ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ, ИЗЫСКАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

УДК 625.143.46

Исмагулова Саракуль Оразалиевна – д.т.н., профессор (Алматы, КазАТК)
Рахимов Ринат Калиевич – соискатель (Алматы, КазАТК)

ОБ УСТРОЙСТВЕ ВОЗВЫШЕНИЙ РЕЛЬСОВ В КРИВЫХ НА СКОРОСТНОМ УЧАСТКЕ АСТАНА – АЛМАТЫ

Проблема повышения скорости движения пассажирских поездов направления Астана-Алматы приобретает все большую актуальность, в связи с предстоящими зимними Азиатскими играми 2011 года, и из-за усиления экономических связей между Астаной и Алматы.

Основным фактором, сдерживающим скорости движения поездов, являются имеющиеся на направлении Астана-Алматы кривые радиусами 600 и менее метров [1,2]. Протяженность пути с различными скоростями движения на участке Астана - Алматы для поезда «Тальго» составляет:

140 км/ч - 570,7 км или 21,7%; 130 км/ч - 360,2 км или 13,7%;
120 км/ч - 828,1 км или 31,6%; 110 км/ч - 290,1 км или 11%;
100 км/ч - 427,4 км или 16,3%; 90 км/ч - 105,8 км или 4%;
80 км/ч - 18 км или 0,7%; 70 км/ч - 11,8 км или 0,4%;
60 и менее км/ч - 15,4 км или 0,6%.

Общая протяженность пути со скоростями ниже 140 км/ч составляет 2056,8 км или 78,3%. На линии много кривых малого радиуса, они могут быть с невыдержанными нормативами по возвышению рельсов и поэтому, имеется сверхнормативный боковой износ головки рельсов. При изменении режимов ведения поездов возвышение наружного рельса в кривой может оказаться недостаточным или избыточным. Чтобы принять решение о выправке кривой и об изменении величины возвышения рельса упорной нити, удлинении переходных кривых или смягчении продольного уклона отвода возвышения, желательно знать степень влияния этих параметров на динамику подвижного состава и изменение поездных нагрузок на путь. Экспериментальные исследования этой проблемы проведены путем моделирования движения вагонов в кривых, имеющих те или иные отступления (при прочих равных условиях) с помощью сертифицированной по ISO-9000 программной системы ADAMS/Rail. Программа была использована для оценки влияния несовпадения конца отвода возвышения и конца переходной кривой, избытка или недостатка возвышения упорной рельсовой нити в кривой, длины переходной кривой.

На рисунке 1 приводится расчетная модель движения вагона в кривой.

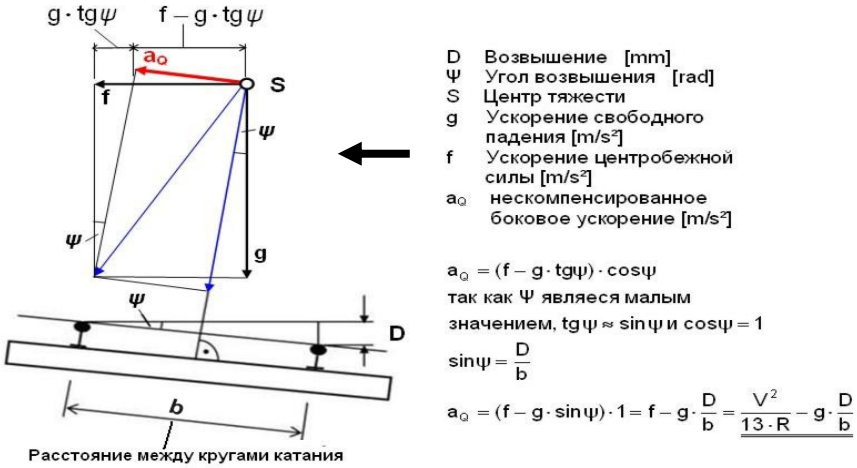

Рисунок 1 - Расчетные схемы для определения возвышения наружного рельса кривой

Для улучшения вписывания грузовых вагонов в кривые рекомендуется ограничивать величину непогашенного ускорения грузового вагона не более 0,3м/с^2. На графиках рисунка 2 показаны предельные величины возвышения наружного рельса, удовлетворяющие этому условию.

