УДК 625.143.51 **DOI 10.52167/1609-1817-2024-133-4-55-65**

А.М. Жангабылова[1], И.С. Бондарь[2]✉, М.Я. Квашнин[2], А.М. Аблязова[2], А.Д. Конысбай[2]
[1]Satbayev university, Алматы, Казахстан
[2]Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Алматы, Казахстан
E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru

АНАЛИЗ РАБОТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ ПОД ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЗКОЙ

Аннотация. В настоявшее время на железных дорогах Республики Казахстан применяется около 7 типов промежуточных рельсовых скреплений (ПРС). От установленного типа ПРС значительно зависят количественные характеристики отклика конструкции пути на вибродинамическое воздействие подвижного состава.

Для выявления особенностей колебательного процесса элементов верхнего строения пути (ВСП) были выбраны ПРС типа КПП-5 и КПП-5-К с целью сравнения параметоров отклика на воздействие подвижного состава, натурные измерения характеристик колебаний были выполнены на участке (перегон Уленты – Бощакуль, четный путь) магистральной сети АО «НК «КТЖ».

Статья является анализом работы промежуточных упругих скреплений типа КПП-5 и КПП-5-К, которые предназначены для укладки бесстыкового пути на прямых и кривых участках пути радиусом не менее 350 м (в том числе и в рамках переходных кривых) с железобетонными шпалами, с грузонапряжённостью до 60 млн. км т брутто/м в год, на которых максимальная скорость движения пассажирских поездов не превышает 160 км/ч, грузовых - 90 км/ч. Скрепления должны заключаться в пути с рельсами типа Р65, UIC60 или Р50.

Собранный материал (оценочные критерии), при проведении вибродиагностики вполне адекватно отражает работу промежуточных рельсовых скреплений под эксплуатационной нагрузкой, что позволяет анализировать техническое состояние элементов верхнего строения пути для улучшения и совершенствования железнодорожных магистральных путей в Казахстане.

Ключевые слова. Железная дорога, промежуточное рельсовое скрепление, вибродиагностика.

Введение.

Промежуточное рельсовое скрепление (ПРС) используются для устаревания бесстыкового пути [1] и для регулирования ширины колеи от 1520 мм до 1535 мм в круговых и переходных кривых при радиусах от 200 м до 450 м [2], их применяют для различных типов рельсов: Р65, UIC60 и Р50, а также регулировки ширины колеи до 15 мм без дополнительной комплектации. Они обладают основными техническими показателями: Высокое электрическое сопротивление за счет использования полимерных материалов в электроизолирующих деталях; Для обеспечения запаса упругости используются высокоэластичные прокладки с ужесточением не менее 60 кН/мм (110÷590 кН/мм); Усилия прижима рельсы к шпале не менее 25 кН; Простой и быстрый монтаж/демонтаж; Снижение уровня шума; Средний ресурс надёжности не менее 800 млн. т. брутто пропущенного груза [3].

Данные промежуточные упругие скрепления типа КПП-5 (рисунок 1) и КПП-5-К (рисунок 2) реализует компания «UKRMASHSERVICE» (Украина). Скрепления

промежуточное упругое типа КПП-5 и КПП-5-К предназначенные для прикрепления рельсов к шпале и позволяют регулирования ширины колеи в круговых и переходных кривых малого радиуса. Скрепления должны заключаться в пути с рельсом типа Р65 на железобетоне шпалы типа СБ-3.52 [4].

