

С С С Р - М П С

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Библиографический список

На правах рукописи

Инженер ПОНЬРКО Валентина Николаевна

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИН ПЕРЕХОДНЫХ КРИВЫХ В СВЯЗИ С
УВЕЛИЧЕНИЕМ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ

Специальность 05.22.06 - Железнодорожный путь

Диссертация написана на русском языке

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Днепропетровск

1973

НТБ
ДНУЖТ

4828a

С С С Р - МПС

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Инженер ПОНЬРКО Валентина Николаевна

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИН ПЕРЕХОДНЫХ КРИВЫХ В СВЯЗИ С
УВЕЛИЧЕНИЕМ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ

Специальность 05.22.06 - Железнодорожный путь

Диссертация написана на русском языке

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Днепропетровск
1973

НТБ
ДНУЖТ

Работа выполнена в Днепропетровском институте
инженеров железнодорожного транспорта

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор М.А.ФРИЛМАН

Официальные оппоненты - доктор технических наук
О.П.ЕРНИКОВ
кандидат технических наук,
доцент И.И.СЕМЕНОВ

Ведущее предприятие - служба пути Дни-Уральской железной
дороги.

Автореферат разослан " 17 " 17 1973 г.

Защита диссертации состоится " 18 " 17 1973 г. на
заседании Совета Днепропетровского института инженеров желез-
нодорожного транспорта.

Адрес: 320629ГСП, г.Днепропетровск, Ю, ул. Университет-
ская, 2, ДИИТ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА
кандидат технических наук,
доцент

Б.В.ГУСКОВ

НТБ
ДНУЖТ

Директивами XXIV съезда КПСС предусматривается значительное увеличение скоростей движения поездов на существующих типах железных дорог.

Все увеличивающиеся скорости требуют более пристального внимания к вопросам плавности, комфортабельности движения, имеющими еще совсем недавно второстепенное значение.

Переходные кривые являются элементом рельсовой колеи, обеспечивающим условия наиболее благоприятного, плавного и тишины экипажей в кривые, а для пассажиров — условия комфортабельной езды.

Выполнение этих условий для высоких скоростей движения возможно за счет совершенствования форм переходных кривых и рационального выбора их длины.

Настоящая диссертация посвящена исследованию методов расчета длин переходящих кривых в связи с повышением скоростей движения. Вопросы совершенствования форм переходных кривых — не рассматриваются. Предполагается, что этой проблеме должны быть посвящены специальные исследования.

Таким образом, рассмотрение вопроса об уточнении длин переходных кривых ведется, как одна из задач взаимодействия пути и подвижного состава только для кривых с линейными характеристиками.

В первой главе дается краткий обзор состояния вопроса по оценке применяемых форм переходных кривых для обычных и повышенных скоростей движения, анализ критериев расчета их длин, существующих методов определения плавности хода вагона и целей исследования.

НТБ
ДНУЖТ

Разработке общей теории переходных кривых, т.е. подбору их рациональных форм, исследованию условий взаимодействия пути и подвижного состава при движении по переходным кривым, посвящены работы многих отечественных и зарубежных ученых. К их числу относятся: Б.Н. Веденисов, Г.В. Ельфинов, В.А. Лазарев, К.Н. Мищенко, Г.М. Шахунянц, П.Г. Козийчук, О.П. Ершков, М.А. Фришман, А.Ф. Золотаревский, А.К. Дюнин, М.Н. Езишвили, М.А. Маркарян, Д.С. Рамен, В.С. Шаройко, Л.П. Мелентьев, В.С. Рябченко, А.И. Проценко, В.Б. Бредок, И.А. Иванов, *Zachman, Rothe, Gallade, Schramm, Kall* и др.

Обобщая мировой опыт можно отметить следующие вариации форм переходных кривых, используемых в настоящее время на скоростных направлениях: стандартные переходные кривые с линейными характеристиками изменения кривизны и возвышения наружного рельса (I тип), S-образные сопряжения в зоне переходной кривой на основе применения квадратической параболы (II тип) и синусоидальные сопряжения участка прямой и круговой кривой (III тип).

