

сварных соединений и технологий, позволяющих снять остаточные напряжения от сварки и локальную концентрацию напряжений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Питухин А. В. Статистическая оптимизация высоконапряженных деталей с использованием методов механики разрушения // Расчет и управление надежностью больших механических систем: Информ. материалы 6-й Всесоюз. школы.— Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986.— С. 222—223. [2]. Трощенко В. Т. Сопротивление усталости металлов и сплавов: Справочник.— Киев: Наук. думка, 1987.— 133 с. [3]. Труфяков В. И., Михеев П. П., Гуца О. И. Роль остаточных напряжений в изменении сопротивления усталости сварных соединений на стадии зарождения и развития трещины // Механическая усталость металлов: Матер. 4-го Междунар. коллоквиума.— Киев: Наук. думка, 1983.— С. 184—189.

Поступила 17 февраля 1988 г.

УДК 625.143.58

УДЕРЖИВАЮЩАЯ СИЛА ПРУЖИННЫХ ПРОТИВОУГОНОВ ПП-Р24

С. И. МОРОЗОВ, М. В. ПОПОВ, А. П. ЕЛИСЕЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Одной из причин многочисленных (от 30 до 50 %) расстройств верхнего строения пути железных дорог является угон рельсов, т. е. их перемещение по шпалам под воздействием сил от тягового и подвижного состава. Принято считать, что путь, не закрепленный от угона, технически неисправен.

На лесовозных УЖД из-за отсутствия надлежащих средств закрепление пути от угона не производится, этим объясняется его низкое техническое состояние. Применение клеммных скреплений [1] не дает необходимого эффекта вследствие наддергивания костылей.

В Архангельском лесотехническом институте разработана конструкция пружинного противоугона ПП-Р24 по типу применяемых на железных дорогах нормальной и широкой колеи. В нашей статье приведены результаты лабораторных и производственных испытаний его удерживающих и эксплуатационных свойств.

Конструкция противоугона приведена на рис. 1. Его изготавливают из листовой стали (толщиной 4 мм) марки 60С2А по ГОСТ 14959—79 или стали других марок с аналогичными механическими свойствами.

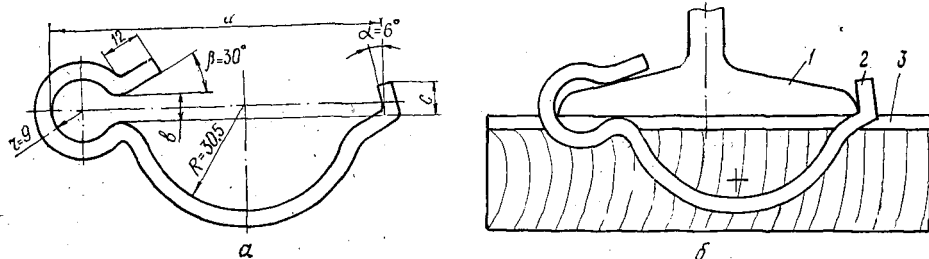


Рис. 1. Схемы пружинного противоугона ПП-Р24 (а) и установки его на рельс (б): 1 — рельс; 2 — противоугоно; 3 — шпала

Противоугоно имеет с одной стороны пружинное полукольцо, которое надевают на подошву рельса, с другой — зуб для защелкивания на ней. В средней части расположена пружинная скоба. Она обеспечивает закрепление противоугона на подошве рельса «в распор» и одновременно служит для передачи сдвигающего усилия на путевую подкладку или шпалу. Основные геометрические размеры противоугона приведены на рис. 1, а, схема установки — на рис. 1, б. Масса противоугона 90...95 г.

При лабораторных испытаниях партии пружинных противоугонов из 30 шт. определяют: основные геометрические размеры с помощью штангенциркуля, массу взвешиванием на весах, твердость металла на приборе ТК-2М, удерживающее усилие на лабораторной установке (рис. 2).