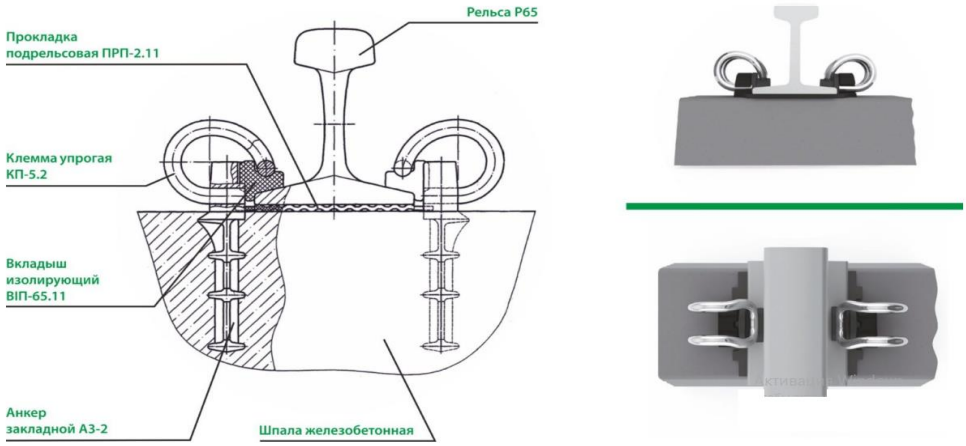


Рисунок 1 - Общий вид скрепления КПП-5-К

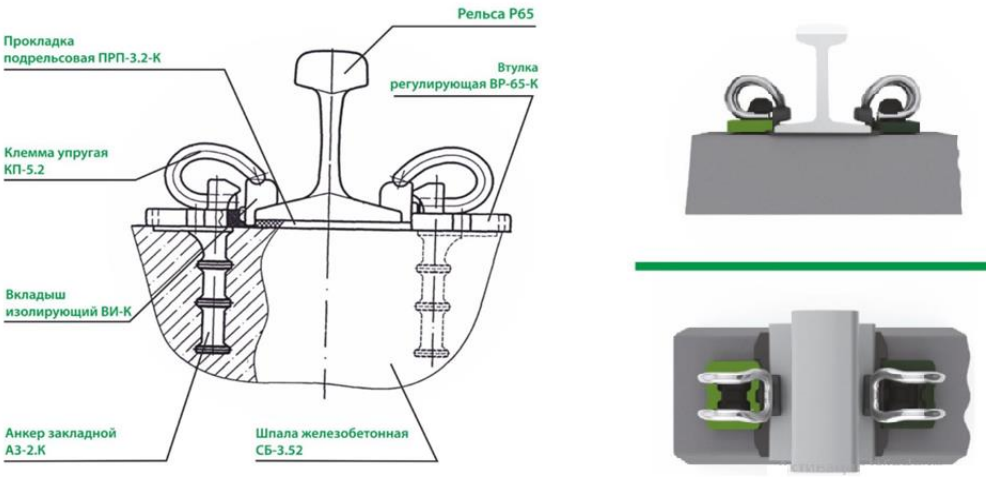


Рисунок 2 - Общий вид скрепления КПП-5

В комплект скрепления входят (таблица 1):

1) Анкер закладной АЗ-2. К, который предназначен для надёжного закрепления клеммы в скреплении, а также для фиксации устойчивого положения и предотвращения поперечного смещения рельса. Анкер изготавливают из высокопрочного чугуна марок ВЧ04-015 или ВЧ05-07. Замоноличивывается в железобетонную шпалу типа СБ-3.52, средний срок службы 2000 мл. н. т. брутто пропущенного груза.

2) Клемма упругая КП-5.2, предназначена для обеспечения упругого крепления железнодорожных рельсов типов Р65, UIC60 и Р50 в раздельных рельсового скрепления на железобетонных шпалах. Изготавливается из упругой стали. Жёсткость клеммы не менее 1,4 кН/мм. Усилия прижима вкладыша подпружные одной клеммой не менее 12,6 кН. Ресурс работоспособности не менее 800 млн. т. пропущенного груза.

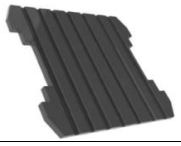
3) Вкладыш, изолирующий ВІ-К и ВИ-П561.1 предназначен для электрической изоляции закладных деятелей в железобетонных шпалах с рельсом типа Р65.

Изготавливается из термопластов (полиимидов). Электрическое сопротивление вкладыша не менее 4×10^4 Ом. Ресурс работоспособности не менее 800 млн. т. пропущенного груза.

4) Втулки регулировочные ВР-65-К (для ПРС типа КПП-5-К), предназначенные для регулирования ширины колеи в кривых участках малого радиуса, в соответствии с конструкторской документацией, путем изменения комбинаций и продольного размещения втулок зелёного цвета «дополнительная» ВР-65-К-23 и чёрного цвета «основная» ВР-65-К-14. Для изготовления втулок применяют полиамиды стекло наполненные. Ресурс работоспособности не менее 800 мл. н. брутто пропущенного груза.

5) Прокладка подрельсовая: ПР-П.3-2К и ПР-П.211, предназначена для электрической изоляции подошвы рельса типа Р65 от железобетонной шпалы ЗБ-3.52 и снижение динамических нагрузок от подвижного состава. Изготавливается из термопластов. Статическая жёсткость (упругость) при сжатии не менее 11-0950 кН/мм. Компенсирующая сила, которую воспринимает прокладка при нагрузке на рейку 2,5 тс и смещении ее в продольном направлении не менее 15 кН. Ресурс работоспособности не менее 800 млн. т. пропущенного груза.

