

СССР — МПС

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

аспирант ЖИЛИН Геннадий Кириллович

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПОДРЕЛЬСОВОГО
ОСНОВАНИЯ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА
ТИПА Р 65 МАРКИ 111 С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ
БРУСЬЯМИ ПРИ СКОРОСТЯХ
ДВИЖЕНИЯ ДО 160 км/ч.

(05.22.06 — железнодорожный путь)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

(диссертация на русском языке)

Днепропетровск
1973

НТБ
ДНУЖТ

СССР — МПС
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

аспирант ЖИЛИН Геннадий Кириллович

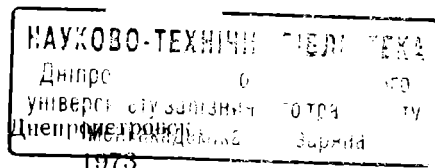
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПОДРЕЛЬСОВОГО ОСНОВАНИЯ
СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА ТИПА Р65 МАРКИ 1/11
С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ БРУСЬЯМИ ПРИ СКОРОСТЯХ
ДВИЖЕНИЯ ДО 160 км/ч.

(05.22.06 — железнодорожный путь)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

(диссертация на русском языке)



НТБ
ДНУЖТ

Работа выполнена в Днепропетровском институте инженеров железнодорожного транспорта.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор **М. А. Фришман.**

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор **В. Ф. Яковлев,**

кандидат технических наук **Н. П. Путря.**

Ведущая организация:

служба пути **Северо-Кавказской** железной дороги.

Автореферат разослан « » октября 1973 г.

Защита диссертации состоится 13 декабря 1973 года на заседании Ученого совета Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзыв просим направлять в двух экземплярах по адресу: г. Днепропетровск, 10, Университетская, 2, ДИИТ, НИС.

Ученый секретарь Совета
доцент

Л. Н. Лебединец.

НТБ
ДНУЖТ

I. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971 — 1975 гг. предусматривается дальнейшее усиление верхнего строения пути. При этом особое внимание уделяется широкому применению железобетона в конструкции подрельсовых оснований, как в обычном пути, так и на стрелочных переводах.

Применение железобетонных подрельсовых оснований существенно улучшает эксплуатационные качества переводов. В связи с этим в нашей стране развернуты исследовательские работы по созданию и совершенствованию стрелочных переводов с железобетонными основаниями.

Первыми конструкциями такого рода были стрелочные переводы типа Р50 марки 1/11 на железобетонных плитах, уложенные в путь в 1961 — 1962 гг.

С 1965 г. началась опытная укладка более совершенных переводов типа Р65 марки 1/11 с плитным основанием.

Опыт эксплуатации стрелочных переводов с железобетонными плитами показал перспективность этой конструкции. Она обеспечивает стабильное состояние рельсовой колеи в плане и профиле при минимальных эксплуатационных затратах. Особенно ценное свойство плит — защита балласта от засорителей.

Вместе с тем, железобетонные плитные основания имеют недостатки. Это, прежде всего, сложность технологии укладки, требующей специальной подготовки основания под плиты. В условиях эксплуатации технически несовершенной является выправка пути методом подсыпки. Эта работа практически не поддается механизации. Ограничивают сферу применения плит и их сравнительно высокая стоимость.

От недостатков плитного основания в значительной степени свободно основание с железобетонными брусьями. Они имеют меньшую стоимость, более просты в укладке и допускают механизированную технологию выправки пути способом подбивки.

Конструкция такого подрельсового основания, разработанная Гипропромтрансстроем для стрелочных переводов типа Р65 марки 1/11, была уложена на отечественных дорогах в 1970 — 1971 гг. Она и является объектом настоящего исследования.

Металлические части перевода запроектированы Проектно-конструкторским бюро ЦП МПС. Стрелочный перевод предназначен для движения со скоростями до 160 км/ч. по прямому пути и до 40 км/ч. по боковому направлению.

Подрельсовое основание нового перевода (рис. 1) включает 81 брус длиной от 2,75 м до 5,25 м. На переводе применено скрепление по типу КБ.

Перевод с железобетонными брусками является существенно новой конструкцией, которая исследуется в нашей стране впервые. Для постановки задач по ее изучению представляют интерес выполненные работы по другим путевым конструкциям с применением железобетона.

