

Київський інститут залізничного транспорту
Харківської державної академії залізничного транспорту

ТАРАНЕНКО Сергій Дмитрович

УДК 625.151

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ І
КОНСТРУКЦІЙ СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ
СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ**

05.22.06 Залізнична колія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ 2000

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на Дніпропетровському стрілочному заводі та на кафедрі “Колія та колійне господарство” Дніпропетровського державного університету залізничного транспорту Міністерства транспорту України.

Науковий керівник

- доктор технічних наук, професор Даніленко Едуард Іванович, Київський інститут залізничного транспорту, завідувач кафедри “Реконструкція та експлуатація залізниць і споруд”.

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук, старший науковий співробітник Глюзберг Борис Ейнихович, Всеросійський науково - дослідний інститут залізничного транспорту, завідувач стрілочної лабораторії;
- кандидат технічних наук, доцент Шехватов Олександр Олександрович, Харківська державна академія залізничного транспорту, завідувач кафедри “Колія та колійне господарство”.

Провідна організація - Східноукраїнський державний університет, м. Луганськ

Захист відбудеться “19 “ жовтня 2000 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.820.01 в Київському інституті залізничного транспорту за адресою: 03049, м. Київ, вул. Лукашевича, 19.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Київського інституту залізничного транспорту за адресою: 03049, м. Київ, вул.. Лукашевича, 19.

Автореферат розісланий “ 7 “ вересня 2000 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради _____ Карпов М.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. Роль залізниць в забезпеченні господарчої та економічної діяльності держави є надзвичайно важливою та по суті головнішою серед інших видів транспорту, так як залізниці забезпечують реалізацію практично $\frac{3}{4}$ вантажообігу та біля 40 % пасажирообігу від усіх транспортних перевозок держави.

Стрілочні переводи є особливими та найбільш відповідальними конструкціями, які призначені для з'єднання та розгалуження залізничних колій. Вони забезпечують перевід рухомих поїздів з однієї колії на другу, розгалуження поїздів по окремих коліях, подачу поїздів та окремих одиниць рухомого складу на спеціальні колії та в спеціальні споруди для їх технічного обслуговування. Від технічного стану стрілочних переводів практично залежить весь перевізний процес на залізничному транспорті.

Кількість стрілочних переводів, які необхідні для укладки в залізничні колії в розвинутих країнах досягає 2 - 2,5 шт. на 1 км розгорнутої довжини колії, на Україні цей показник складає 2,2 шт/км.

Розвиток залізничного транспорту, інтеграція залізниць України в єдину транспортну залізничну мережу Європи, пов'язані з цим задачі підвищення швидкостей руху поїздів та провізної спроможності доріг - все це потребує удосконалення та модернізації конструкцій залізничної колії та стрілочних переводів вітчизняного виробництва та покращення якості їх роботи. Удосконалення та модернізація конструкцій стрілочних переводів та підвищення їх надійності та якості роботи в колії забезпечуються, в першу чергу, за рахунок раціонального рішення задач двох рівней: 1 - правильної постановки та рішення науково-технічних і конструкторських задач, які направлені на удосконалення конструкцій стрілочних переводів; 2 - удосконалення технологій та якості виготовлення конструкцій стрілочних переводів, їх деталей та вузлів.

Дисертація присвячена дослідженням і рішенням питань по пункту 2.

Актуальність теми. Забезпечення надійної та тривалої роботи стрілочних переводів в колії можливо досягнути тільки в результаті рішення комплексу питань: удосконалення конструкцій та параметрів, удосконалення матеріалів, із яких виготовлені деталі та вузли стрілочних переводів, удосконалення технології їх виготовлення, удосконалення систем ведення стрілочного господарства, удосконалення розрахункових методик у галузі прогнозування надійності та довговічності роботи конструкцій.

З урахуванням того, що до теперішнього часу найменш вивченими залишаються питання удосконалення матеріалів, технологій виготовлення і конструкцій деталей та вузлів стрілочних переводів, а також необхідності удосконалення розрахункових методик у галузі прогнозування надійності та довговічності роботи стрілочних переводів, тема даної дисертації, яка присвячена, в першу чергу, рішенням саме цих питань, є актуальною і має важливе значення для залізничного транспорту.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота має безпосередній зв'язок з планом науково-технічної еконструкції колійного господарства Укрзалізниці та планами науково-дослідних робіт ДПТУ, так як входить у розділ галузевої програми Головного управління колійного господарства Укрзалізниці по удосконаленню стрілочних

переводів залізниць України, виконавцями цієї програми в тому числі є ДПТ та АОВТ “Дніпропетровський стрілочний завод”. (Галузева програма ЦП Укрзалізниці затверджена в 1997 р. на період 1997 - 2001 рр.).

Мета і задачі дослідження. У дисертації вирішена наукова задача: обґрунтування та розробка конкретних рішень щодо удосконалення технологій виготовлення стрілочних переводів і їх деталей та вузлів, покращення якості матеріалів, із яких вони виготовляються з метою підвищення надійності експлуатації цих конструкцій та збільшення строків їх служби при роботі в залізничній колії.