Таблица 1- Комплект скрепления типа КПП-5 и КПП-5-К на одну шпалу

Скрепление промежуточное упругое типа КПП-5-К		Фотография элемента	Скрепление промежуточное упругое типа КПП-5		Фотография элемента
Анкер закладной АЗ-2. К	4 шт.		Анкер закладной АЗ-2	4 шт.	
Клемма упругая КП-5.2	4 шт.		Клемма упругая КП-5.2	4 шт.	
Вкладыш, изолирующий ВІ-К	4 шт.		Вкладыш изолирующий подпружинный ВИ-П561.1	4 шт.	
Втулки регулировочные ВР-65-К	4 шт.		-	-	-
Прокладка подрельсовая ПР-П.3-2К	2 шт.		Прокладка подрельсовая ПР-П.211	2 шт.	

Материалы и методы.

Оценка силы прижатия ПРС к рельсу.

Для обеспечения равнопрочности элементов промежуточных рельсовых скреплений типа КПП-5 и КПП-5-К, применяемых на железных дорогах Казахстана,

необходимо оценить усталостный ресурс их упругих клемм и величины усилия прижатия к рельсам [5-7].

Для решения этой задачи на Алматинском заводе ТОО «Магнетик» [8], под руководством доктора технических наук Финк В.К., в 2007 году был разработан и изготовлен прибор «Күш-20кН» (рис. 3) и специальные захватывающие устройства (клипсы).

Рисунок 3 - Прибор «Күш-20кН» для определения усилия прижатия упругих клемм

Показания усилия прижатия клеммы через тензодатчик высвечиваются на электронном экране прибора «Күш-20кН». Результаты испытаний клемм промежуточных рельсовых скреплений типа КПП-5 и КПП-5-К приведены в таблице 2.

Оценка ПРС методом вибродиагностики.

Измерялись и анализировались дигностические параметры: коэффициент затухания амплитуды виброскорости колебаний шпалы по отношению к виброскорости колебаний рельса (*β,1/м*) и площади (*S*) спектров виброскорости колебаний рельса (*Sp*) и шпалы (*Sш*), характеризующие изменение колебательной мощности, определялись в соответствии с рекомендациями [9,10]. Расчет площади спектров виброскорости колебаний рельса и шпалы производился в диапазоне частот до 20 Гц.

Коэффициент затухания амплитуды виброскорости колебаний шпалы по отношению к виброскорости колебаний рельса определяется по формуле:

$$\beta = \frac{A_1}{A_2}\ , \qquad (1)$$

где A_1 – амплитуда виброскорости (осредненное значение размаха колебаний, регистрируемого под каждой осью подвижного состава) на подошве рельса;
A_2 – амплитуда виброскорости (осредненное значение размаха колебаний, регистрируемого под каждой осью подвижного состава) на середине шпалы.

Сравнение конструкций пути со скреплением КПП-5 и КПП-5-К.

Экспериментальные исследования выполнены на участке укрупненной Экибастузской дистанции пути (УПЧ-30) АО «НК «КТЖ». Сопряжение КПП-5 и КПП-5-К выполнено на четном пути перегон Уленты-Бощакуль (УПЧ-30): участок двухпутный, высота насыпи составляет 1,5 м, ширина основной площадки 9,6 м. Верхнее строение представлено бесстыковым путем из рельсов Р65 длиной 250 м по железобетонным

шпалам (эпюра шпал 1840 шт/км) [11]. Рельсошпальная решетка уложена на балластную призму, выполненную из щебня. В плане путь расположен на прямом участке, электрифицированный, группа и категория пути – 1В2, последний капитальный ремонт произведен в 2017 году, пропущенный тоннаж составил 326,8 млн тонн.км.бр, согласно данных РШБК на 01.01.2022г.

На рисунке 4. показаны вибродатчики (велосиметры) МВ-25Д-В установленные на участок железнодорожного пути с сопряжением промежуточных рельсовых скреплений типа КПП-5 и КПП-5-К [9].

Рисунок 4 - Общий вид железнодорожного полотна с установленными датчиками вибрации

Результаты.

Таблица 2 – Фактические усилия прижатия клемм до начала эксплуатации

№ п/п	Тип скрепления	Названия клемм	Диаметр прутка клемм (мм)	Нормативные усилия прижатия (кН)	Фактические усилия прижатия (кН)
1	КПП-5	КП-5.2	16	11,6-13,6	13,2
2	КПП-5-К	КП-5.2	16		12,8

В качестве примера на рисунках 5 и 6 показаны виброперемещения подошвы рельса и середины шпалы для пути со скреплением КПП-5, полученные при проходе электровоза ВЛ-80^{с} со скоростью 85 км/ч.

Графики спектральной плотности мощности (спектры виброскорости и виброперемещения) колебаний подошвы рельса в центре междушпального ящика и середины шпалы со скреплением КПП-5 при проходе ВЛ-80^{с} со скоростью 85 км/ч на перегоне Уленты-Бощакуль (УПЧ-30) приведены на рисунках 7-10 [12].