Большой вклад в исследование работы железобетонных оснований внесли советские ученые: Г. М. Шахунянец, М. Ф. Вериги, С. П. Першин, М. А. Фришман, А. Ф. Золотарский, В. В. Серебренников, И. В. Амеличев, Б. А. Евдокимов, Ю. Д. Волошко, В. Ф. Барабошин, В. С. Лысюк и др. Необходимо отметить также широкие теоретические исследования, направленные на совершенствование расчета элементов стрелочных переводов и, в частности, их подрельсовых оснований, проведенные в ЛИИЖТе С. В. Амелиным, В. Ф. Яковлевым, И. И. Семеновым и другими учеными. Ряд интересных работ в этом направлении выполнили в ЦНИИ Н. Н. Путря и Л. Т. Крысанов.

Из зарубежных исследований известны работы, которые выполнили Ф. Бирманн, К. Клюгер, В. Генн, Э. Шмидт и др.

При исследовании нового перевода с железобетонными брусками нами были поставлены следующие задачи.

1. Изучить теоретически и экспериментально работу основных элементов подрельсового основания и рельсов под нагрузкой.

2. На основе материалов исследования дать оценку новой конструкции, рекомендации по условиям движения поездов и направлениям дальнейшего совершенствования перевода с железобетонными брусками.

Диссертация содержит введение и четыре главы.

В первой главе описывается состояние вопроса и формулируются задачи исследования.

Вторая глава представляет теоретическое исследование работы подрельсового основания. В ней изучаются особенности динамики

взаимодействия пути и подвижного состава в различных зонах перевода, силы, действующие на брусья, напряженное и деформируемое состояние рельсов и подрельсового основания под нагрузкой. Анализируются также характеристики жесткости пути и подрельсового основания.

В третьей главе дается анализ экспериментальных измерений по вопросам, которые исследовались в теоретической части.

В четвертой главе приводятся общие выводы и предложения.

Рассмотрим содержание диссертации по ее главам.

Г Л А В А II.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ПОДРЕЛЬСОВОГО ОСНОВАНИЯ

Для исследования работы подрельсового основания весь перевод был разбит на четыре участка, имеющие характерные особенности взаимодействия пути и подвижного состава и устройства железобетонного основания.

А именно:

I — участок стрелки с брусьями длиной $2,75 \div 3$ м.

II — соединительная часть перевода, включающая брусья длиной $3,25 \div 4$ м.

III — участок крестовины и контррельсов с брусьями длиной $4,25 \div 4,5$ м.

IV — путь за крестовиной, где расположены брусья длиной $4,75 \div 5,25$ м.

На каждом из участков определялись силы, действующие на брусья, при различных реально возможных характеристиках основания. В частности, значение модуля упругости варьировались от 500 кг/см^2 до 1500 кг/см^2 . Для исследования сил была разработана методика расчета с учетом особенностей устройства перевода в различных зонах.

Особое внимание было уделено изучению особенностей взаимодействия пути и подвижного состава на I и III участках, где имеются геометрические неровности пути по стрелке и крестовине.

Для изучения дополнительных динамических сил, возникающих в указанных зонах, было проведено исследование динамики взаимодействия пути и подвижного состава методами электрического моделирования. Для этого использовались АЭВМ типа МН-7 и Аналог 1 Р в качестве расчетной нагрузки был выбран тепловоз ТЭП-60, как характерный тип скоростного экипажа.

Система экипаж — путь для целей исследования была представлена в виде механической системы, изображенной на рис. 2. Обозначения элементов приведены на чертеже.

Колебания представленной механической системы могут быть описаны следующими дифференциальными уравнениями

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 \ddot{y}_1 - P_2 + P_1 = 0 \\ m_2 \ddot{y}_2 + P_2 - P_3 = 0 \\ m_3 \ddot{y}_3 - P_4 + P_3 - P_5 = 0 \\ m_4 \ddot{y}_4 + P_4 - P_5 = 0 \\ m_5 \ddot{y}_5 + P_5 = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = k_1 y_1 + a_1 \dot{y}_1 \\ P_2 = k_2 (y_2 - y_1) + a_2 (\dot{y}_2 - \dot{y}_1) \\ P_3 = k_3 (y_3 - y_2 - \eta) + a_3 (\dot{y}_3 - \dot{y}_2 - \dot{\eta}) \\ P_4 = k_4 (y_4 - y_3) + a_4 (\dot{y}_4 - \dot{y}_3) \\ P_5 = k_5 (y_5 - y_3) + a_5 (\dot{y}_5 - \dot{y}_3) \\ P_6 = k_6 y_4 + a_6 \dot{y}_4 \end{array} \right. \quad (2)$$

Для решения приведенных уравнений на АЭВМ были составлены соответствующие машинные уравнения и получены численные решения для различных исходных параметров расчета.