Переходные кривые III и II типов, нашедшие уже достаточно широкое применение в ряде зарубежных стран, были впервые предложены советскими учеными (Г.М. Шахунянц, К.Н. Мищенко, П.Г. Козийчук, О.П. Ершковым) еще в 1937 - 38 гг.

Поиски динамически более совершенных переходных кривых продолжаются и в настоящее время.

Необходимо подчеркнуть, что в кривых I типа имеют место более существенные колебания кузова на рессорах вследствие наличия в начале и конце переходной кривой переломов плана и профиля. Указанный недостаток делает переходные кривые I типа, не-

НТБ
ДНУЖТ

смотря на простоту их укладки и содержания, менее пригодны, по сравнению с II и III типами для уклонов высоких скоростей движения.

В то же время, выполненные AREA специальные экспериментальные исследования, а также имеющийся у нас опыт эксплуатации обычных переходных кривых на скоростных направлениях, показали, что применение (для V до 160 км/ч) величинных отводов на существующих путях не практично и едва ли целесообразно, чтобы оправдать большие дополнительные расходы, связанные с их переустройством.

Несовершенство линейных переходных кривых компенсируется, как известно, надлежащим выбором длин переходных кривых. Анализ критериев длин переходных кривых показывает, что для высоких скоростей движения, основным расчетным параметром является параметр, основанный на максимально-допустимой скорости подъема колеса на возвышение. Этот параметр известен в практике расчета длин переходных кривых, как коэффициент f , причем $f = \frac{dh}{dt}$, где h - возвышение наружного рельса.

Коэффициент f используется почти во всех странах мира.

Численное, нормируемое значение этого коэффициента колеблется в широких пределах (от 25 до 60 мм/сек).

Наиболее распространенными значениями f являются значения 28-46 мм/сек ($\frac{1}{10}$ - $\frac{1}{6}$ км/ч).

Однако, несмотря на широкое использование критерия f , в современной литературе, так же как и в официальных инструкциях, нет никаких сведений, обосновывающих использование f , как главного критерия при выборе длин переходных кривых. Кроме того, нет никаких данных о способах и методах назначения его до-

пускаемого значения.

Как показали исследования, коэффициент ϕ является показателем плавности хода экипажа. Следовательно, значение этого коэффициента может быть определено опытным путем на основе измерения допустимых в кузове вагона ускорений.

Таким образом, целью настоящего теоретико-экспериментального исследования является:

- 1) Обоснование возможности применения коэффициента ϕ в качестве главного критерия при назначении длин переходных кривых.
- 2) Разработка методов определения нормируемых значений $[\phi]$ на основе теоретико-экспериментального изучения условий взаимодействия пути и подвижного состава на протяжении переходной кривой.
- 3) Разработка предложений по уточнению длин переходных кривых.

Наряду с этими основными целями исследования были изучены вопросы установления связи между расчетными параметрами переходных кривых и условиями плавности, а также комфортабельности движения.

В главе второй приводятся результаты теоретических исследований некоторых вопросов взаимодействия экипажа и пути на переходных кривых. Эти исследования включают три основных вопроса.

1. Изучение условий движения современного пассажирского вагона по переходной кривой с применением АРМ.
2. Изучение физической связи между расчетными параметрами длин переходных кривых и условиями плавности движения.
3. Изучение связи между основным расчетным параметром длин переходных кривых - коэффициентом ϕ и горизонтальными

НТБ
ДНУЖТ

поперечными ускорениями.

Для теоретических исследований движения пассажирского вагона по переходной кривой была принята расчетная схема, состоящая из 5 твердых тел и имеющая 9 степеней свободы.

