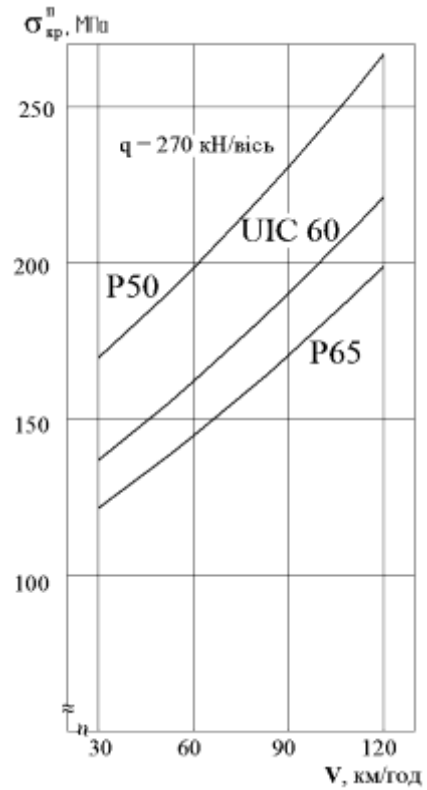


Рис. 4. Залежність напружень у кромці підшви рейок типів P50, UIC60 і P65 від швидкості руху при осьових навантаженнях 270 кН/вісь

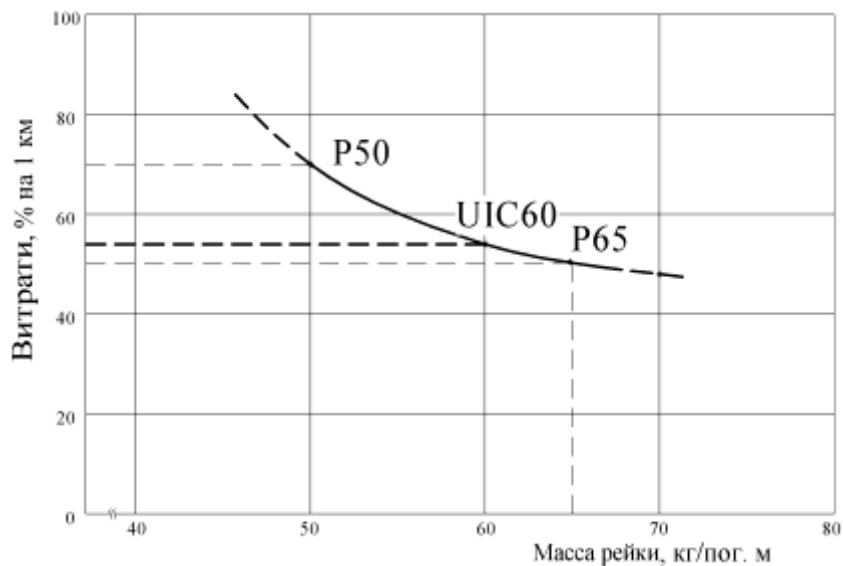


Рис. 5. Витрати на колійні роботи й роботи з поточного утримання колії при використанні рейок типів P50, UIC60 і P65

Перспективною для подальшого застосування рейок типу UIC60 є освоєння технології їх термозміцнення, у тому числі і

загартування бокових граней, використання нових технологій розкислення рейкової сталі з подальшим мікролегуванням і модифікуванням

для підвищення контактної-утомної міцності й зносостійкості рейок.

### Висновки з дослідження:

1. Порівняльний аналіз геометричних і конструкційних параметрів рейок типів UIC60 і P65, а також результати експлуатаційних випробувань дослідних партій рейок показали, що при існуючій в Україні інтенсивності руху вантажних і пасажирських поїздів, осьових навантажень рухомого складу й швидкостях його руху доцільне застосування на головних коліях залізниць України рейок типу UIC60 поряд з рейками типу P65 з метою економії металу й більш повного вироблення ресурсу довговічності.

2. Збільшена висота головки рейки типу UIC60 у порівнянні з рейкою типу P65 дозволяє робити більшу кількість профілактичних і профільних шліфувальних протягом терміну їх служби в колії.

3. Для підвищення контактної-утомної міцності рейок типу P65 на ВАТ «МК «Азовсталь» розроблена технологія розкислення рейкової сталі, що передбачає заміну комплексного розкислювача КМКТ на розкислення силікокальцієм і модифікування ванадієм і ніобієм, що забезпечує вимоги вищої категорії якості за ДСТУ 4344 у частині забруднення сталі неметалевими включеннями. Встановлено можливість використання такої технології для виробництва рейок типу UIC60.

4. На ВАТ «МК «Азовсталь» розроблена й освоєна промислова технологія загартування бічних граней головки рейок типу P65 зі сталі марки М76Т поточного виробництва, що дало змогу одержати твердість бокових граней на відстані до 5 мм від бокової поверхні не менш 311 НВ, у результаті чого боковий знос рейок знизився приблизно на 40 %. Визначено можливість використання такої технології для термозміцнення рейок типу UIC60.

### Список використаних джерел

1. Даниленко, Е.І. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість [Текст] / Е.І. Даниленко, В.В. Рибкін. – К.: Транспорт України, 2006. – 168 с.
2. О целесообразности применения новых типов рельсов на дорогах [Текст] / Д.К. Нестеров, Н.Ф. Левченко, В.И. Срокин [и др.] // Транспорт. Наука, техника, управление. – 1992. – № 7. – С. 25-28.
3. Левченко, Н.Ф. Нужны рельсы нового профиля [Текст] / Н.Ф. Левченко, В.И. Срокин, Ю.А. Восковец // Путь и путевое хозяйство. – 1992. – № 8. – С. 20-21.
4. Левченко, Н.Ф. Направление модернизации верхнего строения пути. [Текст] / Н.Ф. Левченко, Я.М. Пыхтин // Залізничний транспорт України. – 2002. – № 1. – С. 41-42.
5. Данович, В.Д. Взаимодействие колес вагона с рельсами P65 и UIC60. [Текст] / В.Д. Данович, В.Я. Закапко // Залізничний транспорт України. – 2002. – № 3. – С. 18-21.
6. Левченко, Н.Ф. К вопросу о развитии сортамента транспортного металла [Текст] / Н.Ф. Левченко, Я.М. Пыхтин // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2000. – № 8-9. – С. 266-267.
7. ТУ У ДП 27.1-00190319-1283-2002 «Рельсы железнодорожные широкой колеи типа UIC60. Опытная партия. Технические условия».
8. ДСТУ 4344:2004 «Рельсы обычные для железных дорог широкой колеи. Общие технические условия» [Текст]. – К.: Транспорт України. – 2004.
9. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України [Текст] / Е.І. Даниленко, А.М. Орловський, М.Б. Курган [та ін.]. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2012. – 456 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.М. Даренський

---

Потапов Дмитро Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедри колії та колійного господарства Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-60.

Кривогуз Артем Миколайович, магістрант ІППК. Тел.: (096) 79-85-484.

Potapov Dmytro Oleksandrovych, cand. of techn. sciences, Associated Professor of Track and Track Facilities

Department Ukraine State of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-60.

Kryvohuz Artem Mykolajovych, Master of Training Institute. Tel.: (096) 79-85-484.

---