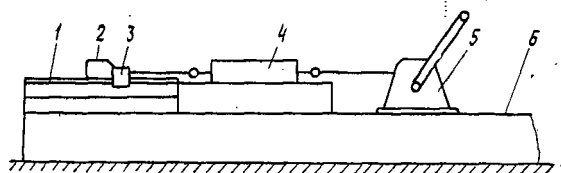


Рис. 2. Схема лабораторной установки: 1 — рельс; 2 — упор; 3 — противоугонок; 4 — динамометр; 5 — лебедка; 6 — брусок

Способность противоугона сопротивляться сдвигающему усилию характеризуется величиной удерживающей силы. Как отмечено в работе [2], максимальное сдвигающее усилие, воспринимаемое шпалами узкой колеи, уложенными на песчаном балласте, равно 2,0...2,5 кН. При большом усилии происходит остаточный сдвиг шпалы в балласте. Согласно техническим условиям на изготовление удерживающая сила одного противоугона должна составлять 1,8...2,0 кН, что обеспечивает примерно двукратный запас, поскольку на каждую шпалу надевают два противоугона под каждую рельсовую нить.

Лабораторная установка состояла из куска рельса Р24 длиной 500 мм, закрепленного вниз головкой на деревянном бруске. На подошву рельса надевали противоугонок, на брусок закрепляли натяжное устройство (ручная лебедка). Между ними находился динамометр ДР-200, который тросом соединяли с лебедкой и противоугоном. Сдвигающее усилие, создаваемое лебедкой, передавали через динамометр на противоугонок с помощью деревянного бруска, имитирующего шпалу. Усилие, при котором происходил сдвиг скобы по подошве рельса, определяло удерживающую силу противоугона.

Согласно ГОСТ 19893—74 статическое усилие сдвига определяли после пятикратной установки противоугона, чтобы учесть возможное изменение его механических свойств в процессе эксплуатации. Результаты опытов записывали в ведомость испытаний, образец которой для первых шести противоугонов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Но- мер про- тиво- угона	Масса, г	Геометрические размеры, мм				Сдвигающее усилие, кН, при кратности постановки					Твер- дость метал- ла НТВ (сред- няя по трем точкам)
		a	b	c	R	1	2	3	4	5	
1	96,58	90	7	4	29	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	424
2	99,50	90	9	4	28	1,2	1,8	1,8	1,8	1,8	346
3	98,89	89	6	4	29	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	239
4	94,07	91	8	4	29	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	379
5	94,19	90	8	4	29	1,2	1,6	1,9	1,9	1,9	401
6	100,44	90	9	4	29	1,2	1,8	1,9	1,9	1,9	363

Данные испытаний позволяют сделать следующие выводы.

1. Основные геометрические размеры противоугонов, кроме ширины зева, соответствуют техническим условиям на изготовление.

2. Ширина зева $b = 6 \dots 9$ мм, а проектное значение $7 \pm 0,5$ мм. Опытами установлено, что допустимо значение b в диапазоне $7 \dots 8$ мм. Если $b < 7$ мм, возникают затруднения при постановке противоугона и в его материале появляются большие монтажные напряжения, приводящие к излому. При $b > 8$ мм уменьшается давление пружинного полукольца на подошву рельса и снижается сдвигающее усилие.

3. Масса одного противоугона равна $91 \dots 100$ г, что соответствует техническим условиям.

4. Твердость металла составляет 207...578 HRC, что находится в пределах нормы. Однако в некоторых случаях наблюдается как пережарка, так и недожарка металла в зоне кольца. В первом случае происходит излом противоугона, во втором резко падает его удерживающая сила. Следовательно, на стадии изготовления необходимо усилить технический контроль как за соблюдением ширины зева, так и за качеством закалки.

5. В целом по всей группе противоугонов их удерживающая сила S изменяется от 0,7 до 2,0 кН. Средние арифметические значения S для разных значений ширины зева b составляют:

b , мм	6	7	8	9
S , Н	$1933,3 \pm 94,3$	$1920,0 \pm 216,9$	$1831,1 \pm 289,7$	$1780,0 \pm 250,6$

Из приведенных данных видно, что между S и b существует явная связь. Чем больше ширина зева, тем меньше удерживающая сила противоугонов.

