

УДК 625.143

АНАЛІЗ РОБОТИ СКРІПЛЕНЬ ТИПУ КПП-5 ПРИ КРУЧЕННІ РЕЙКИ

Д-р техн. наук О.М. Даренський,
магістранти Я.В. Бойко, В.І. Дувалко

АНАЛИЗ РАБОТЫ СКРЕПЛЕНИЙ ТИПА КПП-5 ПРИ КРУЧЕНИИ РЕЛЬСА

Д-р техн. наук А.Н. Даренский,
магистранты Я.В. Бойко, В.И. Дувалко

AN ANALYSIS OF WORK OF FASTENINGS IS AS KPP-5 AT TWISTING OF RAIL

Doct. of techn. sciences A. Darenskiy,
magistrants Y.Boiko, V. Duvalko

Розглянуто роботу проміжного скріплення типу КПП-5 при крученні рейки. Отримано розрахункові рівняння, які дозволяють визначити крутний момент, сили натиснення клем при повороті рейки, жорсткість вузла скріплення при крученні рейки, а також розрахункову схему для визначення жорсткості скріплення типу КПП – 5 при крученні рейки.

Ключові слова: проміжне скріплення КПП-5, жорсткість при крученні.

Рассмотрена работа промежуточного скрепления типа КПП-5 при кручении рельса. Получены расчетные уравнения, которые позволяют определить крутящий момент, силы нажатия клемм при повороте рельса, жесткость узла скрепления при кручении рельса, а также расчетную схему, для определения жесткости скрепления типа КПП – 5 при кручении рельса.

Ключевые слова: промежуточное скрепление КПП-5, жесткость при кручении.

Work of the intermediate cleating of type of KPP-5 is considered at twisting of rail. Calculation equalizations, which allow to define a twisting moment, forces of pressure of terminals at the turn of rail, are got, inflexibility of knot clamps at twisting of rail, and also calculation chart, for determination of inflexibility of cleating of type of KPP – 5 at twisting of rail. Calculations of claotype filaments on twisting at application of fastenings as KPP-5 restrains temper in connection with null information both about work of fastenings at twisting of rail and actual value of inflexibilities of subclaotype basis at twisting. Therefore an analysis of work of fastening of KPP-5 at twisting of rail is a pressing question. Boltless intermediate binding to the resilient terminals as KPP- 5 does not contain the row of failings which are present at fastening as KB. Therefore a technical policy from the improvement of construction of RRG foresees expansion of ground of conclusion and exploitation exactly of such construction of the intermediate fastening .

Keywords: intermediate cleating of KPP-5, inflexibility at twisting.

Вступ. Проміжні рейкові скріплення КПП-5 дозволені до використання на магістральних залізницях України з 2003 року. Нормативні документи дозволяють укладання безстикової колії з цими скріпленнями на ділянках з будь-якою вантажонапруженістю в прямих і кривих ділянках з радіусами 350 м і більше.

Враховуючи, що скріплення КПП-5 має суттєві переваги в порівнянні з скріпленням КБ – малоелементність, економія металу, відсутність різьбових з'єднань, використання

пружних клем, можна припустити, що така конструкція знайде використання і на промисловому транспорті в певних умовах експлуатації.

Постановка проблеми. При дії на залізничну колію горизонтальних поперечних сил рейкова нитка працює не тільки на згин, але і на кручення. Нормальне та дотичне напруження в рейках, які викликають саме кручення можуть досягати 30-45% від загального напруження, які викликаються саме поперечними силами. Але розрахунки рейкових

ниток на кручення при застосуванні скріплень типу КПП-5 стримуються в зв'язку з відсутністю інформації як про роботу скріплень при крученні рейки, так і фактичне значення жорсткостей підрейкової основи при крученні. Тому аналіз роботи скріплення КПП-5 при крученні рейки є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання, що стосуються жорсткостей підрейкової основи при вертикальних горизонтальних повздовжніх та горизонтальних поперечних силах розглядалось в роботах багатьох вчених, а саме: Членова М.Т., Когана А.Я., Клинова С.І., Боченкова М.С., Альбрехта В.Г., Карпуценка М.І. Розглядалися підрейкові основи при дерев'яних та залізобетонних шпалах зі скріпленням КБ [1-5,7,9]. У роботах [6] та [7] розглянута жорсткість підрейкової основи або рейкових опор, в тому числі при шпалах СБ-30 зі скріпленням КПП-5, однак у

зазначених роботах питання роботи скріплень КПП-5 при крученні рейок не розглядалось.

