

*д. т. н., проф. Рибкін В. В., к.т.н., доц. Арбузов М. А.,  
аспірант Лисак В. А., (ДНУЗТ)*

## НАТУРНА ВЕЛИЧИНА ЗАТЯЖКИ ГАЙОК КЛЕМНИХ БОЛТІВ

Момент затягування гайок клемних болтів скріплення КБ-65 – важливий показник верхньої будови колії, від правильного урахування якого залежать режими роботи як безстикової пліті, так і зрівнювальних прольотів та приладів. Завищення цього показника на стадії проектування може призвести до зменшення степеню безпеки руху поїздів при можливому розриві взимку чи викиді пліті влітку.

Виникає запитання: “Яке ж значення моменту затяжки гайок клемних болтів потрібно приймати при проектуванні?”. В нормативних документах України можна знайти різні значення.

Так, в “Технічних вказівках по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України” [1] вказано значення 200 Нм. Таке значення необхідно забезпечувати як при укладанні, так і при підтягуванні гайок клемних болтів в експлуатації. При чому, в кожному вузлі скріплення нормативне притиснення рейок до основи повинно дорівнювати 20 кН, що відповідає 125-145 Нм. Але під дією динамічного поїзного навантаження прослідковується тенденція до ослаблення притиснення клем до підошви рейки [13]. Для розрахунків безстикової колії на міцність і стійкість доцільно використовувати середнє значення на протязі визначеного інтервалу. Тому можна з упевненістю сказати, що вимоги ЦП-0081 виведені на основі статичних передумов, тобто для колії, по якій не їздять поїзди.

Інструкція ж ЦП-0117 [2] враховує зменшення притиснення клеми до підошви рейки і нормує його середнє розподілене зусилля, що досягається затяжкою гайок клемних болтів з моментом 150 Нм як максимальне, а 100 Нм – як мінімальне, при досягненні якого необхідно проводити суцільне докручування гайок клемних болтів.

Разом з тим, рядом авторів [4, 5, 6, 7], для визначення опору повороту рейки в вузлі скріплення, приймалося мінімальне значення затяжки гайок

клемних болтів 50 Нм. Але результати розрахунку стійкості безстикової колії, при вказаному значенні моменту затягування, значно обмежують полігон укладання основної конструкції верхньої будови колії.

Природно, що у всіх розрахунках використовується середнє значення поздовжнього опору зміщення рейки по підкладці.

Реальне значення величини затяжки гайок клемних болтів на кожній шпалі було визначено в результаті натурного експерименту. Для урахування сил, що передаються від гальмування рухомого складу, була обрана пліть, що знаходиться при в'їзді на станцію Дніпропетровськ-Південний на 206-207 кілометрі. Характеристика ділянки: безстикова колія з рейками типу Р65, скріплення КБ-65, остання підтяжка болтів відбувалася за 9 місяців до моменту проведення експерименту.

Вимірювання проводилися 18 листопада 2010 року спеціальним динамометричним ключем, розробленим вченими ДНУЖТ і відторированим в колієвипробувальній галузевій науково-дослідній лабораторії університету. Основними перевагами вимірювального пристрою були швидкість вимірювання та точність, яка склала  $\pm 1$  Нм. Усього було проведено 522 заміри та повністю обміряна пліть, довжиною 143 метри. За час виміру не проходив жоден поїзд.

По результатах експерименту, середнє значення моменту затяжки гайок клемних болтів по пліті склало 167 Нм. Окремо визначалося середнє значення по лівій і правій стороні відносно осі рейки по ходу кілометрів. Вони склали відповідно 164 Нм та 170 Нм. Якщо порівняти ці результати, стає зрозуміло те, що різниця між лівою та правою стороною несуттєва. Крім того, в ході експерименту були помічені наступні закономірності:

- момент затяжки гайок клемних болтів не завжди відповідає зусиллю притиснення клеми до подошви рейки;
- якщо затяжка з однієї сторони рейки значно менше середньої, то і з іншої сторони спостерігається схожа ситуація;
- момент затяжки гайок клемних болтів сильно диференційований по довжині пліті.