Рисунок 2 - Кривая определения величин возвышения наружного рельса в кривой в разных скоростных зонах, соответствующая непогашенному ускорению грузовых вагонов к центру кривой не более 0,3 м/с^2

При этом также приходится ограничить максимальную скорость пассажирских поездов на кривых большого радиуса (рисунок 2). Для кривой радиусом 1500 м в скоростной зоне пассажирских поездов до 140 км/ч возвышение не должно быть больше 40мм (рисунок 2) , в этом случае по приказу №41 от 2001г. (таблица 2 стр.9) скорость пассажирского поезда не должна быть более 130 км/ч, хотя при возвышении 130мм и

непогашенном ускорении менее норматива в этой же кривой возможна скорость движения 170 км/ч.

Величина возвышения наружного рельса в круговой кривой по ЦП774 [3] определяется по формуле:

$$h=12,5*V_{прив}2/R, \quad (1)$$

где $V_{прив}$ – приведенная скорость потока поездов в км/ч, R- радиус кривой, м.

Для организации скоростного пассажирского движения необходимо также повысить до 85-90 км/ч скорости грузовых поездов по двум причинам: для уменьшения коэффициента съема и для снижения давления колес грузовых вагонов на внутреннюю нить кривой.

Сложившиеся представления о равновесии центробежной и центростремительной сил от возвышения наружного рельса возникли из рассмотрения "статической картины равновесия сил", когда при следовании пассажирского вагона по длинной круговой кривой наступает динамическое равновесие. В грузовом вагоне, который обычно не транспортируется со скоростью более 80 км/ч, влияние рессорного подвешивания начинает сказываться при скоростях более 60 км/ч, а при более низких скоростях грузовой вагон движется как неподрессоренная масса и условие (1), принятое ЦП774 для него справедливо. Пассажирский вагон не успевает успокаиваться так быстро, как грузовой, и для него условие (1) не отражает существа происходящих процессов затухания колебаний при входе в кривую и выходе из кривой. На линиях, где преобладает пассажирское движение, эти обстоятельства нужно учитывать при планировании выправки кривых.

Для поездов с меньшей и большей скоростью, чем средневзвешенная, возвышение наружного рельса оказывается избыточным или недостаточным, чем определенное по формуле (1). Некоторые большегрузные краны и другая тяжелая техника, в соответствии с нормативами АО «НК «ҚТЖ»», не может перевозиться по железнодорожным путям, если возвышение наружного рельса превосходит 80 мм. Понижать возвышение наружного рельса в кривой только для разового пропуска тяжелой техники очень накладно, поэтому излишнего возвышения наружного рельса кривой в дистанциях пути стараются избегать.

По методике назначения величины возвышения наружного рельса в кривой нет единства мнений. Некоторые специалисты уверены в пользе завышения расчетного возвышения примерно на 20-30%.

Очевидно, что требуется дальнейшее исследование вопроса назначения возвышения наружного рельса кривой, но при большем общем подходе с рассмотрением не "статики", а динамики происходящих процессов.

Колебания пассажирского вагона в коротких кривых малого радиуса не успевают затухнуть и должны быть иные критерии назначения возвышения, чем условие (1) [4].

Рассмотрим вход и выход пассажирского вагона при скорости 10-50 м/с в кривые радиусом 1000м (длина круговой кривой 300 м, возвышении наружного рельса 80, 100, 120 мм, длины симметричных переходных кривых – по 80, 100 и 120 м) при несовпадении отвода возвышения и переходной кривой до ±20м.

Получены расчетные зависимости вертикальных и поперечных нагрузок на рельсы упорной и внутренней нитей кривой (таблицы 1, 2, рисунки 3, 4) для минимальных, "установившихся" (при динамическом равновесии) и максимальных значений.

Таблица 1 - Зависимость динамических сил от скорости
(% от статической вертикальной силы)

	Вертикальная сила на упорную нить			Поперечная сила на упорную нить		
V (m/s)	установившаяся	максимальная	минимальная	установившаяся	максимальная	минимальная
10	85.2394	105.842	77.00616	-9.08126	7.525002	-9.60063
20	92.80364	106.8949	83.36778	-8.33223	6.72248	-9.01925
25	98.57779	108.2312	87.73793	-7.76524	6.054537	-8.51397
30	105.6661	113.222	91.37802	-7.05793	5.117133	-7.95587
40	123.0974	130.2575	93.62492	-6.84744	2.090206	-7.93058
50	143.1031	143.1031	97.06912	-13.5185	0.620781	-14.8463
	вертикальная сила на внутреннюю нить			поперечная сила на внутреннюю нить		
V (m/s)	установившаяся	максимальная	минимальная	установившаяся	максимальная	минимальная
10	113.2666	120.7756	94.75321	-27.3648	0.306021	-27.9696
20	106.7541	115.1798	93.67204	-23.0311	0.617976	-24.1353
25	101.7856	111.253	92.54015	-19.7464	0.836745	-20.9923
30	95.67843	107.8891	88.82636	-15.5732	0.995773	-16.9118
40	80.7125	105.7909	74.01604	-5.61201	1.097926	-6.70141
50	63.77642	102.7279	58.82308	3.200207	4.493229	-0.39449