Дифференциальные уравнения движения исследуемой системы получены как уравнения Лагранжа II-го рода, пользуясь методикой, разработанной академиком АН УССР Лазаряном В.А. При составлении уравнений рассматривался пассажирский вагон с двойным рессорным лопочным подвешиванием, причем учитывались только боковые колебания.

В расчетной схеме были использованы некоторые исходные положения, принятые д.т.н. О.П.Ершовым и к.т.н.Ю.С. Роменом для разработанных ими моделей движения грузового вагона по кривым произвольного очертания.

В качестве обобщенных сил приняты силы псевдоскольжения и силы упругого отжатия рельсовых нитей при набегании гребней колес на рельсы.

Система дифференциальных уравнений движения для модели эквивалентной пассажирскому вагону на тележках КВЗ-5 имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} m_j \ddot{A}_j &= P_j \frac{h_j}{S} - \bar{\kappa}_u (A_j - A_{uj} + h_{ur} \theta) - \beta_u (A_j - A_{uj} + h_{ur} \dot{\theta}) + \sum_i F_{ij} \\ J_{zj} \ddot{\psi}_j &= \alpha (F_{ij} - F_{i,j}) + S \sum_i H_{u,ij} \quad j=1,2 \\ J_{xj} \ddot{\theta}_j &= -2 \kappa_j b_j^2 (\theta_j - \frac{h_j}{S}) - 2 \bar{\kappa} b^2 (\theta_j - \theta) - 2 \bar{\beta} b^2 (\dot{\theta}_j - \dot{\theta}) - \\ &\quad - \beta_j b_j^2 (\dot{\theta}_j - \frac{\dot{h}_j}{S}) \end{aligned} \right\} \quad (I)$$

НТБ
ДНУЖТ

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{4} m_n + \frac{J_{an}}{c^2} \ddot{\lambda}_{n1} &= \frac{1}{4} m_n + \frac{J_{an}}{c^2} \ddot{\lambda}_{n2} - K_n \lambda_{n1} - \lambda_1 - h_{nr} \theta + P_n \frac{h + h_1}{4s} - \beta_n \dot{\lambda}_{n1} \dot{\lambda}_1 - h_{nr} \dot{\theta} \\ \frac{1}{4} m_n + \frac{J_{an}}{c^2} \ddot{\lambda}_{n2} &= -\frac{1}{4} m_n - \frac{J_{an}}{c^2} \ddot{\lambda}_{n1} - K_n \lambda_{n2} - \lambda_2 - h_{nr} \theta + P_n \frac{h + h_2}{4s} - \beta_n \dot{\lambda}_{n2} \dot{\lambda}_2 - h_{nr} \dot{\theta} \\ J_{xn} \ddot{\theta} &= -2\kappa b^2 (2\theta - \theta_1 - \theta_2) - K_n h_{nr} (\lambda_1 + \lambda_2 - \lambda_{n1} - \lambda_{n2}) - 2K_n h_{nr}^2 \theta \\ &\quad - 2\kappa b^2 (2\dot{\theta} - \dot{\theta}_1 - \dot{\theta}_2) - \beta_n h_{nr} (\dot{\lambda}_1 + \dot{\lambda}_2 - \dot{\lambda}_{n1} - \dot{\lambda}_{n2}) - 2\beta_n h_{nr}^2 \dot{\theta} \end{aligned} \right\} \quad (I)$$

- где P_j , P_{nj} , m_j , m_n , J_{aj} , J_{an} , J_{xj} , J_{xn} — соответственно веса, массы и моменты инерции тележек и кузова;
- λ_j , λ_n — перемещения ц.тяжести тележек и кузова в поперечном направлении;
- ψ_j , ψ_n — соответственно повороты тележек и кузова относительно вертикальной оси;
- K_j , \bar{K} , \bar{K}_n — приведенные жесткости рессорного подвешивания;
- β_j , $\bar{\beta}$, β_n — приведенные коэффициенты демпфирования в рессорном подвешивании;
- θ_j , θ — соответственно углы боковой качки обрессоренной части тележек и кузова;
- H_{xij} , F_{ij} — продольные и поперечные силы, действующие от пути на колесную пару;
- h_j — возвышение наружного рельса под соответствующей тележкой;
- $2a$ — база тележки;
- $2l$ — база кузова;
- S — расстояние между кругами катания;
- $2b$, — расстояние между рессорными комплектами тележки;
- h_{nr} — высота ц.тяжести кузова.

