

ная для значения $p = 2,91 \cdot 10^6$ Па, имеет наибольший в сравнении с другими коэффициент тяги $\varphi_0 = 0,55-0,65$, что позволяет представить границы оптимальной области удельных давлений.

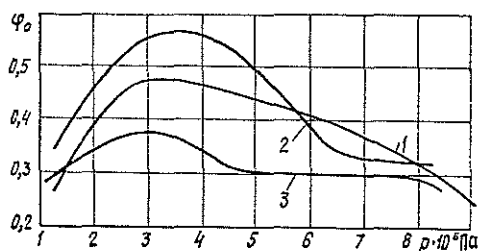


Рис. 3. Зависимость коэффициента тяги от удельного давления.

1 — для шкива с полукруглой канавкой; 2 — полукруглой с подрезом; 3 — клиновое.

На рис. 3 приведены графики зависимости коэффициента тяги от удельного давления $\varphi_0 = f(p)$, построенные по данным таблицы. Зависимость между тяговой способностью канатной передачи и удельным давлением каната на шкив носит нелинейный характер и имеет зону экстремальных значений. Коэффициент тяги, а следовательно, и тяговая способность исследуемой системы, достигают максимума при удельном давлении каната на шкив $(2,5-4,0) \cdot 10^6$ Па. Это следует учитывать при выборе начального натяжения каната в процессе эксплуатации канатных установок с замкнутым тяговым канатом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белая Н. М. Исследование работы подвесных канатных лесотранспортных установок и перспективы их развития и совершенствования. — В кн.: Проблемы комплексных лесных предприятий в Карпатах. Ужгород: Карпаты, 1969, с. 158—184. [2]. Белая Н. М., Прохоренко А. Г. Канатные лесотранспортные установки. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. — 299 с. [3]. Береговая Н. И. Влияние начального натяжения на тяговую способность системы замкнутого каната. — Изв. высш. учеб. заведения. Лесн. журн., 1984, № 3, с. 39—43. [4]. Воловодик Н. И. Некоторые вопросы исследования тяговой способности канатоведущих шкивов в условиях лесозаготовки. — В кн.: Лесн., бумажн. и деревообраб. пром-сть. Киев: Будівельник, 1969, вып. 6, с. 50—53. [5]. Дукельский А. И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. — М.—Л.; Машиностроение, 1966. — 484 с. [6]. Коняева Л. П. О фрикционных качествах футеровочных материалов для шкивов трения подъемных машин. — В кн.: Многоканатный подъем в горной промышленности. М.: Госгортехиздат, 1960, с. 190—193. [7]. Осипов И. Б. Экспериментальное исследование распределения давления и сил трения в рабочем контакте привода трения. — Науч. тр./ Поволжск. лесотехн. ин-т, 1968, № 58, вып. 2, с. 171—183. [8]. Решетов Д. Н. Детали машин. — М.: Машиностроение, 1974. — 655 с. [9]. Энтин Г. Я. Коэффициент полезного действия простых шкивов трения. — Науч. тр./ ВНИИПТМАШ, 1965, вып. 7(60), с. 66—79.

Поступила 16 мая 1984 г.

УДК 625.31.001.24

ВЛИЯНИЕ ПОДЪЕМКИ ПУТИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ СДВИГУ РЕЛЬСОШПАЛЬНОЙ РЕШЕТКИ

С. И. МОРОЗОВ, М. В. ПОПОВ, И. И. ИСУПОВ

Архангельский лесотехнический институт, СевНИИЛ

При подъемке пути сопротивление сдвигу решетки в горизонтальной плоскости уменьшается, так как на изогнутом участке происходит отрыв шпал от балласта. Это обстоятельство необходимо учитывать при

планировании работ по ремонту и содержанию температурно-напряженного железнодорожного пути лесовозных УЖД.

Для дорог широкой колеи влияние подъемки на сопротивление поперечному сдвигу решетки рассмотрено в работах Н. С. Чиркова [3, 4]. Он установил, что при подъемке одиночных шпал на высоту h от 2 до 10 см сила сопротивления сдвигу шпал уменьшается по нелинейному закону, резко падая в момент отрыва шпалы. По сравнению с нормальным состоянием шпалы ($h = 0$) при $h = 2$ см сопротивление сдвигу уменьшается почти в 3 раза, при $h = 10$ см — в 6 раз.

Для верхнего строения пути узкой колеи характер изменения погонного сопротивления q при сдвиге шпал поперек пути в зависимости от высоты подъемки на высоту до 0,2 см исследован Ф. Н. Кустовым [1]. Он установил, что погонное поперечное сопротивление q уменьшается по гиперболическому закону и выражается зависимостью

$$q = \frac{q_0 + cf^n}{1 + f_3},$$

где f — поперечная деформация;
 q_0, c, n, f_3 — параметры, определяемые экспериментально.

