

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА КОНСТРУКЦІЇ

УДК 625.143

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ РЕЛЬСОВ В ЗОНЕ СТЫКОВ

Д-р техн. наук А.Н. Даренский, ассист. А.В. Клименко

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВІДНОСНОЇ ЖОРСТКОСТІ РЕЙОК НА ВИГІН В ЗОНІ СТИКІВ

Д-р техн. наук О.М. Даренський, асист. А.В. Клименко

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE RELATIVE FLEXURAL RIGIDITY OF THE RAILS IN THE AREA OF JOINT

Doct. of techn. sciences A.N. Darenskiy, asist. A.V. Klimenko

В статье изложены результаты экспериментальных исследований относительной изгибной жесткости целого рельса и рельсов в зоне стыка. Приведены результаты эксперимента и выполнен их анализ. Установлен коэффициент относительной изгибной жесткости рельсовой нити в зоне стыка по отношению к целому рельсу с учетом влияния расстояния между опорами, уровня натяжения гаек стыковых болтов и величины стыкового зазора.

Ключевые слова: *рельсовый стык, дискретное подрельсовое основание, упруго-диссипативные характеристики, прогиб.*

У статті викладені результати експериментальних досліджень відносної жорсткості цілої рейки та рейок в зоні стику на вигин. Наведено результати експерименту і виконано їх аналіз. Встановлено коефіцієнт відносної жорсткості рейкової нитки в зоні стику на вигин по відношенню до цілої рейки з урахуванням впливу відстані між опорами, рівня натягу гайок стикових болтів і величини стикового зазору.

Ключові слова: *рейковий стык, дискретна підрейкова основа, пружньо-диссипативні характеристики, прогин.*

The article presents the results of experimental studies of the relative flexural rigidity of the rails in the joint area and established empirical relationships based on their technical characteristics and conditions. To achieve this goal in conducting experimental studies determined the value of deflection as a rail or rail joint under static load, and the task was to determine the patterns of change in the relative bending stiffness of the rail at two fixed bearings in the joint area. The results of experiments carried out and analyzed. Established coefficient relative flexural rigidity yarn rail at the junction relative to the entire rail with the influence of the distance between supports, the level of tension bolts and nuts butt butt gap size. This information allows the study of interaction of numerical methods and rolling path in the areas of rail joints, including special environments industrial railways.

Keywords: *rail joints, discrete rail base, elastic-disipativnye characteristics, deflection.*

Актуальность. В работе «Особенности расчетов взаимодействия пути и подвижного состава в зоне рельсовых стыков при дискретном подрельсовом основании» [1] была предложена математическая модель взаимодействия пути и подвижного состава в зоне рельсовых стыков при дискретном подрельсовом основании с нелинейными упруго-диссипативными характеристиками. Эта модель, в отличие от наиболее распространенных расчетных схем [2, 3], при которых путь рассматривается как балка на сплошном упругом основании, позволяет учитывать дополнительные динамические силы, вызванные неравноупругостью дискретного подрельсового основания. Значения таких динамических сил могут составлять до 10 % для условий магистральных дорог и до 15 % для условий дорог необщего пользования. Эта модель была реализована в программной системе MathCAD, однако ее применение для численных исследований сил взаимодействия пути и подвижного состава в зоне рельсовых стыков сдерживается из-за отсутствия информации о характеристиках изгибной жесткости рельсовых нитей в зонах стыков, информации о влиянии технических характеристик стыков на этот параметр.

Цель и задачи. Таким образом, целью экспериментальных исследований явилось получение объективной информации об изгибной жесткости рельсов в зоне стыков и установление эмпирических зависимостей с учетом их технических характеристик и состояний. Для достижения этой цели при проведении экспериментальных работ определялись величины прогиба как целого рельса, так и рельсового стыка под действием статической нагрузки, при этом ставилась задача определения закономерности изменения относительной изгибной жесткости рельса на двух неподвижных опорах в зоне стыка, при смене величины стыкового зазора, расстояния между опорами, уровня

натяжения гаек стыковых болтов, величины прикладываемой нагрузки.

Методика. Оборудование. Испытания проводились в лаборатории кафедры строительной механики и гидравлики УкрГАЗТ на универсальной испытательной машине ГРМ-1 (рис. 1). Испытывались два рельса Р65 длиной по одному метру, скрепленные между собой двухголовой четырехдырной накладкой с помощью болтов, одновитковых шайб, гаек. Для затяжки гаек использовался динамометрический ключ.

Было проведено 2 серии испытаний. В первой серии испытывался целый рельс длиной 1 м, под статической нагрузкой, нагрузка менялась от 0 до 200 кН, добавлением по 25 кН, так же менялось расстояние между опорами (0,45 м; 0,5 м; 0,55 м).

