

УДК 004.054: [625.1.03:656.027.3.025]

Ю.Я. Водяников, А.И. Шведов, С.М. Свистун

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВЫХ
ПОЕЗДОВ НА СКОРОСТНЫХ ЛИНИЯХ ДЛЯ ПАССАЖИРСКОГО
ДВИЖЕНИЯ

Предложен критерий оценки воздействия на путь грузовых поездов. В качестве критерия используется суммарное динамическое воздействие на путь пассажирского поезда в диапазоне скоростей движения (0-160) км/ч.

В настоящее время все большее развитие получают фитинговые и контрейлерные перевозки грузов, при этом сдерживающим фактором увеличения перевозок является пропускная способность железных дорог. Одним из способов увеличения грузопотока является использование скоростных линий для пассажирского движения. При этом в одну из актуальных выдвигаются задачи разработки критерия о возможности эксплуатации фитинговых и контрейлерных поездов по скоростным линиям. Такие критерии могут быть получены на основе анализа динамического воздействия грузового поезда на путь.

Воздействие на путь определяется средней динамической погонной нагрузкой $q_{дин}$, определяемой по формуле [1]:

$$q_{дин} = \frac{n \cdot P_{ос}}{2 \cdot l_m + \Delta l} (1 + \kappa_{дв}) \quad (1)$$

где: $2 \cdot l_m$ - база тележки;

$\Delta l = 2,2$ м – условная длина общей расчетной зоны влияния крайних осей;

$\kappa_{дв}$ - расчетный коэффициент вертикальной динамики вагона;

n - число осей в тележке, $n = 2$;

$P_{ос}$ - расчетная статическая осевая нагрузка, $P_{ос} = \frac{P_{бр}}{2 \cdot n}$ ($P_{бр}$ - брутто вагона).

Динамический коэффициент $\kappa_{дн}$ воздействия на путь определяется как отношение средней динамической погонной нагрузки к средней статической по формуле [1]:

$$\kappa_{дн} = \frac{q_{дин}}{q_{ст}} \quad (2)$$

© Ю.Я. Водяников, А.И. Шведов, С.М. Свистун 2009

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Средняя погонная статическая нагрузка зависит от брутто вагона $P_{бр}$ и длины вагона по осям сцепления автосцепок L_c [1]:

$$q_{cm} = \frac{P_{бр}}{2 \cdot L_c} \quad (3)$$

Одним из основных факторов динамического воздействия на путь является коэффициент вертикальной динамики необрессоренных частей тележек вагона, определяемый по формуле [1]:

$$K_{\partial\sigma} = \frac{\bar{K}_{\partial\sigma}}{b} \cdot \sqrt{\frac{4}{p} \cdot \ln \frac{1}{1 - P(K_{\partial\sigma})}} \quad (4)$$

где $\bar{K}_{\partial\sigma}$ - среднее вероятное значение коэффициента вертикальной динамики;

β - параметр распределения, для грузовых вагонов $\beta = 1,13$;

$P(K_{\partial\sigma})$ - вероятность распределения коэффициента вертикальной динамики, принимается, $P(K_{\partial\sigma}) = 0,97$.

Среднее вероятное значение коэффициента вертикальной динамики для скоростей $V \geq 15$ м/с и $V \leq 15$ м/с определяются соответственно по формулам (5) и (6) [1]:

$$\bar{K}_{\partial\sigma} = a + 3,6 \cdot 10^4 \cdot v \cdot \frac{V - 15}{f_{cm}} \quad (5)$$

$$\bar{K}_{\partial\sigma} = a \cdot \frac{V}{15} \quad (6)$$

где $a = 0,15$ (для необрессоренных частей тележки);

v - коэффициент, учитывающий влияние числа осей, $v = 1$;

V - расчетная скорость движения, м/с;

f_{cm} - статический прогиб рессорных комплектов, $f_{cm} = \frac{P_{бр}}{g}$ (брутто вагона, тс;

g - жесткость рессорного комплекта тележки, тс/м).

Статический прогиб рессорных комплектов первой и второй тележек с учетом вертикальной добавочной нагрузки определяются по формулам:

$$f_{cm} = \frac{P_{бр} / 2 + 2 \cdot \Delta q}{n \cdot g} \quad (7)$$

где $n = 2$ - число осей на тележке.

