

РИБКІН В. В., д. т. н., професор (ДНУЗТ)
НАСТЕЧИК М. П., к. т. н., доцент (ДНУЗТ)
МАРКУЛЬ Р. В., аспірант (ДНУЗТ)

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ШУРУПНО-ДЮБЕЛЬНОГО КРІПЛЕННЯ ДЛЯ СКРІПЛЕНЬ ТИПУ КБ ТА СКД

Матеріал присвячений розробці шурупно-дюбельного кріплення для скріплень типу КБ та СКД.

Матеріал посвящен разработке шурупно-дюбельного крепления для скреплений типа КБ та СКД

Material is devoted development of the shurupno-dyubel'nogo fastening for fastenings as KB and SKD.

Практика експлуатації скріплень типу КБ в колії із залізобетонними шпалами виявила ряд їх недоліків. Один з них це недосконала конструкція вузла під закладний болт. Під час експлуатації колії спостерігається злам закладних болтів в тілі шпали. Це призводить до передчасного виходу шпали з ладу. Щоб замінити зламаний болт на новий, необхідно вилучити із тіла шпали Т-подібний залишок болта, що майже завжди виконати не можливо. Також трапляються випадки, коли закладний болт не вступає в конструктивний зацеп із закладними деталями шпали, під час його встановлення. Або після тривалої експлуатації болт при монтажі прокручується, не утримуючи монтажного зацепу. Це приводить до передчасного вилучення шпали із експлуатації і унеможливає її використання за призначенням.

За кордоном вилучені з колії шпали піддають дробленню та використовують в якості баласту.

З метою продовження терміну служби таких шпал, пропонується вмонтувати в тіло шпали ремонтний дюбель.

Статистичні дослідження (дані) по вимірюванню вхідного шпального отвору під закладний болт

Для проектування конструкції ремонтного дюбеля у 2010 році були проведені численні дослідження та необхідні виміри вхідного шпального отвору під закладний болт, що показані на рис. 1.

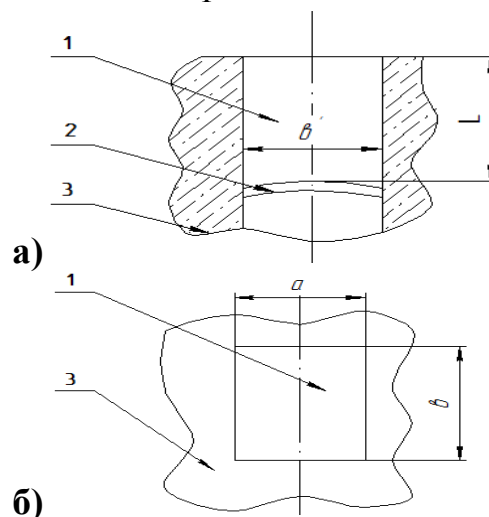


Рис. 1. Схема виконання промірів вхідного шпального отвору під закладний болт:

а) вигляд збоку; б) вигляд зверху

1 – шпальний отвір;

2 – закладна шайба; 3 – тіло шпали

Збір статистичних даних відбувся на території колійної машинної станції (КМС). Під час дослідження було зроблено 25-40 замірів шпальних отворів по їх висоті та ширині (див.рис.1) Заміри проводились по шпалах різних заводів-виробників таких, як: Гніванський (ГН), Коростенський (КР), Кременчуцький (КМ), та Запорізький (ЗП).

Статистичні дані по виконаних вимірюваннях вхідного шпального отвору під закладний болт наведені у таблиці 1

Таблиця 1

Результати вимірів вхідного шпального отвору під закладний болт

Вхідна ширина шпального отвору (b), мм	Ширина отвору на глибині шайби (b'), мм	Довжина отвору (a), мм	Глибина розташування закладної шайби (L), мм
Гніванський завод			
33-37	33-36	52-56	77-83
Кременчуцький завод			
34-38	34-38	53-58	78-83
Коростенський завод			
33-38	33-37	52-57	78-82
Запорізький завод			
24-28	24-28	53-54	74-81

На основі проведених замірів було встановлено, що розміри прямокутного вхідного отвору шпали не є однаковими та різко відрізняються від номінальних розмірів [1] та [2]. Обсадка отворів яка необхідна для виготовлення шпали має різну конструкцію та матеріал. Дуже часто спостерігаються бетонні напливи, що спотворюють прямокутну форму вхідного шпального отвору.

