

да $t_4 - t_2$ равны 0,03 с, координата точки расположения силы на плите $a = 0,165$ м. При таких параметрах имитируется воздействие на покрытие колеса лесовозного автомобиля МАЗ-509 в момент входа на конец плиты со скоростью около 10 м/с.

Для замены интеграла конечной суммой принята квадратурная формула трапеций при числе узлов 21. Шаг по времени Δt определяли исходя из относительной погрешности 0,002 по прогибам балки на момент t_4 , путем повторных расчетов с делением Δt на 2. Оказалось, что такая точность достаточна при $\Delta t = t_4/120$.

На рис. 1, б показаны эпюры прогибов балки $w(x, t)$, на рис. 1, в — реакций основания $p_0(x, t)$ и на рис. 1, д — изгибающих моментов $M(x, t)$ для времени t_1, t_2, t_3 и t_4 . Соответствие эпюр различным значениям t обозначено цифрами. Эпюры для p_0 показывают, на каком участке плита находится в контакте с грунтом. Фактически подъем ненагруженного конца плиты запаздывает по отношению к максимуму нагрузки и становится заметным только на момент прекращения действия силы. Эффект запаздывания наблюдается и в эпюре изгибающих моментов.

На рис. 2 приведены зависимости максимального прогиба w и максимального изгибающего момента M от времени. Здесь же пунктирной линией показан импульс силы P . О степени влияния динамического фактора можно судить по величине смещения максимумов w и M относительно максимума P .

На рис. 3 показаны зависимости максимальных w и M от t_2 при неизменной треугольной форме импульса силы. Пунктирные линии изображают графики $w = w_c$ и $M = M_c$ при действии статической сосредоточенной нагрузки $P = 50$ кН. С увеличением t_2 значения w и M асимптотически приближаются к значениям w_c и M_c .

В целом проведенные расчеты подтверждают эффективность предложенного метода, который может быть использован в проектной практике. Можно утверждать, что влияние динамического воздействия автотранспорта на покрытие существенно, и оно должно учитываться при расчете железобетонных плит. Так, при реальных скоростях движения отрицательные изгибающие моменты могут возрастать на 25% (рис. 3). Отмечено влияние увеличения динамического фактора и односторонней связи плит с основанием на реактивные напряжения, а следовательно, и на работу грунтового основания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Уваров Б. В. Воздействие подвижной нагрузки на балки, лежащие на упругом основании // Строительная механика и расчет сооружений.— 1974.— № 1.— С. 40—42. [2]. Уваров Б. В. Коровкин Р. Л. Расчет балок на упругом основании, работающих в условиях динамического нагружения // Лесн. журн.— 1970.— № 1.— С. 31—32.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 24 января 1991 г.

УДК 625.142.212.001.24

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ШПАЛ УЗКОЙ КОЛЕСИ

А. П. ЕЛИСЕЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Существующие методы расчета шпал [2] разработаны в предположении, что их нижняя постель соприкасается с балластом во всех ее

точках. Однако на практике это условие не выполняется. При действии поездной нагрузки возникают как упругие, так и остаточные деформации балласта, происходит его уплотнение, сопровождающееся выжиманием балластного материала из-под шпалы [3]. В результате на отдельных участках образуются зазоры (пустоты).

Наличие пустот было установлено рядом исследователей при изучении работы шпал широкой колеи, например М. П. Бассарским [1], который проводил испытания деревянных шпал на стенде.

В настоящей работе приведены результаты опытов по определению плотности прилегания шпал к песчаному балласту на железных дорогах узкой колеи для сравнительной оценки работоспособности шпал длиной 150 и 180 см.

При определении плотности прилегания нижней постели шпал к балласту и величины зазора М. П. Бассарский разработал специальное приспособление — пустотомер. Аналогичная конструкция была использована нами при измерении зазоров между нижней постелью шпал узкой колеи и балластом. Общий вид пустотомера показан на рис. 1. Он состоит из штока длиной 185 мм, диаметром 8 мм, который проходит через отверстие в шпале диаметром 9 мм. На штоке закреплен диск диаметром 40 мм. Верхняя поверхность его плоская, а нижняя — сферическая радиусом 200 мм. Сферической поверхностью диск опирается на балласт. При укладке шпалы шток поднимают вверх и фиксируют установочным винтом, проходящим через муфту.