Исследование по силам было проведено для трех различных реально возможных значений модуля упругости подрельсового основания (U) А именно: 500 кг/см², 1000 кг/см² и 1500 кг/см². При этом варьировались скорости движения, а также расстояние между осями брусьев. Многовариантные расчеты производились на ЭЦВМ «Наири-1». Основные результаты расчетов приведены в табл. 1.

Используя полученные результаты по силам, действующим на орусья, можно определить напряженное и деформированное состояние брусьев, балласта и земляного полотна. В диссертации изучались различные случаи работы брусьев в реальных условиях. В качестве основной рассматривалась расчетная схема, когда брусья равномерно (без зазоров) по всей длине опираются на одинаково уплотненный балласт, упругие свойства которого характеризуются коэффициентом постели С (рис. 3, а).

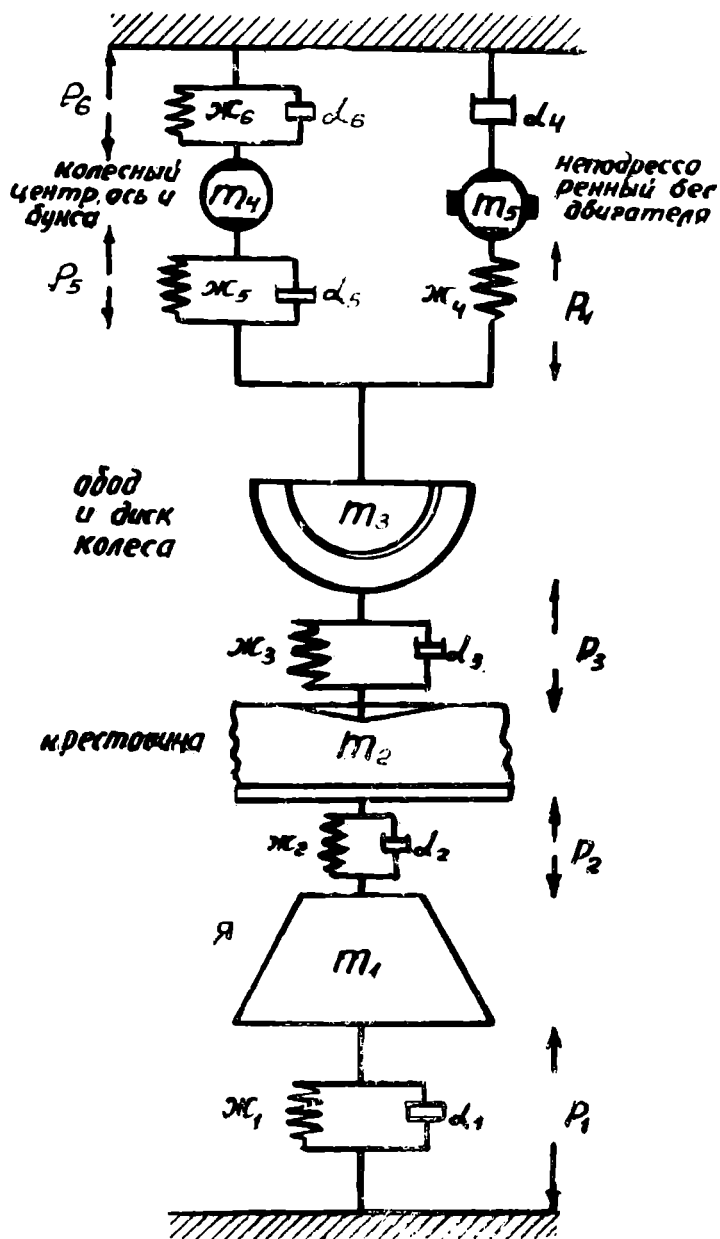


Рис. 2

Таблица 1.

α_0	V	Сила, действующая на брус— $Q_{\max}^{\text{вер}}$ в т.											
		Участок крестовины при ее износе:						Участок стрелки			Соедин. часть, путь за крестовиной		
		нулевом			3 ÷ 4 мм			U, кг/см ²			U, кг/см ²		
		U, кг/см ²			U, кг/см ²			U, кг/см ²			U, кг/см ²		
		500	1000	1500	500	1000	1500	500	1000	1500	500	1000	1500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
53	40	4,2	5,2	6,0	4,4	5,4	6,4	4,2	5,5	6,2	3,6	4,4	5,0
	80	5,8	7,0	8,4	7,3	8,8	10,6	6,2	8,0	8,8	4,3	5,4	6,3
	120	7,4	9,1	10,8	9,2	11,4	13,4	7,5	10,0	11,0	5,0	6,5	7,8
	160	9,8	11,2	13,6	11,2	13,3	15,5	9,9	13,0	15,0	5,8	7,8	9,4
60	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,5	5,4	6,3
	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,3	6,9	8,2
	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,4	8,5	10,2
	160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,6	10,2	12,5
70	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,2	6,6	7,7
	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,6	8,6	10,2
	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,0	10,7	12,9
	160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,6	13,1	15,9