Во второй серии испытывался рельсовый стык, при этом менялось расстояние между опорами (0,45 м; 0,5 м и 0,55 м), уровень натяжения гаек стыковых болтов (0,25 кНм; 0,3 кНм; 0,4 кНм), величина стыкового зазора (0 мм; 5 мм; 10 мм; 20 мм). При этом каждое нагружение осуществлялось не менее 3-х раз.

Результаты исследований. На рис. 2 приведены графики зависимостей деформации целого рельса от величины приложенной нагрузки, при расстоянии между опорами 0,45 м; 0,5 м; 0,55 м. Поскольку основной задачей исследований было принято получение информации об относительной жесткости рельсовой нити в зоне стыка к относительной жесткости целого рельса, были получены по этим данным значения изгибной жесткости рельса при вертикальной нагрузке и зависимость изменения этого параметра от расстояния между опорами – шпалами. Данные эксперимента были обработаны общепринятыми статистическими методами, и искомая зависимость была определена в виде:

$$D_{\text{зрел}} = 5,20 \times 10^{-6} \times I_{\text{ш}}^{1,2117}, \quad (1)$$

где $I_{\text{ш}}$ – расстояние между опорами, м.

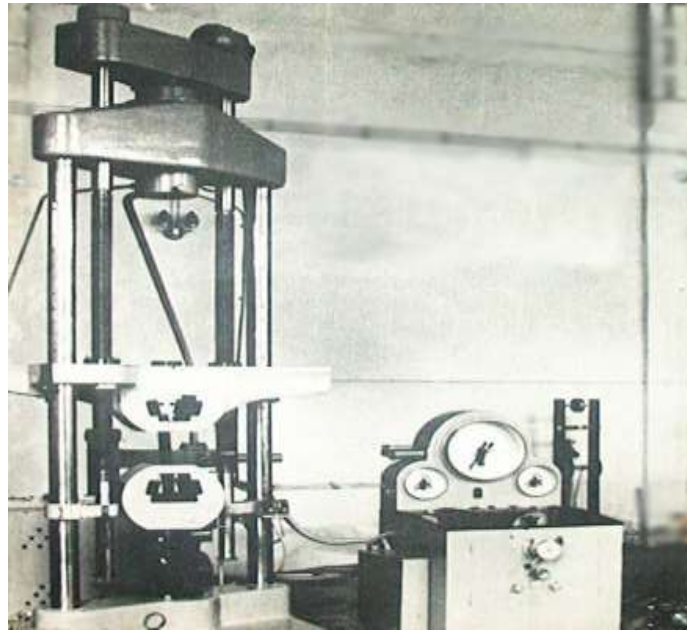


Рис. 1. Универсальная испытательная машина ГРМ-1

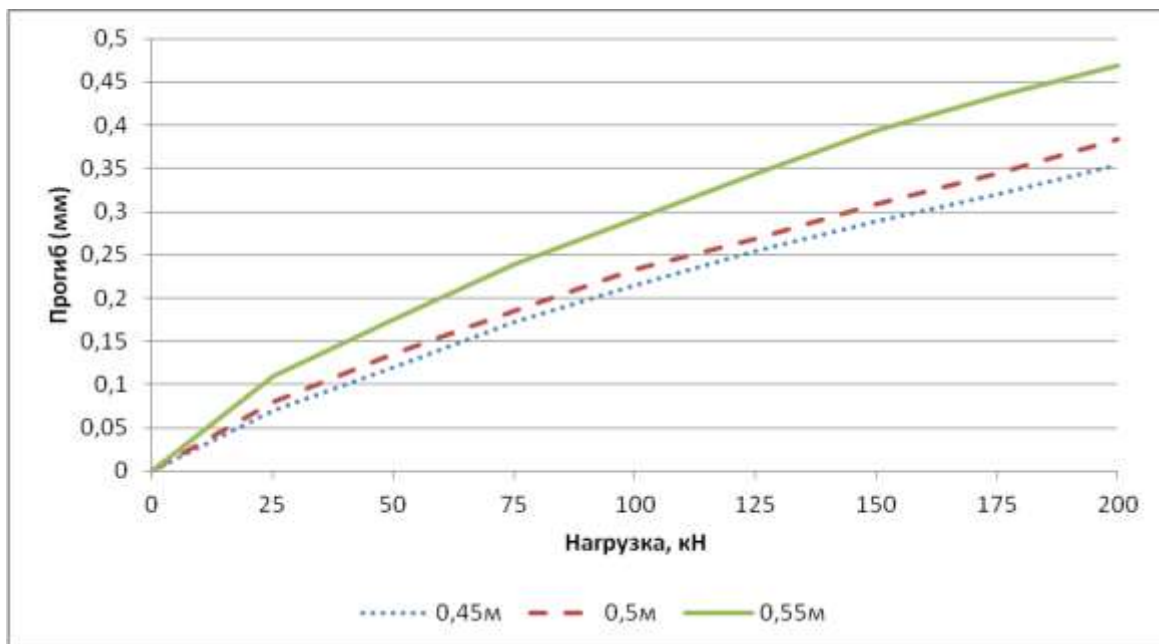


Рис. 2. Зависимость прогибов в зоне рельсовых стыков при величине статической нагрузки рельса

На рис. 3 приведены результаты экспериментальных исследований нагруженного рельсового стыка при изменении величины стыкового зазора, расстояния между опорами, величины натяжения гаек стыковых болтов.