До уваги також були прийняті численні вимірювання центрування вхідних шпальних отворів під

закладний болт, що показано на рис.2.

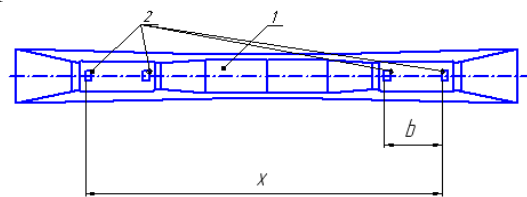


Рис. 2. Схема виконання промірів по центруванню отворів відносно вісі рейок

1 – тіло шпали; 2 – вхідний шпальний отвір під закладний болт
Результати по вимірюванню центрування шпальних отворів наведені у таблиці 2

Таблиця 2

Дані по вимірюванню центровки шпальних отворів відносно вісі рейки та вісей двох рейок

Відстань між стінками шпальних отворів під закладний болт по двох кінцях шпали (x), мм	Відстані між стінками шпальних отворів під закладний болт на одній площадці з/б шпали (b), мм
Коростенський завод	
1900-1912	308-310
Гніванський завод	
1921-1927	307-311
Запорізький завод	
1920-1927	306-310

Із отриманих числових даних видно, що розміри не збігаються з нормативними значеннями, та суттєво порушені. З цим пов'язані відступи та відхилення від проектного розташування одне відносно одного деталей скріплення.

Таким чином створення універсальної конструкції ремонтного дюбеля для залізобетонних шпал у такому стані просто не можливе.

Тому пропонується створити конструкцію ремонтного дюбеля з

регулювальним пристроєм яка б забезпечувала краще механічне, тобто за рахунок сил тертя, його закріплення у шпальному отворі. У свою чергу регулювальна частина конструкції або ексцентрична втулка врахувала б вище описані недоліки, що пов'язані з центруванням вхідних шпальних отворів під закладний болт.

Конструкція вузла шурупно-дюбельного кріплення

Дана конструкція шурупно-дюбельного кріплення складається з: ремонтного дюбеля, гвинта, пружного елемента, регулюючих пластин, що зображено на рис.3.

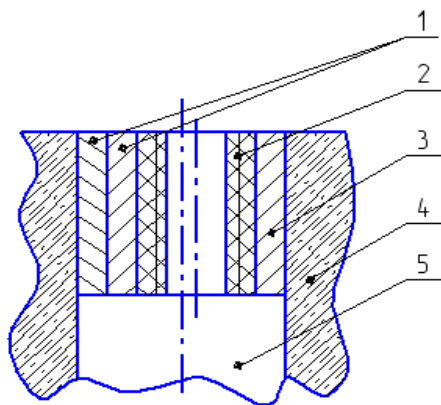


Рис. 3. Схема встановлення ремонтного дюбеля:

1 – регулюючі пластини;

2 – ремонтний дюбель;

3 – пружний елемент;

4 – тіло шпала;

5 – вхідний шпальний отвір

Ремонтний дюбель під гвинт запроектований таким чином, щоб під час його обслуговування та ремонту можна було б встановити у шпальний отвір регулюючі пластини та сам пружний елемент. Для більш кращого зчеплення ремонтного дюбеля з іншими елементами конструкції його бокові стінки виконані з певною шорсткістю. Для прикріплення підкладки та

прокладки роздільного проміжного скріплення використовується гвинт з певним видом різьби [3]. Висота гвинта проектувалась з урахуванням товщини підкладки, прокладки, ексцентричної втулки, а також величини самого ремонтного дюбеля. Краще механічне щеплення забезпечується пружним елементом. Відповідно враховуючи той фактор, що розміри вхідного шпального отвору не є однаковими та суттєво відрізняються від нормативних, пропонується використовувати у комплекті з пружним елементом та ремонтним клином і регулюючі пластини, кількість яких залежала б від ширини шпального отвору.