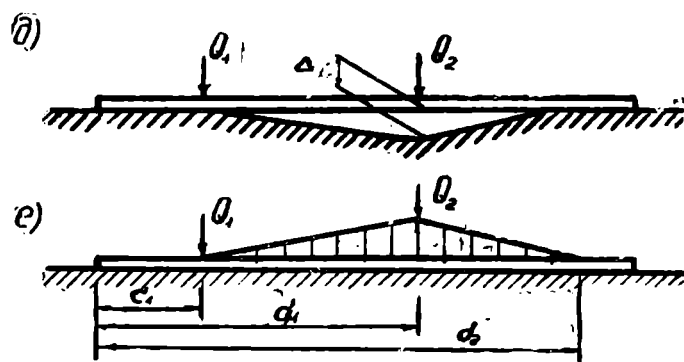
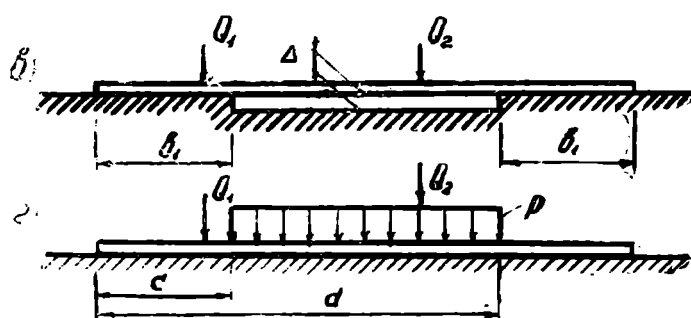
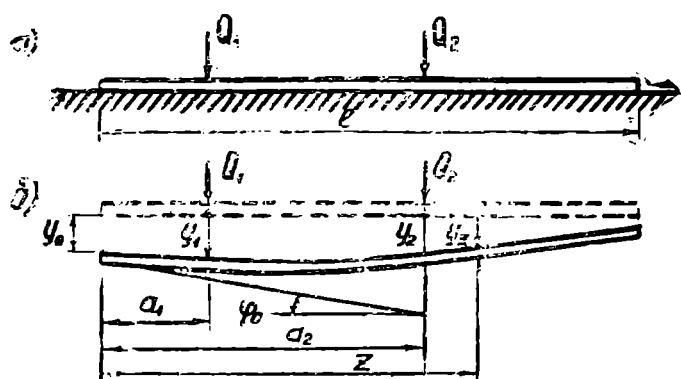


Рис. 3

НТБ
ДНУЖТ

В наших расчетах C варьировалось от $2,5 \text{ кг/см}^3$ до 20 кг/см^3 . Дополнительно изучалась схема неравномерного опирания брусьев на балласт, когда между подошвой бруса и балластом имеются зазоры (Δ) различной конфигурации (рис. 3, в и 3, д).

В теоретических исследованиях брус представлялся как балка, опертая на винклеровское основание и нагруженная силами Q_1 и $Q_2 = \gamma Q_1$ соответственно от крайней и средней рельсовой пути перевода. Для расчетов использовался метод начальных параметров, предложенный проф. Н. П. Пузыревским и далее разработанный акад. Н. А. Крыловым, проф. Г. Д. Дутовым и проф. А. А. Уманским.

Применительно к рассматриваемой схеме автором получены следующие выражения для прогибов (y_z) и изгибающих моментов (M_z) в сечении с абсциссой z .

Для случая равномерного опирания (рис. 3 а, б)

$$y_z = y_0 A_z + L \varphi B_z + \frac{Q_1 L^3}{EI} (D_{z-a_1} + \gamma D_{z-a_2}) \quad (3)$$

$$M_z = u L^2 y_0 C_z + u L^3 \varphi_0 D_z - Q_1 L (B_{z-a_1} + \gamma B_{z-a_2}) \quad (4)$$

Здесь: L — коэффициент относительной жесткости бруса и упругого основания

$$L = \sqrt[4]{\frac{4E_6 I_{6p}}{u}} \quad (5)$$

$u = C\vartheta$ — погонная жесткость основания под брусом;
 C — коэффициент постели, ϑ — ширина основания бруса;
 E_6 и I_{6p} — модули упругости бетона и момент инерции бруса;
 y_0 , φ_0 — начальные параметры, а именно прогиб, угол поворота в сечении бруса, где $z = 0$.