Проаналізувавши рисунок 1, можна помітити, що розподіл затяжки гайок клемних болтів по довжині пліті носить випадковий характер. Суттєве падіння вказаної величини в окремих місцях пояснюється тим, що після виконання колійних робіт гайки клемних болтів були затягнуті до проходу рухомого складу. Під дією вертикального динамічного навантаження, прокладки просідають, що призводить до послаблення притиснення клеми до рейки [13]. Тому автор рекомендує проводити підтяжку гайок клемних болтів в місці проведення колійних робіт після пропуску першого повновагового поїзду.

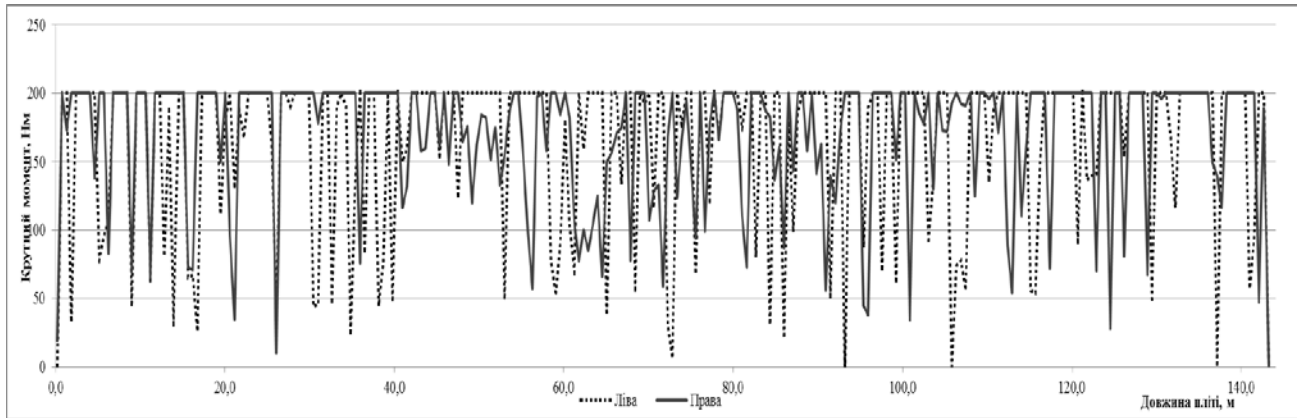


Рис. 1. Розподіл моменту затяжки гайок клемних болтів по довжині безстикової пліти

Згідно з експериментальними даними, більше 29% гайок клемних болтів експлуатуються з моментом затягування, меншим 145 Нм, що суперечить вимогам інструкції ЦП-0081 [1]. Разом з тим, відповідно результатам експерименту та існуючим нормативам [2], середній момент затяжки гайок клемних болтів перевищує навіть максимально-нормативне значення. Тому, на думку автора, вимоги в ЦП-0081 по затягуванню гайок клемних болтів завищені і не можуть бути практично реалізовані на кожній шпалі. Крім того, при розрахунках колії на міцність, необхідно закладати не максимальне значення погонного опору – 25 Н/м, що відповідає затяжці клемних болтів до 200 Нм а мінімальне – 14 Н/м, що відповідає затяжці 100 Нм.

Для визначення температурного діапазону укладки безстикової пліти необхідно дослідити і питання втрати стійкості – викиду. Загальновідомо [6, 12], що довжина деформованої частини колії при викиді колії може знаходитися в межах від 10 м до 20 м. Для знаходження силової нерівності – місця можливого викиду колії – був побудований графік розподілу середнього значення моменту затяжки гайок клемних болтів на довжині 10 м та 20 м (див. рис. 2).

Рисунок 2 яскраво ілюструє те, що, в температурно-нерухомій частині, клеми притискаються до підшви рейки дещо менше, ніж на його кінцевих ділянках. Разом з тим, найбільш вірогідне місце виникнення викиду безстикової колії – саме температурно-нерухома частина в зв'язку з дією найбільших температурних поздовжніх зусиль.

