

УДК 625.151

АНАЛІЗ РОБОТИ КОРПОРАЦІЇ «КРТ» З УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОМІЖНИХ РЕЙКОВИХ СКРІПЛЕНЬ ТИПУ КПП-5

В. М. Суслов

АНАЛИЗ РАБОТЫ КОРПОРАЦИИ «КРТ» ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ ТИПА КПП-5

В.Н. Суслов

ANALYSIS OF THE WORK OF CORPORATION "KRT" FOR IMPROVEMENT OF INTERIM CONNECTION RAIL SLIDING TYPE KPP-5

V. M. Suslov

Представлено аналіз роботи корпорації «КРТ» з удосконалення проміжних рейкових скріплень типу КПП-5 та історію впровадження нових конструкцій скріплень пружного типу на українських залізницях. Перераховано ряд суттєвих переваг скріплення типу КПП-5. Викладено результати рішення щодо проведення додаткових дослідних випробувань скріплення.

Ключові слова: проміжні рейкові скріплення, пружність, верхня будова колії, прокладки, подовжня стійкість, знос.

Представлен анализ работы корпорации «КРТ» по совершенствованию промежуточных рельсовых скреплений типа КПП-5 и история внедрения новых конструкций скреплений упругого типа на украинских железных дорогах. Перечислен ряд существенных преимуществ скрепления типа КПП-5. Изложены результаты решения о проведении дополнительных исследовательских испытаний скрепления.

Ключевые слова: промежуточные рельсовые скрепления, упругость, верхнее строение пути, прокладки, продольная устойчивость, износ.

The analysis of the corporation "KRT" on improving intermediate rail fasteners KPP-5 type and history of the introduction of new structures such elastic fasteners on Ukrainian railways. Offered explanations on why the choice of construction fasteners type SB-3 and KPP-1 for use in medium and heavy conditions on domestic railways was wrong. Listed a number of significant advantages binding type KPP-5. The results of the decision on additional research trials binding. The information is given where the described fastening is laid, in what sections, how long this fastening gave after laying, and also what saved the cost of operating costs compared to the KB-65 type fastening.

Key words: intermediate rail fastenings, elasticity, top track structure, gaskets, longitudinal stability, wear.

Вступ. ТОВ НВП корпорація «КРТ» є виробником широкого асортименту деталей верхньої будови залізничної колії, але основне місце у виробництві і поставках

займають вузли безпідкладних пружних скріплень типу КПП-5 та КПП-5.К з анкерами закладними АЗ-2 та АЗ-2.К [9-12]. Інтелектуальна власність на технічну і

конструкторську документацію на всі деталі вузла належить підприємству і захищена патентами. Всього з початку 2000 року зареєстровано близько 20 патентів на винаходи, більше 50 патентів на промислові зразки, близько 20 патентів на корисні моделі та понад 10 патентів іноземних країн.

Основною метою підприємства є підвищення надійності та безпеки руху на залізницях України, впровадження сучасних технологій, направлених на підвищення якості продукції, використання високого професіоналізму та досвіду спеціалістів.

Аналіз попередніх досліджень. Ще в 1990-х роках команда молодих спеціалістів розробила та впровадила на українському ринку перші дослідні зразки пружних рейкових скріплень. Поштовхом до реалізації цього інноваційного рішення була необхідність модернізації технічного оснащення існуючих на той час українських залізниць [2-8]. Через застаріле колійне господарство швидкість потягів не перевищувала 60 км/год. В Україні, як і в країнах СНД, гостро існувала проблема і в забезпеченні якості вантажних перевезень, оскільки старі системи скріплень і шпали не давали можливості збільшити швидкість і вантажонапруженість поїздів. Пасажирські перевезення теж потребували підвищення швидкостей, покращення якості та безпеки руху.

Мета і задачі досліджень. Впровадження нових конструкцій скріплень пружного типу на українських залізницях почалося в кінці 1990-х років з укладання скріплень типу СБ-3 польської конструкції. У той же час з'явилась вітчизняна модифікація цього скріплення типу КПП-1 [1-4], яка є аналогом скріплення СБ-3.