Коэффициенты A , B , C , D с соответствующими индексами определялись по формулам

$$A_z = \frac{1}{2} (e^{\xi} - e^{-\xi}) \cos \xi \quad (6)$$

$$B_z = \frac{1}{4} \left[(e^{\xi} + e^{-\xi}) \sin \xi + (e^{\xi} - e^{-\xi}) \cos \xi \right] \quad (7)$$

$$C_z = \frac{1}{4} (e^{\xi} - e^{-\xi}) \sin \xi \quad (8)$$

$$D_z = \frac{1}{8} \left[(e^{\xi} + e^{-\xi}) \sin \xi - (e^{\xi} - e^{-\xi}) \cos \xi \right] \quad (9)$$

Здесь e — основание натуральных логарифмов;
 ξ — приведенная абсцисса.

$$\xi = \frac{z}{l} \quad (10)$$

Для y и φ_z получены следующие зависимости

$$y = \frac{Q_1}{uL} \frac{C_1(B_{l-a_1} + \gamma B_{l-a_2}) - D(A_{l-a_1} + \gamma A_{l-a_2})}{(C_1^2 - B_1 D_1)} \quad (11)$$

$$\varphi_z = \frac{Q_1}{uL^2} \frac{C_1(A_{l-a_1} + \gamma A_{l-a_2}) - B_1(B_{l-a_1} + \gamma B_{l-a_2})}{(C_1^2 - B_1 D_1)} \quad (12)$$

Для расчетов в случае неравномерного опирания бруса на балласт, была применена схема, где наличие зазора учитывается приложением эквивалентной нагрузки интенсивностью $p = f(z)$. В расчетах полагается, что под нагрузкой зазор Δ полностью реализуется. В каждом сечении с абсциссой z интенсивность $p = C \Delta \theta$, где Δ — численное значение зазора между брусом и балластом в данном сечении, θ — ширина основания бруса (рис. 3 в-е). При расчетах по указанной схеме изгибающий момент (M'_z) в сечениях с абсциссой z и прогиб в том же сечении (y'_z) определялись по формуле

$$y'_z = y_z + \frac{L^3}{EI} \int_c^d p D_{z-a} dz \quad (13)$$

$$M'_z = M_z - L \int_c^d p B_{z-a} dz \quad (14)$$

Здесь y_z и M_z определяются по формулам (5, 6), последние члены выражают действие погонной нагрузки интенсивностью p , приложенной на участке длиной: от сечения с абсциссой c до сечения с абсциссой d . Следует заметить, что при определении y_z и M_z в формулах (13) и (14) значения y_0 и φ определяются с учетом действия погонной эквивалентной нагрузки. В реферируемой работе автором получены развернутые выражения для y_0 , φ_0 и y'_2 и M'_2 для различных участков длины бруса и различных конфигураций зазоров.

Используя полученные зависимости был составлен алгоритм и программа многовариантных расчетов брусьев на ЭЦВМ «Наири» для получения эпюр изгибающих моментов, прогибов брусьев и значений модуля упругости основания U при различных значениях коэффициента постели C .

Анализ результатов расчета показал, что прочность брусьев обеспечивается при всех значениях C от $2,5 \text{ кг/см}^3$ до 20 кг/см^3 .

Допустимые нагрузки в t по условиям прочности при равномерном опирании брусьев на балласт приведены в табл. 2.

Таблица 2

$U \text{ кг/см}^2$	Допустимая нагрузка $[Q]$ по брусьям длиной		
	2,75—3,0 м	3,25—3,50 м	3,75—5,25 м
250	12,8	12,4	11,1
500	13,2	12,9	12,0
1000	14,0	13,6	13,6
1300	14,8	14,4	14,5
1700	15,4	14,8	15,3

Сравнивая допускаемую нагрузку $[Q]$ с данными табл. 1 можно заметить, что по участкам II и IV имеются резервы прочности.

Исследование напряжений (σ^6) в балласте показало, что численные их значения не превышают допустимых в широком диапазоне изменения модуля упругости от 500 до 1500 кг/см^2 . Численные их значения для разных скоростей движения тепловоза ТЭП-60 приведены в табл. 3.