Задача решалась с помощью четырех АВМ типа МН7 и трех АВМ типа Аналог I. В ходе решения дифференциальных уравнений движе-

НТБ
ДНУЖТ

ния вагона по переходной кривой впервые получены в практике решения подобных задач осциллограммы поперечных горизонтальных ускорений для кузова вагона и тележек. Кроме того, были получены записи боковых отжатий рельсовых нитей и других характеристик взаимодействия. При решении этих задач расчетные параметры тележек вагона были приняты по данным натурального образца тележки, используемой в опытных поездках.

Сопоставляя полученные теоретические решения с данными опыта можно сказать, что характер и величина изменения горизонтальных поперечных ускорений и боковых отжатий рельсовых нитей на переходных кривых достаточно хорошо совпадают.

Достоверность полученных теоретическим путем величин свидетельствует о том, что принятая методика теоретических решений задачи является вполне приемлемой. Численное и качественное сравнение теоретических и экспериментальных данных приводятся в главе IV (табл. 2).

Изучение физической связи между основным расчетным параметром длин переходных кривых - коэффициентом ϕ и условиями комфорта выполнено на примере рассмотрения свободных колебаний системы с одной степенью свободы при движении по жесткому пути, имеющему вертикальную неровность (вход и выход на переходной кривой).

Как показали исследования

$$[\phi]_{\max} = B[\varphi_0] \quad (2)$$

Здесь $B = \frac{1}{\pi^2 \gamma^2}$

γ - собственная частота вертикальных колебаний (подпрыгивания) обрессоренных частей вагона,

$[\varphi_0]$ - максимально-допустимое приращение вертикального ускорения в кузове вагона.

Таким образом, как видно из (2) коэффициент ϕ является показателем плавности (комфортабельности) езды, характеризующим

НТБ
ДНУЖТ

степень чувствительности, реакции данного типа экипажа к вертикальным неровностям на пути, а также условия наиболее благоприятного динамического взаимодействия колеса и рельса.

Численные значения $[\varphi]_{max}$ зависят от частоты свободных вертикальных колебаний подрессоренных частей каждого данного экипажа.

Для определения $[\varphi]_{max}$ можно использовать рекомендуемые ГОСТ 12406-66 значения $[\Phi_s]$ в кузове вагона, соответствующие допустимому показателю плавности хода вагона W . Для современного пассажирского вагона, движущегося с конструкционной скоростью, принимают $W = 3,25$.

Полученное по рассмотренным условиям значение $[\varphi]_{max} = 38 \frac{mm}{сек}$ хорошо согласуется с нашими данными о целесообразном $[\varphi]_{max}$ на основе проведенных экспериментов (в функции горизонтальных ускорений).

Изучение связи между коэффициентом φ и горизонтальными поперечными ускорениями проводилось на основе рассмотрения экипажа как материальной точки, а также как отрезка конечной длины.

В результате проведенных теоретических исследований получены зависимости:

в общем случае

$$\varphi = \frac{S}{g} \frac{U_p^2}{U^2} \beta \quad (3)$$

здесь U_p - равновесная, U - фактическая скорости движения,
 β - приращения горизонтальных, поперечных ускорений,

Причем

$$\beta = \frac{d\left(\frac{U^2}{\rho}\right)}{dt}$$

По аналогии можно рассматривать другой расчетный параметр

НТБ
ДНУЖТ

$f_1 = \frac{dh_{\text{нв}}}{dt}$; здесь под $h_{\text{нв}}$ - понимают недостаток возвышения по сравнению с требуемым для полной компенсации ускорений.