Польське скріплення СБ-3 та КПП-1 на поліетиленових гладких прокладках товщиною 6 мм не забезпечує достатнього поздовжнього опору, оскільки має характеристику $r = 15,3$ кН/м погонного опору поздовжньому переміщенню

рейкової нитки. Ця характеристика задовольняє європейські залізниці, однак вона недостатня для українських умов експлуатації.

Одночасно з цим через високу жорсткість пластмасових прокладок розвивався значний знос опорних поверхонь залізобетонних шпал під рейками. Модернізований вітчизняний варіант такого скріплення типу КПП-1 має практично ті самі недоліки, що і СБ-3.

Актуальність. Випробування скріплень СБ-3 і КПП-1 в експлуатаційних умовах українських залізниць на Львівській, Одеській, Південно-Західній залізницях підтвердили ті самі недоліки, що були виявлені на експериментальному кільці ОАО «ВНИИЖТ» (м. Щербінка, Росія), і, крім того, виявили ще інші: тріщини і руйнування в підрейковій зоні практично всіх залізобетонних шпал, які розташовані в стиках, порушення стабільності положення рейко-шпальної решітки в плані і за рівнем, недостатній опір поздовжнім переміщенням при вантажонапруженості більше 20-25 млн ткм брутто/км на рік.

Тому слід зазначити, що вибір конструкції скріплень типу СБ-3 і КПП-1 для застосування при середніх та важких умовах експлуатації на вітчизняних залізницях був помилковий.

Основний матеріал. Вітчизняне пружне скріплення типу КПП-5 було розроблено у 2002-2003 роки як удосконалений аналог скріплення КПП-1 з метою усунення тих недоліків, що мало скріплення КПП-1, із урахуванням якостей найкращих пружних скріплень міжнародних стандартів закордонного виробництва типу «Пендрол» і «Фосло».

Разом з розробленням та впровадженням дослідного пружного скріплення типу КПП-5 інженерно-технічним персоналом підприємства спільно з конструкторським бюро головного управління колійного господарства ПАТ «Укрзалізниця»

інтенсивно розширювалось виготовлення нових елементів для верхньої будови колії. Одним з головних напрямків стала організація промислового виробництва втулок ізолюючих з термопластів для скріплень типу КБ та прокладок гумових для рейкової колії з рейками Р65. Вже з 2002 року серійно виготовлялись підрейкові прокладки, нашпальні прокладки для дерев'яних і залізобетонних шпал, нашпальні прокладки для стрілочних переводів. Гумові прокладки всіх типів виготовлялись з покращеними фізико-механічними показниками.

З 2000-2003 років було освоєно серійне виробництво шайб плоских типу ШП-1 для рейковий скріплень КБ, накладки стикові ізолюючі полімеркомпозиційні для рейок Р65, стики клеєболтові ізолюючі високоміцні КІВ65, пружний рейковий з'єднувач ПРЗ-65, накладки спеціальні для високоміцних стиків, вироби ізолюючі з термопластів, шуруп колійний ШК-7 та ШК-11, анкер до шпал поперечний типу АШП до дерев'яних і залізобетонних шпал і брусів, дюбелі для залізобетонних шпал і стрілочних брусів. Освоєно алюмотермічне зварювання рейок рейкової колії і стрілочних переводів. Роботи з розроблення пружних скріплень поповнювалися новими технічними та конструкційними рішеннями. Було розроблено та впроваджено в експлуатацію проміжне скріплення типу КПП-12, нероздільне пружне скріплення КПП-7, проведено модернізацію скріплення КПП-5, внаслідок чого розпочато серійне виробництво скріплення КПП-5.М. Але базовими серійними є скріплення типу КПП-5 та КПП-5.К.

На залізничних коліях України дане скріплення широко використовується з 2002 року. Скріплення пройшло всі необхідні стадії розроблення, передбачені для конструкції колії, лабораторні та полігонні випробування, досліду експлуатацію і впроваджено в серійне виробництво. Розробленням елементів і

вузлів скріплення займались інженерно-технічний персонал нашого підприємства в тісній співпраці з фахівцями ПАТ «Укрзалізниця» та науковцями вищих навчальних закладів залізничного напрямку. Розроблено, погоджено та затверджено у профільних департаментах ПАТ «Укрзалізниця» більше 30 технічних умов, 46 програм і методик для різних видів випробувань і комплектів конструкторської документації на різні елементи і вузли пружних скріплень типу КПП-5, КПП-5.К та інших елементів верхньої будови колії.