Технологія встановлення конструкції шурупно-дюбельного кріплення

Ремонтний дюбель встановлюють з певною послідовністю. Після видалення не придатних матеріалів з вхідного шпального отвору, що вийшли із ладу, встановлюється ремонтний дюбель одночасно із регулювальними пластинами, та пружним елементом (див. рис.3).

Кількість регулюючих пластин у вхідному шпальному отворі залежатиме від того, яка ширина цього отвору. Процес установки даної конструкції буде завершений у тому випадку, коли ця конструкція заглибиться у шпальний отвір на всю свою величину (див. рис. 3).

Після того коли дана конструкція повністю встановлена у вхідний шпальний отвір, можна встановлювати інші елементи проміжного рейкового скріплення КБ та СКД. По встановленню всіх елементів скріплення, у дюбельний різьбовий отвір вкручується гвинт

для притискання підкладки та прокладки до тіла шпали рис.4

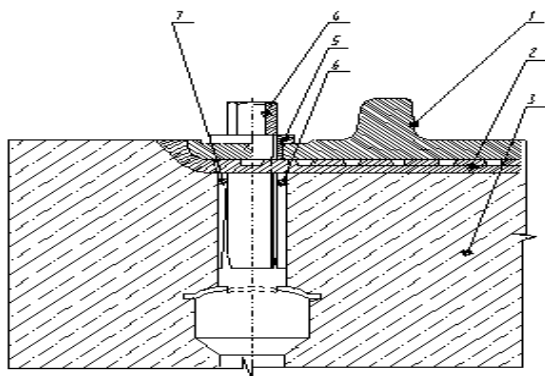


Рис. 4. Схема шурупно-дюбельного вузла у шпальному отворі:

- 1 – підкладка; 2 – прокладка;
- 3 – тіло шпали;
- 4 – регулююча пластина;
- 5 – ексцентрична втулка; 6 – гвинт;
- 7 – пружний елемент

Установку даної конструкції можна виконувати не тільки на ланко-збиральних базах КМС но і безпосередньо у вхідні отвори шпал, що експлуатуються, після попереднього видалення Т-подібних залишків закладного болта, який зламався.

Методика проведення експерименту

Щоб перевірити дану конструкцію вузла ремонтного дюбеля з регулюючим пристроєм на висмикування із вхідного шпального отвору, необхідно прикласти певну розтягуючу силу яка б забезпечувалась за допомогою спеціального пристрою. У зв'язку з цим, були проведені експериментальні дослідження у колії. Підчас цих досліджень використовувалась виважувальна конструкція яка забезпечувала прикладання вертикальної сили до даного шурупно-дюбельного вузла. Дана розтягуюча сила була

направлена вверх, тобто працювала на висмикування та зріз, що показано на рис. 5

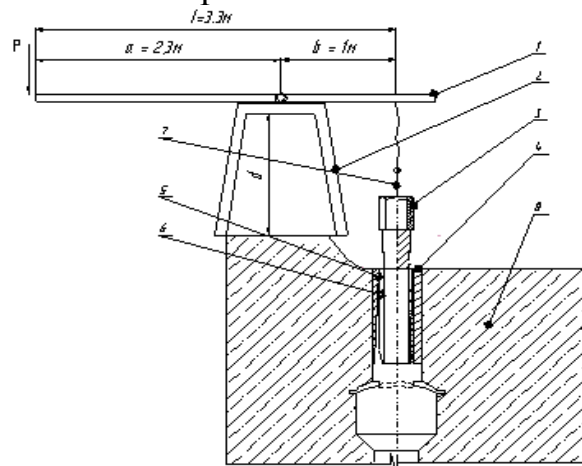


Рис. 5. Схема проведення експериментальних досліджень
1 – виважувальна горизонтальна балка; 2 – опори конструкції;
3 – монтажний гвинт;
4 – пружний елемент; 5 – дюбель;
6 – регулююча пластина; 7 – вухо;
8 – тіло шпали