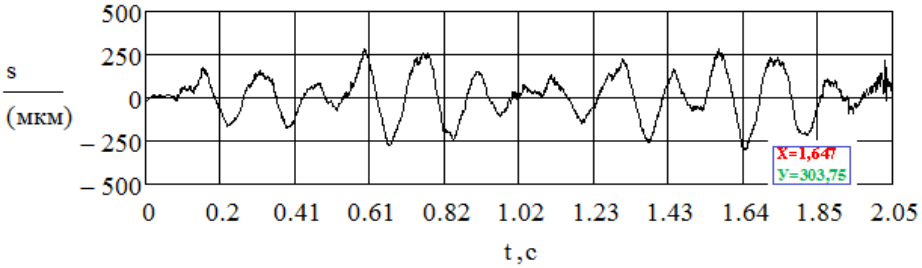


Рисунок 5 - Виброперемещения подошвы рельса

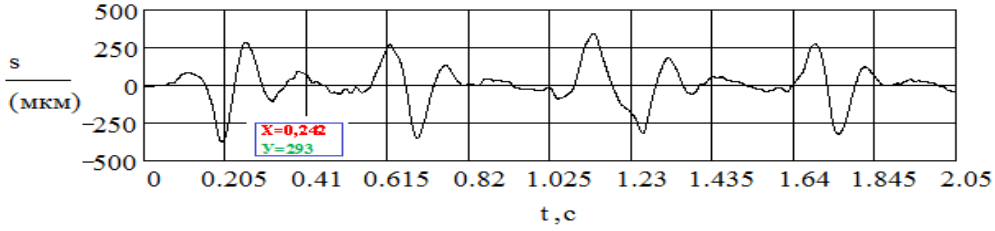


Рисунок 6 - Осциллограммы виброперемещений середины шпалы

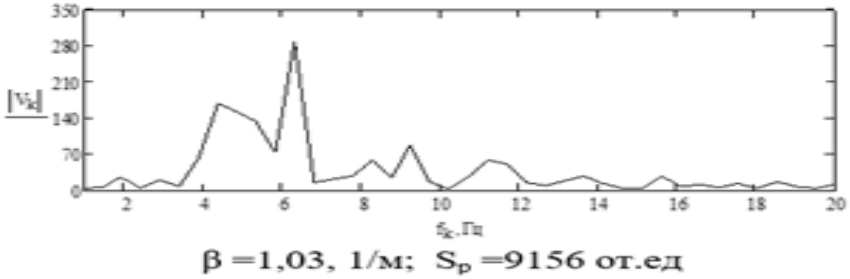


Рисунок 7- Спектр виброскорости колебаний подошвы рельса

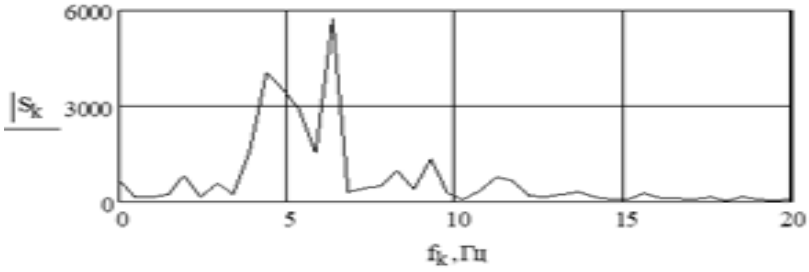


Рисунок 8 - Спектр виброперемещения колебаний подошвы рельса

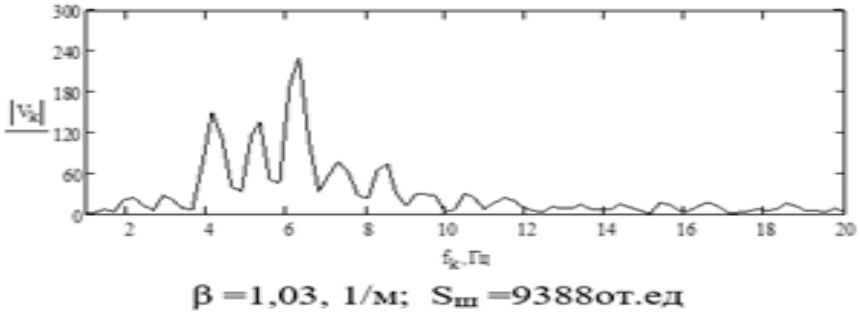


Рисунок 9 - Спектр виброскорости колебаний середины шпалы

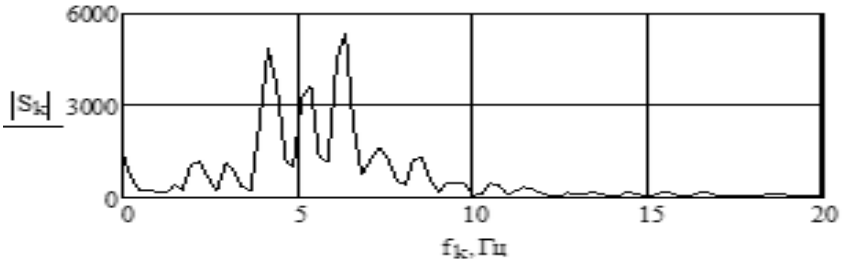


Рисунок 10 - Спектр виброперемещения колебаний середины шпалы

Результаты исследований механических колебаний элементов промежуточных рельсовых скреплений (вибродиагностика), возникающих при движении локомотива ВЛ-80^{с} по железнодорожному пути с ПРС типа КПП-5 и КПП-5-К на участке сопряжения перегон Уленты-Бощакуль (УПЧ-30) приведены в таблицах 3 и 4 [13].

Таблица 3 – Результаты иследований механических колебаний подошвы рельса с промежуточными рельсовыми скреплениями

№ п.п.	*V*, км/ч	s_p, мкм	s_e, мкм	$P_{дин}$ / $P_{ст}$	β	S
1	*2*	*3*	*4*	5	6	7
Скрепление промежуточное упругое типа КПП-5						
1	65	235	97	1,858442	1,08	9499
2	66	247	102	1,953341	1,01	7030
3	72	290	115	2,293397	**1,12**	8417
4	74	298	139	2,356663	1,09	7463
5	75	**306**	**142**	**2,419929**	1,08	10641
6	78	293	117	2,317121	1,06	8636
7	84	281	112	2,222222	1,04	7159
8	85	301	120	2,380387	1,03	**13588**
Скрепление промежуточное упругое типа КПП-5-К						
1	65	228	94	1,718441	1,06	9024
2	66	239	99	1,753348	1,00	6930
3	72	282	111	2,237512	1,08	8174
4	74	296	138	2,317121	**1,09**	6963
5	75	**298**	**139**	**2,380387**	1,08	9741
6	78	285	115	2,293397	1,05	8365
7	84	272	107	1,953341	1,03	7001
8	85	293	117	2,340386	1,02	**12358**