В работе показано, что

$$f_1 = \frac{S}{g} \left(1 - \frac{v_r^2}{v^2} \right) \beta \quad (4)$$

Таким образом, значения f и f_1 представлены в функции приращения горизонтальных ускорений β . Установив допускаемые значения $[\beta]$, можно найти также наибольшие допустимые значения $[f]_{\text{нв}}$ и $[f_1]_{\text{нв}}$ по уравнениям (3) и (4).

С учетом влияния условий входа экипажа в переходную кривую, расчетное значение $[f]_{\text{нв}}$ нужно принимать равным:

$$[f]_{\text{нв}} = [f]_{\text{нв}} m$$

Здесь коэффициент m представляет собой условную приведенную характеристику, учитывающую постепенность входа экипажа заданной длины на участок с поперечным ускорением.

Полученные теоретические зависимости (3) и (4) позволили разработать методику эксперимента по определению f и f_1 на основе допустимых в кузове пассажирского цельнометаллического вагона горизонтальных поперечных ускорений и их приращений.

Исследованиями установлено, что в общем комплексе ускорений, уменьшающих плавность движения экипажа по переходным кривым, существенными могут быть и приращения угловых скоростей вращения экипажа вокруг вертикальной и продольной осей.

В работе рассматриваются предложения Б.Н.Веденисова и Г.М. Шахуняца в этом направлении. В частности рассмотрены параметры:

$$\Pi = \frac{d \left(\frac{v}{\rho} \right)}{dt} ; \quad \Psi = \frac{d^2 h}{S dt^2} \quad (5)$$

$$\varphi_z = \frac{d^3 z}{2\pi \bar{v} dt^3}, \quad E = \frac{d^3 y}{2\pi \bar{v}_r dt^3}, \quad \varepsilon = \frac{d\left(\frac{1}{p}\right)}{dt} \quad (5)$$

В главе третьей приводятся результаты выполненных в натуре экспериментальных исследований.

В программу экспериментальных исследований были включены вопросы измерения:

- 1) характеристик вертикальной и боковой жесткости;
- 2) напряжений в кромках подошвы и головке рельсов;
- 3) боковых отхлестов рельсов;
- 4) поперечных ускорений в кузове вагона, его бокового отношения к наклону пола к плоскости пути;
- 5) характеристик влияния колес с помощью киносъемки;
- 6) кроме указанных измерений велись журналы наблюдений специальной группой пассажиров-наблюдателей.

Измерения и наблюдения велись силами путепытательной лаборатории ДИИТа при участии автора под руководством проф. М.А. Фришмана. В опытах использовалась современная танзометрическая аппаратура, а также созданное инж. В.И. Климовым специальное оборудование для измерения пространственных перемещений кузова вагона.

В опытных переходных кривых были уложены стандартные конструкции пути нормального типа. Основные измерения велись в переходной кривой длиной 70 м. Примыкающая круговая кривая имела $R = 760$ м и $h_0 = 70$ мм.

Эксперимент осуществлялся с двумя цельнометаллическими вагонами на тележках типа ЦМВ и КВЗ-5. Были использованы два локомотива типа ЧС-2. Поездки совершались со скоростями 80, 90, 100, 110 и 120 км/ч ($\max V = 135$ км/ч).

Полученные в опытах данные были подвергнуты обработке мето-

НТБ
ДНУЖТ

дами математической статистики.

На основе анализа опытных данных были получены следующие основные результаты.

Набегание гребня первого колеса тележки на боковую грань головки рельсов имело место на расстоянии 25-30 м. Кромочные напряжения в подошве рельсов возрастают от зоны набегания колес до начала круговой кривой. Они достигают максимум 1140 кг/см^2 . Упругие отжатия головок рельсов также растут начиная от места набегания колеса наружный рельс кривой. Наибольшие отжатия возникают в конце переходной кривой и составляют 0,9 мм. Амплитуда колебаний величины отжатия $\pm 0,4$ мм. Абсолютный наблюдаемый максимум - 1,7 мм.

