

УДК 625.143.5

ДАРЕНСКИЙ А.Н., д.т.н., профессор (УкрДАЗТ).

Экспериментальные определения параметров жесткостей крепежителей промежуточных скреплений типа КБ в условиях промышленных железных дорог

Введение

Промежуточные скрепления типа КБ, применяемые при железобетонных шпалах Ш – 1, является в настоящее время единственной конструкцией, получившей применение на путях промышленных железных дорог. Характеристики пространственной жесткости этого скрепления в значительной мере влияют на формирование общей пространственной жесткости рельсовых опор при железобетонных шпалах. Пространственные жесткости рельсовых опор, в свою очередь, являются одними из главных параметров, влияющих на силы взаимодействия подвижного состава и пути. Это особенно важно в условиях промышленных железных дорог, при обращении специального и специализированного подвижного состава, отличающегося высокими осевыми нагрузками.

Исследованиям жесткостей скреплений типа КБ в условиях магистральных дорог посвящено значительное количество работ [1-4 и другие]. Однако анализ работы этих скреплений в условиях промышленного транспорта [5] показал, что высокие пространственные нагрузки вызывают значительные изменения жесткостей упругих элементов, в том числе в жесткости крепежителей.

Основная часть

Основными параметрами жесткости крепежителей промежуточных скреплений КБ для железобетонных шпал,

влияющими на пространственную жесткость этих скреплений [5] являются жесткости пружинных шайб при их сжатии $J_{ш}$ (кН/м), и жесткости комплектов закладных болтов (с гайками, шайбами, изолирующими втулками) при горизонтальных поперечных и горизонтальных продольных сдвигах прокладки $C_{зак}$ (кН/м).

Жесткость пружинных шайб скрепления КБ при сжатии определена при их испытаниях на ручном лабораторном гидравлическом прессе, который развивает усилие до 50кН. Диапазон прикладываемой нагрузки составлял от 0 до 20 кН, что соответствует натяжению клеммного болта при нормативном моменте закручивания гаек 150 Н·м. Величина сжатия клемм фиксировалась механическим индикатором перемещений ИЧ-10 с точностью до 0,01 м. Всего испытано более 100 шайб с сечением витков 8×10 мм разных заводов изготовителей.

Упругая характеристика $R=f(\Delta h)$ пружинных шайб при сжатии линейна. Жесткость при сжатии шайб равна $0,25 \cdot 10^4$ кН/м при среднеквадратическом отклонении $S=0,002 \cdot 10^4$ кН/м. Эти результаты подтверждаются данными других исследователей, например [6].

Испытания пружинных шайб, бывших в эксплуатации, не выявили существенных изменений их жесткости, однако отмечается уменьшение возможного упругого хода шайбы, которое составляет в среднем 0,75 мм на 100 млн.т пропущенного груза.

Жесткость закладных болтов скрепления КБ при горизонтальных поперечных и горизонтальных продольных нагрузках на узел скрепления определялась в лабораторных условиях.

Для определения жесткости закладных болтов при горизонтальных поперечных нагрузках в узле скрепления КБ были удалены напильные прокладки и под

подкладку уложены четыре стальных ролика (рисунок 1) диаметром 10 мм и длиной 140 мм. Натяжение гаек закладных болтов выполнялось ступенчато, начиная с уровня 50 Н·м и далее с интервалом 10 Н·м до уровня 120 Н·м. Уровень натяжения гаек задавался с помощью динамометрического ключа.

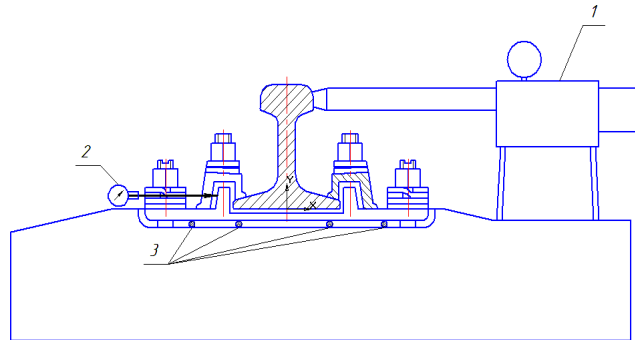


Рис. . Схема испытаний узла скрепления КБ для определения жесткости закладных болтов при поперечном сдвиге подкладки

1-распорный прибор;

2-индикатор перемещений ИЧ-10;

3-ролики диаметром 10 мм.

В узле скрепления применялась подрельсовая прокладка типа ЦП-260, гайки клеммных болтов были закручены с постоянным моментом 150 Н·м.

Горизонтальная поперечная нагрузка прикладывалась к головке темплета рельса типа Р65 длиной 200мм с помощью гидравлического распорного прибора. Нагрузка прикладывалась ступенчато по 5 кН до достижения перемещений подкладки, равных 0,6 мм, что соответствует реальным перемещениям в пути в кривых радиусом 400 м при движении экипажей с осевыми нагрузками до 265 кН. Уровень нагрузки фиксировался по манометру прибора. Максимально необходимой оказалась нагрузка, равная 50 кН.