Таблица 4 – Результаты иследований механических колебаний середины железобетонной шпалы с промежуточными скреплениями

№ п.п	*V*, км/ч	s_p, мкм	s_e, мкм	$P_{дин}$ / $P_{ст}$	S
1	*2*	*3*	*4*	5	6
Скрепление промежуточное упругое типа КПП-5					
1	65	217	100	2,505455	11002
2	66	244	108	2,817194	2573
3	72	260	111	3,001928	7780
4	74	273	113	3,152024	2412
5	75	284	**127**	3,279029	11136
6	78	275	121	3,175116	**11357**
7	84	270	118	3,117386	4129
8	85	**290**	**127**	**3,348304**	9643
Скрепление промежуточное упругое типа КПП-5-К					
1	65	211	98	2, 455056	9643
2	66	238	99	2, 718195	2357
3	72	252	101	2,981928	7650
4	74	265	103	3,054202	2124
5	75	277	117	3,179314	11006
6	78	268	115	3,116475	**11117**
7	84	278	113	3,007386	4912
8	85	**283**	**121**	**3,310411**	10003

Обсуждение.

При проходе локомотива ВЛ-80^{с} по участку сопряжения скреплений КПП-5 и КПП-5-К в скоростном интервале от 65 до 85 км/ч, пиковое значение вертикального виброперемещения подошвы рельса, зафиксированное в центре междушпального ящика, для пути со скреплением КПП-5 (303,75 мкм, рисунок 5), а для пути со скреплением КПП-5-К (299,15 мкм) пиковое значение вертикального виброперемещения подошвы рельса пути. Соответственно, среднеквадратическое значение виброперемещения, полученное в уровне подошвы рельса, для ВСП с ПРС КПП-5 (135 мкм), а для ВСП с ПРС КПП-5-К (122 мкм).

Пиковое значение вертикального виброперемещения середины шпалы, для пути со скреплением КПП-5 (293 мкм см. рис 6), а для пути со скреплением КПП-5-К (284 мкм), пиковое значение вертикального виброперемещения середины шпалы пути. Соответственно, среднеквадратическое значение виброперемещения, полученное на середине шпалы, для пути со скреплением КПП-5 (129 мкм), а для пути со скреплением КПП-5-К (121 мкм).