Таблица 2 - Зависимость динамических сил от несовпадения отвода возвышения и переходной кривой (% от статической вертикальной силы)

	Вертикальная сила на упорную нить			Поперечная сила на упорную нить		
Смещение отводов (м)	Установив-шаяся	Максимальная	Минимальная	Устано-вив-шаяся	Максимальная	Минимальная
-20	98.57779	107.8735	83.41329	-7.76524	6.727998	-9.50974
-10	98.57779	107.9323	85.53579	-7.76524	6.397611	-8.94728
0	98.57779	108.2312	87.73793	-7.76524	6.054537	-8.51397
10	98.57779	109.4118	89.57182	-7.76524	5.686261	-10.8918
20	98.57779	111.4395	91.08144	-7.76524	5.069157	-11.7585
	Вертикальная сила на внутреннюю нить			Поперечная сила на внутреннюю нить		
Смещение отводов (м)	Установив-шаяся	Максимальная	Минимальная	Устано-вив-шаяся	Максимальная	Минимальная
-20	101.7856	115.0586	92.65902	-19.7464	0.943709	-20.4981
-10	101.7856	113.1959	92.61882	-19.7464	0.940512	-20.3445
0	101.7856	111.253	92.54015	-19.7464	0.836745	-20.9923
10	101.7856	109.5944	91.47917	-19.7464	1.076072	-21.8779
20	101.7856	108.3343	90.20081	-19.7464	0.577806	-21.8635

Как видно из анализа результатов расчетов (таблицы 1 и 2), влияние несовпадения отвода возвышения сравнительно невелико и находится в пределах 2 -5% от статической нагрузки.

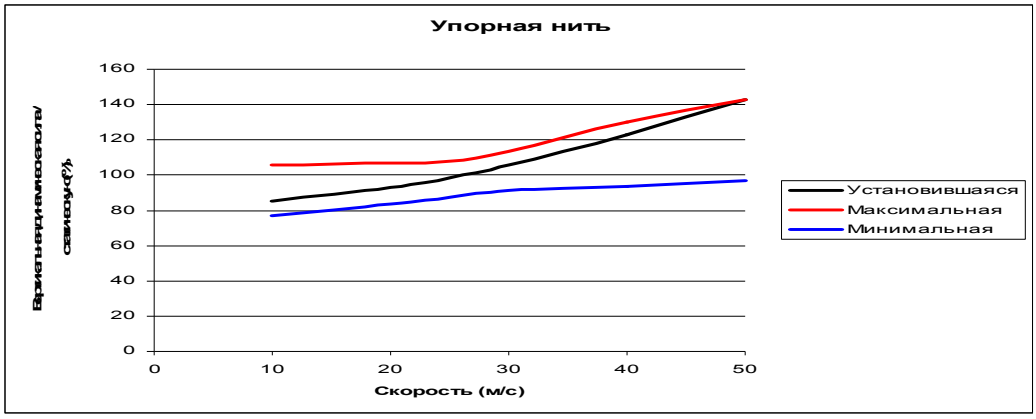

Рисунок 3 - Зависимость вертикальной силы, действующей на упорную нить, от скорости

