

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано совещанием экспертов Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу с 7 по 9 июня 2006 г., г.Балатонбоглар, Венгерская Республика

Согласовано совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу с 6 по 9 ноября 2006 г., Комитет ОСЖД, г.Варшава

Утверждено на заседании Конференции Генеральных директоров (ответственных представителей) железных дорог ОСЖД 23-27 апреля 2007 г., г.Тбилиси, Грузия

Дата вступления в силу: 27 апреля 2007 г.

Примечание: обязательна для РЖД

**O+P
782/4**

**ОПТИМИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА ВОЗВЫШЕНИЯ
НАРУЖНОГО РЕЛЬСА В КРИВЫХ В УСЛОВИЯХ
СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ СОВМЕЩЕННОГО
С ГРУЗОВЫМ**

На существующих линиях в кривых участках пути при необходимости сохранения грузового движения с введением скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов без дополнительного наклона кузова необходима оптимизация параметров возвышения наружного рельса.

При этом параметры устройства пути должны обеспечиваться следующие условия:

- комфортабельность езды пассажиров в поездах движущихся с максимальной скоростью;
- недопущение значительного бокового воздействия грузового подвижного состава на путь.

1. ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ КОЛЕИ 1520 ММ

По нормативной документации для железнодорожных линий с шириной колеи 1520 мм максимальная величина непогашенного ускорения в кривых для пассажирских поездов не должна превышать $0,7 \text{ м/с}^2$. В отдельных случаях для некоторых типов подвижного состава допускается увеличение непогашенного ускорения до $1,0 \text{ м/с}^2$.

По технико-экономическим соображениям, в первую очередь по требованиям минимизации бокового воздействия на путь в горизонтальной плоскости непогашенное ускорение грузовых поездов не рекомендуется допускать ниже, чем $-0,3 \text{ м/с}^2$.

Для устойчивого осуществления требований скоростного движения допускаемую скорость одной величины рекомендуется назначать с учетом возможной ее реализации поездами на участке достаточного протяжения:

- при скорости 140 км/ч и выше – длиной 15-20 км;
- при скорости до 140 км/ч – длиной 10-15 км.

Проверка возможности реализации установленной скорости осуществляется тяговыми расчетами.

Если на участке указанной протяженности встречаются кривые с разными величинами возможной максимальной скорости, то необходимо установить по ним одинаковую скорость и после этого рассчитать новые значения возвышения наружного рельса. При этом следует проверить соблюдение нормативов допускаемых непогашенных ускорений во всех кривых.

Параметры плана для скоростных и высокоскоростных линий определяются из следующих условий:

- непогашенное ускорение $a_{\text{нп}}$ - $0,7 \text{ м/с}^2$ (в трудных условиях не более $1,0 \text{ м/с}^2$)
 скорость нарастания непогашенного ускорения ψ не более $0,45 \text{ м/с}^3$; скорость подъема колеса по отводу возвышения f не более 45 мм/с ; крутизна отвода возвышения наружной рельсовой нити i не более $0,5 \text{ мм/м}$ (‰).

Длина переходной кривой определяется по формулам:

- по скорости подъема колеса по отводу
- $$l \geq \frac{hV_{\text{max}}}{125};$$

- по скорости нарастания непогашенного ускорения

$$l \geq \frac{a_{\text{нп}} V_{\text{max}}}{3,6\psi};$$

- по крутизне отвода возвышения

$$l \geq \frac{h}{i}$$

Из полученных значений выбирается наибольшее.

Длина круговой кривой должна быть не менее 50 м, а в трудных условиях – 25 м.

Возвышение, соответствующее максимальной скорости пассажирских поездов, определяется по формуле:

$$h_{V_{\max \text{ пасс}}} = \frac{12,5V_{\max \text{ пасс}}^2}{R} - \Delta h,$$

где $V_{\max \text{ пасс}}$ - установленная приказом по дороге максимальная скорость движения пассажирских поездов.