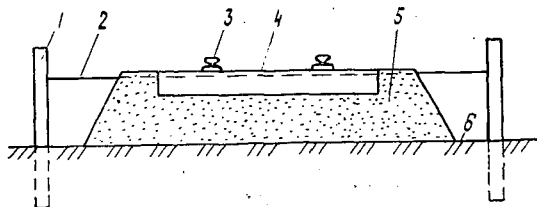
6. При нормативном значении $b = 7 \pm 0,5$ мм сила S достаточно велика и обеспечивает закрепление рельсов против смещения по шпалам. Следовательно, предложенная конструкция противоугона соответствует назначению и может быть рекомендована для промышленного применения.

Для оценки работоспособности противоугонов ПП-Р24 в эксплуатационных условиях летом 1990 г. на Лепшинской УЖД ТПО Архангельсклеспром на спуске в грузовом направлении были заложены три опытных участка, каждый из четырех звеньев с опорой установки противоугонов 12, 16, 20, 24 на звено. Техническая характеристика участков приведена в табл. 2.

Верхнее строение пути характеризуется следующими данными: рельсы — Р24, шпалы — II типа, эпо́ра укладки шпал — 10...13 шт. на звено, балласт — среднезернистый песок, промежуточное скрепление — костыльное по 4 костыля на шпалу.

Угон пути определяли с помощью поперечников (рис. 3) в середине каждого звена. Поперечники состояли из двух сваек, заглубленных в грунт земляного полотна, и натянутой между ними съемной проволоки с кольцами по концам.

Рис. 3. Схема поперечника: 1 — свайка; 2 — проволока; 3 — рельс; 4 — шпала; 5 — балластная призма; 6 — земляное полотно



Проволоку надевали на сваи и устанавливали в исходное положение. При проведении наблюдений периодически измеряли расстояние от проволоки до риски на подошве рельса с точностью ± 1 мм. Разность этих расстояний по отдельным замерам определяла угон звена за время между замерами.

С помощью поперечников можно определить суммарный угон рельсов, вызванный как перемещением рельсов по шпалам, так и сдвигом шпал в балласте. Для оценки влияния первой составляющей на подошве рельса были сделаны метки масляной краской. Изменение расстояния между метками и противоугонами определяет сдвиг противоугона по рельсу.

При наблюдениях учитывали объем груза, прошедшего по участку как в грузовом, так и в порожняковом направлении. Перед установкой противоугонов на участках бригада путевых монтеров выполняла разгонку стыковых зазоров. Стыки по наугольнику не устанавливали, однако их разбежка не превышала 0,8...1,2 м.

Результаты измерений угона пути в летний период 1990 г. приведены в табл. 2. Эти данные показывают:

смещение рельсов относительно поперечников имеет место практически во всех случаях;

Таблица 2

Но- мер уча- стка	Характеристика участка			Общий угон рельсовых нитей, мм			
	Уклон, %	Дли- на, м	Число проти- воуго- нов на звено	20.06	11.07	31.07	27.09
1	13,2	28	12	$\frac{1}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{4}{1}$	—
			16	$\frac{-1}{-2}$	$\frac{7}{0}$	$\frac{7}{1}$	$\frac{6}{3}$
			20	$\frac{3}{0}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{8}{3}$
			24	$\frac{-1}{2}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{2}{7}$
			24	$\frac{0}{8}$	$\frac{2}{13}$	$\frac{2}{15}$	$\frac{3}{16}$
2	38,1	32	12	$\frac{2}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{-1}{11}$
			16	$\frac{0}{6}$	$\frac{-1}{7}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{-2}{6}$
			20	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{0}{0}$
			24	$\frac{8}{8}$	$\frac{15}{14}$	$\frac{29}{19}$	$\frac{36}{25}$
			16	$\frac{2}{2}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{6}{15}$
3	19,2... 20,0	30	12	$\frac{0}{1}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{3}{3}$
			16	$\frac{-1}{0}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{0}{13}$
			20				
			24				
			24				

Примечание. В числителе — данные для левого рельса, в знаменателе — для правого. За начало отсчета принята дата установки противоугонов 28.05.90.