Таблица 3

V км/ч	b по участкам при U от 500 до 1500 кг/см ²			
	Участок крестовины		Участок стрелки	Участки II и IV
	0 мм	3—4 мм		
40	1,05 ÷ 1,50	1,1 ÷ 1,61	1,13 ÷ 1,42	0,81 ÷ 1,14
80	1,45 ÷ 2,1	1,84 ÷ 2,68	1,63 ÷ 2,08	0,97 ÷ 1,44
120	1,85 ÷ 2,70	2,5 ÷ 3,2	2,11 ÷ 2,64	1,14 ÷ 1,76
160	2,5 ÷ 3,4	2,8 ÷ 3,9	2,6 ÷ 3,56	1,33 ÷ 2,14

Напряжения на основной площадке также не превосходят допускаемых в абсолютном большинстве случаев. Однако на участке стрелки и крестовины при движении с максимальной скоростью напряжения на основной площадке могут превышать допустимые.

В диссертации проведено исследование по модулю упругости подрельсового основания. Изучена зависимость модуля упругости от коэффициента постели С, проанализировано его изменение по длине стрелочного перевода в связи с эпюрой расположения брусьев.

Минимальные (U_{\min}) и максимальные (U_{\max}) значения модуля упругости по длине перевода и средние его значения по крайней ($\bar{U}_{\text{кр}}$), средней ($\bar{U}_{\text{ср}}$) рельсовым нитям, а также среднее значение модуля в целом по переводу (\bar{U}) приведены в табл. 4.

Таблица 4

Коэффиц. постели С кг/см ³	По крайней нити			По средней нити			\bar{U}
	U_{\min}	U_{\max}	$\bar{U}_{\text{кр}}$	U_{\min}	U_{\max}	$\bar{U}_{\text{ср}}$	
2,5	200	220	200	200	300	280	250
5,0	400	430	400	400	550	525	470
10,0	800	870	825	860	1170	1100	970
15,0	1100	1200	1170	1200	1550	1500	1300
20,0	1500	1700	1600	1500	1900	1850	1700

Как показало исследование, при равномерном опирании брусьев на балласт изменение модуля упругости по длине перевода происходит достаточно плавно и благоприятно для динамики взаимодействия пути и подвижного состава.

В целом теоретическое исследование работы подрельсового основания позволяет дать высокую оценку прочностным качествам этой конструкции. Некоторое улучшение ее целесообразно в зоне крестовины, где необходимо снизить динамическое воздействие на путь помощью прокладок повышенной упругости.

Г Л А В А III

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ РЕЛЬСОВ И ПОДРЕЛЬСОВОГО ОСНОВАНИЯ

С целью изучения работы нового перевода под подвижной нагрузкой ДИИТом под руководством проф. М. А. Фришмана и при участии автора были проведены комплексные испытания перевода и наблюдения за ним в условиях эксплуатации в течение двух лет.

Динамические испытания перевода проводились с помощью специально сформированного опытного поезда, в состав которого входили: два тепловоза ТЭП-60, два четырехосных полувагона, один шестиосный и один восьмиосный полувагон и пассажирский купейный вагон.

В процессе испытаний скорость поезда доводилась при движении по прямому направлению до 160 км/ч, по боковому до 60 км/ч. При скорости движения свыше 120 км/ч грузовые вагоны из состава исключались.

Были выполнены измерения:

- 1) жесткости пути в различных сечениях перевода;
- 2) кромочных напряжений в рамных рельсах, остриях, рельсах соединительной части перевода;
- 3) вертикальных сил, действующих на брусья в соединительной части перевода и в зоне крестовины;
- 4) перемещений брусьев и напряжений в них;
- 5) ускорений крестовины, брусьев, балласта и другие измерения.

Измерения жесткости пути проводились также через год после испытаний (после пропуска 60 млн. т. бр. груза по переводу). Второй комплекс измерений отличался большей полнотой. Была усовершенствована техника измерений, благодаря чему жесткость пути измерялась во всех зонах перевода, в том числе на участке крестовины. По данным измерений жесткости пути расчетным путем определялись значения модуля упругости подрельсового основания.

Последовательно с опытным переводом для сравнения данных измерений был уложен обычный перевод с деревянными брусьями,

с аналогичной конструкцией металлических частей. Здесь измерялись напряжения в рельсах и жесткость пути в нескольких сечениях.

Наблюдения за работой опытной конструкции в условиях эксплуатации проводились по трем переводам с железобетонными брусьями, уложенными на участках с различной грузонапряженностью: от 5 до 70 млн. т. бр. на км в год. В программу наблюдений входило: периодические нивелировки перевода по головке рельсов и по верху брусьев, измерение ширины колеи и положения рельсов по уровню, осмотр всех элементов перевода и другие измерения.