Δh в обычных условиях принимается равной 115 мм, а в трудных не более 163 мм.

Возвышение, соответствующее минимальной скорости движения грузовых поездов, определяется по формуле:

$$h_{V_{\min \text{ гр}}} = \frac{12,5V_{\min \text{ гр}}^2}{R} + 50.$$

В кривых перед станциями, где скорость грузовых поездов не превышает 50 км/ч из-за их остановки или отклонения на боковой путь, величина возвышения не должна превышать 100 мм.

Условием отсутствия ограничений в установлении максимальной скорости пассажирского поезда является,

$$h_{V_{\min \text{ гр}}} \geq h_{V_{\max \text{ пасс}}}$$

Если указанное соотношение не соблюдается, необходимо принять меры к увеличению минимальных скоростей грузовых поездов. При невозможности этого увеличения:

- в отдельных кривых в исключительных случаях при небольшом числе грузовых поездов, следующих с минимальной скоростью величина $h_{V_{\min \text{ гр}}}$ может быть определена по формуле:

$$h_{V_{\min \text{ гр}}} = \frac{12,5V_{\min \text{ гр}}^2}{R} + 65,$$

что соответствует условиям движения этих грузовых поездов с непогашенным ускорением $-0,4 \text{ м/с}^2$;

- в особо сложных условиях возможно одновременное применение увеличенных нормативов непогашенных ускорений для грузовых ($a_{\text{нп}} = -0,4 \text{ м/с}^2$) и пассажирских поездов ($a_{\text{нп}} = 1,0 \text{ м/с}^2$).

На содержание таких кривых должно быть обращено особое внимание.

В приложении 1 приведены возможные скорости пассажирских поездов в зависимости от радиуса кривой, минимальной скорости грузовых поездов и уровней непогашенных ускорений для грузовых и пассажирских поездов.

Для практических целей по приведенным формулам построена номограмма для определения возвышения и установления скоростей движения. (см. приложение 4). Номограмма позволяет по заданным значениям скоростей движения грузовых и пассажирских поездов определять величину возвышения для кривой заданного радиуса, а так же решать обратную задачу.

В приложении 4 приведен пример расчета по номограмме.

2. ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ КОЛЕИ 1435 ММ

По нормативной документации для железнодорожных линий с шириной колеи 1435 мм максимальная величина непогашенного ускорения в кривых для пассажирских поездов находится в пределах 0,5-0,6 м/с². В отдельных случаях для некоторых типов подвижного состава допускается увеличение непогашенного ускорения до 1,0 м/с².

Возвышение в пути на перегоне, на главных путях станций, а также на криволинейных стрелочных переводах, расположенных на этих путях, определяется из следующих зависимостей:

$$h_{\min} = \frac{11,8 * V_{\max}^2}{R} - \frac{s}{g} a_{\text{доп}}$$

$$h_{\max} = \frac{11,8 * V_t^2}{R} + \frac{s}{g} a_t \quad \text{при этом}$$

$$h_{\min} \leq h \leq h_{\max}$$

или по формулам:

для скорости $V \leq 120$ км/ч

$$h = \frac{7,1 * V_{\max}^2}{R} \text{ (мм);}$$

для скорости $120 \text{ км/ч} < V \leq 160 \text{ км/ч}$

$$h = \frac{6,5 * V_{\max}^2}{R} \text{ (мм);}$$

минимально допустимое возвышение

$$h_{\min} = \frac{11,8 * V_{\max}^2}{R} - 100 \text{ (мм),}$$

где:

- h_{\min} – минимальная допустимая величина возвышения для пассажирских поездов [мм],
- h_{\max} – максимальная допустимая величина возвышения для грузовых поездов [мм],
- h – величина принятого возвышения [мм],
- V_{\max} – максимальная скорость пассажирского поезда [км/ч],
- V_t – минимальная скорость грузового поезда [км/ч],
- R – радиус кривой [м],
- s – расстояние между осями головок рельсов [1500 мм],
- g – ускорение силы тяжести [9,81 м/с²],
- $a_{\text{доп}}$ – допустимые непогашенные ускорения для пассажирских поездов [м/с²],
которые принимаются согласно таблицам 1 или 2,
- a_t – граничные непогашенные ускорения для грузовых поездов [м/с²],
которые принимаются согласно таблице 3.