Мінімальне значення середнього значення моменту затяжки гайок клемних болтів на довжині 10 м та 20 м складають відповідно 145 і 151 Нм. Таким чином, зменшення опору поздовжньому зміщенню пліти може досягати 10% на довжині 20 метрів і 13% на довжині 10 м відносно середнього значення на пліті. При цьому, середньоквадратичне відхилення в обох випадках складає 56 Нм. Загальне ж значення середньоквадратичного відхилення по усій пліті досягає 54 Нм, що дає можливість стверджувати, що точність визначення се-

реднього значення на довжині 10 м і 20 м та середнього значення по пліті співрозмірні [8, 9].

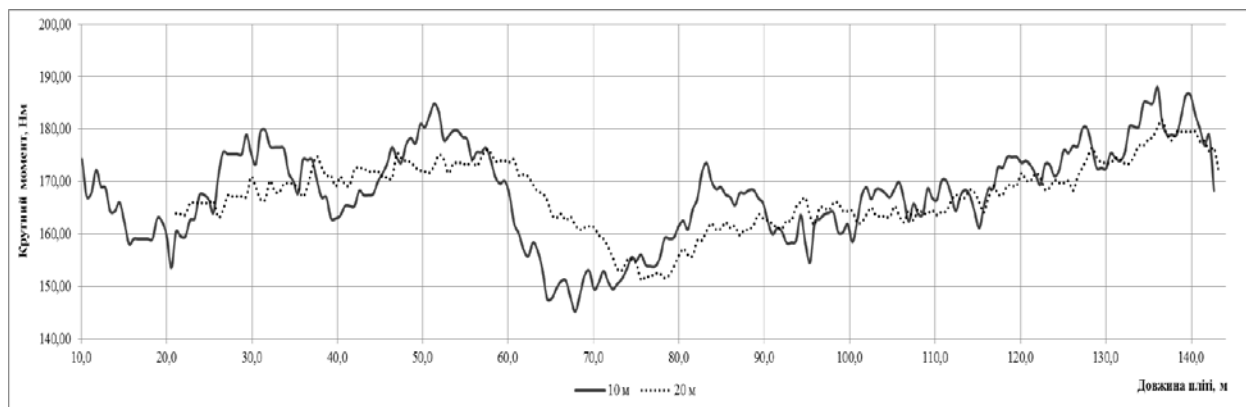


Рис. 2. Зміна “плаваючого” середнього значення моменту затяжки гайок клемних болтів по довжині безстикової пліті

Між тим, таке велике значення СКВ можна пояснити наявністю клем, які не передавали зусилля на підшву рейки. Оскільки метою дослідження було визначити реальне значення опору зсуву рейкової пліті по підкладках, момент затяжки гайок таких клем був прийнятий рівним “0”. Крім того, для гайок клемних болтів з затяжкою більше 200 Нм, вона умовно приймалася рівною 200 Нм. Це допущення правомірне, оскільки, згідно з діючими нормативними документами, нормується лише нижня границя моменту затягування гайок клемних болтів [1, 2].

Мета проведення досліджень – визначення необхідної кількості вимірів для знаходження середнього значення затяжки з заданою точністю. Після попереднього аналізу стає зрозуміло, що затяжку необхідно окремо нормувати на “дихаючих кінцях” та в температурно-нерухомій частині безстикової пліті.

Для визначення середньої величини затяжки гайок клемних болтів на пліті, автором рекомендується наступна методика:

1. Виміряти динамометричним ключем значення затяжки на десяти підряд розташованих шпалах по правій та лівій рейках на початку, вкінці та середині безстикової пліті.
2. Знайти середнє значення затяжки окремо на кінцях та температурно-нерухомій частині пліті.