Анализ экспериментальных данных измерений по модулю упругости показал следующее.

В реальных условиях среднее значение модуля упругости по переводу (по данным последних измерений) составляет 450 кг/см^2 в интервале загрузки 4—8 т и 560 кг/см^2 в интервале 8—12 т. Среднее значение \bar{U} во втором интервале выше на 25 проц., чем в первом.

Как показал анализ статистической обработки измерений по модулю упругости, распределение последних подчиняется закону Гаусса. Учитывая это обстоятельство, были рассчитаны максимальные вероятные значения модуля упругости в интервалах 4—8 т и 8—12 т.

Они составляют соответственно $U_{\text{max}}^{\text{вер}} = 800 \text{ кг/см}^2$ и 920 кг/см^2 .

Сравнение данных последних измерений по модулю упругости и первых, полученных в период испытаний, показывает, что по мере уплотнения балласта под действием подвижной нагрузки происходит некоторое увеличение U . Так, по данным первых измерений среднее значение модуля упругости составляло в интервалах загрузки 4—8 т и 8—12 т соответственно 368 кг/см^2 и 496 кг/см^2 . По данным вторых измерений в тех же интервалах значение U выше на 25 проц. в первом интервале и на 11 проц. во втором.

Напряжения ($U_{\text{max}}^{\text{вер}}$) в рельсах на стрелочном переводе с железобетонными брусьями во всех зонах, кроме зоны стрелки, составляют от 480 до 950 кг/см^2 в рассматриваемом диапазоне изменения скоростей. В левом рамном рельсе в зоне геометрической неровности стрелки наибольшее значение $U_{\text{max}}^{\text{вер}}$ получено равным 1670 кг/см^2 . Во всех случаях напряжения в рельсах опытного перевода не превосходили допускаемых и находились примерно на том же уровне, что и на контрольном переводе.

Вертикальные силы, действующие на брусья, в большинстве

случаев значительно меньше допустимых по условиям прочности брусев.

В соединительной части перевода наибольшие значения максимальных вероятных сил, действующих на брусья, от средней нити получены $Q_{\max}^{\text{вер}} = 4,2 \text{ т}$; от крайней — $10,5 \text{ т}$.

Наиболее высок уровень сил, действующих на брусья в зоне крестовины. Здесь по отдельным силомерам получено $Q_{\max}^{\text{вер}} = 20,8 \text{ т}$

Однако, как показал анализ, действие такой силы носит импульсный характер. В процессе деформации бруса происходит более благоприятное распределение нагрузки между брусьями и значение силы Q действующей на каждый брус резко падает. Усредненные данные по группе силомеров, установленных под крестовиной, свидетельствуют о том, что максимальное вероятное значение силы, действующей

на брус, в среднем не превышает $Q_{\max}^{\text{вер}} = 10,2 \text{ т}$. Для снижения импульсного действия динамических сил и более благоприятной передачи нагрузок на брусья в зоне крестовины желательно применить упругие прокладки повышенной упругости.

Работа железобетонных брусев в условиях эксплуатации в большинстве случаев соответствовала схеме неравномерного опирания на балласт. В связи с этим наблюдались закономерности в напряженном и деформированном состоянии брусев, которые описаны в теоретической части. При неравномерном опирании, как показал анализ деформаций брусев, по концам брусев может возникать зона значительного уплотнения балласта. Коэффициент постели C для таких участков может достигать значения 30 кг/см^3

По данным измерений прогибов брусев и напряжений в брусях были построены эпюры напряжений и прогибов для различных скоростей движения. В диссертации дается подробный анализ особенностей работы брусев различной длины под нагрузкой. Как показывает анализ, напряжения в брусях в большинстве случаев не превосходят 65 кг/см^2 , что составляет 60 проц. от допускаемых. Таким образом, брусья имеют достаточные резервы прочности.

Наблюдения за стрелочными переводами железобетонными брусьями показали следующее.

Под рельсовое основание в условиях эксплуатации выявило себя как вполне надежное, обеспечивающее движение поездов с высокими скоростями. Положения брусев в крестовинах являются стабильными по уровню и в плане, обеспечение постоянства

Дипломное удостоверение
университету железнодорожного транспорта
Имени академика С. К. Крикунова

ширины колеи, простота в эксплуатации, экономичность в текущем содержании.