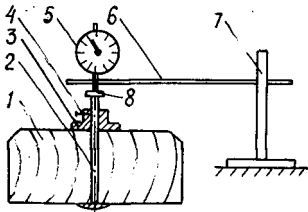


Рис. 1. Схема пустотомера: 1 — шпала; 2 — шток со сферическим диском; 3 — муфта; 4 — установочный винт; 5 — индикатор часового типа; 6 — держатель индикатора; 7 — штатив; 8 — плоский диск

Зазор между нижней постелью шпалы и поверхностью балласта замеряют с помощью индикатора часового типа с переносным держателем. Шток индикатора упирается в плоский диск диаметром 20 мм.

На каждой шпале было установлено 11 пустотомеров, расположение которых по длине шпалы показано на рис. 2. Их части, выступающие над шпалами, во избежание случайных повреждений закрывали металлическими скобками (на рис. 1 не показаны) шириной 40 мм, которые закрепляли на шпале двумя шурупами.

Испытания проводили на прямом участке магистрали Лавельской УЖД ТПО Архангельсклеспром. На участке были уложены два звена из рельсов Р24 длиной 8 м. Шпалы деревянные, прямоугольные. Их ширина — 22 см, толщина — 12 см, длина на одном из звеньев — 150 см, на втором — 180 см. В обоих случаях в звене 11 шпал, расстояние между их осями 70 см. Шпалы, оборудованные пустотомерами, укладывали в середине каждого звена.

При подготовке опытного участка сначала убирали старые рельсы и шпалы, а также балласт на всю ширину балластного слоя «заподлицо» с нижней постелью шпал. Затем вскапывали грунт на глубину 16, 18 см, тщательно его разравнивали, укладывали новые шпалы, пришивали рельсы и устанавливали накладки. Подъемку пути, подштопку шпал и оправку балластной призмы выполняла бригада дорожных рабочих по обычной технологии.

При укладке опытных шпал проверяли плотность прилегания их нижней постели к балласту. При отсутствии зазоров штоки с дисками подтягивали к шпалам и закрепляли установочными винтами. Для того чтобы обеспечить постоянное соприкосновение шпал с балластом, костыли на этих шпалах наддергивали.

Измерения проводили периодически в течение 24 дн. после пропускания по участку определенного тоннажа. Для этого последовательно ослабляли штоки и с помощью индикатора определяли их перемещение вниз с точностью $\pm 0,01$ мм. Оно равнялось зазору между нижней постелью шпалы и поверхностью балласта в данном сечении. По окончании замеров штоки перемещали в крайнее верхнее положение и снова фиксировали установочными винтами.

За весь период было выполнено 17 циклов наблюдений. Данные по некоторым из них приведены в таблице. На рис. 2 показаны эпюры поверхности балластного слоя под шпалами.