Серед основних задач дослідження було визначено:

1. Виконати системний аналіз сучасних технологій виготовлення деталей та вузлів стрілочних переводів, з метою розробки пропозицій щодо удосконалення якості продукції та створення ефективних технологій виробництва;

2. Виконати наукове обґрунтування та розробити теоретичні основи для удосконалення існуючих технологій виготовлення стрілочних переводів з метою покращення міцносних та зносостійких властивостей поверхні кочення литих хрестовин та сердечників;

3. Виконати оцінки впливу якості матеріалу хрестовин - високомарганцевистої сталі на експлуатаційні властивості стрілочних переводів та розробити пропозиції щодо удосконалення якості хрестовин за рахунок впровадження нових технологій.

4. Розробити та науково обґрунтувати найбільш ефективні методи зміцнення поверхні кочення литих сердечників і хрестовин з метою підвищення їх міцносних та зносостійких властивостей.

5. Проаналізувати існуючі методи прогнозування строків служби стрілочних переводів при роботі в колії та удосконалити ці методи, з метою покращення системи ведення стрілочного господарства в різних умовах експлуатації.

Наукову новизну одержаних результатів складають:

1. Системний аналіз існуючих технологій виготовлення деталей та вузлів сучасних стрілочних переводів українського виробництва з метою визначення необхідних шляхів їх удосконалення.

2. Наукове обґрунтування та розробка науково-технічного забезпечення удосконалення технологій виготовлення стрілочних переводів та їх деталей і вузлів, у тому числі: визначення впливу структурних характеристик і механічних властивостей марганцевистої сталі на службові властивості хрестовин при роботі в залізничній колії; удосконалення режимів термообробки литих сердечників та хрестовин із сталі 110Г13Л з метою отримання більш якісної структури і зносостійкої поверхні кочення.

3. Наукове обґрунтування та розробка теоретичних основ технології електрогідроімпульсної обробки (ЕГІО) литих сердечників та хрестовин з метою поліпшення міцносних та зносостійких характеристик поверхні кочення.

4. Удосконалення розрахункової методики прогнозування строків служби хрестовин та стрілок по зносостійкості, яка дозволяє на основі методів прогнозування поліпшити систему ведення стрілочного господарства.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій обумовлена тим, що усі висновки і нові розроблені рішення обґрунтовані теоретичними розрахунками та підтверджені експериментально, або отримали впровадження на підприємствах і залізницях.

Наукове значення роботи полягає в тому, що отримані в дисертаційній роботі нові наукові положення є базою для розвитку наукових основ удосконалення усіх технологій виготовлення деталей та вузлів стрілочних переводів та дозволяють збільшити строки служби стрілочних переводів при роботі в колії.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що:

1. Всі виконані дослідження зроблено безпосередньо в умовах діючого заводського виробництва по виготовленню стрілочних переводів та стосовно до існуючих технологій виготовлення деталей та вузлів стрілочних переводів.

2. Конкретні рішення щодо удосконалення технології виготовлення цілого ряду деталей та вузлів стрілочних переводів отримали впровадження на підприємстві Дніпропетровський стрілочних завод та принесли в результаті вагомий економічний ефект. У тому числі отримали впровадження: виготовлення литих сердечників у піщаних формах з використанням холодильників; контроль якості металу відливок сердечників та хрестовин з урахуванням характеристик мікро- і макроструктури сталі; виготовлення стрілочних башмаків з приварною стрілочною подушкою (замість клепаної); виготовлення контррейки нової конструкції по принципу незалежної знімальної “шини” на самостійних упорах.

3. Розроблені основи нової технології зміцнення поверхні кочення литих сердечників способом ЕГІО, виконані розрахунки параметрів застосування цієї технології, виготовлені опитні сердечники з зміцненою поверхнею та підвищено ефект нової технології.

4. Виконані розрахунки прогнозних нормативних строків служби хрестовин і стрілок, що експлуатуються на Придніпровській залізниці при різних умовах. Результати знайшли використання в службі колії при плануванні ремонтних робіт на залізниці.

Особистий внесок здобувача. При розробці теми дисертації автором особисто розроблені питання удосконалення існуючих технологій виготовлення сучасних стрілочних переводів на основі вивчення та системного аналізу існуючих технологій, розробки основних параметрів та впровадження технології електрогідроімпульсного зміцнення поверхні кочення литих сердечників,

також автором удосконалені методи прогнозування строків служби стрілок та хрестовин стрілочних переводів. Інші дослідження автором виконані в узгодженні та під керуванням свого наукового керівника.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертації доповідалися і отримали схвалення: на науково-технічних нарадах Головного управління колійного господарства Укрзалізниці по питанням вдосконалення конструкцій і технологій виготовлення стрілочних переводів (Київ, червень 1999 р., січень 2000 р., Дніпропетровськ, квітень 2000 р., Керч, жовтень, 1999 р.); на міжкафедральному семінарі кафедр факультету “Будівництво доріг, колія та колійне господарство” Дніпропетровського державного технічного університету залізничного транспорту (Дніпропетровськ, червень 2000 р., 29.06); на кафедральному науковому семінарі кафедри “Реконструкція та експлуатація залізниць і споруд” Київського інституту залізничного транспорту (Київ, червень 2000 р.); на кафедральному науковому семінарі кафедри “Транспортні технології” Східноукраїнського державного університету (Луганськ, 2000 р.).