Таблица 1

Допускаемые величины непогашенного ускорения - $a_{\text{доп}}$

Путевое развитие	$a_{\text{доп}}$ [м/с²]
Круговые кривые с $R \geq 250$ м и переходные кривые	0,6
Переводные кривые в стрелочных переводах	0,65
Круговые кривые радиусов $200\text{м} < R < 250$ м	0,5
Кривые радиусов $R \leq 200$ м	0,45
Для уширения междупутья	0,3
Для уширения междупутья в трудных условиях	0,45

Таблица 2

Допускаемые величины непогашенного ускорения

Условия применения	$a_{\text{нп}}$ [м/с²]
нормальная величина	0,53
максимальная величина	0,65
предельная величина ^{*)}	0,85

^{*)} - по согласованию с руководством инфраструктуры.

Таблица 3

Граничные величины непогашенного ускорения для грузовых поездов

Годовой грузооборот (млн. т)	a_t [м/с²]
$0 < Q < 5$	0,6
$5 < Q < 10$	0,5
$10 < Q < 15$	0,4
$15 < Q < 20$	0,3
$Q \geq 20$	0,2

Возвышение должно быть в пределах:

$$20 \text{ мм} \leq h \leq 150 \text{ мм.}$$

Величина возвышения округляется до значений кратных 5 мм. Если вычисленная величина возвышения получается большей 150 мм, нужно принять возвышение не более 150 мм, при понижении скорости пассажирских поездов. При этом должны соблюдаться условия:

$$a_{ods} = \frac{V_p^2}{12,96 R} - \frac{h}{153} \leq a_{dop}$$

$$a_{dos} = \frac{h}{153} - \frac{V_t^2}{12,96 R} \leq a_t$$

где:

- a_{ods} – рассчитанная величина непогашенного центробежного ускорения [м/с²],
 a_{dos} – рассчитанная величина непогашенного центростремительного ускорения [м/с²],
 V_p – максимальная скорость пассажирского поезда [км/ч],
 V_t – минимальная скорость грузового поезда [км/ч].

При расчетах возвышения могут использоваться следующие зависимости:

Величина избытка возвышения:

$E = 50$ мм (нормальная величина), соответствующая $a_{нп} = -0,32$ м/с²

$E = 70$ мм (максимальная величина), соответствующая $a_{нп} = -0,45$ м/с²

$E = 100$ мм (величина подлежащая согласованию с Департаментом пути), соответствующая $a_{нп} = -0,65$ м/с².

Применение $a_{нп}$ ниже $-0,32$ м/с² может отрицательно сказаться на работе пути под грузовыми поездами.

Величина недостатка возвышения:

$J = 80$ мм (нормальная величина), соответствующая $a_{нп} = +0,52$ м/с²

$J = 100$ мм (максимальная величина), соответствующая $a_{нп} = +0,65$ м/с²

$J = 130$ мм (величина подлежащая согласованию с Департаментом пути), соответствующая $a_{нп} = +0,85$ м/с².

Возвышение может не устраиваться:

- в кривых расположенных на боковых станционных путях,
- в кривых боковых путей стрелочных переводов, расположенных в прямых путях,
- в кривых со скоростью равной или меньшей 30 км/ч.

Между участками пути с возвышением и без него, а также между участками пути с разными возвышениями, устраиваются переходные кривые с изменяющимся возвышением длиной $l_{пр}$ - отвод возвышения рельса. Уклон и длина прямолинейных отводов возвышения рельса представлены в таблице 4.