На рис. 4 изображено отношение деформации рельса к величине прикладываемой нагрузки при стыковом зазоре 5 мм; 10 мм; 20 мм.

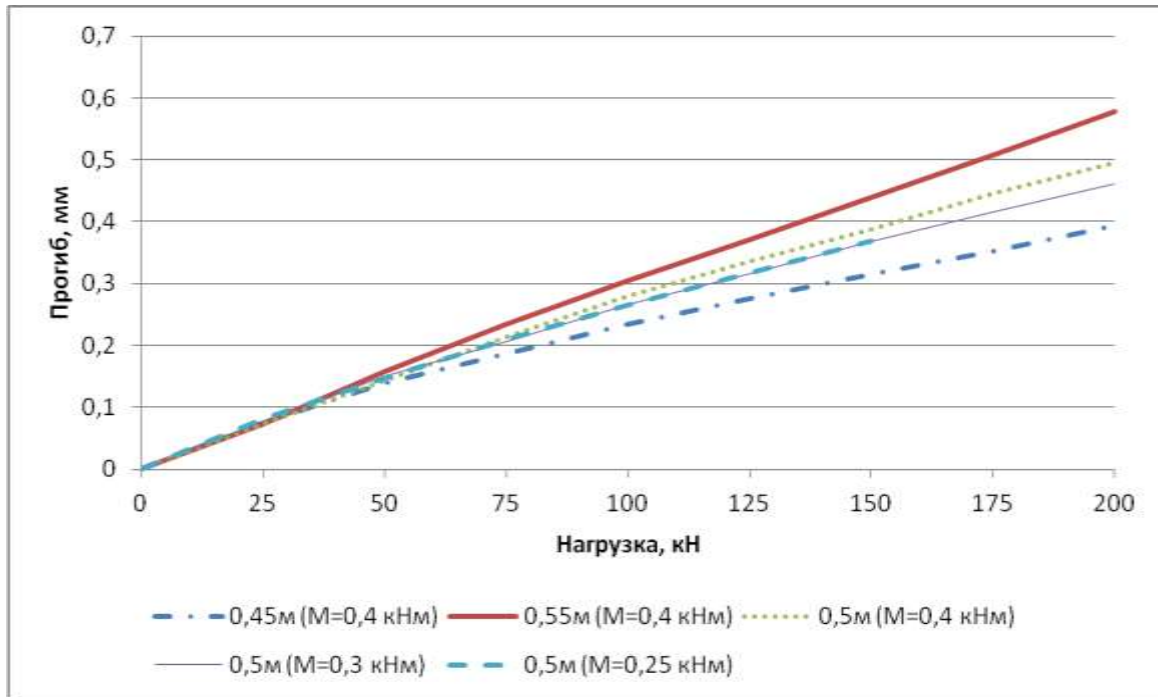


Рис. 3. Зависимость прогибов в зоне рельсовых стыков при величине статической нагрузки при стыковом зазоре 0 мм