Скріплення типу КПП-5 вкладається на залізничних ділянках з вантажонапруженістю до 60 млн ткм бруто/км на рік у кривих з радіусом не менше 350 м, з рейками типу Р65, Р50, УІС60, зі швидкістю руху до 160 км/год.

Всього на залізницях України прокладено більше 5000 кілометрів колії зі скріпленням типу КПП-5, у тому числі і на довгих плітях безстикової колії блок-ділянка-перегін довжиною до 22 км.

Разом з тим на Львівській залізниці з 2009 року прокладено близько 11 км колії зі скріпленням типу КПП-5.К, яке дозволяє регулювати ширину колії в кривих від 1520 до 1534 мм, у тому числі у 2016 році 5,5 км на напрямку Ясиня-Рахів. Скріплення КПП-5.К на ділянці Славсько-Лавочне знаходиться на дослідженні та спостереженні ПС-1 УЗ. Після пропускання 40 млн т бруто вантажу зауваження до конструкції скріплення та його елементів відсутні. Впровадження скріплення типу КПП-5.К дало можливість укласти однотипні скріплення в кривих радіусом від 200 м, що призводить до зменшення експлуатаційних витрат на поточне обслуговування колії.

За період експлуатації скріплення КПП-5 проявило себе надійним, мало-елементним і малозатратним. Економія експлуатаційних затрат порівняно зі скріпленням типу КБ-65 складає близько 19 тис. дол. США на 1 км колії.

Рівень виробництва, потужна лабораторно-випробувальна база, використання високотехнологічного обладнання забезпечує потрібний рівень якості продукції. Усі деталі вузла та вузол у цілому сертифіковані в Системі сертифікації УкрСЕПРО. На підприємстві впроваджена та діє сертифікована система управління якістю за ДСТУ ISO 9001:2009. Виробництво та постачання елементів і деталей верхньої будови колії сертифіковано Органом з сертифікації в системі TÜV SÜD Management Service GmbH. Окрім ПАТ «Укрзалізниця» продукція поставлялась у Республіку Білорусію, Росію, Казахстан та інші країни СНД.

Накопичений досвід експлуатації скріплення КПП-5 свідчить про високу надійність виготовленої продукції, оскільки на окремих ділянках залізниці України зі скріпленням КПП-5 напруження становить від 400 до 800 млн т бруто пропущеного вантажу.

Скріплення типу КПП-5 має ряд суттєвих переваг порівняно зі скріпленням типу КПП-1.

Однією з якостей, що відрізняють скріплення КПП-5, є застосування нової конструкції пружної клеми КПП-5.2, яка працює під навантаженням на одночасну деформацію вигину і скручування, що забезпечує кращі пружні властивості клеми. На відміну від клем, скріплення типу СБ-3 і КПП-1 при прийнятті навантажень від рейки працюють лише на вигин.

Іншою, і ще більш важливою, новою якістю скріплення КПП-5 є застосування рифленої полімерної прокладки ПРП-2.1 товщиною 8 мм (замість плоскої поліетиленової прокладки товщиною 6 мм у скріпленнях СБ-3 і КПП-1), що забезпечило покращення пружних властивостей вузла скріплення в цілому приблизно в 1,5 разу. І ще більш важливим є те, що нова конструкція прокладки забезпечила збереження пружних

властивостей на достатньо тривалий період прикладення вертикального навантаження.

Скріплення типу КПП-5 за своїми характеристиками забезпечує достатню і надійну роботу щодо поздовжньої стійкості рейкових ниток при впливі сил уgonу і температурних сил.

Починаючи з жовтня 2015 року наше підприємство ініціювало проведення додаткових лабораторних досліджень і науково-дослідних робіт:

- НДР на тему «Проведення досліджень з можливості застосування шпал залізобетонних попередньо напружених колії 1520 мм типу СБ3 зі скріплення проміжними пружними типу КПП-5 на ділянках підвищеної вантажонапруженості та розробка рекомендацій», виконана кафедрою УкрДУЗТ;

- НДР на тему «Дослідження впливу вантажонапруженості й плану колії на працездатність пружного проміжного скріплення типу КПП-5 та шпалу типу СБ3 і розробка рекомендацій щодо її удосконалення», виконана НКТБ КГ УЗ.