По записям напряжений в кромках и головке рельсов были подсчитаны боковые силы. Закономерность их нарастания подобна нарастанию сжатий. Абсолютные максимальные вероятные значения этих сил колеблются от 5,3 до 7,2 т соответственно в начале и в конце переходной кривой.

Исследования характеристик влияния колес показали, что до момента набегания на боковую грань наружного рельса характер процесса влияния такой же, как и в прямых. Далее существенно уменьшаются амплитуды влияния.

Наибольший интерес представляют опытные данные по поперечным ускорениям в кузове вагона.

Характерный вид графиков записи ускорений в нескольких зездах, при движении на одной из опытных кривых показан на рис. I.

Обработка данных показала, что приращение ускорений возникает в основном после набегания колес на наружный рельс. Иначе го-

вора "активная зона" приращения ускорений расположена примерно на протяжении последних 60% всей длины переходной кривой.

Найденные значения ускорений от центробежных сил, от работы рессор, а также фактические приращения ускорений даны для примера в табл. I.

Кривая № I

Таблица I

№ заез- дов	№ ус- ко- рение- меров	Ско- рость (км/ч)	β в м/сек ² по зонам		α (м/сек ²) в зоне круго- вой кривой						(м/сек ³)
			I	II	суммарные ускоре- ния в кузове вагона						
					α_{\max}	$\alpha_{\text{ср}}$	α_{\min}	$\alpha_{\text{рес}}$	$\alpha_{\text{т}}$	$\beta_{\text{т}}$	
II7	I	120	0,20	1,75	1,80	1,25	0,50	0,21	1,0	0,44	
	2		0,35	1,30	1,65	1,25	0,60	0,20	1,0	0,44	
I42	I	120	0,11	1,18	1,85	1,15	0,50	0,22	1,0	0,44	
	2		0,07	1,86	1,80	1,20	0,45	0,20	1,0	0,44	
I47	I	105	0,00	0,80	1,25	0,85	0,40	0,12	0,59	0,23	
	2		0,05	0,80	1,30	0,90	0,40	0,14	0,59	0,23	
II9	I	110	-0,29	0,96	1,35	0,60	0,25	0,17	0,75	0,31	
	2		0	0,36	0,85	0,65	0,45	0,13	0,75	0,31	
I33	I	100	0,05	0,34	0,85	0,65	0,35	0,11	0,54	0,20	
	2		0,11	0,47	0,95	0,55	0,20	0,10	0,54	0,20	
I50	I	80	-0,17	0,22	0,40	0,20	0,00	-0,05	0,24	0,07	
	2		0,04	-0,20	0,35	0,15	0,05	0,03	0,24	0,07	

Обработка материалов пассажирами-наблюдателями совместно с данными о горизонтальных ускорениях показали, что допустимыми являются числа ускорений при скорости 100-110 км/час.: боковые ускорения - 0,7 + 1,0 м/сек², дополнительные ускорения (амплитуды) 70,5 м/сек², приращение ускорений 4-0,5 м/сек³.

НТБ
ДНУЖТ

В главе четвертой проведено сопоставление основных результатов теоретических и экспериментальных исследований и даны рекомендации по основным расчетным параметрам длин переходных кривых.

Сопоставление теоретических и экспериментальных данных по горизонтальным (поперечным) ускорениям, боковым откатам наружного рельса, а также ускорениям, вызванным работой рессор, показывает удовлетворительную их сходимость.

В теории и эксперименте получено, что при движении вагона по переходной кривой горизонтальные ускорения нарастают. Нарастание имеет вид колебаний относительно средней линии.

При обработке осциллограмм, на которых записаны теоретические решения уравнений были получены, как видно из табл.2, числа ускорений того же порядка, что и в эксперименте.