Така методика забезпечить точність вимірювання 15-17 Нм, що відповідає 8-10% для дослідної пліті. Такий же спосіб контролю застосовується і на залізницях ОАО РЖД [14]. Обрана точність середнього значення затяжки обґрунтовується тим, що визначення осьового зусилля в клемному болті, через момент затягування гайки, може розходитися з фактичним на 26% в залежності від прийнятого кута підйому гвинтової різьби, приведенного кута тертя в різьбі та коефіцієнту тертя гайки по шайбі [3].

## ВИСНОВКИ

Для розрахунків безстикової колії з умови міцності необхідно застосувати значення погонного опору зсуву рейок по підкладкам 14Н/м, а не вказане в інструкції ЦП-0081 25 Н/м.

Вимога ЦП-0081 про необхідність утримання гайок клемних болтів з затяжкою у кожному вузлі скріплення на рівні вище 145 Нм не можуть бути практично реалізовані.

Стан гайок клемних болтів необхідно нормувати згідно інструкції ЦП-0117 по середньому значенню моменту затяжки клемних болтів на пліті.

Для попередження угону безстикової колії, на околodkaх повинен бути інструмент для перевірки ступеню затяжки гайок клемних болтів.

В місцях виконання колійних робіт, рекомендується проводити додаткове підтягування гайок клемних болтів після пропуску першого повновагового поїзду.

Висвітлені в статті результати є попередніми, і потребують статистичної перевірки.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України. ЦП-0081 [Текст]: Затв.: Наказ Укрзалізниці 25.01.02. №34-Ц / Мін-во трансп. та зв'язку України. К., 2002. - 106 с.
2. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість. ЦП-0117 [Текст]: Затв.: Наказ Укрзалізниці 13.12.04. № 960-Ц / Мін-во трансп. та зв'язку України. К.: 2006. – 168 с.
3. Патент российской федерации № 2188887 “Способ контроля затяжки клемных болтов” [Текст]. – Россия, 2002.
4. Баклагин, Е. С. Сопротивление поворота рельса относительно шпалы в горизонтальной плоскости [Текст] /Е. С. Баклагин, А. В. Лебедев // Вестник ВНИИЖТа – М., 2005 № 4.
5. Лебедев А. В. Экспериментальное определение сопротивления промежуточных скреплений поворота рельсов относительно шпал [Текст] // Вестник ВНИИЖТа – М., 2006 № 6.
6. Бромберг, Е. М. Устойчивость бесстыкового пути [Текст] // М., Транспорт. 1966. 67 с.
7. Першин, С. П. Повышение устойчивости бесстыкового пути [Текст] // Железнодорожный транспорт – 1961. № 7.

8. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. ДСТУ 3004-95 [Текст]
9. Яворский, В. А. Планирование научного эксперимента и обработка экспериментальных данных [Текст] / В. А. Яворский. М., 2006 – 45 с.
10. Дутаев, Х. Х. Сопротивление продольным перемещениям рельсов в стыках [Текст] // ППХ – М., 2006. №11, с 28-29.
11. Новакивич, В. И. Бесстыковой путь со сверхдлинными рельсовыми плетями [Текст] // М., 2005 – 141 с.
12. Альбрехт, В. Г. Бесстыковой путь [Текст] / В. Г. Альбрехт, Н. П. Виноградов, Н. Б. Зверев // М., Транспорт 2000 – 408 с.
13. Карпущенко, Н. И. Надежность связей рельсов с основанием [Текст] // М., Транспорт 1986 – 147 с.
14. Технические указания по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути. ТУ-2000 [Текст]: Утв.: приказ министра путей сообщения 31.03.2000 / Мин-во путей сообщений Российской Федерации. М., 2000. – 169 с.

## АНОТАЦІЇ

В статті наведені результати натурного експерименту по визначенню розподілення величини затяжки клемних болтів по довжині безстыкової пліті.

В статье приведены результаты натурного эксперимента по определению распределения величины затяжки клеммных болтов по длине бесстыковой плети.

There are results of the full-scale experiment to determine the distribution of torque terminal screws on the length long-welded rails in the article.