

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОЙ РАБОТЫ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТЯГИ

*Альховская Александра Александровна, студент (СП – 52)*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
(Научный руководитель – Ковтун П.В. канд. техн. наук, доцент)*

В данной работе произведен расчет пути на прочность и устойчивость, а также сравнительный анализ показателей напряженно-деформированного состояния пути.

Тепловозы уже длительное время являются основным видом тягового подвижного состава. С середины прошлого века начался массовый переход с тепловозной на электрическую тягу. Можно предположить, что они по разному воздействуют на путь.

В настоящее время производится электрификация направления Минск Гомель. Для анализа температурной работы бесстыкового пути при различных видах тяги принят участок Жлобин – Гомель.

Для решения поставленной задачи необходимо расчетным путём определить нагрузки на путь от различных видов экипажа и при различных видах тяги. Характеристики пути приведены в паспорте Жлобинской дистанции пути (Рис. 1).

		Опытная книжка		Жлобин Пассажирский		742		
		742		742		742		
П У Т Ь	Секция пути	Секция бесстыкового пути						
	Вид прокладочного материала и отчетный размер	ТЭП 70, СТБ 10 Д (ЧС-4, ВЛ40)						
	Вид прокладочного материала и отчетный размер							
	Год и страна изготовления прокладочного материала	92						
СЕКЦИИ ПУТИ	Участок бесстыкового пути	01	02	03	04	05	06	
	Участок с стыками	07	08	09	10	11	12	
БАЛЛАСТ	Вид балласта	2						
	Защитность балласта	2						
ШПАЛЫ	Вид шпал	2						
	Количество шпал на 1 км пути	2						
	Количество шпал на 1 км пути	2						
	Количество шпал на 1 км пути	2						
РЕЛЬСЫ	Тип рельсов	А-92						
	Длина рельсов и вид укладки	А-92	А-92	А-92	А-92	А-92	А-92	
	Вид рельсов	А-92						
	Наличие рельсов с начала укладки	01	02	03	04	05	06	
	Наличие рельсов с начала укладки	01	02	03	04	05	06	
	Количество рельсов на 1 км пути	1						
Продолжительность по участку	400	405,18	402	400	400	400		
Устойчивость к скорости	100 км/ч							

Рисунок 1 – Фрагмент паспорта Жлобинской дистанции пути (ПЧ – 16)

По рассматриваемому участку обращаются грузовые и пассажирские поезда с установленными скоростями и повышенными осевыми нагрузками. По типовой методике определяются напряжения, возникающие при движении по пути с максимально допустимыми скоростями грузовых и пассажирских вагонов и локомотивов. Задачей расчета пути на прочность и устойчивость является определение, допустимо ли обращение рассматриваемой единицы подвижного состава (расчетного экипажа) по заданному участку пути, и если это является возможным, то с какой наибольшей скоростью возможно движение.

Расчет напряжений в рельсах и определение расчетного экипажа для заданных условий эксплуатации выполняется в табличной форме.

Таблица 1 – Расчет напряжений в рельсах

Тип экипажа	$P_{ст}$ , кН	$P_p^{cp}$ , кН	$P_{cp}$ , кН	$S_{нп}$ , кН	$P_{экр}^I$ , кН	$\sigma_k$ , МПа
ТЭП70	110,75	16,79	127,54	239,29	726,50	134,63
				200,94	631,04	134,74
2ТЭ10 Л	108,0	25,8	133,8	151,47	513,25	93,24
				127,19	452,93	116,05
ЧС – 4 <sup>Т</sup>	105,0	20,76	125,76	182,87	583,66	122,33
				153,56	510,51	128,70
ВЛ80	120,0	25,64	145,64	184,67	608,15	110,48
				155,07	534,16	116,85
Пассажирский вагон	81,0	8,55	89,55	69,22	263,13	71,70
				58,13	235,40	90,46
Четырехосный вагон	105,5	30,80	136,30	103,70	396,84	90,84
				87,15	355,16	114,65
Шестиосный вагон	107,0	23,83	130,83	103,30	389,84	95,61
				86,74	348,20	120,43
Восьмиосный вагон	105,5	23,69	129,19	97,37	373,34	91,57
				81,77	334,56	115,72

За расчетный экипаж принимается тот подвижной состав, от которого в рельсах возникают наибольшие кромочные напряжения. Согласно таблице 1 им является при тепловозной тяге – локомотив ТЭП70, при электрической тяге – локомотив ЧС–4<sup>Т</sup>. За расчетные экипажи приняты пассажирские локомотивы, так как при их движении со скоростью 140 км/ч от них возникают большие кромочные напряжения, чем от грузовых локомотивов со скоростью движения 80 км/ч.

Результаты расчёта пути на прочность и устойчивость от воздействия локомотива ТЭП 70:

– наибольшее значения кромочных напряжений в подошве  $\sigma_{п-к}$  и головке рельса  $\sigma_{г-к}$  типа Р65 на железобетонных шпалах соответствуют скорости движения локомотива 140 км/ч в пределах кривой  $R = 1000$  м (для лета) и составляют соответственно 1435,4 кгс/см<sup>2</sup> и 1547,3 кгс/см<sup>2</sup>, что значительно меньше допускаемой по условию прочности величины напряжений в рельсах  $[\sigma_p] = 4000$  кгс/см<sup>2</sup>. Исходя из этого, предварительно можно считать, что и суммарные нормальные напряжения в рельсах от воздействия поездной нагрузки и изменения температуры рельсов по сравнению с температурой их закрепления также не превысят допускаемой величины;

– наибольшее значение действующего напряжения под подкладкой в шпалах  $\sigma_{ш}$  соответствует максимальной скорости движения локомотива 140 км/ч в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 37,98 кгс/см<sup>2</sup>;

– наибольшее среднее напряжение в балластном слое под шпалами в подрельсовом сечении  $\sigma_б$  соответствует максимальной скорости движения локомотива 140 км/ч в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 6,26 кгс/см<sup>2</sup>, что выше рекомендуемого предела от локомотивной нагрузки для щебня фракций 25 – 70 мм – 5,0 кгс/см<sup>2</sup>;

– наибольшее напряжение на основной площадке земляного полотна  $\sigma_н$  наблюдается при максимальной скорости локомотива (140 км/ч) в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 1,99 кгс/см<sup>2</sup> – при толщине балластного слоя под шпалой, при принятой конструкции верхнего строения пути – 40 см.