Контрейлерные перевозки осуществляются с использованием длиннобазных платформ. В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются длиннобазные платформы моделей 13-7021, 13-7031, 13-1796 и др, которые имеют следующие конструктивные размеры: длина по осям сцепления автосцепок 25690 мм, база платформы 18500 мм.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Для анализа воздействия на путь была выбрана платформа модели 13-7024 (брутто 93,5 тс) на двух типах тележек 18-100 и 18-7020, жесткость рессорных комплектов для которых равны соответственно 8849 кН/м (901,5 тс/м) и 6538 (666 т/м), а для сравнительного анализа - пассажирский вагон модели 61-779 на тележках КВЗ-ЦНИИ-М (брутто вагона 63 тс, гибкость рессорного комплекта 0,97 м/МН, длина по осям сцепления 26696 мм, база вагона 19000 мм).

Результаты выполненных расчетов по приведенным формулам представлены на рис.1 и рис. 2.

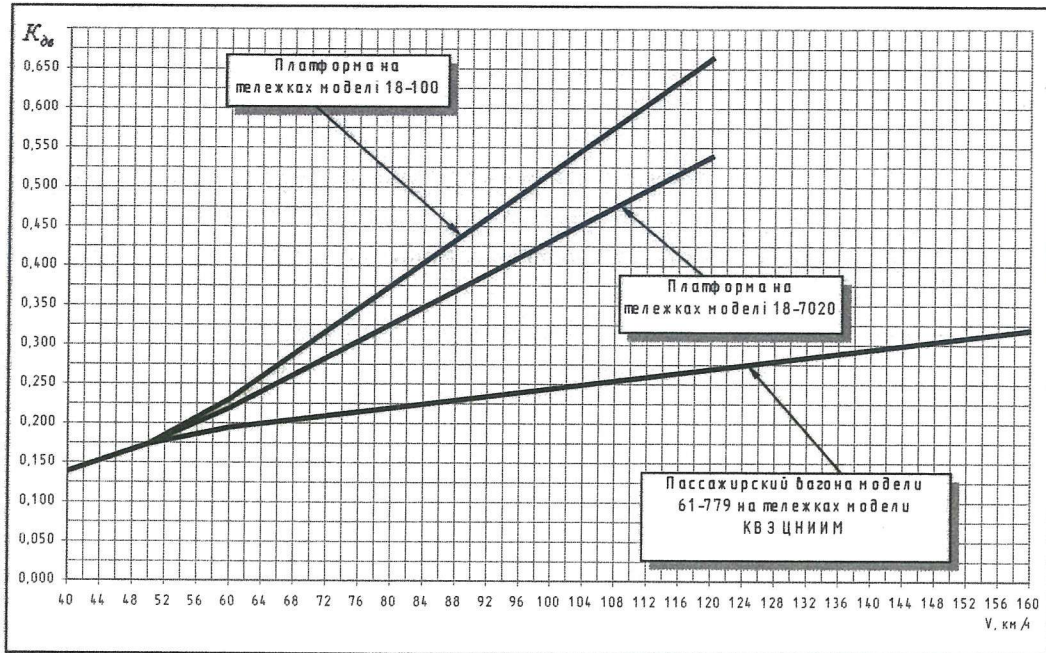


Рис. 10. Коэффициенты вертикальной динамики необрессоренных частей тележки

Суммарное воздействие на путь $A_{двн}$ в допустимом диапазоне скоростей движения определяется с учетом вероятности движения грузового и пассажирского поезда в заданном интервале скоростей (рис. 3) по формуле:

$$A_{двн} = \sum_{i=1}^n q_{двн}(V_i) \cdot P(V_i) \quad (8)$$

где - V_i средняя скорость движения в i -ом интервале;

$q_{двн}(V_i)$ - динамическое воздействие на путь при скорости V_i ;

$P(V_i)$ - вероятность движения поезда со скоростью (V_i);

n - число интервалов.