Публікації. Основний зміст дисертації опублікований в 6 друкованих роботах. Серед них 5 наукових статей у наукових фахових виданнях та наукових збірниках праць вузів і тези доповіді на всеукраїнській науковій конференції.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 3 додатків. Повний обсяг роботи складає 262 стор., з них 151 стор. врахованого і надрукованого тексту, 84 рис. на 63 стор., 29 табл. на 16 стор., 3 додатки на 21 стор., список використаних джерел з 105 найменувань на 8 стор.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** розкрита сутність і стан наукової проблеми удосконалення технологій виготовлення стрілочних переводів з метою підвищення надійності їх експлуатації в рельсовій колії, обґрунтована актуальність проблеми для галузі залізничної колії, сформульовані цілі і задачі досліджень, відображені наукова новизна і практична цінність роботи, наведені відомості про апробацію і основні публікації результатів досліджень.

У **першому розділі** наведено аналіз значущості стрілочних переводів як ключових конструкцій залізничної колії, з використанням яких здійснюються процеси руху поїздів та перевозок вантажів і пасажирів. Узагальнені існуючі на вітчизняних залізницях вимоги щодо конструкцій стрілочних переводів і надається їх критичний аналіз. Найбільш важливі проблеми в сфері удосконалення стрілочних переводів, які треба розробляти для підвищення надійності їх експлуатації та збільшення строків їх служби при роботі в колії, сформульовані в слідую чому вигляді:

1. Удосконалення конструкції стрілочних переводів в цілому та їх деталей і вузлів з метою забезпечення надійності та безпеки їх роботи в різних умовах експлуатації (в т.ч. при високих швидкостях руху, високих навантаженнях та ін.);

2. Удосконалення геометричних параметрів стрілочних переводів, стрілок і хрестовин;

3. Удосконалення матеріалів, із яких виготовлені деталі і вузли стрілочних переводів, з метою забезпечення найбільшої довговічності при експлуатації як окремих деталей, так і стрілочних переводів в цілому;

4. Удосконалення технологій виготовлення деталей і вузлів стрілочних переводів, з метою забезпечення якості продукції і найбільших строків їх служби та створення найбільш економічних технологій виробництва;

5. Удосконалення системи ведення стрілочного господарства при експлуатації в колії, включно: вибір раціональних сфер використання конструкцій в залежності від експлуатаційних умов, правильну технологію поточного утримання в колії стрілочних переводів, правильну систему ремонтів переводів та своєчасну перекладку їх з інтенсивно працюючих в менш напружені колії та ін.;

6. Удосконалення теоретичних розрахункових методик у галузі міцносних розрахунків стрілочних переводів, прогнозних розрахунків надійності, довговічності, економічної ефективності, з метою можливості проектування найбільш раціональних конструкцій, прогнозування їх міцних та деформаційних властивостей, прогнозування строків служби та ін.

У зв'язку з тим, що найменш вивченими проблемами до теперішнього часу є проблеми, які пронумеровані пунктами 3, 4, 5 у дисертації сформульовані мета і задачі дослідження.

У другому розділі розглянуті питання вибору та обґрунтування раціональних параметрів і конструкцій стрілочних переводів для забезпечення найкращих умов взаємодії колії і рухомого складу та збільшення довговічності роботи конструкцій. При цьому проаналізовані вибір і обґрунтування конструкцій основних деталей ті вузлів стрілок і хрестовин, дані обґрунтування і розрахунки ширини колії і розмірів жолобів на протязі стрілки і хрестовин по прямій та боковій коліям, виконані дослідження еволюції повздовжнього профілю жорстких хрестовин приблизно на протязі 50 років виготовлення стрілочних переводів вітчизняного виробництва, проаналізовано створення нерівностей на поверхні кочення хрестовин з рейок Р65 і Р50 різноманітних марок.

При вирішенні питань розділу 2 і зв'язаних з ними питань взаємодії колії і рухомого складу в межах стрілочних переводів використовувались результати досліджень найбільш відомих вчених та спеціалістів в галузі стрілочних переводів, професорів: Амеліна С.В., Яковлева В.Ф., Смірнова М.П., Глюзберга Б.Е., Желніна Г.Г., Даніленка Е.І., Путрі Н.Н., Фрішмана М.А., кандидатів технічних наук: Абросімова В.І., Іващенко С.І., Говорухи В.В., Ліповського Р.С., Орловського А.М., Тейтеля О.М., Смикова Е.К., Симона А.А., Трофимова А.М., Фролова Л.М. та

інших інженерів і спеціалістів. Крім цього, в дисертації також використані дослідження відомих вчених в галузі взаємодії колії і рухомого складу (в прикладу к стрілочним переводам) професорів: Веріго М.Ф., Когана О.Я., Андреева Г.Е., Волошка Ю.Д., Данілова В.М., Дановича В.Д., Ершкова О.П., Шахунянца Г.М., кандидатів технічних наук Бромберга Е.М., Гніломедова В.В., Крисанова Л.Г., Семенова І.І., Татуревича А.П. та інших.