Таблица 2

Скорость км/ч	Горизонтальные ускорения в кузове вагона (м/сек ²)		
	Теоретические решения на АВМ	Эксперимент	Расчетные $\frac{v^2}{R} - g \sin \alpha$
160	2,3	-	2,1
120	1,15	1,20	1,0
100	0,96	0,65	0,6

Некоторое превышение найденных в теории и эксперименте ускорений над расчетными связано с тем, что фактические ускорения формируются не только за счет кривизны и возвышения наружного рельса, но и за счет серий дополнительных факторов (работа рессор, влияние и т.д.)

Размах колебаний ускорений численно близок в теории и эксперименте.

НТБ
ДНУЖТ

Боковые отжатия наружного рельса имеют почти одинаковый характер нарастания к концу переходной кривой. Численные их значения в функции скорости также близки в теории и эксперименте.

Таким образом, принятая методика теоретического решения задачи на АВМ является правильной и может быть использована при решении задач по условиям движения вагонов по переходным кривым с другими, более высокими скоростями движения, чем принятыми в эксперименте.

На основании обработки всей совокупности экспериментальных данных нами были получены рекомендуемые к использованию значения наибольших величин $[\alpha]$, $[\beta]$, $[\varphi]$, $[f_1]$

Эти рекомендации даны в табл. 3. В той же таблице даны предлагаемые численные значения параметров (5), которые, по нашему мнению, целесообразно использовать при $V > 160$ км/ч.

На основании найденных $[\alpha]$, $[\beta]$, $[\varphi]$ и $[f_1]$, а также с учетом некоторых особенностей взаимодействия вагонов и пути на переходных кривых (установление "активной" зоны переходных кривых, на которой фактически нарастают ускорения), можно рекомендовать ряд новых практических формул для определения длин переходных кривых:

а) по условию допустимого приращения ускорения $[\beta]$

$$l_0 \geq 1,11V(0,7 + \alpha_{\text{рас}}) \quad (6)$$

б) по условию допустимого $[f_1]$

$$l_0 \geq 7,3 h_0 V \quad (7)$$

в) по условию допустимого $[f_1]$

$$l_0 \geq 9 h_{\omega} V \quad (8)$$

НТБ
ДНУЖТ

Таблица 3

Сводные данные эксперимента по кривой № 2
($\ell_0 = 100$ м, $R = 620$ м, $h_0 = 120$ мм)

№ пп	Наименование показателя	Измеритель	V (км/ч)		
			100	110	125
1	2	3	4	5	6
1	Замеренные в кузове ускорения $\alpha_m + \alpha_{mc}$ (на круговой кривой)	м/сек ²	[0,93]	1,2	1,4
2	Замеренные в кузове ускорения от действия рессор α_{mc}	"	[0,17]	0,18	0,27
3	Замеренные в кузове ускорения с учетом дополнительных ускорений α_n	"	[1,35-0,51]	1,62-0,27	2,05-0,82
4	Приращения ускорений на протяжении переходной кривой β	м/сек ³	[0,43]	0,49	0,7
5	"Коллективное мнение" пассажиров-наблюдателей	-	Спокойное плавное движение	Слабые толчки	Сильные толчки с потерей равновесия
6	Значения f и f_1 по данным обработки опытов: f f_1	мм/сек	[38]	41	57
		"	[31]	39	58
7	Значения рекомендуемых новых параметров: φ_0 E Π Ψ ϵ	м/сек ² в сек.	[2,0]	2,6	2,8
		" в сек	[1,35]	1,6	2,0
		1/сек ²	[0,015]	0,017	0,020
		1/сек ²	[0,014]	0,016	0,017
		1/сек	[0,00024]	0,00035	0,00037

В соответствии с поставленными в настоящем исследовании целями были решены следующие основные вопросы.

1. Доказана целесообразность и физическая обоснованность пользования коэффициентом φ при расчете длин переходных кривых.