в большинстве случаев оно невелико и, по всей видимости, является следствием неточности отсчетов расстояний от поперечников до ризок на подошве рельса; врезания противоугонных скоб в древесину шпал, что особенно заметно на старых шпалах; невысокой удерживающей способности отдельных противоугонов; смещения шпал в балласте при отсутствии проскальзывания рельсов по шпалам;

как правило, смещения левого и правого рельсов одного и того же звена неодинаковы;

имеет место смещение рельсов не только в грузовом, но (незначительно) и в порожняковом направлении;

только на трех звеньях четко выражен угон в грузовом направлении.

По результатам наблюдений можно сделать следующие выводы.

1. В большинстве случаев противоугоны ПП-Р24 предотвращают сдвиг рельсов по шпалам, т. е. имеют достаточную удерживающую силу.

2. Минимальное число противоугонов зависит от уклона пути в грузовом направлении и составляет: при уклоне 13 % — 12 (6 пар); 20 % — 20 (10 пар); 38 % — 24 (12 пар).

3. Для предотвращения сдвига шпал в балласте можно рекомендовать строгое соблюдение геометрических размеров балластной призмы и уплотнение балласта в межшпальных ящиках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Разработка технических условий на укладку сварных рельсовых плетей: Отчет о НИР / Арханг. лесотехн. ин-т; Руководитель С. И. Морозов.— № ГР 01.8.80 024674; Инв. № 8804004 1/8667.— Архангельск, 1988. [2]. Разработка технологии укладки сварных рельсовых плетей на базе сварочного комплекса: Отчет о НИР / Арханг. лесотехн. ин-т; Руководитель С. И. Морозов.— № ГР 0187.0 044448; Инв. № 870421 1/10086.— Архангельск, 1987.

Поступила 20 ноября 1990 г.

УДК 630*377.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЕСОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Н. И. БИБЛЮК, Б. Т. ПЕРЕТЯТКО, Е. Н. ЛИТВИНЧУК

Львовский лесотехнический институт

Совершенствование конструкции, повышение эффективности использования существующих и создание новых высокоэффективных лесотранспортных машин тесно связано с развитием автоматизированных методов моделирования процесса их движения, основанных на широком использовании ЭВМ.

В настоящее время переходные процессы, имеющие место при трогании и разгоне транспортных машин, воспроизводятся на основе математических моделей, описывающих колебания системы двигатель — трансмиссия — шины, нагрузочные режимы трансмиссии, необходимые для расчетов ее деталей на прочность и долговечность — совместным рассмотрением крутильных колебаний в трансмиссии и вертикальных колебаний машины, а также поступательное движение — решением основного уравнения движения [1—5].

Цель данной статьи — разработать методику (алгоритм и программу) расчета поступательного движения лесотранспортного средства, движущегося по реальной дороге и управляемого оператором. Для этого необходимо решить уравнения движения системы двигатель — трансмиссия — шины с использованием численных методов математического анализа.

Рассматриваемая модель включает уравнения движения, описывающие крутильные колебания системы, математические зависимости моментов двигателя, трения сцепления, сопротивления движению и сцепления шин с дорогой от режима движения и характеристик опорной поверхности и логические операции сравнения для установления режима движения.

На вход модели подаются координаты трассы с указанием уклонов, кривизны траектории и допустимых скоростей, обусловленных конструкцией дороги и транспортного средства, а также помехами движению. Конечным результатом моделирования являются параметры движения, крутящие моменты в трансмиссии и расход топлива.

Для изучения поступательного движения лесотранспортного средства с колесной формулой 4×4 (6×6) может быть использована шестимассовая (семимассовая) динамическая система двигатель — трансмиссия — шины [4], формализованная расчетная схема которой представлена на рис. 1. Она включает сосредоточенные массы: маховика и