Для определения влияния подъемки на сопротивление сдвигу рельсошпальной решетки на лесовозных УЖД нами были поставлены опыты на УЖД Конецгорского ЛПХ объединения Архангельсклеспром. Методика опытов состояла в следующем. На территории нижнего склада леспромпхоза был построен стендовый участок длиной 40 м, уложенный сварными рельсами. Тип рельсов Р24, тип балласта — свежеуложенный сред-незернистый песок, скрепление — костыльное, по 4 костыля на шпале, тип шпал — III, эюра укладки — 1625 шп./км.

До начала опытов участок был приведен в технически исправное состояние: отриван в горизонтальной плоскости, выправлен в вертикальной плоскости, балластная призма доведена до проектного очертания, костыли добиты и шпалы подштопаны. После каждого опыта первоначальное состояние пути восстанавливали.

При проведении опытов участок изгибали в поперечном направлении с помощью силы, приложенной в одном из сечений. Значение ее фиксировали динамометром с точностью ± 500 Н. Для каждой ступени нагружения измеряли поперечное смещение шпал с помощью индикаторов часового типа с точностью $\pm 0,01$ мм. Подъемку пути осуществляли путевыми домкратами, установленными под обоими нитками (рис. 1), высоту



Рис. 1. Опытный участок пути.

подъемки определяли нивелированием участка. Для каждого значения высоты подъема опыты повторяли три раза.

Методика проведения опытов была достаточно приближена к реальным условиям, при которых домкраты, установленные под одной или двумя нитями рельсового пути, также оказывают определенное сопротивление сдвигу рельсошпальной решетки.

По результатам опытов были получены экспериментальные кривые прогибов, одна из которых приведена на рис. 2. Эти кривые аппроксимировали по методу наименьших квадратов уравнением [2]

$$y = \frac{q}{24EI} (4x_0x^3 - x^4 - 8x_0^3x) + \frac{M}{2EI} (x^2 - 2x_0x) + \frac{N}{12EI} (3x_0^2x - x^3) + \frac{N}{6EI} (x - x_0)^3, \quad (1)$$

где x_0 — половина длины участка;
 q — интенсивность сил сопротивления;
 M — опорный реактивный момент;
 N — сдвигающая поперечная сила;
 EI — жесткость рельсошпальной решетки.

При составлении уравнения (1) было принято, что сопротивление балласта в каждом сечении участка постоянно ($q = \text{const}$). Такое допущение широко используется в расчетах как при определении устойчивости рельсошпальной решетки температурно-напряженного железнодорожного пути, так и при расчете усилия на рихтовку пути.

Интенсивность q нами принята постоянной только для данного случая искривления решетки, которое характеризуется стрелой прогиба f . При уменьшении и увеличении искривления сила q уменьшается или увеличивается. Таким образом, для каждой конкретной формы искривления q имеет свое значение, т. е. является функцией от f .

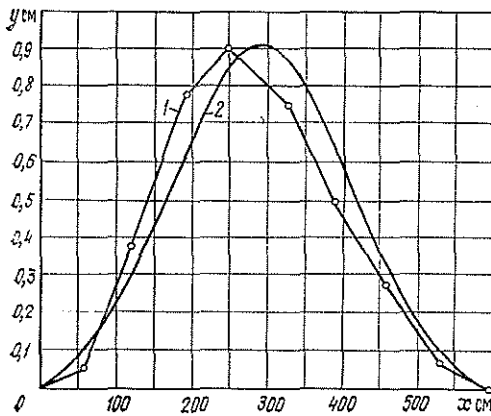


Рис. 2. Экспериментальные (1) и расчетные (2) прогибы при $N = 8,5$ кН.

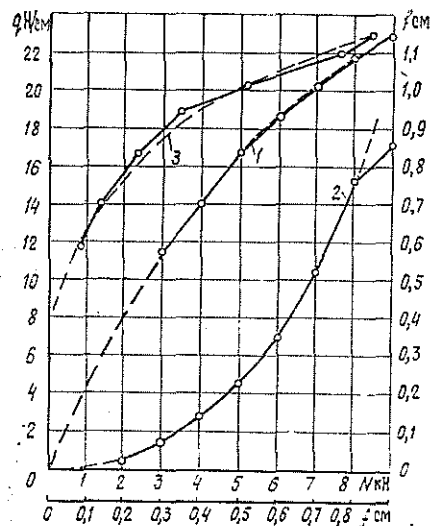


Рис. 3. Экспериментальные (сплошные линии) и расчетные (штриховые) зависимости

1 — $q(N)$; 2 — $f(N)$; 3 — $q(f)$.