Результати обстежень елементів скріплення типу КПП-5 на ділянках колії з підвищеною вантажонапруженістю, висновки та рекомендації, викладені в науково-дослідних роботах, є цілком обґрунтованою підставою для розширення експлуатаційних випробувань скріплення КПП-5 на ділянках з вантажонапруженістю до 100 млн т бруто.

У період з 2007 по 2010 роки було проведено полігонні випробування скріплення КПП-5 в ОАО «ВНИИЖТ» на експериментальному кільці м. Щербінка Московської області. Станом на 20.08.2010 р. при вантажонапруженості близько 300 млн ткм бруто/км на рік по скріпленню КПП-5 пропущено 635,7 млн т бруто вантажу.

Основним висновком за результатами полігонних випробувань є прогнозований ресурс працездатності рейко-шпальної решітки зі скріпленням типу КПП-5 не менше 1000 млн т бруто.

Результати випробувань елементів скріплень на експериментальному кільці у важких експлуатаційних умовах дозволили виявити найбільш слабкі елементи скріплення, проаналізувати причини виходу з ладу перших модифікацій прокладки ПРП-2.1, вкладиша ізолюючого ВІП-65.1 та прийняти рішення щодо вдосконалення конструкції прокладки підрейкової та вкладиша ізолюючого. Внаслідок цього спільно з НКТБ ЦП УЗ було розроблено КД, виготовлено дослідні зразки, проведено експлуатаційні випробування на колії та введено в постійну експлуатацію рішенням комісії ПАТ «Укрзалізниця» в листопаді 2011 р. прокладки ПРП-2.11 та ПРП-3.2 удосконаленої конструкції, які виготовляються з поліуретану зі збільшеною площею опираючої рейки на прокладку, і введено в серійне виробництво вкладиш ізолюючий ВІП-65.11 зі збільшеною довжиною ніжки, а згодом у листопаді 2015 року 10-міліметрова прокладка ПРП-3.2.1.

Результати спостережень за експлуатацією вдосконалених елементів скріплень КПП-5 за критеріями зносу, які регулярно проводяться колієобстежувальною станцією ПС-1 ЦП УЗ, свідчать про суттєве покращення експлуатаційних показників скріплення КПП-5 та його елементів.

2016 рік став для нашого підприємства продовженням реалізації стратегічного курсу, спрямованого на покращення експлуатаційних властивостей базових елементів різних видів скріплень (КБ, КПП-5, КПП-5.К), і лабораторних випробувань елементів скріплень, виготовлених з різних матеріалів.

Так, у червні – жовтні 2016 року в науково-технічному центрі Інституту чорної металургії НАН України, м. Дніпро, за участю НКТБ КГ УЗ було проведено випробування зразків прокладок підрейкових типу ПРП-3.2, виготовлених з поліуретанів на основі складних поліефірів (90А, 95А) і гуми з текстильним кордом.

Випробування проводились за програмою і методикою типових випробувань, розробленою НКТБ.

Було перевірено працездатність скріплення типу КПП-5-65 з дослідною прокладкою після навантаження 42 млн циклів, що еквівалентно пропусканню 1000 млн т бруто вантажу.

Крім того, було перевірено працездатність дослідних і контрольних прокладок, виготовлених з різних матеріалів після циклічного навантаження, еквівалентного пропусканню 1000 млн т бруто вантажу, і досліджено поздовжнє зусилля, що призводить до зсуву рейки (з використанням трьох типів прокладок, виготовлених з різних матеріалів).

За результатами випробувань складено відповідні протоколи, які є підтвердженням того, що всі елементи скріплень КПП-5 зберігають свою працездатність після сприймання навантажень, еквівалентних 1000 млн т бруто пропущеного вантажу.