Методика проведення даного експерименту заключалась в тому, що до одного кінця горизонтальної балки поступово прикладали силу а другий її кінець був прикріплений через сталевий трос до вуха, яке в свою чергу було з'єднано до головки гвинта. Підчас експерименту до одного кінця балки прикладалась сила 6,5кН. Значення прикладеної сили приймалось таким, щоб з врахуванням плеча балки на іншому її кінці отримати максимально-наближене навантаження, яке відповідає реальному розтягу болтів у колії від дії рухомого складу. (P=15–25кН) [4]. Підчас прикладання цієї сили, одночасно проводились спостереження за поведінкою конструкції вузла ремонтного дюбеля. Зміни, які пов'язані з появою зрізу, змінання а також висмикування конструкції

шурупно-дюбельного кріплення з вхідного шпального отвору не спостерігались.

Перевірка на запас міцності та зріз

Знаючи зовнішню силу ($P=6,5$ кН=6500 Н), яка прикладена до одного кінця горизонтального стержня та плече її прикладання (див рис. 5) можна знайти силу реакції або зусилля які виникають на другому кінці стержня. Для цього розглянемо горизонтальну виважу вальну балку як балку, розміщену на двох опорах до одного кінця якої прикладена дана сила, що показано на рис.6

$$P=6,5\text{кН}=6500\text{Н}$$

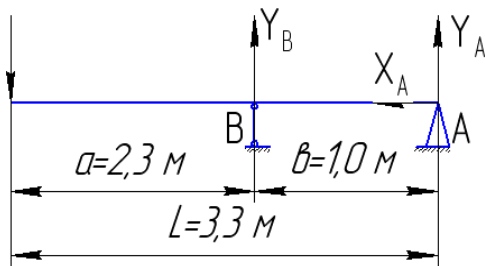


Рис.6. Схема прикладання сили до балки

Відповідно по даних величинах складаються рівняння рівноваги відносно кожної опори.

$$\sum F_x = 0; X_A = 0;$$

$$\sum \text{мом}_B = 0; P \times a + Y_A \times b = 0; \quad (1)$$

$$\sum \text{мом}_A = 0; P \times (a + b) - Y_B \times b = 0$$

Виконавши певні перетворення, з рівнянь рівноваги (1) визначається сила реакції, $Y_A = 14.93$ кН, яка і буде прикладена до вуха 7 (див рис. 5) що буде виконувати функцію висмикування даної конструкції із шпального отвору.

Необхідно прийняти до уваги такий фактор, що елементи даної

конструкції, які вмонтовані у шпальний отвір не є однорідними, тобто мають різні фізико-механічні властивості. У зв'язку з цим незаперечним є можлива поява такого поняття як – зріз, тобто руйнування матеріалу у результаті здвигу (зміщення) даної частини матеріалу відносно другої частини. Руйнування при зрізі залежить від напружень, які виникають в площині появи зрізу. Якщо площу зрізу позначити через - F а зрізаючу силу (навантаження) через величину - P, то умова міцності по допустимим напруженням на зріз матиме вигляд:

$$\frac{P}{F} \leq [\tau] \quad (2)$$

Враховуючи те, що ремонтний дюбель виготовлений з полімеру а всі інші допоміжні деталі з сталі то буде доцільним для нього дослідити величину допустимих напружень на зріз. По отриманих даних також визначити критичну силу, при якій і відбудеться пошкодження частини матеріалу.

Для певного полімеру з якого виготовлений ремонтний дюбель згідно [5] та [6] допустимі напруження на зріз становлять $[\tau]=69$ МПа. У даному випадку існує велика імовірність того, що зріз буде проходити по різьбовому з'єднанню дюбеля тобто по всій довжині розташування різьби. Визначивши

$$F = 0,$$

площу перерізу по якому буде проходити зріз за умовою (1) [7] при уже відомій прикладеній силі та допустимому напруженню визначаємо при яких критичних напруженнях виникне явище зрізу. Дані розрахунків наведені на рис.7.