График зависимости коэффициента затухания амплитуды виброскорости колебаний рельса со скреплениями типа КПП-5 и КПП-5-К по отношению к шпале от скорости электровоза ВЛ-80^{с} представлен на рисунке 11.

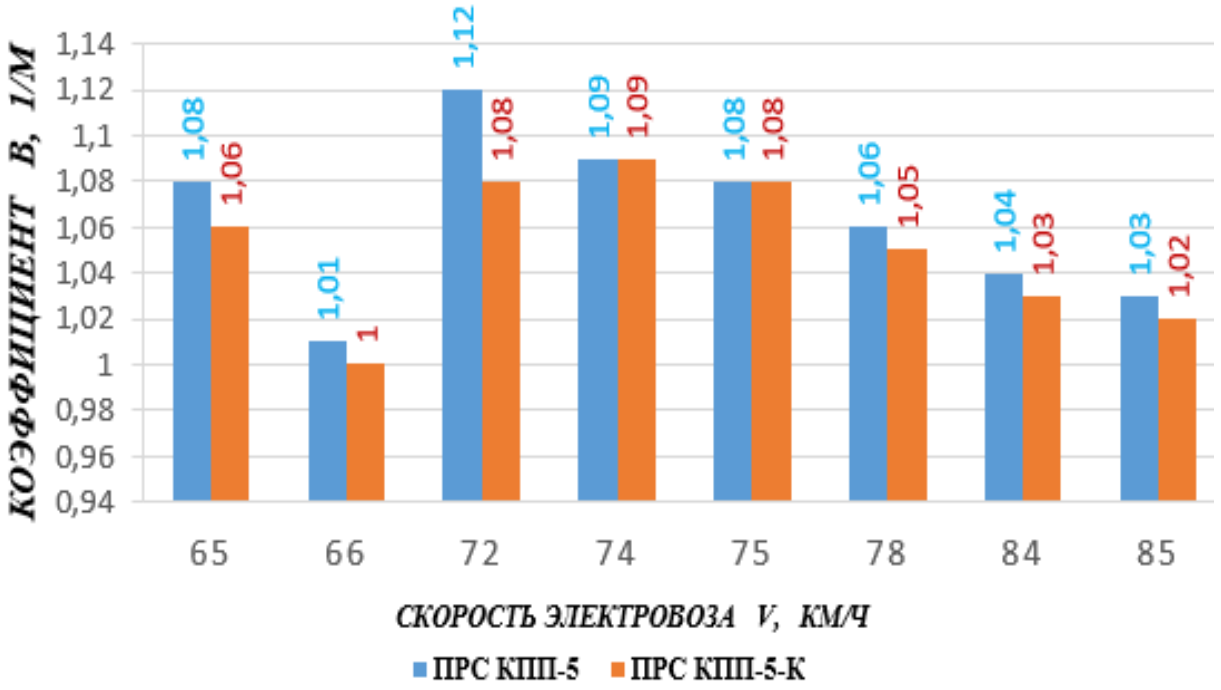


Рисунок 11 - График зависимости коэффициента затухания амплитуды виброскорости колебаний шпалы по отношению к рельсу
от скорости электровоза ВЛ-80^{с}

Диаграммы взаимосвязи итогового количества отступлений 2 степени и оценочных критериев, полученных в результате проведения вибродиагностики верхнего строения пути показана на рисунке 12.

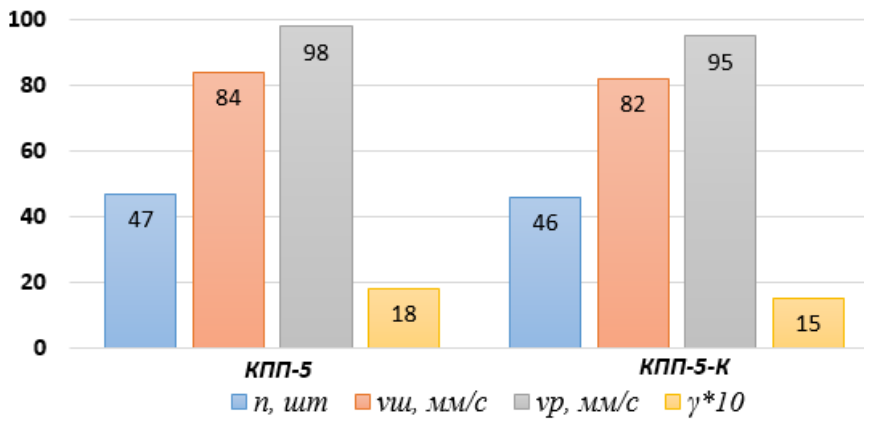


Рисунок 12 - Взаимосвязь итогового количества отступлений 2 степени и результатов вибродиагностики верхнего строения пути на участках сопряжения рельсовых скреплений КПП-5 и КПП-5-К

Заключение.