Таким образом, напряжения от тепловоза ТЭП70 при скорости 140 км/ч во всех элементах верхнего и нижнего строения пути принятой конструкции не превышают допускаемых, за исключением напряжений в балластном слое под шпалами. Следовательно, для того, чтобы прочность всех элементов верхнего строения пути позволяла обеспечивать по рассматриваемому участку пропуск пассажирских поездов со скоростью 140 км, необходимо повысить упругость прокладок под шпалами или увеличить толщину балластного слоя.

Результаты расчёта пути на прочность и устойчивость от воздействия локомотива ЧС-4<sup>Т</sup>:

– наибольшее значения кромочных напряжений в подошве  $\sigma_{п-к}$  и головке рельса  $\sigma_{г-к}$ , типа Р65 на железобетонных шпалах соответствуют скорости движения локомотива 140 км/ч соответственно в пределах кривой  $R = 1000$  м (для лета) и на прямой (для лета), составляют соответственно 1272,9 кгс/см<sup>2</sup> и 1308,4 кгс/см<sup>2</sup>, что значительно меньше допускаемой по условию прочности величины напряжений в рельсах  $[\sigma_p] = 4000$  кгс/см<sup>2</sup>. Исходя из этого, предварительно можно считать, что и суммарные нормальные напряжения в рельсах от

воздействия поездной нагрузки и изменения температуры рельсов по сравнению с температурой их закрепления также не превысят допустимой величины;

– наибольшее значение действующего напряжения под подкладкой в шпалах  $\sigma_{ш}$  соответствует максимальной скорости движения локомотива 140 км/ч в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 29,69 кгс/см<sup>2</sup>;

– наибольшее среднее напряжение в балластном слое под шпалами в подрельсовом сечении  $\sigma_6$  соответствует максимальной скорости движения локомотива 140 км/ч в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 4,89 кгс/см<sup>2</sup>, что меньше рекомендуемого предела от локомотивной нагрузки для щебня фракций 25 – 70 мм – 5,0 кгс/см<sup>2</sup>;

– наибольшее напряжение на основной площадке земляного полотна о., наблюдается при максимальной скорости локомотива 140 км/ч в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 1,48 кгс/см<sup>2</sup> при толщине балластного слоя под шпалой для принятой конструкции верхнего строения пути 40 см.

Таким образом, напряжения от тепловоза ЧС–4<sup>Т</sup> при скорости 140 км/ч во всех элементах верхнего и нижнего строения пути принятой конструкции не превышают допустимых. Следовательно, прочность всех элементов верхнего строения пути позволяет обеспечивать по рассматриваемому участку пропуск пассажирских поездов со скоростью 140 км/ч.

Анализируя расчеты пути на прочность можно сделать вывод:

– напряжения, возникающие в рельсах и балласте от электровоза ЧС–4<sup>Т</sup> меньше, чем от воздействия тепловоза ТЭП70 и составляют соответственно  $\sigma = 1308,4$  кгс/см<sup>2</sup>  $\sigma = 1543,3$  кгс/см<sup>2</sup>: при скоростях движения 140 км/ч. Таким образом, электротяга подвижного состава по воздействию на путь предпочтительнее по сравнению с тепловозной;

– напряжения в остальных элементах верхнего строения пути при электрической тяге также меньше на 20 – 30 % по сравнению с тепловозной тягой;

– запасы на растяжение и сжатие рельсовых плетей при температурах закрепления 25 °С и 35 °С для локомотива ЧС–4<sup>Т</sup> и ТЭП70 составляют соответственно  $\Delta N_{\text{раст}} = 62,6$  тс,  $\Delta N_{\text{раст}} = 23,5$  тс,  $\Delta N_{\text{раст}} = 54,8$  тс,  $\Delta N_{\text{раст}} = 15,7$  тс,  $\Delta N_{\text{сж}} = 58,7$  тс,  $\Delta N_{\text{сж}} = 97,8$  тс. Как видно из расчетов, запас на растяжение и сжатие для ЧС–4<sup>Т</sup> соответственно на 23 % и 40 % больше, чем для ТЭП70. Кроме того, одновременное закрепление рельсовых плетей в оптимальном температурном интервале (+25 – +35 °С) для электровоза ЧС–4<sup>Т</sup> и тепловоза ТЭП70 не позволяет реализовать скорость 140 км/ч тепловозом ТЭП70, что является несомненным минусом тепловозной тяги.

#### Литература:

1. Приказ об установлении скоростей движения поездов на Белорусской железной дороге. – Мн., 2003. – 52 с.
2. Матвеев В. И. Температурная работа железнодорожного пути. Учеб. пособие. Гомель: БелГУТ, 2007. – 98 с.
3. Матвеев В. И., Бубликов Н. В., Щербо А. М. Определение напряжений в элементах железнодорожного пути на ЭВМ. Учеб. пособие. – Белорус. ин-т инж. ж.-д. трансп. – Гомель: БелИИЖТ, 1990. – 58 с.
4. Бесстыковой путь. Под ред. В. Г. Альбрехта А. Я. Когана. – М.: Транспорт, 2000. – 408 с.