В качестве критерия для принятия решения о возможности эксплуатации грузовых поездов на скоростных линиях предлагается использовать суммарное динамическое воздействие пассажирского поезда в диапазоне скоростей 0-160 км/ч.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

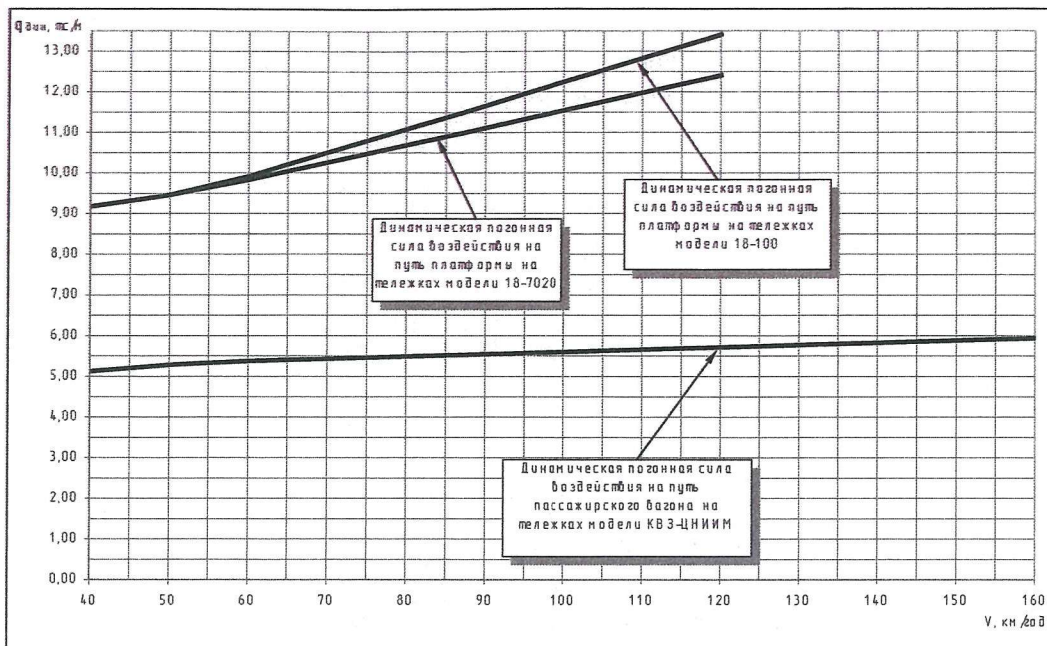


Рис. 2. Средняя динамическая погонная нагрузка на путь

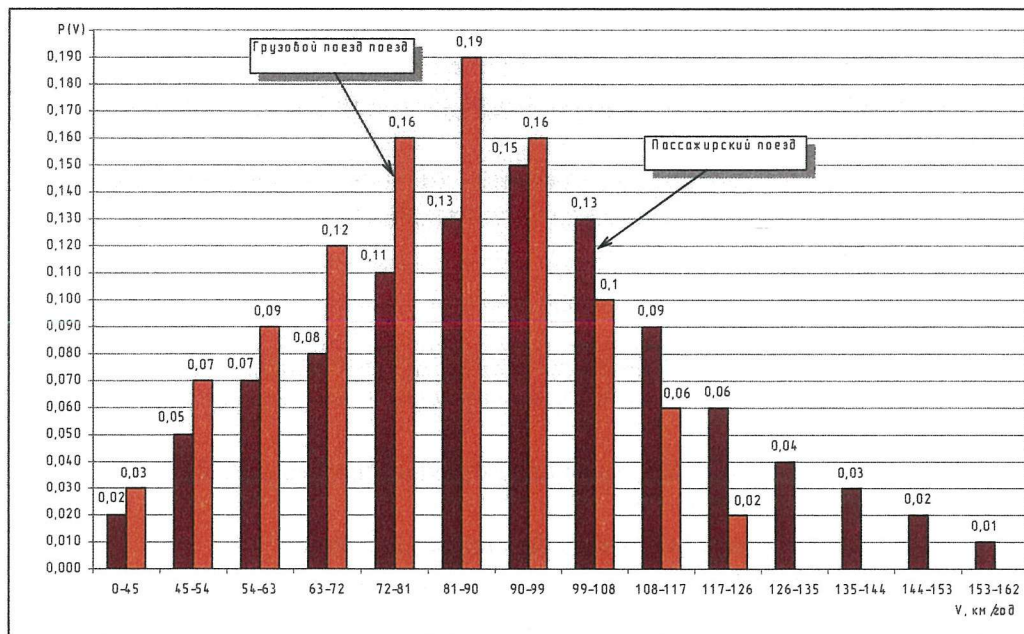


Рис. 3. Вероятность движения поездов с заданной скоростью [1]