В результате решения системы уравнений, полученных при применении метода наименьших квадратов:

$$qx_0^2 \Sigma a_1^2 + 12M \Sigma a_1 a_2 = 2x_0 \Sigma a_1 \Pi;$$

$$qx_0^2 \Sigma a_1 a_2 + 12M \Sigma a_2^2 = 2x_0 \Sigma a_2 \Pi,$$

где

$$a_1 = \xi [\xi^2 (4 - \xi) - 8];$$

$$a_2 = \xi (\xi - 2);$$

$$\Pi = f \frac{12EI}{x_0^3} - N(a_3 + 2a_4);$$

$$a_3 = \xi (\xi^2 - 3);$$

$$a_4 = (\xi - 1)^3;$$

$$\xi = x/x_0,$$

были определены неизвестные q и M . Точность аппроксимации является хорошей, что видно из рис. 2, где дана расчетная кривая прогибов.

Сводные значения q и f для различных h приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сдвигующая сила, кН	q Н/см при h см					f см при h см				
	0	1	2	4	8	0	1	2	4	8
3	11,62	10,86	7,96	7,42	6,66	0,068	0,075	0,141	0,275	0,451
4	14,23	13,36	10,87	9,46	8,15	0,138	0,181	0,325	0,456	1,010
5	16,92	15,33	13,13	11,31	—	0,236	0,314	0,513	0,753	—
6	18,82	17,37	14,85	12,78	—	0,350	0,476	0,699	1,021	—
7	20,21	19,74	17,70	—	—	0,520	0,655	0,838	—	—
8	22,22	20,50	—	—	—	0,776	0,844	—	—	—
9	22,89	—	—	—	—	0,849	—	—	—	—

На рис. 3 показаны кривые зависимостей $q(N)$, $f(N)$ и $q(f)$ при $h = 0$. Аналогичный вид они имеют и при других значениях h .

Эти зависимости аппроксимированы степенными уравнениями

$$q = AN^{a_1}; \quad (2)$$

$$f = BN^{a_2}; \quad (3)$$

$$q = Cf^a, \quad (4)$$

коэффициенты которых найдены по данным табл. 1 с помощью метода наименьших квадратов и приведены в табл. 2. На рис. 3 штриховыми

Таблица 2

Номер опыта	A	a_1	B	a_2	C	a
1	5,798711	0,626983	0,00517199	2,363409	23,43525	0,265288
2	5,822909	0,618702	0,00561990	2,451275	21,533203	0,252400
3	2,975282	0,913584	0,0157273	2,103743	18,057593	0,234266
4	3,125762	0,791652	0,0327624	1,925678	12,743519	0,211103
5	3,080523	0,718123	0,0207499	2,802556	8,315147	0,256238

Примечание. Номера опытов соответствуют $h = 0, 1, 2, 4, 8$ см.

линиями показаны расчетные кривые, которые хорошо совпадают с экспериментальными.

Уравнения (2), (3) и (4) позволяют определить сопротивление сдвигу рельсошпальной решетки в зависимости от стрелы ее прогиба

и значение поперечной силы N , необходимой для смещения решетки на заданную величину:

$$N = B^{-\frac{1}{a_2}} f^{\frac{1}{a_2}}. \quad (5)$$

Для других типов верхнего строения пути, отличающихся от рассмотренного размерами и эпюрой укладки шпал, состоянием и размерами балластной призмы, коэффициенты уравнений (2), (3) и (4) будут иметь другие значения, однако вид зависимостей $q(N)$, $f(N)$ и $q(f)$ не изменится.

На рис. 4 приведены графики $q(h)$ при различных значениях N . При $h \leq 1$ см q уменьшается сравнительно незначительно, при $h = 1-4$ см происходит интенсивное падение силы сопротивления, при $h > 4$ см q уменьшается монотонно. Такая закономерность наблюдается для всех значений силы в исследованном диапазоне.

Оценим интенсивность уменьшения силы сопротивления от высоты подъема пути. В табл. 3 приведены процентные значения силы q , вычисленные по отношению к сопротивлению неослабленного пути.

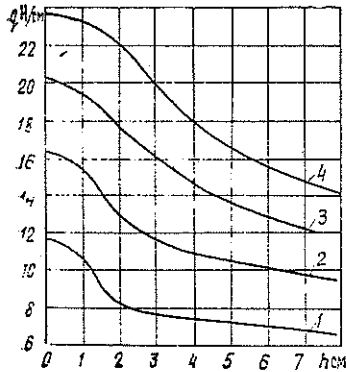


Рис. 4. Зависимость $q(h)$ при разных значениях силы N .