Параметры прямолинейных отводов возвышения рельса

Скорость поезда, [км/ч]	Условия	Максимальный уклон отвода возвышения рельса, [‰]	Длина отвода возвышения рельса, [м]
$40 \leq V < 200$	основные	$100/V_{\max}$	$h * V_{\max} / 100$
$40 \leq V < 200$	допустимые	$125/V_{\max}$	$h * V_{\max} / 125$
$V < 40$	минимальные	2,5	$h/2,5$

Длина прямолинейных отводов возвышения наружного рельса должна быть такой, чтобы скорость подъема колеса подвижного состава соответствовала условию:

$$f = \frac{V_{\max} h}{3,6 * l_{rp}} \leq f_{\text{доп}}$$

где:

- f – скорость подъема колеса подвижного состава по отводу возвышения [мм/с],
- V_{\max} – максимальная скорость поезда [км/ч],
- l_{rp} – длина отвода возвышения рельса [м].

Допускаемые величины скорости подъема колеса представлены в таблице 5.

Допустимая скорость подъема колеса подвижного состава на прямолинейных отводах возвышения рельса

Условия отвода возвышения рельса	$f^*_{\text{доп}}$ [мм/с]
основные	28
допустимые	35

* - согласно европейскому стандарту рекомендованная скорость подъема колеса может быть принята 50 мм/с, а максимальная – 60 мм/с.

В приложении 2 приведены возможные максимальные скорости пассажирских поездов в зависимости от радиуса кривой, минимальной скорости грузовых поездов и уровней непогашенных ускорений для грузовых и пассажирских поездов для дорог с шириной колеи 1435 мм.

В приложении 3 приведены возможные максимальные скорости пассажирских поездов в зависимости от радиуса кривой, минимальной скорости и величиной избытка возвышения наружного рельса E для грузовых поездов и недостатка возвышения наружного рельса I для пассажирских поездов. В этом же приложении приведены минимальные скорости грузовых поездов в зависимости от радиуса кривой, избытка возвышения наружного рельса E для грузовых поездов и недостатка возвышения наружного рельса I для пассажирских поездов при максимальной скорости пассажирских поездов 200 км/ч.

Таблица П1.1

R, м	$V_{\min}^{гр}$, км/ч	h, мм при $a_{\text{НП}}^{гр} = 0$	$V_{\max}^{\text{пасс}}$ при $\alpha_{\text{НП}}^{\text{п}}$, км/ч		h, мм при $a_{\text{НП}}^{гр} = -0,30 \text{ м/с}^2$	$V_{\max}^{\text{пасс}}$ при $\alpha_{\text{НП}}^{\text{п}}$, км/ч		h, мм при $a_{\text{НП}}^{гр} = -0,40 \text{ м/с}^2$	$V_{\max}^{\text{пасс}}$ при $\alpha_{\text{НП}}^{\text{п}}$, км/ч	
			0,7	1,0		0,7	1,0		0,7	1,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
800	50	40	95	110	90	115	125	105	115	125
	60	55	105	115	105	120	130	120	120	130
	70	75	110	120	125	125	135	140	125	135
	80	100	115	125	150	130	140	150	130	140
1000	50	30	105	120	80	125	135	95	130	140
	60	45	110	125	95	130	145	110	130	145
	70	60	115	130	110	130	145	125	135	150
	80	80	125	135	130	140	150	145	140	155
	90	100	130	145	150	145	155	150	145	155
1500	50	20	125	145	70	145	165	85	150	170
	60	30	130	150	80	150	170	95	155	175
	70	40	135	155	90	155	170	105	160	180
	80	55	140	160	105	160	175	120	165	180
	90	70	145	165	120	165	180	135	170	185
2000	60	20	145	170	70	170	190	85	180	195
	70	30	150	175	80	175	195	95	180	200
	80	40	155	180	90	180	195	105	185	205
	90	50	160	185	100	180	200	115	190	210
2500	60	20	160	190	70	190	215	85	195	220
	70	25	165	195	75	195	220	90	200	225
	80	30	170	195	80	195	220	95	205	230
	90	40	175	200	90	200	225	105	205	235
3000	60	15	175	200	65	210	235	80	215	240
	70	20	180	205	70	210	235	85	215	240
	80	25	185	210	75	215	240	90	220	245
	90	35	185	210	85	215	240	100	225	250