В результате анализа таблицы 2 можно сделать вывод, что клеммы рельсовых скреплений КПП-5 (13,2 кН) и КПП-5-К (12,8 кН) обеспечивают нормативную величину прижатия рельса 11,6-13,6 кН, что свидетельствует об отсутствие угона пути на данном испытуемом участке.

Из приведенных диаграмм (рис. 11 и 12) видно, что оценочные критерии, принятые при проведении вибродиагностики вполне адекватно отражают состояние пути с рельсовыми скреплениями КПП-5 и КПП-5-К, которые были сопоставимы с результатом прохода путеизмерительного вагона.

Анализ технического состояния элементов верхнего строения пути магистральных железных дорог Казахстана убеждает, что технические параметры промежуточных рельсовых скреплений можно и нужно улучшать и совершенствовать, для возможности увеличения скорости осевой нагрузки на путь.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Лесов К.С., Рустамович Х.Г.А. Расчет и оценка устойчивости рельсовой плети бесстыкового пути для условий Узбекистана //Barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali. – 2022. – С. 339-343.

[2] Хальфин Г.Р., Музаффарова М.К. Анализ эксплуатации скреплений на горных участках железных дорог//Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 4(109). 2023. - С. 21-24. URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15245

[3] Begmatov N.I., Muhammadiyev N.R. «Experimental determination of the rigidity of a rail thread.» Railway transport: current challenges and innovations, vol. 3, no. 1, 2021, pp. 5-11. doi:10.24412/2181-953X-2021-1-5-11.

[4] В. К. Финк, С. А. Косенко. Промежуточное рельсовое скрепление КПП-5 в Казахстане//Журнал «Наука и прогресс транспорта». Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. Механика и машиностроение. 2008. – С. 79-81.

[5] Лесов К.С., Хальфин Г.А.Р. Технико-экономическое обоснование эффективности применения диагностических средств //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2022. – Т. 2. – №. Special Issue 4-2. – С. 208-216.

[6] Лесов К.С., Рустамович Х.Г.А. Диагностическое средство для косвенного определения усилия нажатия клемм скрепления Pandrol Fastclip //Universum: технические науки. – 2022. – №. 5-4 (98). – С. 54-56.

[7] Rustamovich, Khalfin G. «Clamping Force of Intermediate Fasteners and Their Determination.» JournalNX, vol. 7, no. 05, 2021, pp. 233-236, doi:10.17605/OSF.IO/ETJHF.

[8] Финк В. К. Особенности эксплуатации промежуточного скрепления КПП-5 на железных дорогах Казахстана // Магистраль (Алматы), 2007. – № 14. – С. 78-82.

[9] Kosenko, S.A., Bondar, I.S., Kvashnin, M.Y., Chekmareva, G.I. Ensuring the Passage of Freight Trains with Increased Axle Loads on Railway Bridges. Transportation Research Procedia, 2022, 61, pp. 627–635. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.101.

[10] Инструкция по вибродиагностике насыпей на слабых основаниях. Разработана под руководством д.т.н., проф. Е.С. Ашпиза. Утверждена ОАО «РЖД» 12.12.2012г. распоряжением №2541р., М.-2012.

[11] Bondar I.S., Karibaeva G.B., Kurbenova A.K. Vibration diagnostics Construction of structures on railways // Vibrotechnical works. 54, pp. 109–115, April 2024, https://doi.org/10.21595/vp.2024.24093.

[12] Н.М. Махметова, М.Я. Квашнин, Н.М. Квашнин. Исследование свободных колебаний элементов верхнего строения пути со скреплением типа КПП-5 // Журнал №1 «Известия высших учебных заведений». Машиностроение. Технологии материалов. 2013. – С. 38-42.

[13] Буромбаев, С.А. Амплитудно-частотные характеристики верхнего строения пути со скреплением типа КПП-5 при ударном воздействии / С.А. Буромбаев, М.Я. Квашнин, И.С. Бондарь, А.М. Жангабылова // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 135-летнему юбилею М.Тынышпаева «Транспорт в XXI веке» Состояние и перспективы». – Алматы, – 2014. – С. 195-200.

Айгүл Жанғабылова, аға оқытушысы, Satbayev university, Алматы, Қазақстан, zhangabylova82@mail.ru

Иван Бондарь, PhD, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Алматы, Қазақстан, ivan_sergeevich_08@mail.ru

Михаил Квашнин, т.ғ.к., Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Алматы, Қазақстан, kvashnin_mj55@mail.ru

Әсел Әблязова, магистр, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Алматы, Қазақстан, a.ablyazova@alt.edu.kz.