2. В исследовании разработаны теоретические и экспериментальные методы нахождения наиболее рациональных нормируемых значений допускаемого коэффициента $[\varphi]$

В работе предлагаются новые численные значения $[\varphi]$ в связи с увеличением скоростей движения.

3. В диссертации раскрыта физическая связь между коэффициентом φ и вертикальными и горизонтальными характеристиками силового взаимодействия пути и экипажа.

4. В итоге полученных экспериментов были проанализированы и рекомендованы допускаемые значения $[\varphi]$, ускорений $[\alpha]$ и приращения ускорений $[\beta]$. По аналогии с $[\varphi]$ уточнено значение $[\varphi_1]$ и его связи с другими критериями, характеризующими плавность движения ($\varphi_1 = \frac{dh_{\text{нр}}}{dt}$ где $h_{\text{нр}}$ - недостаток возвышения наружного рельса).

5. На основе рекомендуемых указанных параметров, а также с учетом специфических условий взаимодействия пути и вагонов на переходных кривых, вскрытых при эксперименте - предлагаются новые расчетные формулы для определения l_0 (длины переходных кривых).

6. Предлагаемые расчетные зависимости вскрывают некоторые резервы длин переходных кривых на существующих железных дорогах.

Наряду с решением указанных основных задач в диссертации решены дополнительно следующие вопросы.

НТБ
ДНУЖТ

Проверена экспериментально разработанная расчетная модель пассажирского вагона и система уравнений движения его по переходным кривым.

Полученное решение может быть использовано в дальнейшем для исследования вопросов комфортабельности движения и силового взаимодействия пути и подвижного состава при повышенных скоростях.

2. Для условий возрастающих скоростей движения (более 160 км/час) предлагаются новые расчетные параметры и их приближенные численные значения.

3. В ходе экспериментов установлена серия данных о специфике взаимодействия экипажа и пути на переходных кривых.

В частности изучен вопрос о зоне набегания колес на на-ружный рельс. Установлены фактические, «активные» зоны переходных кривых, на которых происходит наращивание горизонтальных ускорений. Рассмотрен вопрос о боковом силовом воздействии экипажа, вдоль переходной кривой о характеристике влияния экипажей и ряда других вопросов.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Понырко В.Н. К вопросу о выборе длин переходных кривых при больших скоростях движения. Материалы юбилейной научно-технической конференции института, ДИИТ, 1970.

2. Понырко В.Н. К вопросу об определении длины переходных кривых для высоких скоростей движения. Исследования взаимодействия пути и подвижного состава. Труды ДИИТа, вып. 117, 1970.

3. Понырко В.Н. Опыт выбора оптимальных длин переходных кривых при повышенных скоростях движения поездов. Информационно-

технический листок № 232, Приднепровская ж.д., ДЦНТИ, ДорНТО, Путь и путевое хозяйство, 1970.

4. Фришман М.А., Климов В.Я., Понырко В.Н. Горизонтальные ускорения при движении по переходным кривым. Путь и путевое хозяйство, 1973.

Отдельные разделы исследований докладывались:

на совещании путейцев Синельниковской дистанции пути Приднепровской ж.д. (30/X-1969 г.), на областной научно-технической конференции ДЦНТИ (3/IV-1970 г.), на совещании путейцев Симферопольского отделения Приднепровской ж.д. (17/X-1970 г.), на совещании путейцев Запорожского отделения Приднепровской ж.д. (25/XI-1971 г.), на технико-экономической конференции работников служб пути Юго-Западной ж.д. (17/X-1972 г.), на областной научно-технической конференции НИИЖТа, посвященной 50-летию образования СССР (25/XI-1972 г.), на научно-технической конференции ДЦНТИ, посвященной 50-летию образования СССР (12-15/XII-1972г.).

Ротандин ДТГ заказ № 132 тираж 150 экз.
БТ 21854 подписано к печати 9.IV.73г.
г. Днепропетровск, проспект К.Маркса, 18