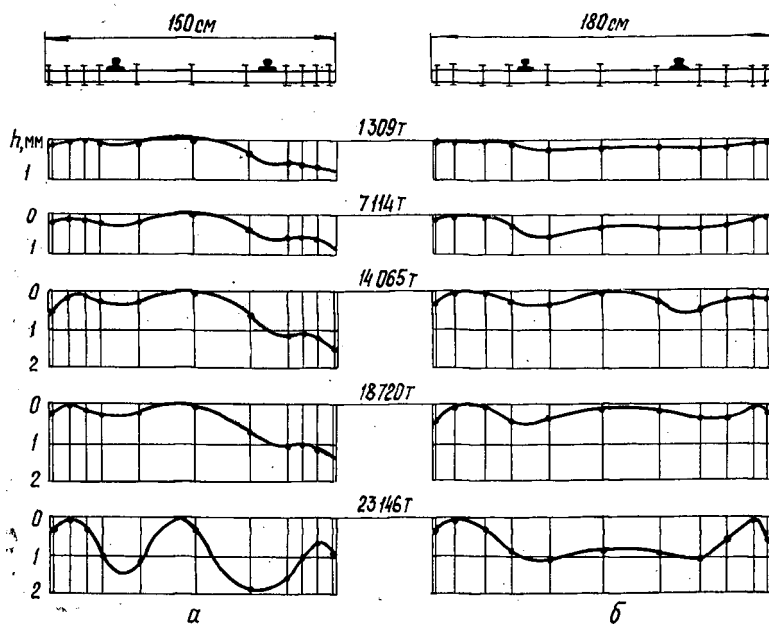


Рис. 2. Результаты измерения зазоров (h) в балласте под нижней постелью шпал длиной 150 см (а) и 180 см (б)

Масса (брутто) провезенного груза, т	Средний зазор, мм		$\frac{h_0^{180}}{h_0^{150}} 100, \%$	$\frac{h_p^{180}}{h_p^{150}} 100, \%$	Зазор посередине шпалы h_c , мм	$h_p - h_c$, мм	$\frac{h_p^{150} - h_c^{150}}{h_p^{180} - h_c^{180}}$	$h_p - h_o$, мм
	под концами шпал h_o	в под рельсовом сечении h_p						
1 309	0,00	0,20	0,0	43,5	0,17	0,03	15,3	0,20
	0,49	0,46						
7 114	0,03	0,45	5,3	91,8	0,30	0,15	5,0	0,42
	0,57	0,49						
14 065	0,32	0,54	30,5	69,2	0,10	0,44	1,8	0,22
	1,05	0,78						
18 720	0,32	0,41	33,0	59,4	0,19	0,22	2,8	0,09
	0,97	0,69						
23 146	0,61	1,12	115,1	66,7	0,84	0,28	6,3	0,51
	0,53	1,68						

Примечание. В числителе — данные для шпал длиной 180 см, в знаменателе — 150 см.

Результаты измерений позволяют сделать следующие выводы.

1. Поверхность балластного слоя под шпалой имеет сложное очертание, что объясняется значительным прогибом шпал и характером их опирания на балласт в процессе нагрузки — разгрузки. Во всех случаях ярко выражен «бугорок перекатывания», впервые обнаруженный М. П. Бассарским [1].

2. Очертания поверхности балластного слоя и положение коротких и длинных шпал на балласте различны. После снятия нагрузки корот-

кие шпалы опираются на балласт серединой и одним из концов, длинные в основном обоими концами. Следовательно, шпалы длиной 180 см более устойчивы в балластном слое, чем шпалы длиной 150 см. «Бугорок перекатывания», так же как и под шпалами широкой колеи, перемещается то вправо, то влево. Концы шпал на длине 7...10 см в процессе полной загрузки не работают, так как в момент нагружения балласт из-под них выдавливается.

3. По мере увеличения циклов нагрузки зазоры между нижней постелью коротких шпал и поверхностью балластного слоя развиваются преимущественно от подрельсового сечения к одному из концов, а длинных — к середине. Наиболее характерен в этом отношении последний замер, выполненный при отрицательных температурах воздуха.

4. Интенсивность нарастания зазоров у длинных шпал значительно меньше, чем у коротких. У первых средний зазор в подрельсовом сечении составляет 40...70 %, а под концами не более 33 % от зазоров под шпалами 150 см, кроме последнего цикла измерений. При этом увеличение зазоров в подрельсовом сечении на одном из концов короткой шпалы приводит к смещению точки соприкосновения нижней постели с балластом от середины к противоположному концу. По-видимому, данное обстоятельство свидетельствует об интенсивном увеличении перекоса пути.

5. Форма поверхности балластного слоя под шпалой влияет на распределение напряжений в балласте и на нарастание остаточных осадок. За величину относительной стабильности линии поверхности балластного слоя под шпалой примем разность зазоров в подрельсовом сечении и середине шпалы ($h_p - h_c$), а также в подрельсовом сечении и на конце шпалы ($h_p - h_0$). Полученные данные показывают, что с увеличением длины шпал значение $h_p - h_c$ уменьшается, а соотношение $h_p - h_c$ для шпал длиной 150 и 180 см изменяется приблизительно от 2 до 15, в то время как площадь опирания шпал увеличивается всего в 1,2 раза.