В дисертації дано обґрунтування визначенню раціональних розмірів по ширині колії в межах стрілочних переводів, прийнятих на українських залізницях. При цьому розміри ширини колії і розміри желобів у межах хрестовини прийняті із умов безпечного проходу колісних пар по хрестовинам при забезпеченні найкращих умов проти бокового підрізу гребній коліс. Ці розміри розраховані із умов виконання наступних співвідношень (рис. 1):

$$F_{\max} \leq T_{\min} + \mu - \Delta \leq 1435 \text{ мм} \quad (1)$$

$$E_{\min} \geq T_{\max} + \mu + h_{\max} - \Delta \geq 1472 \text{ мм} \quad (2)$$

$$t_{\min}^{кр} \geq S_{\min} - E_{\min} \quad (3)$$

$$t_{\max}^{кр} \leq S_{\max} - E_{\min} \quad (4)$$

$$t_{\min}^{yc} \geq S_{\min} - F_{\max} - t_{\max}^{кр} \quad (5)$$

$$t_{\min}^{кр} \geq S_{\min} - F_{\max} - t_{\max}^{yc} \quad (6)$$

У результаті в нових стрілочних переводах залізниць України прийняті наступні раціональні розміри по ширині колії та желобам у зоні хрестовин $S = 1520_{-4}^{+2}$ мм; $t_{кр} = 44_{-2}^{+3}$ мм; $t_{yc} = 46_{-1}^{+3}$ мм.

Нормативні розміри по ширині колії в перевідних кривих нових стрілочних переводів прийняті з урахуванням пропозицій ДПТУ із умов нормального примусового вписування рухомого складу: для переводів марок 1/11 та 1/9 $S_{кр} = 1530_{-4}^{+8}$ мм, для переводів марки 1/6 $S_{кр} = 1535_{-4}^{+8}$ мм.

Рис. 1

У третьому розділі виконано системний аналіз існуючих технологій виготовлення деталей та вузлів стрілочних переводів українського виробництва з метою визначення необхідних шляхів їх удосконалення. При цьому проаналізовано організація виготовлення сучасних стрілочних переводів на заводах України та номенклатура стрілочної продукції, яка випускається. Розроблена принципова схема технологічного процесу виготовлення стрілок і хрестовин на Дніпропетровському стрілочному заводі.

Проаналізовані особливості технологій виготовлення гостряків стрілочних переводів та виконано обґрунтування необхідності отримання якісної структури на поверхні кочення гостряків. Такою структурою, як показали дослідження, признана структура сорбита - троостита. В дисертації створено наукове обґрунтування і наведені суттєві докази необхідності саме такої структури. Така структура створюється на Дніпропетровському стрілочному заводі при термообробці поверхні кочення струмами високої частоти, відповідні технічні параметри цієї технології наведені в дисертації.

Також проаналізовані особливості технологій виготовлення литих сердечників і хрестовин з марганцовистої сталі. Створено наукове обґрунтування порядку головних технологічних операцій їх тривалості і періодичності, особливостям їх виконання.

Особливу увагу при виробництві сердечників і хрестовин з марганцовистої сталі треба уділяти термообробці цих виробів, вибору і обґрунтуванню найбільш вірних режимів її ведення і швидкості нагріву деталей. Все це необхідно для створення найбільш міцної та зносостійкої поверхні кочення хрестовин, яка потрібна їм при роботі в залізничній колії.

В табл. 1 наведені основні показники механічних властивостей металу литих сердечників із сталі 110Г13Л до термообробки і після її здійснення.

Таблиця 1

Механічні властивості високомарганцевої сталі марки 110Г13Л
до термічної обробки (чисельник) та після (знаменник)

σ_b , МН/м ²	σ_T , МН/м ²	δ , %	ψ , %	КСУ, мДж/м ²	НВ
$\frac{400-500}{620-1000}$	$\frac{300-450}{300-600}$	$\frac{0,5-5,0}{20-50}$	$\frac{-}{25-45}$	$\frac{0,1-0,3}{2,0-3,0}$	$\frac{200-230}{170-230}$

В заключенні розділу 3 зроблені висновки про необхідність удосконалення технології зміцнення поверхні кочення литих сердечників і хрестовин з метою підвищення міцності і зносостійкості цих виробів при роботі в залізничній колії.

В четвертому розділі розроблені нові конкретні науково-технічні рішення щодо удосконалення технологій виготовлення деталей і вузлів стрілочних переводів. Цей розділ має безпосередній зв'язок з попереднім розділом, оскільки нові рішення розроблені на базі системного і критичного аналізу існуючих технологій.