1 — 3 кН; 2 — 5 кН; 3 — 7 кН;
4 — 9 кН.

Таблица 3

Высота подъема, см	Процентные значения q при N кН						
	3	4	5	6	7	8	9
0	100	100	100	100	100	100	100
1	93,72	93,89	96,10	95,92	95,82	95,73	97,84
2	68,50	76,39	78,90	83,14	86,91	90,33	95,55
4	63,85	66,09	68,17	70,20	72,05	73,61	75,96
8	57,31	57,27	58,11	58,89	59,60	60,22	61,29

Во всех случаях по мере увеличения подъема пути значение силы q уменьшается, а по мере увеличения сдвигающей силы (и, соответственно, величины сдвига) — возрастает.

В качестве меры ослабления рельсошпальной решетки можно принять среднее арифметическое процентное значение силы q . Для данных табл. 3 имеем: при $h = 1$ см $q_{\text{ср}} = 95,51 \pm 1,44$ %, при $h = 2$ см $q_{\text{ср}} = 82,83 \pm 9,12$ %, при $h = 4$ см $q_{\text{ср}} = 70,02 \pm 4,33$ %, при $h = 8$ см $q_{\text{ср}} = 59,03 \pm 1,52$ %.

Полученные нами данные о характере изменения q в зависимости от h имеют другую закономерность, чем данные Н. С. Чиркова, а именно: менее интенсивное снижение q при увеличении h . Это объясняется тем, что мы оценивали силу сопротивления в зависимости от перемещения не одной шпалы, а всех шпал на длине изогнутого участка. Шпалы имеют различную высоту подъема, часть их не отрывается от балласта, поэтому среднее значение силы сопротивления сдвигу пути в поперечном направлении снижается менее интенсивно, чем для одиночной шпалы.

Результаты опытов, приведенные в статье, позволяют более объективно оценивать сопротивление пути поперечному сдвигу, так как учитывают комплексное взаимодействие элементов верхнего строения пути на всем протяжении изогнутого участка.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кустов Ф. Н. Исследование устойчивости температурно-напряженного узкоколейного пути в кривых: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1979. — 20 с. [2]. Морозов С. И., Попов М. В., Исупов И. И. Определение реактивных сил и моментов при сдвиге и изгибе рельсошпальной решетки в горизонтальной плоскости. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 6, с. 44—50. [3]. Чирков Н. С. Расчет устойчивости бесстыкового пути при подьемке домкратами. — Науч. тр./ ЦНИИ МПС, 1968, вып. 364, с. 58—76. [4]. Чирков Н. С. Экспериментальное изучение устойчивости бесстыкового пути при ремонтных работах. — Науч. тр./ ЦНИИ МПС, 1968, вып. 364, с. 32—57.

Поступила 30 января 1984 г.

УДК 630*361.9

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОКОРКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ГИБКИМИ КОРОСНИМАТЕЛЯМИ

В. К. КАРЛОВ, В. С. КОСОВ

Уральский лесотехнический институт

Для анализа окорки лесоматериалов гибкими короснимателями, определения кинематических и силовых параметров процесса и проектирования окорочных устройств с канатными вращающимися головками (КВГ) необходимо знать коэффициент сопротивления окорке k .

Величина k равна отношению силы сопротивления F движению каната при окорке к нормальной реакции N бревна на воздействие каната.

Сила F складывается из следующих составляющих: сопротивления сдвигу коры вдоль волокон по камбиальному слою или лубу; трения каната о древесину, луб, реже — кору; сопротивления разрыву коры вдоль волокон по краям пятна контакта; сопротивления деформации объема стружки коры.

Эти силы зависят от породы лесоматериалов, их температуры, влажности и толщины коры. Кроме того, на коэффициент k влияет натяжение каната, определяющее интенсивность воздействия каната на древесину при окорке.

На основе анализа кинематических и силовых параметров процесса получены аналитические выражения для определения коэффициента k и интенсивности воздействия каната q на древесину при окорке

$$k = \frac{d}{S} \operatorname{tg} \beta_c; \quad (1)$$

$$q = 2 \frac{T \cos \beta_c}{d}, \quad (2)$$

где d — диаметр лесоматериалов, м;
 β_c — максимальный угол между касательной, проведенной в точке контакта дуги каната с древесиной, и плоскостью радиального сечения бревна, рад;
 S — длина дуги контакта каната с лесоматериалом, м;
 T — усилие натяжения каната при окорке, Н.