У коротких шпал концы опускаются в среднем больше, чем подрельсовые сечения. Существенно то, что у коротких шпал изменяется не только разность зазоров $h_p - h_0$, но и знак, что указывает на большую неравномерность напряжений по их длине.

6. Уменьшение абсолютных значений зазоров и интенсивности их нарастания, а также более равномерное распределение зазоров по длине шпал размером 180 см замедляет расстройство пути и увеличивает сроки между подъемочными ремонтами, а следовательно, приводит к сокращению затрат при эксплуатации и ремонте узкоколейных дорог.

Таким образом, для лесовозных УЖД длину шпал 150 см нельзя считать оптимальной.

В целях подбора размеров поперечного сечения и длины шпал, которые наилучшим образом обеспечивали бы стабильность верхнего строения пути, необходимо провести более широкие исследования на основе изложенной методики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бассарский М. П. Влияние размеров шпал на их работу // Вестн. ВНИИЖТ.—1965.—№ 2.—С. 41—47. [2]. Буторин Н. Н., Елисеев А. П. Узкоколейная шпала на упругом полупространстве // Лесн. журн.—1987.—№ 1.—С. 47—50.—(Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Вериго М. Ф. К вопросу о процессе уплотнения балластного слоя железнодорожного пути повторной нагрузкой // Вестн. ВНИИЖТ.—1959.—№ 2.—С. 51—53.

УДК 630*31 : 33

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ХЛЫСТОВ В ТРЕЛЮЕМОЙ ПАЧКЕ

В. А. ФРОЛОВ, Н. А. ЖУРАВЛЕВ

Кавказский филиал ЦНИИМЭ

Известно, что производительность механизмов на трелевке зависит от рейсовой нагрузки, определяемой крупномерностью древостоя и числом хлыстов в пачке.

Общее время сбора пачки хлыстов определяется скоростью чоковок. В горных условиях ее выполняют вручную. Хронометражные наблюдения показывают, что время, затрачиваемое на прицепку каждого последующего хлыста, как правило, возрастает. Это связано с необходимостью протаскивания сборочного каната через кольца чоковок (масса протаскиваемого каната возрастает) и увеличением расстояния перехода от хлыста к хлысту, связанным с преодолением препятствий на лесосеке.

Среднее расстояние между деревьями l зависит от густоты древостоя и с достаточной точностью может быть найдено по формуле

$$l = \sqrt{10000V/W}, \quad (1)$$

где V — средний объем хлыста, м³;
 W — ликвидный запас древесины на 1 га, м³.

Отношение W/V определяет число деревьев на 1 га. При изменении этого числа от 500 до 100 шт. величина l находится в диапазоне от 2,5 до 10,0 м. Следовательно, время перехода от хлыста к хлысту зависит и от среднего объема хлыста.

На основании данных многочисленных хронометражных наблюдений, выполненных в Кавказском филиале ЦНИИМЭ*, получено уравнение регрессии с погрешностью до 5 %, найденной по критерию согласия Фишера при доверительной вероятности 0,95:

$$t_n = 129,6 - 1,28d + 4,04G + 0,102\theta + 0,015dG, \quad (2)$$

где t_n — время прицепки 1 м³ трелюемой древесины;
 d — диаметр дерева на высоте груди, см;
 G — рейсовая нагрузка, м³;
 θ — уклон лесосеки, град.

Время t , затрачиваемое на сбор, прицепку и отцепку пачки хлыстов, зависит от числа деревьев в пачке n (рис. 1).

Производительность трелевочного механизма N , выраженную числом хлыстов (деревьев), перемещаемых за 1 ч, можно определить по формуле

$$N = 60n/t_n, \quad (3)$$

* Обобщить результаты научных исследований в части ведения горных лесозаготовок, имея в виду создание теоретической базы для принятия обоснованных решений по горной проблеме и повышения уровня технических и технологических разработок: Отчет о НИР/КФ ЦНИИМЭ; Руководитель М. Г. Лютенко.— Краснодар, 1987.— 72 с.