Виходячи із головної наукової задачі, яка була сформульована автором, були поставлені задачі при розробці нових рішень щодо удосконалення технологій: отримати більш якісні

властивості матеріалів, із яких виробляються деталі стрілочних переводів, з рештою в результаті поліпшити міцносні та зносостійкі властивості головних несучих деталей, якими є гостряки і хрестовини стрілочних переводів.

Основну увагу автор приділив питанням удосконалення технологій виготовлення литих сердечників і хрестовин стрілочних переводів, які мають найменші строки служби при роботі в колії під поїздами.

Перед усім автором виконано дослідження впливу структурних характеристик на механічні властивості марганцевистої сталі, із якої виготовляються сердечники і хрестовини, і вслід за тим впливу механічних властивостей металу на службові та експлуатаційні характеристики хрестовин при їх роботі в колії під поїздами. При цьому виконані оригінальні дослідження зв'язку структурних та механічних властивостей марганцевистої сталі хрестовин і сердечників виробництва 6 різних заводів - виготовників. В результаті отримано, що такі характеристики структури металу як неметалічні включення та пори безпосередньо впливають на міцність і пластичність сталі, яка характеризується межею міцності σ_b , межею пластичності $\sigma_{0,2}$ та відносним подовженням δ і звуженням ψ . При збільшенні об'ємної доли пор і включень, а також при збільшенні розмірів зерен металу характеристики σ_b , $\sigma_{0,2}$, δ , ψ помітно зменшуються за величинами (див. рис. 2). Тому на основі цих досліджень запропоновано для заводів - виготовників стрілочної продукції при контролі якості металу литих хрестовин і сердечників брати до уваги структурні характеристики металу окремо механічних властивостей.

Рис. 2. Механічні властивості і структурні характеристики зразків № 11, 12, 13, 14, 15 із сталі Г13Л та зразків № 1, 2, 3 із сталі 130Г14ХМФАЛ.

Аналіз досліджень впливу механічних властивостей металу сердечників і хрестовин на службові та експлуатаційні характеристики хрестовин при їх роботі в залізничній колії під поїздами дали можливість автору зробити висновки відносно потрібного рівня властивостей сталі рестовин і сердечників. В дисертації продемонстровані залежності при роботі в колії експлуатаційних характеристик хрестовин з литими сердечниками від механічних властивостей σ_b , $\sigma_{0,2}$, $\frac{\delta + \psi}{2}$. При цьому експлуатаційною характеристикою прийнято загальний тоннаж T , який пропускається по хрестовинам до їх винятку з колії.

При роботі по даному розділу автором використані результати досліджень відомих вчених та спеціалістів в галузі роботи марганцевистої сталі хрестовин і технологій їх виробництва, а саме: докторів технічних наук Гасіка М.І., Воробьова Г.М., Шура Е.А., Михальова М.С., Пряхіна Е.І., кандидатів технічних наук Аптекаря Н.М., Беловодського В.Б., Каца Р.З., Красікова К.І. та ін.

Наступним етапом досліджень було виконано аналіз впливу зміцнення поверхні хрестовин різноманітними способами на службові характеристики цих виробів. При цьому було

проаналізовано використання різних способів термообробки, які застосовуються при виробництві литих сердечників і хрестовин на вітчизняних заводах та за кордоном. Зроблено висновок, що з метою підвищення міцносних та зносостійких властивостей хрестовин при експлуатації є вагомою підстава щодо збільшення швидкості нагріву відлівок сердечників і хрестовин в початковий період термообробки (до температури 700^0) та збільшення загального терміну циклу їх термообробки, замість прийнятого на вітчизняних заводах. 11 годин для сердечників типу P50 і 13 годин для хрестовин типу P50, та 15 годин для сердечників і хрестовин типу P65. Тобто треба прийняти до уваги значно більші терміни циклу термообробки саме таких виробів на закордонних заводах.

Серед різних способів зміцнення поверхні кочення литих хрестовин і сердечників автором рекомендовано як найбільш раціональний метод електрогідроімпульсної обробки поверхні кочення (ЕГІО).

Вперше в вітчизняній практиці виготовлення хрестовин з зміцненою поверхнею кочення, в дисертації розроблені теоретичні основи технології електрогідроімпульсної обробки литих сердечників, та виконані розрахунки основних параметрів застосування технології ЕГІО для обробки найбільш зношеної поверхні кочення сердечників і хрестовин.