Однако имеется и ряд недостатков у нового подрельсового основания. К ним можно отнести: недостаточную упругость скреплений, малые возможности в регулировке положения рельсов по уровню с помощью дополнительных прокладок и некоторые другие.

Эксплуатационные качества подрельсового основания можно улучшить, если усовершенствовать технологию изготовления брусьев. В опытных экземплярах не была обеспечена необходимая точность в размерах брусьев, вследствие чего имелись отступления по ширине колеи. Брусья длиной более 3,75 м имели значительную кривизну со стрелой до 16 мм — это затрудняло содержание пути по уровню.

Несмотря на некоторые недостатки, переводы с железобетонными брусьями зарекомендовали себя как работоспособная и перспективная конструкция.

ГЛАВА IV. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. В итоге теоретических исследований разработаны методика и алгоритмы многовариантных расчетов основных элементов стрелочного перевода с применением АЭВМ и ЭЦВМ.

2. Выполненные теоретические расчеты позволили проанализировать работу перевода в различных реально возможных условиях, изучить напряженное и деформированное состояние его элементов.

3. Проведенные экспериментальные исследования при скоростях движения до 160 км/ч подтвердили правильность теоретических оценок и позволили уточнить некоторые параметры расчета.

4. Измерения по модулю упругости показали достаточно благоприятные упругие характеристики конструкции. Значение модуля упругости подрельсового основания составляют 450—550 кг/см².

5. Теоретические и экспериментальные исследования дают возможность оценить новый перевод по условию прочности как вполне надежную и работоспособную конструкцию, обеспечивающую скорости движения — до 160 км/ч по прямому пути и до 50 км/ч — по боковому направлению.

6. Наблюдения за работой перевода в условиях эксплуатации подтверждают высокую эффективность переводов с железобетонными брусьями. Они обеспечивают высокую стабильность положения пути по уровню и в плане и дают экономию эксплуатационных расходов.

7. На основе проведенных исследований в диссертации разработаны конкретные предложения по условиям обращения подвижного состава, совершенствованию элементов конструкции перевода, технологии текущего содержания новой конструкции.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В РАБОТАХ

1. ЖИЛИН Г. К. Теоретическое исследование работы железобетонных брусьев на стрелочном переводе. В кн. «Исследование взаимодействия пути и подвижного состава». Днепропетровск, 1972, 56—66. (Труды ДИИТа, вып. 142).
2. ЖИЛИН Г. К. Содержание переводов с железобетонными плитами. «Путь и путевое хозяйство», 1971, № 11, с. 14—16.
3. ЖИЛИН Г. К., ШАТЕРКОВ В. И. О модуле упругости основания стрелочного перевода на железобетонных брусьях. В кн. «Исследование взаимодействия пути и подвижного состава». Днепропетровск, 1972, с. 73—77.
4. ЖИЛИН Г. К., ШАТЕРКОВ В. И. Напряжение в рельсах на скоростном стрелочном переводе с железобетонными брусьями. В кн. «Исследование взаимодействия пути и подвижного состава», Днепропетровск, 1972, с. 71—78 (Труды ДИИТа, вып. 142).
5. ЖИЛИН Г. К., ОРЛОВСКИЙ А. Н. Экспериментальные исследования работы железобетонных брусьев на стрелочном переводе. В кн. «Исследование взаимодействия пути и подвижного состава», Днепропетровск, 1972, с. 78—82. (Труды ДИИТа, вып. 142).
6. ЖИЛИН Г. К., ОРЛОВСКИЙ А. Н., ТАТУРЕВИЧ А. П. Исследование вертикального модуля упругости подрельсового основания с железобетонными брусьями. В кн. «Исследование взаимодействия пути и подвижного состава», Днепропетровск, 1972, с. 66—71. (Труды ДИИТа, вып. 142).
7. ФРИШМАН М. А., ОРЛОВСКИЙ А. Н., ЖИЛИН Г. К. и др. Результаты испытаний нового перевода. «Путь и путевое хозяйство», 1973, с. 13—15.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ БЫЛИ ДОЛОЖЕНЫ

1. На заседании научно-технического совета МПС в январе 1973 г.
2. На юбилейной научно-технической конференции в Днепропетровском институте инженеров железнодорожного транспорта 13 декабря 1972 г.

БЖ 23706. Подписано к печати 3.Х.1973 г. Формат 60х84 1/16.
Объем 0,75 печ. л. Зак. № 7530. Тираж 200.
Запорожское областное управление по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли.
Пологовская районная типография.

Сканировала Камянская Н.А.

НТБ
ДНУЖТ