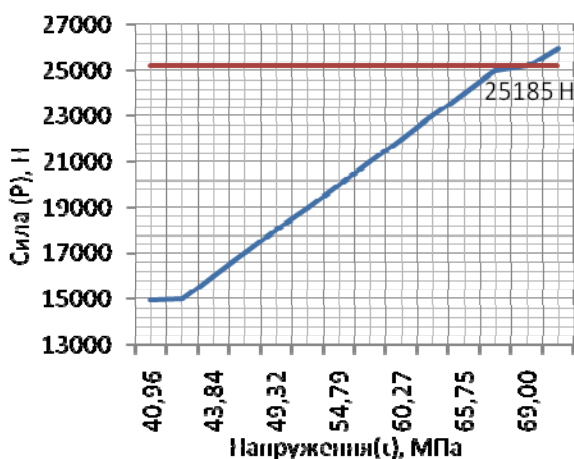


Рис. 7. Графік залежності напружень зрізу від величини прикладеного навантаження

З умови міцності (2) при імовірній площі перерізу по якому може відбутись зріз, можливим є визначення допустимої сили (навантаження) яке необхідно прикласти до кінця балки щоб відбувся зріз. Величина даної сили визначається з умови (2) та обчислюється за залежністю.

$$P \leq F \times [\tau] \quad (3)$$

Обчислене значення допустимої вертикальної сили яку може витримати дана конструкція шурупно-дюбельного кріплення на зріз становить $[P]=25,18 \text{ кН}=2518 \text{ Н}$, що зображено на рис. 7.

Висновок

Із проведених теоретичних та практичних досліджень, пов'язаних з вирішенням проблеми, що стосується продовження терміну служби залізобетонних шпал можна зробити наступний висновок. Спостерігається наявність напливів бетону в канавках, що перешкоджають вільній установці та повороту закладних болтів у їхнє робоче положення.

Як видно з табл.1 та табл.2 величини розмірів вхідного шпального отвору а також їх центрування відносно вісі рейки та відносно двох вісей рейок не є однаковими та суттєво відрізняються від нормативних. Для проектування конструкції універсального ремонтного дюбеля це є великою проблемою, яка в свою чергу веде до ускладнення конструкції. Експериментальні дослідження, що проводились над вище запропонованою конструкцією шурупно-дюбельного кріплення показали хороші результати.

Підчас проведення експерименту дана конструкція показала хороше механічне тобто за рахунок сил тертя закріплення у шпальному отворі. По теоретичних розрахунках на міцність та зріз що зображені на рис. 7, можна побачити, що при збільшенні сили на $1 \text{ кН}=1000 \text{ Н}$ величина напружень зростає лише на 2.7-2.8 МПа. Враховуючи те, що допустимі напруження на зріз для матеріалу з якого виготовлений дюбель становлять $[\tau]=69 \text{ МПа}$, то це підтверджує той фактор, що дана конструкція шурупно-дюбельного кріплення має достатньо великий запас міцності та стійкості на зріз.

Бібліографічний список

- ГОСТ10629-88 «Шпалы железобетонные для железных дорого колеи 1520мм. Технические условия» (утв. Постановлением Госстроя от 21 ноября 1988г. №228)
- Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України, ЦП0138, Київ, 2006. (Головне управління

коліїного господарства «
Укрзалізниці»).

3. ГОСТ 24705-81(СТСЭВ 182-75)
Основные нормы
взаимозаменяемости. **РЕЗЬБА
МЕТРИЧЕСКАЯ.** Основные
размеры. М., от 23 апреля
1981г.№2084.
4. "Влияние жесткости и
неровностей пути на деформации,
вибрации и силы взаимодействия
его элементов". Под редакцией
Лысюка В. С. Труды ЦНИИ
МПС, вып. 370. "Транспорт",
1969 г., стр.168.
5. <http://www.poliamid.ru/>Основные
свойства полиамидов и
стеклонаполненных (НС)
материалов на их основе.
6. <http://www.tana.lg.ua/poliamid/>Свой
ства композиционных
полимерных метриалов на основе
полиамида.
7. Н. М. Беляев Сопротивление
материалов. Главная редакция
физико-математической
литературы изд-ва «Наука», 1976
г., стр.608