Необхідна кількість електричних розрядів n на електроді для зміцнення одиничної поверхні S визначається за формулою:

$$n = \frac{S(1+\gamma)}{0,25\pi \cdot d_{cp}^2} = (1+\gamma) \cdot \left(\frac{D_{cp}}{d_{cp}}\right)^2 \quad (7)$$

Сумарна кількість електричних розрядів N при обробці поверхні, яка зміцнюється, довжиною l при ширині площадки, яка дорівнює діаметру, отпечатка каналу розряду на поверхні d_{cp} , яка оброблюється, можна визначити по формулі:

$$N = n \cdot i = \frac{l}{D_{cp}} (1+\gamma) \left(\frac{D_{cp}}{d_{cp}}\right)^2 \quad (8)$$

Розрахункова формула для визначення тривалості зміцнення поверхні кочення сердечника отримана у вигляді:

$$T = \frac{l}{D_{cp}} \left[(1+\gamma) \left(\frac{D_{cp}}{d_{cp}}\right)^2 \cdot f^{-1} + t_0 \right] \quad (9)$$

Ефективність використання технології, яка зміцнюється, визначається відношенням твердості метала, який зміцнюється, до міцності початкового:

$$\xi = \frac{HB_{\text{упр}}}{HB_{\text{исх}}} \quad (10)$$

У формулах (7, 8, 9) прийняті наступні обозначення:

S - площа одиничної поверхні, яка обробляється; $d_{\text{ср}}$ - середньостатистичний діаметр отпечатка каналу розряду на поверхні, яка зміцнюється; $D_{\text{ср}}$ - середньостатистичний діаметр кола, яке створюється отпечатками каналів розрядів; l - довжина поверхні, яка зміцнюється; i - кількість переміщень блоку електродів в повздовжньому напрямку при обробці довжини l ; f - частота розрядів на електроді (с^{-1}).

Рис. 3.

З використанням технології ЕГЮ на Дніпропетровському стрілочному заводі виготовлені опитні сердечники хрестовин типу Р65 з зміцненою поверхнею кочення у кількості 4 штук. Результати використання ЕГЮ виявились в зміцненні поверхні в 1,4 рази, що наглядно представлено на рис. 3. Опитні сердечники пройшли випробування на експериментальному кільці ВНІЗТ (Росія) та показали збільшення строків служби в 1,3 - 1,4 рази, про що відмічається в акті випробувань, що прикладений у дисертації.

П'ятий розділ присвячений дослідженням особливостей взаємодії колії і рухомого складу під час руху по стрілочним переводам. У тому числі розглянуті питання дії коліс на елементи стрілки і хрестовини при русі по прямій колії і на бокову колію як в пошерстному, так і в противошерстному напрямку. В розділі викладена методика розрахунку діючих на елементи стрілочних переводів вертикальних і горизонтальних сил, а також методика розрахунку допустимих швидкостей руху поїздів при русі по прямому напрямку та на бокову колію. Розрахунками продемонстровано, що допустимі швидкості руху поїздів по боковій колії стрілочних переводів (в перевідній кривій) повинні бути менш ніж в кривих ділянках звичайної колії, в зв'язку з відсутністю підвищення зовнішньої рейки. При цьому швидкості руху за умовами комфортабельності повинні бути менш приблизно в 1,53 рази, за умовами рухомого складу перекидання приблизно в 1,47 разів, а за умовами вповзання гребеню колеса на зовнішню рейку в 1,7 разів.

При розгляді розрахункових методик можливості вповзання гребеню колеса на рейку під час руху по стрілочним переводам автором запропоновані деякі удосконалення загальної розрахункової методики д.т.н. професора М.Ф. Веріго та часткового рішення к.т.н. Г.І. Іващенко. Ним сформульована залежність швидкості від радіусу кривої $V = A\sqrt{R}$, при цьому визначені значення коефіцієнту A в залежності від співвідношення вертикальних сил, що є діючими на зовнішню та внутрішню рейки P_1 / P_2 . Графік визначеної залежності наведений в дисертації.

В шостому розділі розглянуті питання зносостійкості стрілок і хрестовин при роботі в залізничній колії. При цьому проаналізовані дослідження в галузі розрахункових методик прогнозування зносу стрілок та хрестовин та системи раціонального ведення стрілочного господарства

Прийняв за основу розрахункову методику д.т.н. професора Даніленка Е.І. по прогнозуванню величин вертикального зносу поверхні кочення хрестовин в залежності від загального комплексу експлуатаційних умов, автор зробив удосконалення методики і сформулював нову формулу, яка дозволяє прогнозувати нормативні строки служби хрестовин по зносу (T_n млн. тонн бруто пропущеного тоннажу) в залежності від нормативної величини зносу h_n (рис. 4).

$$T_n \frac{a^2 + 2h_n \cdot \epsilon}{2 \cdot \epsilon^2} + \left[\left(\frac{a^2 + 2h_n \cdot \epsilon^2}{2\epsilon^2} \right)^2 - \left(\frac{h_n}{\epsilon} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (11)$$

В формулі (11) прийнято:

h_n - нормативна величина вертикального зносу хрестовин, яка прийнята для конструкцій, які розглядаються; a і ϵ - коефіцієнти відомого рівняння кривої зносу хрестовин

$$h = a\sqrt{T} + b \cdot T \quad (12)$$

які розраховуються за методикою професора Е.І. Даніленка, розробленою ним в докторській дисертації, стосовно розрахунків величини зносу хрестовин h в залежності від комплексу експлуатаційних умов.

Рис. 4.