Це, разом із результатами експлуатаційних напрацювань на коліях ПАТ «Укрзалізниця» є підтвердженням та обґрунтуванням прийняття рішення щодо збільшення ресурсу працездатності скріплення КПП-5 та його елементів до 800 млн т бруто пропущеного вантажу. Найбільш показовою є ділянка колії довжиною 800 м зі скріпленням КПП-5, яке було укладено 25.06.2003 р. на ст. П'ятихатки. Вантажонапруженість по ділянці становить 35,3 млн ткм бруто/км на рік, пропущений тоннаж на 01.03.2017 р. становить 796,2 млн т бруто. Усі елементи скріплення працюють стабільно, розлади колії відсутні.

У вересні 2016 року нами було замовлено виконання НДР на тему «Аналіз роботи проміжного скріплення типу КПП-5 та визначення шляхів покращення експлуатаційного ресурсу його елементів». Робота виконувалась на кафедрі колії та колійного господарства УкрДУЗТ.

Метою НДР було проведення аналізу силової роботи вузла проміжного

рейкового скріплення КПП-5, експериментальне визначення пружних характеристик елементів проміжних скріплень КПП-5, прогнозна оцінка змін жорсткостей вузлів скріплення КПП-5 при застосуванні прокладок ПРП-2.1.1, дослідження можливості відновлення працездатності вузла скріплення КПП-5 за допомогою 9- і 10-міліметрових ремонтних прокладок ПРП-3.2.1.

За результатами виконаних розрахунків відновлення працездатності вузлів скріплення КПП-5 за допомогою ремонтних 10-міліметрових прокладок ПРП-3.2.1 надано рекомендації та можливі варіанти виконання відновлювальних робіт на дільницях, де були укладені в колію підрейкові прокладки ПРП-2.1, розраховано порядок укладання підрейкових ремонтних прокладок і довжина перехідних дільниць.

У грудні 2016 року з метою підтвердження основних технічних показників скріплення КПП-5, а саме зусилля притиснення рейки до шпали, зусиль, що призводять до зсуву рейки, твердості поверхні клеми після термообробки та зміни показників базового розміру "S" на кафедрі колії та колійного господарства УкрДУЗТ було проведено лабораторні дослідження. Результати випробувань оформлені протоколом і підтвердили відповідність основних показників вимогам технічних умов на скріплення та його елементи.

Крім вдосконалення елементів пружних скріплень і проведення НДР, наше підприємство продовжує роботу з покращення якості та збільшення ресурсу працездатності гумових прокладок для рейкових колій ПАТ «Укрзалізниця».

Так, у 2016 році на наше замовлення НКТБ КГ УЗ було розроблено конструкторську документацію на виготовлення кордових гумових прокладок ПРЦП-4.К та ПНЦП-31.К для залізничної колії зі скріпленням КБ, виготовлено дослідну партію кордових прокладок, проведено

приймальні випробування згідно з програмою та методикою, розробленою НКТБ КГ, і з 1 червня 2016 року розпочато експлуатаційні випробування прокладок ПРЦП-4.К, з 1 вересня 2016 року прокладок ПНЦП-31.К на ділянках регіональної філії «Одеська залізниця» (перегін Колосівка-Березівка).

У листопаді 2016 року незалежна Центральна заводська лабораторія, яка проводить випробування на договірних умовах на замовлення нашого підприємства, була оснащена новим обладнанням, а саме гідравлічним пресом з пульсатором, комп'ютерним керуванням та архівуванням процесів випробувань. Це надало можливість проводити в повному об'ємі всі види динамічних і статичних випробувань вузлів пружних скріплень різних типів і в різній комплектації, комплектів ізолюючих стиків НІС і високоміцних ізолюючих стиків КІВ65. Рішенням Національної агенції з акредитації в Україні (НААУ) у січні 2017 року було розширено сферу акредитації ЦЗЛ на зазначені види випробувань.

Висновки. Підсумковою подією за результатами науково-практичної діяльності підприємства за 2015-2016 роки стала участь у засіданні секції «Будівництва, утримання та розвитку інфраструктури» Науково-технічної ради ПАТ «Укрзалізниця» у лютому 2017 року. На засіданні секції розглянуто результати звітів про науково-дослідні роботи, які виконано на замовлення нашого підприємства, і питання експлуатації пружних скріплень типу КПП-5 та КПП-5.К в різних умовах експлуатації.