Перемещения подкладки фиксировались индикатором ИЧ-10.

Всего было проведено 10 серий испытаний узла скрепления с разными комплектами закладных болтов с гайками, шайбами и изолирующими втулками.

В начале каждой серии гайки закладных болтов закручивалась с крутящим моментом 120 Н·м и узел скрепления обжимался горизонтальной силой 10 кН для выборки люфтов и зазоров с последующей полной разгрузкой. После этого устанавливали уровень момента закручивания гаек закладных болтов 50 Н·м и начинались испытания. В каждой серии выполнялось не менее пяти загрузок до уровня поперечных перемещений подкладки 0,6 мм с последующей полной разгрузкой. Полученные результаты обрабатывались по общепринятой методике с определением средних значений и среднеквадратических отклонений.

Упругие характеристики двух закладных болтов при поперечных перемещениях подкладки близки к линейным (рисунок 2).

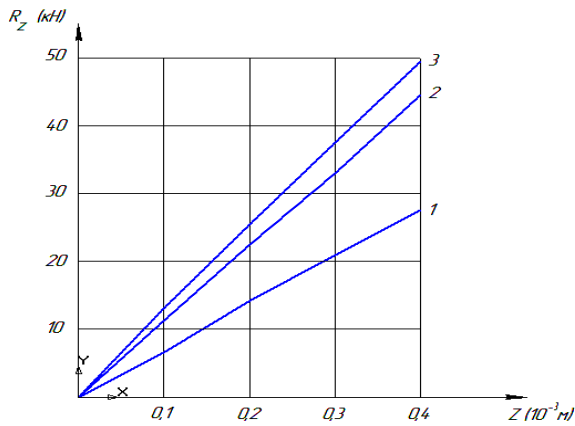


Рис. 2. Упругие характеристики закладных болтов при поперечных перемещениях подкладки
1-момент закручивания гаек – 50 Н·м;
2-100 Н·м;
3-120 Н·м.

Зависимость жесткости двух закладных болтов от величины момента закручивания гаек не линейна (рисунок 3) и аппроксимирована показательным уравнением вида:

$$C_{зак} = \alpha M^\beta$$

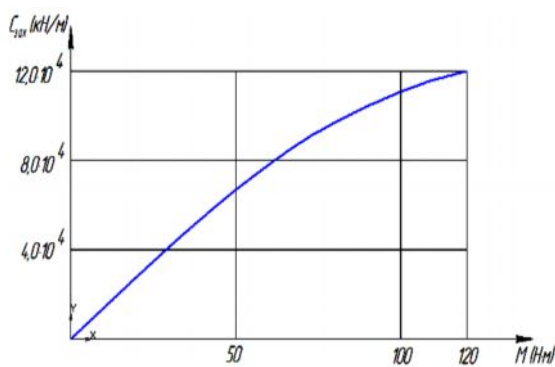


Рис. 3. Зависимость жесткости закладных болтов при поперечных перемещениях подкладки от момента закручивания гаек.

Эмпирические параметры α и β этого уравнения определены методом наименьших квадратов. Полученная таким образом зависимость жесткости закладных болтов представляет собой уравнение:

$$C_{зак} = 0,483 \cdot 10^4 M^{0,678} \text{ (кН / м) }, \quad (1)$$

где M – момент закручивания гаек закладных болтов (Н·м).

Средняя ошибка аппроксимации составила 2,4%.

Для определения в лабораторных условиях сопротивлений закладных болтов продольным перемещениям подкладки и их жесткости в этом направлении, была использована установка, общий вид которой приведен на рисунке 4. Отрезок рельса Р65 длиной 600 мм прикреплялся к шпале клеммами скрепления. Свободный конец рельса со стороны домкрата поддерживался регулируемой шарнирной опорой для точной центровки домкрата и динамометра. Горизонтальные продольные нагрузки создавались гидравлическим домкратом ДГ-5 ступенями 500, 1500, 3000 Н и далее с градацией 1000 Н до уровня 9 – 10 кН, что является максимальной продольной нагрузкой на узел скрепления в реальных условиях [3]. Нагрузка контролировалась динамометром ДОСМ – 3. При каждой ступени нагрузки фиксировались перемещения подкладки относительно шпалы. Перемещения определялись с помощью индикаторов ИЧ-10. После достижения максимальной величины нагрузки снимались.

Под подошву рельса была уложена подрельсовая прокладка ЦП-260, гайки клеммных болтов были закручены динамометрическим ключом с крутящим моментом 150 Н·м.

Нашпальная прокладка при этих испытаниях была удалена, и на подрельсовую площадку под подкладку уложены вдоль шпалы четыре стальных ролика диаметром 10 мм и длиной 140 мм.

Натяжение гаек закладных болтов производилось ступенчато, начиная с уровня 50 Н·м и далее с интервалами 10 Н·м до уровня 120 Н·м.

Чтобы избежать случайной ошибки, в каждом опыте после обжатия конструкции с усилием 1 кН цикл загрузки повторялся не менее трех раз. Всего было

проведено 10 серій испытаній с разными комплектами закладних болтов с гайками, шайбами и ізолюючими втулками.