Із застосуванням нової формули автором виконані розрахунки прогнозних нормативних строків служби хрестовин і стрілок стрілочних переводів, що експлуатуються на Придніпровській залізниці при різних експлуатаційних умовах. Розрахунки виконувались з використанням ПЕОМ за спеціально розробленою програмою із використанням моделювання кривих зносу хрестовин.

Далі за допомогою використання результатів досліджень БелДУТ і ВНІЗТ щодо раціонального планування ремонтів і заміни стрілочних переводів і поступової їх перекладці з більш діяльних колій в менш діяльні, автором запропонована система раціональної зміни і ремонтів стрілочних переводів з урахуванням нормативних строків служби, що отримані за розрахунковою методикою автора.

Результати виконаних розрахунків знайшли використання в службі колії Придніпровської залізниці при плануванні ремонтних колійних робіт на залізниці.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне обґрунтування і нове вирішення важливої для галузі колійного господарства наукової задачі: удосконалення технологій виготовлення стрілочних переводів і їх деталей та вузлів, покращення якості матеріалів, із яких вони виготовляються, з метою підвищення надійності експлуатації цих конструкцій та збільшення строків їх служби при роботі в залізничній колії.

В результаті виконаних досліджень в роботі вирішені наступні питання:

1. Проаналізовано загальний стан проблеми виготовлення і експлуатації стрілочних переводів в умовах залізниць України і позначено найбільш важливі задачі в області удосконалення стрілочних переводів.

2. Зроблено системний аналіз існуючих технологій виготовлення деталей та вузлів сучасних стрілочних переводів українського виробництва з метою розробки шляхів їх удосконалення.

3. Розроблено конкретні пропозиції з удосконалення технології виготовлення деталей та вузлів стрілочних переводів, в тому числі: по виготовленню остряків, стрілочних підкладин, безкореневиx стрілок, незалежних контррельсів, литих сердечників та хрестовин і таке інше.

4. Виконано спеціальні дослідження з впливу мікроструктури та механічних властивостей високомарганцовистої сталі литих сердечників і хрестовин на їх службові властивості під час роботи в залізничній колії. На основі цих досліджень запропоновано для заводів - виробників стрілочної продукції при контролі якості металу литих сердечників і хрестовин брати до уваги структурні характеристики металу крім його механічних властивостей.

5. Розроблено теоретичні основи використання нової технології зміцнення поверхні кочення литих сердечників та хрестовин методом електрогідроімпульсної обробки (ЕГІО). Виконано розрахунки основних параметрів використання технології ЕГІО та розроблено схему дослідної установки для умов ДСЗ. Виготовлено дослідні сердечники з зміцненою поверхнею кочення і проведено їх випробування на експериментальному колі ВНІЗТ. Випробування продемонстрували збільшення строку служби дослідних хрестовин у порівнянні з типовими.

6. Виконані дослідження зносостійкості хрестовин в залежності від комплексу експлуатаційних умов і розроблено нову методику прогнозування нормативних строків служби хрестовин у різних умовах експлуатації в залежності від величини нормативного зносу.

Виконано розрахунки нормативних строків служби стрілочних переводів на Дніпропетровській залізниці при різних експлуатаційних умовах. Результати виконаних розрахунків знайшли використання в службі колії Придніпровської залізниці при плануванні ремонтно - колійних робіт.

7. Більшість нових пропозицій автора, які розроблені в дисертації, отримали схвалення компетентних технічних рад і застосовані при виробництві стрілочної продукції на Дніпропетровському стрілочному заводі та на залізницях.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Даниленко Э.И., Тараненко С.Д. “Определение работоспособности элементов стрелочных переводов и пересечений путей по износу на основе анализа условий эксплуатации / Межвузовский сборник научных трудов, ДИИТ, Днепропетровск, 1997. – с. 141 – 145.

2. Курган Н.Б., Э.И. Даниленко, С.Д. Тараненко. Проблемы в области пути в связи с внедрением скоростного движения на железных дорогах Украины / Межвузовский сборник научных трудов, ДИИТ, Днепропетровск, 1997. – с. 146 – 155.

3. Тараненко С.Д., Даниленко Т.П., Даниленко Э.И. Влияние структурных характеристик на механические свойства марганцовистой стали железнодорожных крестовин производства различных изготовителей / Збірник наукових праць Київського інституту залізничного транспорту, т.1, вип. 2, Київ, 1998. – с. 117 – 127.

4. Солодовник А.Р., Соценко А.В., Тараненко С.Д., Гасик М.И. Современная технология выплавки и внепечной дефосфорации стали Г13Л для отливок ж.д. крестовин / Ж. Металлургия и горнорудная промышленность, № 1, 1998. с.33-34.

5. Тараненко С.Д., Сысоев В.Г., Соценко А.В. Влияние электрогидроимпульсной обработки на структуру и свойства высокомарганцовистой стали / Ж. Металл и литье в Украине, № 1-2, 1998, с.57-59.