Алмас Қонысбай, магистр, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Алматы, Қазақстан, a.konysbai@alt.edu.kz.

ПАЙДАЛАНУ ЖҮКТЕМЕСІНДЕГІ АРАЛЫҚ РЕЛЬСТІ БЕКІТПЕЛЕРДІҢ ЖҰМЫСЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының темір жолдарында аралық рельсті бекіткіштердің (АРБ) 7-ге жуық түрі қолданылады. Жылжымалы құрамның діріл-динамикалық әсеріне жол құрылымының жауабының сандық сипаттамалары белгіленген АРБ типіне айтарлықтай байланысты.

Жолдың жоғарғы құрылымы элементтерінің тербеліс процесінің ерекшеліктерін анықтау үшін жылжымалы құрамның (ЖЖҚ) әсеріне жауап параметрлерін салыстыру мақсатында БҚ-5 және БҚ-5-К типті АРБ таңдалды, тербеліс сипаттамаларын заттай өлшеу «ҚТЖ «ҰК» АҚ магистральдық желісінің учаскесінде (Улент – Бощакүл аралығы, жүп жол) орындалды.

Мақала жүк кернеуі 60 млн км т брутто/м дейінгі темірбетон шпалдармен радиусы кемінде 350 м (оның ішінде өтпелі қисықтар шеңберінде) жолдың түзу және қисық учаскелерінде түйіспесіз жолды төсеуге арналған БҚ-5 және БҚ-5-К типті аралық серпімді бекітпелердің жұмысын талдау болып табылады жолаушылар пойыздарының максималды

жылдамдығы сағатына 160 км-ден аспайтын жыл, жүк пойыздары - 90 км/сағ. бекіткіштер Р65, UIC60 немесе Р50 типті рельстермен жүруі керек.

Жиналған материал (бағалау критерийлері) діріл диагностикасын жүргізу кезінде пайдалану жүктемесіндегі аралық рельсті бекіткіштердің жұмысын жеткілікті түрде көрсетеді, бұл Қазақстандағы теміржол магистральдық жолдарын жақсарту және жетілдіру үшін жолдың жоғарғы құрылымы элементтерінің техникалық жай-күйін талдауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер. Теміржол, аралық рельсті бекіту, діріл диагностикасы.

Aigul Zhangabylova, senior lecturer, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, zhangabylova82@mail.ru

Ivan Bondar, PhD, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Almaty, Kazakhstan, ivan_sergeevich_08@mail.ru

Mikhail Kvashnin, candidate of technical sciences, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Almaty, Kazakhstan, kvashnin_mj55@mail.ru.

Assel Ablyazova, master, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Almaty, Kazakhstan, a.ablyazova@alt.edu.kz.

Almas Konysbai, master, Mukhametzhan Tynyshbayev ALT University, Almaty, Kazakhstan, a.konysbai@alt.edu.kz.

ANALYZING THE PERFORMANCE OF INTERMEDIATE RAIL FASTENERS UNDER OPERATING LOAD

Abstract. At present about 7 types of intermediate rail fastenings (IRF) are used on the railroads of the Republic of Kazakhstan. Quantitative characteristics of the response of the track structure to the vibrodynamic impact of the rolling stock significantly depend on the installed type of the IRB.

In order to reveal the peculiarities of the oscillatory process of the track structure elements (TSE) the intermediate rail fasteners of the KPP-5 and KPP-5-K types were selected in order to compare the parameters of the response to the impact of the rolling stock, in-situ measurements of the oscillation characteristics were performed on the section (Ulenty - Boschakul, even track) of the main network of JSC «NC «KTZh».

The article is an analysis of the work of intermediate elastic fasteners of the KPP-5 and KPP-5-K types, which are designed for laying of a track without joints on straight and curved sections of track with radius not less than 350 m (including within the framework of transition curves) with reinforced concrete sleepers, with load capacity up to 60 million kilometers of gross tons per year, on which the maximum speed of passenger trains does not exceed 160 km/h, freight trains - 90 km/h. The fastenings should consist of tracks with R65, UIC60 or R50 type rails.

The collected material (evaluation criteria), at carrying out of vibrodiagnostics quite adequately reflects work of intermediate rail fastenings under operational load that allows to analyze technical condition of elements of an upper structure of a way for improvement and perfection of railway main tracks in Kazakhstan.

Keywords. Railroad, intermediate rail fastening, vibration diagnostics.

****

Получено: 04 февраль 2024 г.; принято: 29 апрель 2024 г.