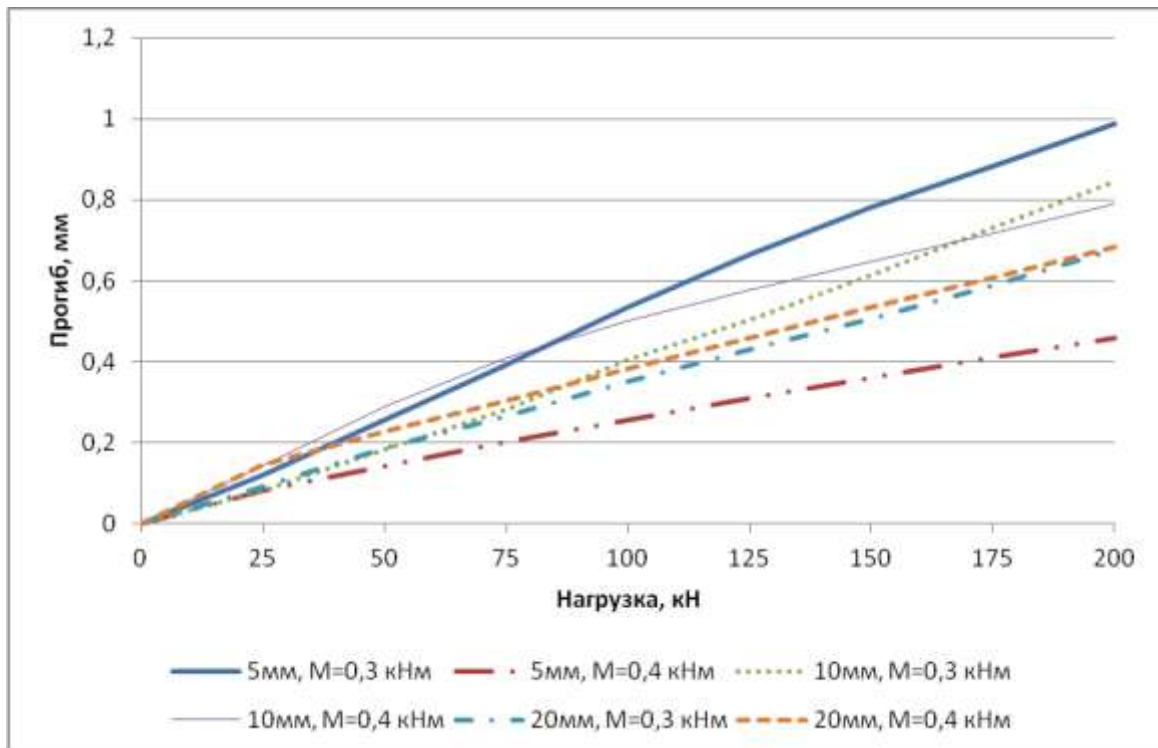


Рис. 4. Зависимость прогибов в зоне рельсовых стыков при величине статической нагрузки при стыковом зазоре 5 мм; 10 мм; 20 мм

На основании обработки приведенных выше результатов экспериментальных работ была получена эмпирическая зависимость изгибной жесткости рельсовой

нити в зоне стыка от расстояния между рельсовыми опорами, момента натяжения гаек стыковых болтов и величины стыкового зазора:

$$D_{зст}(M, \Delta, l_{шт}) = (6,47 \times 10^{-6} \times l_{шт}^{1,3416})(1,523 - 1,308 \times 10^{-3} \times M)(1 + 40,403 \times \Delta), \quad (2)$$

где $l_{шт}$ – расстояние между опорами (м);

M – уровень натяжения гаек стыковых болтов (Н/м);

Δ – величина стыкового зазора (м).

Коэффициент относительной жесткости рельсовых нитей в зоне стыка и вне зоны стыка можно определять по выражению:

$$k = \frac{D_{зст}}{D_{зрел}}. \quad (3)$$

Тогда искомая эмпирическая зависимость коэффициента относительной изгибной жесткости будет иметь вид:

$$k = 1,244 \times l_{шт}^{0,1299}(1,523 - 1,308 \times 10^{-3} \times M)(1 + 40,403 \times \Delta), \quad (4)$$

здесь все обозначения прежние.

Полученная информация позволяет выполнять исследования численными методами взаимодействия пути и подвижного состава в зонах рельсовых стыков, в том числе в особых условиях эксплуатации промышленных железных дорог.

Выводы. Таким образом, на основании проведенных экспериментальных работ и их последовательной обработки удалось установить коэффициент относительной изгибной жесткости рельсовой нити в зоне стыка по отношению к целому рельсу с учетом влияния расстояния между опорами, уровня натяжения гаек стыковых болтов и величины стыкового зазора.

Список использованных источников

1. Даренский, А.Н. Особенности расчетов взаимодействия пути и подвижного состава в зоне рельсовых стыков при дискретном подрельсовом основании [Текст] / А.Н. Даренский, А.В. Клименко // Вісник СНУ ім. Даля. – Луганськ, 2013. – № 9 (198). – Ч. 1.
2. Вериго, М.Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава [Текст] / М.Ф. Вериго, А.Я. Коган. – М.: Транспорт, 1986 – 589 с.
3. Шахунянц, Г.М. Железнодорожный путь [Текст]: монография / Г.М. Шахунянц – М.: Транспорт, 1987 – 497 с.

Даренський Олександр Миколайович, доктор технічних наук, професор кафедри колії та колійного господарства Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057)730-10-58.

Клименко Андрій Володимирович, асистент кафедри колії та колійного господарства Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057)730-10-58. E-mail: iandrew.ua@gmail.com.

Darenskiy Alexander, doct. of techn. sciences, professor Department of the way track hazyaystva Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-58.

Andrey Klimenko assistant Department of the way and track facilities Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-58. E-mail: iandrew.ua @ gmail.com.