З метою розширення сфери застосування скріплень секцією прийнято рішення щодо проведення додаткових дослідних випробувань скріплення КПП-5 з метою визначення зносостійкості його конструктивних елементів в умовах експлуатації з вантажнонапруженістю 80÷96 млн ткм бруто/км на рік.

Для проведення дослідних випробувань щодо можливості впровадження експлуатації безстикової колії в кривих ділянках радіусом 200-350 м із скріпленням КПП-5.К прийнято рішення укласти у 2017 році рейко-шпальну решітку на залізобетонних шпалах з регулюванням ширини колії.

Для порівняння експлуатаційних витрат пружних скріплень прийнято рішення про укладання двох кривих ділянок з радіусом 450-650 м і з рівними умовами експлуатації зі скріпленням типу КПП-5 та КПП-5.К та провести експлуатаційні випробування.

Список використаних джерел

1. Говоруха, В. В. Механика деформирования и разрушения упругих элементов промежуточных рельсовых скреплений [Текст]: монография / В. В. Говоруха. – Днепропетровск: Лира-ЛТД, 2005. – 388 с.
2. Карпущенко, Н. И. Совершенствование рельсовых скреплений [Текст] / Н. И. Карпущенко, Н. И. Антонов. – Новосибирск: Изд-во СГУСа, 2003. – 300 с.
3. Ладыгин, Ю. Н. Лабораторные испытания рельсовых скреплений [Текст] / Ю. Н. Ладыгин, Ю. М. Стойда // Путь и путевое хозяйство. – 2005. – № 12. – С. 8-12.
4. Говоруха, В. В. Упругие элементы промежуточных рельсовых скреплений [Текст] / В. В. Говоруха // Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 31. – С. 78-94.
5. Твердомед, В. М. Проміжні рейкові скріплення [Текст] / В. М. Твердомед // Зб. наук. праць Київ. ун-ту економіки і технологій трансп.– К.: КУЕТТ, 2003. – Вип. 1-2. – С. 36-41.
6. Говоруха, В. В. Современные конструкции промежуточных рельсовых скреплений [Текст] / В. В. Говоруха // Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 31. – С. 49-77.
7. Скріплення проміжні пружні типу КПП-5 [Текст]: ТУ У 35.2-30268559-118:2009. – 41 с.
8. Вкладиші ізолюючі підпружні з термопластів для рейок типів Р65, Р50, UIC60 і скріплення проміжного типу КПП-5 [Текст]: ТУ У 35.2-30268559-049:2007. – 43 с.
9. АКТ обстеження ділянки колії зі скріпленням типу КПП-5 на Львівській залізниці по Мукачівській дистанції колії ст. Воловець [Текст] / Комісія у складі: Ю. О. Макаров, В. П. Третьяков, Д. О. Дроздов, В. В. Грубов. – Дніпропетровськ, 2011. – 5 с.
10. Рибкін, В. В. Оцінка втомлено-міцнісних характеристик елементів вузла проміжного рейкового скріплення типу КБ та КПП-5 при повторно-змінних циклах навантаження конструкції [Текст] / В. В. Рибкін, І. О. Бондаренко, Р. В. Маркуль // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми взаємодії колії та рухомого складу». – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2013. – С. 39.
11. Ладыгин, Ю. Н. Лабораторные испытания рельсовых скреплений [Текст] / Ю. Н. Ладыгин, Ю. М. Стойда // Путь и путевое хозяйство. – 2005. – № 12. – С. 8-12.
12. Bogacz, R. On new effects of wheel-rail interaction/ [Text] R. Bogacz, R. Konowrocki // Archive of Applied Mechanics. – 2012. – Т. 82. – №. 10-11. – P. 1313-1323.
13. Kaiyun Wang, Chao Huang, Wanming Zhai, Pengfei Liu, Shen Wang. Progress on wheel-rail dynamic performance of railway curve negotiation // Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition). – 2014. – № 1. – P. 209-220.

Сулов Володимир Миколайович, головний інженер ТОВ Корпорація «КРТ». Тел.: +380322375442.

Suslov Volodymyr Mykolayovych, Chief Engineer Corporaton KRT, Ltd. Tel.: +380322375442.

Стаття прийнята 11.04.2017 р.