Формулювання мети статті. Метою статті є аналіз роботи скріплення КПП-5 при крученні рейки та встановлення впливу жорсткостей пружних елементів цього скріплення на формування параметру, що досліджується.

Основна частина дослідження. При дії на вузол скріплення крутного моменту $M_{кр}$, перетин рейки обернеться на кут $\Delta\varphi$, величину якого, з причини малості, можна отримати (рис. 1):

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta y_1 + \Delta y_2}{b}, \text{ (рад)} \quad (1)$$

де Δy_1 і Δy_2 - додаткові переміщення кромки підшви рейки при повороті перетину (m);
 b - ширина підшви рейки (m).

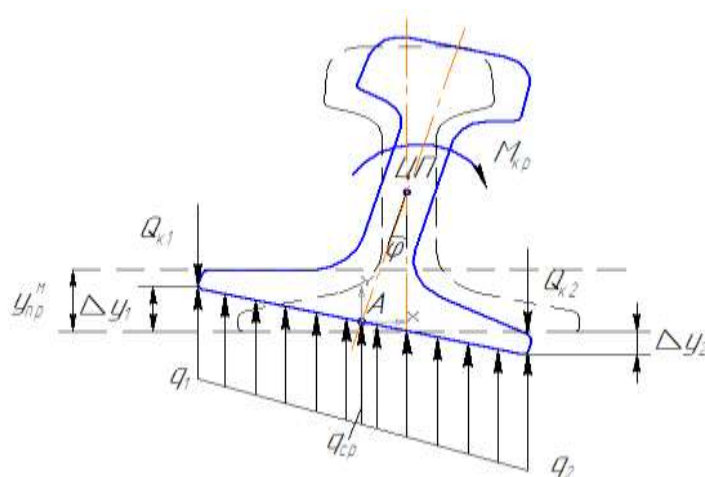


Рис. 1. Розрахункова схема для визначення жорсткості скріплення типу КПП-5 при крученні рейки

Жорсткість вузла скріпляє при крученні:

$$C_\varphi = \frac{M_{кр}}{\Delta\varphi} \text{ (кН/рад)}$$

Умови рівноваги моменту $M_{кр}$, моментів

сил клемного натиснення $Q_{к1}$ і $Q_{к2}$ і моменту нерівномірно розподіленого опору підрейкової прокладки стисненню, відносно центру повороту перетину рейки (ЦП) має вигляд

$$M_{кр} + Q_{к2} \frac{b}{2} - \frac{q_2 - q_{ср}}{2} \frac{b^2}{8} + \frac{q_{ср} + q_1}{2} \frac{b^2}{8} - Q_{к1} \frac{b}{2} = 0$$

Після перетворень отримаємо:

$$M_{кр} = (Q_{к2} - Q_{к1}) \frac{\epsilon}{2} + (q_2 - q_1) \frac{\epsilon^2}{16}, \quad (2)$$

де $Q_{к1}$ і $Q_{к2}$ - сили натиснення клем при повороті рейки, кН;

q_1 і q_2 - інтенсивності по кромках підшови нерівномірно розподіленого опору підрейкової прокладки при її нерівномірному стисненню, кН/м.

Сили натиснення клем при повороті рейки

$$Q_{к1} = Q_{кл}^M - \Delta Q_{к1} = Q_{кл}^M - \mathcal{J}_{кл} \cdot \Delta y_1;$$

$$Q_{к2} = Q_{кл}^M - \Delta Q_{к2} = Q_{кл}^M - \mathcal{J}_{кл} \cdot \Delta y_2.$$

Тоді

$$Q_{к2} - Q_{к1} = \mathcal{J}_{кл} (\Delta y_1 + \Delta y_2).$$

Аналогічно можна отримати:

$$q_2 - q_1 = \frac{u_{пр}^{дин}}{\epsilon} (\Delta y_1 + \Delta y_2)$$

Тоді рівняння (2) матиме вигляд:

$$M_{кр} = \mathcal{J}_{кл} (\Delta y_1 + \Delta y_2) \frac{\epsilon}{2} + u_{пр}^{дин} \frac{(\Delta y_1 + \Delta y_2) \epsilon^2}{16}$$