Таблица П2.1

R, м	V _{гр} км/ч	h, мм при	V _{max пасс} при	h, мм при	V _{max пасс} при	h, мм при	V _{max пасс} при	h, мм при	V _{max пасс} при	h, мм при	V _{max пасс} при
		a _г =0,2 м/с ²	a _{доп} =0,6 м/с ²	a _г =0,3 м/с ²	a _{доп} =0,6 м/с ²	a _г =0,4 м/с ²	a _{доп} =0,6 м/с ²	a _г =0,5 м/с ²	a _{доп} =0,6 м/с ²	a _г =0,6 м/с ²	a _{доп} =0,6 м/с ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
800	50	65	100	80	105	95	110	110	115	125	120
	60	80	105	100	115	115	115	130	120	145	125
	70	100	115	115	115	130	120	145	125	150	125
	80	125	120	140	125	150	125	150	125		
	90	150	125	150	125						
	100										
	120										
1000	50	60	110	75	115	90	125	105	130	120	130
	60	70	115	85	120	100	125	120	130	135	135
	70	85	120	100	125	120	130	135	135	150	140
	80	105	130	120	130	135	135	150	140		
	90	125	135	140	140	150	140				
	100	145	140	150	140						
	120	150	140								
1200	50	55	120	70	125	85	135	100	140	115	145
	60	65	125	80	130	95	135	110	140	125	145
	70	75	130	95	135	110	140	125	145	140	150
	80	90	135	105	140	125	145	140	150	150	155
	90	110	140	125	145	140	150	150	155		
	100	125	145	145	155	150	155				
	120	150	155	150	155						
1400	50	50	130	65	135	80	140	95	145	110	155
	60	60	135	75	140	90	145	105	150	120	155
	70	70	135	85	145	100	150	115	155	130	160
	80	80	140	100	150	115	155	130	160	145	165
	90	95	145	115	155	130	160	145	165	150	170
	100	115	155	130	160	145	165	150	170		
	120	150	170	150	170	150	170				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1600	50	50	135	65	145	80	150	95	160	110	165
	60	55	140	70	145	85	150	100	160	115	165
	70	65	145	80	150	95	160	110	165	125	170
	80	75	150	90	155	105	160	120	170	140	170
	90	90	155	105	160	120	170	135	175	150	180
	100	105	160	120	170	135	175	150	180		
	120	135	175	150	180	150	180				
1800	50	45	145	60	150	75	160	90	165	105	170
	60	50	145	70	155	85	165	100	170	115	175
	70	60	150	75	160	90	165	105	170	120	180
	80	70	155	85	165	100	170	115	175	130	180
	90	80	160	100	170	115	175	130	180	145	190
	100	95	165	110	175	125	180	140	185	150	190
	120	125	180	140	185	150	190	150	190		
2000	50	45	150	60	160	75	165	90	175	105	180
	60	50	155	65	160	80	170	95	175	110	185
	70	55	155	75	165	90	175	105	180	120	190
	80	65	160	80	170	100	180	115	185	130	190
	90	75	165	90	175	110	185	125	190	140	195
	100	90	175	105	180	120	190	135	195	150	200
	120	115	185	130	190	145	200	150	200		
2500	50	40	165	55	175	70	185	85	190	100	200
	60	45	170	60	180	75	185	90	195	105	205
	70	50	170	70	185	85	190	100	200	115	210
	80	60	180	75	185	90	195	105	205	120	310
	90	65	180	85	190	100	200	115	210	130	215
	100	75	185	90	195	105	205	120	210	140	220
	120	95	195	110	205	130	215	145	220	150	225
3000	50	40	180	55	190	70	200	85	210	100	220
	60	45	185	60	195	75	205	90	215	105	220
	70	50	190	65	200	80	205	95	215	110	225
	80	55	190	70	200	85	212	100	220	115	230
	90	60	195	75	205	90	215	105	220	120	230
	100	70	200	85	210	100	220	115	230	130	235
	120	85	210	100	220	115	230	130	235	145	245