Результати испытаній обробувались общепринятыми статистическими методами. Зависимости жесткости закладних болтов при продольном сдвиге

подкладки от величины момента закручивания их гаек оказались практически идентичны аналогичным зависимостям при поперечных перемещениях подкладки (формула 1). Таким образом, направления сдвига подкладки не влияют на жесткость болтов при их сдвиге.

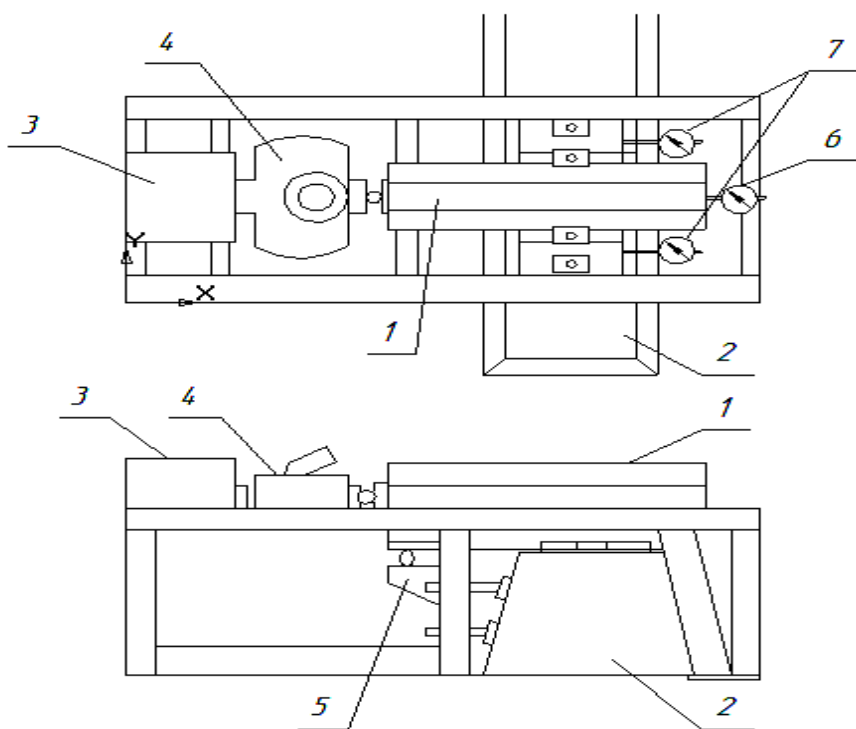


Рис. 4. Схема установки для испытаній скреплений

1-рельс;шпала;домкрат;динамометр;шарнирная опора;индикатор перемещений рельса;7- индикатор перемещений подкладки.

Вывод

В результате проведенных в лабораторных условиях экспериментальных исследований определены жесткости пружинных шайб при их сжатии и жесткости комплектов закладных болтов при сдвигах подкладки. Полученная информация позволяет определить пространственные жесткости скреплений КБ в условиях промышленных железных дорог.

Список литературы

1.Даниленко Е.І. Залізнична колія/

Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом/ Підручник для вищих навчальних закладів (у 2-х томах) [Текст]: Е.І. Даниленко – Київ, Імпрес, 2010 – Том 1 – 528 с.

2.Даниленко Э.И. О разработке новой редакции «Правил инженерных расчетов пути на прочность, устойчивость и долговечность для железных дорог Украины» [Текст]: Э.И. Даниленко // Проблема та перспективи розвитку транспорту: техніка, технологія, економіка та управління. Тези доповідей 2-ї конференції КУЕТ – К.: КУЕТ – 2004 – 30с.

3.Правила розрахунків колії на міцність та стійкість [Текст]: Е.І. Даниленко,

В.В. Рибкін – К.: Транспорт України – 2006 – 168с.

4.Кравченко Н.Д. Новые конструкции железнодорожного пути для метрополитенов [Текст]: монография/ Н.Д. Кравченко – М.: Транспорт. 1994 – 143с.

5.Даренський О.М. Математична модель просторової жорсткості скріпленнями типу КБ [Текст]: О.М. Даренський// Збірник наукових праць УкрДАЗТ – 2007 - №80 – с 166 – 176.

6.Шахунянц Г.М. Работа болтов в скреплениях [Текст]: Г.М. Шахунянц, А.А. Конуратьев // Труды МИИТ, 1973, № 382 с 34 – 35.

Анотації:

Надані результати експериментального визначення параметрів жорсткостей прикріплювачів скріплень типу КБ для умов колій промислових залізниць.

Ключевые слова: проміжні скріплення типу КБ, прикріплювачі, параметри жорсткості.

Приведены результаты экспериментального определения параметров жесткостей прикрепителей скреплений типа КБ для условий путей промышленных железных дорог.

Ключові слова: Промежуточные скрепления типа КБ, прикрепители, параметры жесткости.

An experimental determination of the parameters stiffness prikrepiteley fasteners for conditions such as KB tracks of industrial railways.

Keywords: Intermediate bond type KB prikrepiteli, stiffness