Підставляючи значення $\Delta \varphi$ з рівняння (1) отримаємо:

$$M_{кр} = \mathcal{J}_{кл} \Delta \varphi \frac{\epsilon^2}{2} + u_{пр}^{дин} \Delta \varphi \frac{\epsilon^2}{16}.$$

Переходячи до жорсткості скріплення при крученні:

$$C_{\varphi} = \mathcal{J}_{кл} \frac{\epsilon^2}{2} + u_{пр}^{дин} \frac{\epsilon^2}{16}, \text{ кН/рад} \quad (3)$$

Висновок. Таким чином, просторова жорсткість скріплення типу КПП-5 визначається жорсткістю пружинних клем $\mathcal{J}_{кл}$, жорсткістю підрейкових прокладок при стисненні при статичному $u_{пр}^{ст}$ і динамічному $u_{пр}^{дин}$ завантаженні, жорсткістю ізолюючого вкладиша при зрушенні рейки $u_{вк}$ і жорсткостями підрейкових прокладок при їх зрушенні в поперечному $u_{пр}^{\Gamma z}$ і подовжньому $u_{пр}^{\Gamma x}$ напрямках.

Список використаних джерел

1. Членов, М.Т. Длинные рельсы [Текст] / М.Т. Членов. – М.: Трансжелдориздат, 1950. – 203 с.
2. Коган, А.Я. Продольные силы в железнодорожном пути [Текст] / А.Я. Коган. – М.: Транспорт, 1967. – 166 с.
3. Клинов, С.И. Метод определения погонного сопротивления по характеру продольных перемещений в бесстыковой рельсовой плети [Текст] / С.И. Клинов. – М.: ТР. МИИТ, 1969. – 144 с.
4. Боченков, М.С. Определение стыковых и погонных сопротивлений температурным деформациям рельсовых плетей [Текст] / М.С. Боченков, В.А. Грищенко. – М.; Новосибирск, 1976. – С. 51-56.
5. Влияние эксплуатации и работ по содержанию бесстыкового пути на поперечное сопротивление балластного слоя [Текст] // Бюллетень технико-экономической информации ЦНИИТЭИ МПС. – М., 1972. – № 3. – С. 55-58.
6. Даніленко, Е.І. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість [Текст] / Е.І. Даніленко, В.В. Рибкін. – К.: Транспорт України, 2006. – 168 с.
7. Альбрехт, В.Г. Угон железнодорожного пути и борьба с ним [Текст] / В.Г. Альбрехт, А.Я. Коган. – М.: Транспорт, 1996. – 160 с.

8. Даренский, А.Н. Экспериментальное определение сопротивлений скреплений КБ и КПП-5 перемещениям рельсов в продольной плоскости [Текст] / А.Н. Даренский, В.Г. Витольберг // Зб. наук. праць ДонНІИЖТ. – 2008. - № 15. – С. 112-124.

9. Иванова, Л.И. Экспериментальные исследования перемещений элементов рельсошпальной решетки под поездной нагрузкой [Текст] / Л.И. Иванова, М.И. Карпущенко // Труды НИИЖТ. – 1971. - № 129. – С. 61- 67.

Даренський Олександр Миколайович, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри колії та колійного господарства Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-58.

Бойко Ярослав Вячеславович, студент VI курсу будівельного факультету (магістр), Українська державна академія залізничного транспорту. E-mail: YarBoys@mail.ru.

Дувалко Віталій Іванович, студент VI курсу будівельного факультету (магістр) Українська державна академія залізничного транспорту.

Darensky Oleksandr Mykolajovych, d-r science, professor, head department kolii that koliynogo gospodarstva Ukraine State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-58.

Boiko Yaroslav Vyacheslavovich, Student Course VI Building Department (MA) Ukraine State Academy of Railway Transport. E-mail: YarBoys@mail.ru.

Duvalko Vitaliy., Student Course VI Building Department (MA) Ukraine State Academy of Railway Transport.