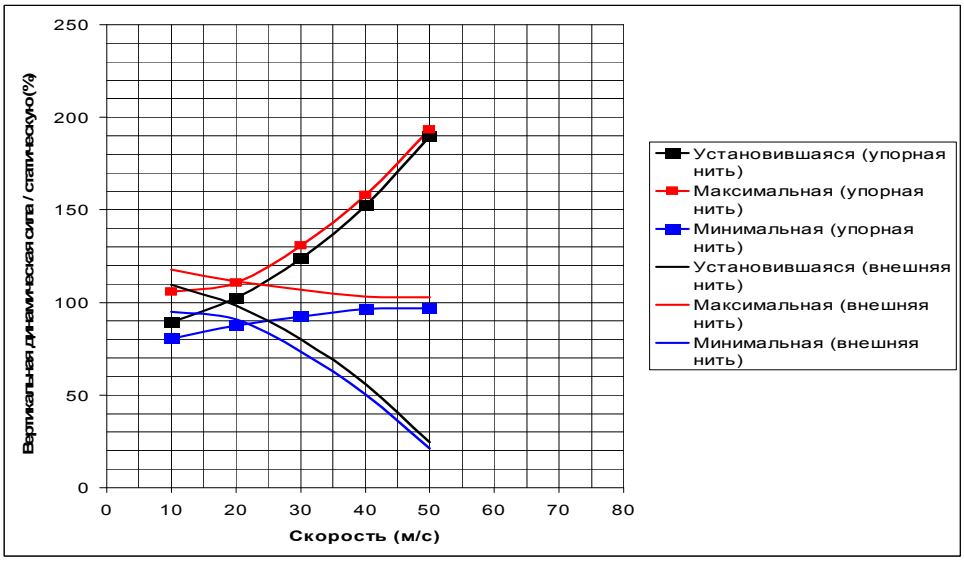

Рисунок 4 - Зависимость вертикальных нагрузок на упорный и внутренний рельсы от скорости движения в кривой радиусом 600м и возвышении 150мм

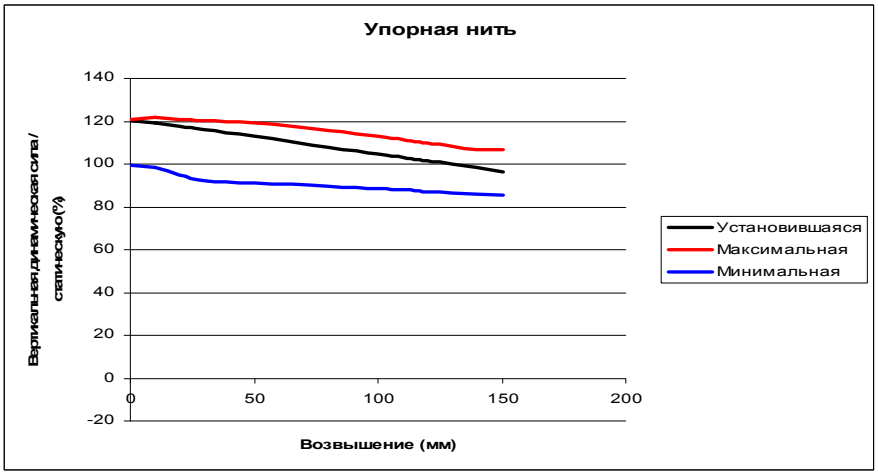

Рисунок 5 - Зависимость вертикальных нагрузок колес на упорную нить от возвышения наружного рельса

Выводы:

Содержание возвышения наружного рельса в кривых радиусом 1000м и более по скоростям для грузовых поездов удовлетворяет нормам Инструкции ЦП774 по текущему содержанию пути и нормам по допускаемым скоростям движения. При существенном недостатке возвышения наружного рельса в кривой радиусом 600м поперечные нагрузки на рельсы упорной нити могут возрасти на 10-20%.

На участке Чокпарской дистанции пути следует ориентироваться в назначении возвышения наружного рельса в кривых на скорости грузовых поездов, учитывая меньшую осевую нагрузку пассажирского вагона и лучшее демпфирование нагрузки пассажирским вагоном, чем грузовым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исмагулова С.О., Ауесбаев Е.Т. Нормативные требования по содержанию железнодорожного пути на скоростных участках / Матер. Межд. научно-практ. конф. «Железнодорожный транспорт Казахстана: история и перспективы экономического роста», т2, Алматы, 2004, с. 56-59.
2. Мусаев С.К., Саржанов Т., Исмагулова С.О. Варианты прохождения скоростных линий на участке скоростных линий ж.д. Алматы-Астана и решение вопросов транспортных развязок г.Алматы и прилегающих к ней территорий /Материалы междунар. науч.прак. конф. «Инновационные процессы в организации перевозок на транспорте», посвященной 70-летию со дня рождения и 50- летию научного педагогического стажа к.т.н. профессора Бекжанова З.С., Алматы, КазАТК, 2008, с. 144-151.
3. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути ЦП774, 2003.
4. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь – М.,: Транспорт, 1987, 479 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

УДК 624.131.537

Базанова Инна Амандыковна – к.т.н, доцент (Алматы, КазАТК)

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ

При проектировании горных автомобильных дорог необходимо предусмотреть постройку сооружений, обеспечивающих безопасность и бесперебойность движения в течение года, так как такие дороги подвержены действию оползней, обвалов горных пород, лавин и снежных заносов.

Перемещение горных пород может быть медленным – в виде оползней или сплывов и быстрым – падение, опрокидывание, скатывание в виде обвалов, камнепадов и осыпей.

Оползни возникают при неустойчивом положении горных пород и их смещении под действием собственного веса. Характерным для оползня является связность движущейся массы и наличие поверхности скольжения. Важнейший фактор образования оползня – действие поверхностной и подземной воды. Постройка дороги на оползневых