6 Солодовник А.Р., Каблуков В.А., Соценко А.В., Тараненко С.Д., Гасик М.И. Современная технология выплавки и внепечного рафинирования стали Гадфилда для отливок железнодорожных крестовин в условиях ОАО ДСЗ / Материалы научно-технической конференции “Электросталь 97”, Днепропетровск, 1997. с. 42-25.

АНОТАЦІЯ

Тараненко С.Д. Удосконалення технологій виготовлення і конструкцій стрілочних переводів сучасного виробництва на Україні. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.06 - залізнична колія. - Київський інститут залізничного транспорту, Київ, 2000.

Дисертація присвячена питанням удосконалення технологій виготовлення стрілочних переводів і їх деталей та вузлів з метою підвищення надійності експлуатації цих конструкцій та збільшення строків їх служби при роботі в колії. У роботі виконано аналіз існуючих технологій виготовлення сучасних стрілочних переводів та розроблені конкретні рішення щодо удосконалення

існуючих і створення нових ефективних технологій. Виконані дослідження впливу структурних характеристик та механічних властивостей марганцовистої сталі хрестовин і сердечників на експлуатаційні характеристики хрестовин при їх роботі в залізничній колії. Розроблено теоретичне обґрунтування та основи нової технології зміцнення поверхні кочення хрестовин із застосуванням електрогідроімпульсної обробки, виконані розрахунки основних параметрів технології ЕГЮ.

Розроблено удосконалення розрахункової методики прогнозування строків служби хрестовин і стрілок по зносостійкості.

THE SAMMARY

Taranenko S.D. Improvement the technologies and constructions of switches and frogs production in the Ukraine. Manuscript.

Thesis on a scientific degree award of Candidate of Technic Sciences on the speciality 05.22.06 - railway track - Kiev Railway Transport Institute, Kiev, 2000.

The dissertation contains theoretical and practical results of investigations of technologies and constructions of switches and frogs production in the Ukraine. The researches of metal qualities its structural characteristics and researches influence of these characteristics on exploitation properties of the frogs and switches in railway track are developed in the dissertation. The methods of cast frogs thermotreatment and methods of rolling surface firmtreatment are investigated too and the influence of these methods on exploitation properties in railway track are established.

Besides problems of forecasting on manganic frogs rolling surface wear by calculating are considered by the author and new methods of wear calculating is developed.

Key words: switch, frog, production, technology, construction, manganic steel, improvement, exploitation.

АННОТАЦИЯ

Тараненко С.Д. Совершенствование технологий изготовления и конструкций стрелочных переводов современного производства на Украине. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.06 - Железнодорожный путь. - Киевский институт железнодорожного транспорта, Киев, 2000.

Диссертация посвящена вопросам совершенствования технологий изготовления стрелочных переводов и их деталей и узлов и улучшения качества материалов, из которых они изготавливаются с целью повышения надежности эксплуатации этих конструкций и повышения их сроков службы при работе в железнодорожном пути.

В работе выполнены: сформулированы наиболее важные проблемы в области совершенствования конструкций и технологий изготовления стрелочных переводов; проведен системный анализ существующих технологий изготовления стрелочных переводов украинского производства и определены рациональные направления совершенствования этих технологий; научно обоснованы и разработаны конкретные решения по совершенствованию технологий изготовления деталей и узлов стрелочных переводов; выполнены исследования по взаимосвязи структурных характеристик и механических свойств марганцовистой стали крестовин и исследована зависимость сроков службы крестовин по износу от уровня исходных свойств металла, определены критерии требуемого уровня свойств; исследовано влияние различных способов упрочнения поверхности катания крестовин на работоспособность этих конструкций в пути под поездами; научно обоснованы основы технологии электрогидроимпульсной обработки литых сердечников и крестовин из марганцовистой стали для упрочнения поверхности катания, выполнены расчеты основных параметров применения технологии ЭГИО, изготовлены опытные экземпляры литых сердечников с упрочненной поверхностью и выполнены их эксплуатационные испытания; разработаны предложения по совершенствованию методики расчета и прогнозирования сроков службы стрелок и крестовин для различных эксплуатационных условий, выполнены расчеты нормативных сроков службы стрелочных переводов, работающих в различных условиях на Приднепровской железной дороге.

Разработанные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации базируются на теоретических расчетах и экспериментальной проверке, выполненной непосредственно при внедрении новых технологичных процессов, в условиях изготовления стрелочных переводов на Днепропетровском стрелочном заводе.

Ключевые слова: стрелочный перевод, стрелка, крестовина, технология, изготовление, совершенствование, эксплуатация, сроки службы.

ТАРАНЕНКО Сергій Дмитрович

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ І
КОНСТРУКЦІЙ СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ
СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ**

05.22.06 -Залізнична колія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Надруковано згідно до оригіналу автора

Підписано до друку 27.07.2000 р. Формат паперу А5, папір для тиражу вальних апаратів,
друк на ізографі. Замовлення № 237, тираж 100

Надруковано видавничо - друкарським комплексом Київського інституту залізничного транспорту
03049, м. Київ - 49, вул. Лукашевича, 19