Таблица ПЗ.1

Минимальная скорость грузовых поездов $V_{\text{груз}}$ [км/ч] в зависимости от R и E при максимальной скорости пассажирских поездов 200 км/ч

R [м]	I [мм]	$E_{\text{груз}} = 0$ мм	Егруз = 50 мм	Егруз = 70 мм	$h_{\text{расч}}$ [мм]
1700	130	146	118	106	148
1800	130	141	111	97	132
1900	100	154	125	112	148
2000	100	151	120	105	136
2100	80	160	130	115	145
2200	80	158	125	110	135
2300	80	156	120	103	125
2400	80	154	116	97	117
2500	80	151	111	90	109
2600	80	149	107	83	102
2700	80	147	101	75	95
2800	80	145	96	67	89
2900	80	142	90	56	83
3000	80	139	82	42	77
3100	80	137	76	22	72
3200	80	135	69		68
3300	80	132	60		63
3400	80	130	50		59
3500	80	127	38		55
3600	80	124	17		51
3700	80	122			48
3800	80	119			44
3900	80	116			41
4000	80	113			38
4100	80	110			35
4200	80	106			32
4300	80	104			30
4400	80	100			27
4500	80	97			25
4600	80	94			23
4700	80	89			20
4800	80	85			18
4900	80	81			16
5000	80	77			14
5100	80	74			13
5200	80	69			11

Максимальные скорости пассажирских поездов в зависимости от R, V_{min гр.}, E и I

R [М]	V _{гр.з} [км/ч]	h _{т гр.з} [мм] E=0 [мм]	V _{пасс} [км/ч]			h _{т гр.з} [мм], E = 50 [мм]	V _{пасс} [км/ч]			h _{т гр.з} [мм], E = 70 [мм]	V _{пасс} [км/ч ¹]			h _{т гр.з} [мм], E = 100 [мм]	V _{пасс} [км.ч ⁻¹]		
			I=80 мм	I=100[мм]	I=130[мм]		I=80[мм]	I=100[мм]	I=130[мм]		I=80[мм]	I=100[мм]	I=130[мм]		I=80[мм]	I=100[мм]	I=130[мм]
500	60	85	80	85	95	135	95	95	105	>150	95	100	105	>150	95	100	105
500	70	116	90	95	100	>150	105	100	105	>150				>150			
600	60	71	85	90	100	121	100	105	110	141	105	110	115	>150	105	110	115
600	70	97	90	100	105	147	105	110	115	>150	105	110	115	>150			
600	80	126	100	105	110	>150	120	110	115	>150				>150			
800	60	54	95	100	110	104	110	115	125	124	115	120	130	>150	120	130	135
800	70	73	100	105	115	123	115	120	130	143	120	125	135	>150			
800	80	95	105	110	120	145	120	125	135	>150	120	130	135	>150			
1000	60	43	100	110	120	93	120	125	135	113	125	130	140	143	135	140	150
1000	80	76	110	120	130	126	130	135	145	146	135	140	150	>150	135	145	150
1000	100	118	125	135	140	>150	155	145	150	>150	135	145	150	>150			
1300	60	33	110	120	130	83	130	140	150	103	140	145	160	133	150	160	170
1300	80	59	120	130	140	109	140	150	160	129	150	155	165	>150	155	165	175
1300	100	91	135	145	155	141	155	160	170	>150	155	165	175	>150			
1300	120	131	150	155	165	>150	170	165	175	>150				>150			
1500	60	29	115	125	140	79	140	150	160	99	150	155	170	129	160	170	180
1500	80	51	125	135	150	101	150	155	170	121	155	165	175	>150	170	175	185
1500	100	79	140	150	160	129	160	170	180	149	170	175	185	>150			
1500	120	114	155	160	175	>150	180	175	185	>150	170	175	185	>150			
1700	60	25	120	130	145	75	145	155	170	95	155	165	180	125	170	180	190
1700	80	45	130	140	155	95	155	165	180	115	165	175	185	145	180	185	195
1700	100	70	145	155	165	120	165	175	185	140	175	185	195	>150	180	185	200
1700	120	100	160	165	180	150	180	185	200	>150	180	185	200	>150			
2000	60	22	130	140	160	72	160	170	185	92	170	180	190	122	185	190	205
2000	80	38	140	150	165	88	165	175	190	108	175	185	200	138	190	200	210
2000	100	59	150	160	175	109	175	185	200	129	185	195	205	>150	195	205	215
2000	120	85	165	175	190	135	190	195	210	>150	195	205	215	>150			
2500	80	31	150	165	180	81	180	195	210	101	195	205	220	131	210	220	235
2500	100	48	160	175	190	98	190	200	215	118	200	210	225	148	215	225	240
2500	120	68	175	185	200	118	200	210	225	138	210	220	235	>150	220	230	240
3000	80	26	160	175	195	76	195	210	225	96	210	220	235	126	225	235	255
3000	100	40	170	185	205	90	205	215	235	110	215	230	245	140	235	245	260
3000	120	57	185	195	215	107	215	225	245	127	225	240	255	>150	240	250	265

Использование номограммы для определения возвышения и установления скоростей движения

Номограмма построена для пути с шириной колеи 1520 мм, $[\alpha_{\text{нп.п}}]=+0,7 \text{ м/с}^2$, $[\alpha_{\text{нп.г}}]=\pm 0,3 \text{ м/с}^2$.

Например, при радиусе кривой $R = 800 \text{ м}$ и средневзвешенной скорости $V_{\text{ср}} = 60 \text{ км/ч}$ необходимо найти возвышение наружного рельса. Для этого через соответствующие точки на шкалах R и $V_{\text{ср}}$ проводим прямую линию (см. на рис.1 линию 1) и по шкале h снимаем значение необходимого возвышения (55 мм). Такое возвышение обеспечит равномерное воздействие на обе рельсовые нити и оптимальные затраты на содержание пути в кривой.

При этом по шкалам $V_{\text{max п}}$ и $V_{\text{min гр}}$ определяем, что максимальная скорость пассажирских поездов при этом возвышении должна быть не более 105 км/ч, а минимальная скорость грузовых не менее 25 км/ч.

Допустим, что в этой кривой необходимо обеспечить повышение скоростей движения пассажирских поездов до 120 км/ч. Для этого прямую линию на номограмме проводим через точки $R = 800 \text{ м}$ и $V_{\text{max п}} = 120 \text{ км/ч}$ (см. на рис.2 линия 2), а по шкале h определяем минимально допустимое возвышение (110 мм). При этом скорость грузовых поездов должна быть обеспечена не менее 63 км/ч (отсчет по шкале $V_{\text{min гр}}$). В этих условиях отрицательные горизонтальные боковые непогашенные ускорения грузовых поездов по абсолютной величине будут не более $0,3 \text{ м/с}^2$, а положительные ускорения в пассажирских поездах – не более $0,7 \text{ м/с}^2$. С такими ускорениями не будут интенсивно нарастать расстройтва рельсовой колеи и обеспечивается комфортабельность езды пассажиров.

Рис. П4.1 Пример использования номограммы для определения возвышения наружного рельса и установления скоростей движения поездов ----- линия 1;
 - · - · - · - линия 2;