Допустимая скорость движения грузового поезда, при которой суммарное воздействие на путь грузового поезда равно суммарному воздействию на путь пассажирского, определяется из равенства:

$$\sum_{i=1}^{n_k} q_{дин}^{груз}(V_i) \cdot P(V)_{груз} = A_{дин}^{пас} \quad (9)$$

где n_k - номер k -ого интервала.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Выполненные расчеты свидетельствуют (рис. 4), что допустимая скорость грузового поезда по эквивалентному воздействию на путь пассажирского в диапазоне скоростей (0-160) км/ч, может быть принята не более 80 км/ч.

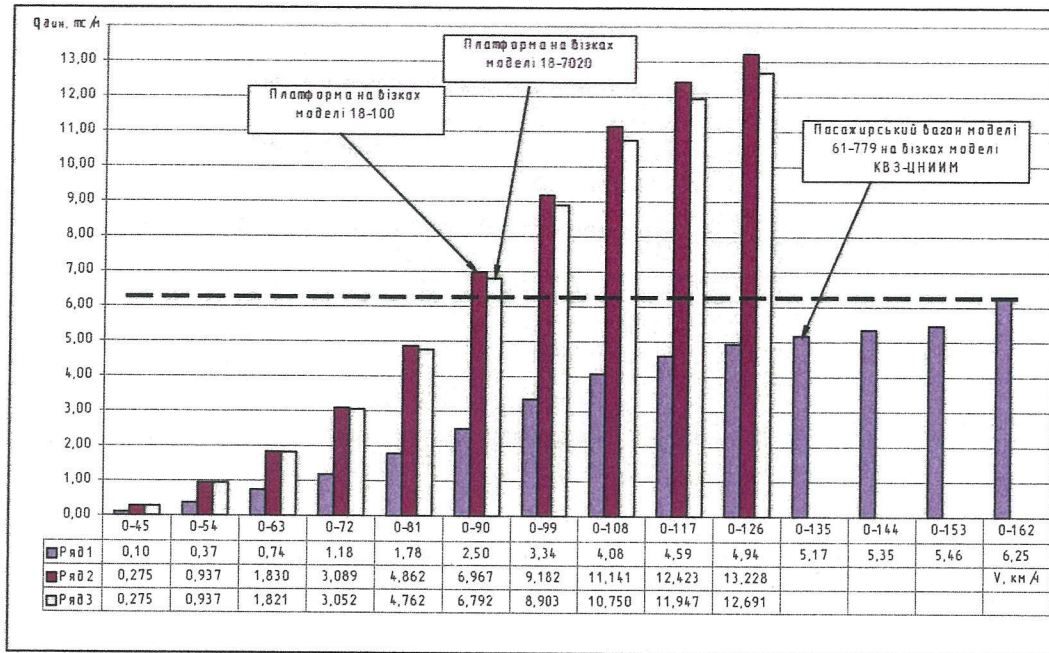


Рис. 4. Суммарная величина динамической погонной нагрузки на путь

Выполненные исследования показали, что для уменьшения воздействия на путь грузового поезда необходимо использовать тележки с меньшей жесткостью рессорных комплектов.

Выводы

1 Скорость грузовых поездов для перевозки контейнеров при движении по железнодорожному пути для скоростного пассажирского движения должна быть не более 80 км/ч;

2 Одним из факторов по уменьшению воздействия на путь грузовых поездов может явиться применение:

- надбуксового подрессоривания боковины тележки;
- использование специальной тележки по типу пассажирской с билинейной характеристикой рессорного подвешивания;
- снижение осевой нагрузки до 20-22 тс/ось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных), ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996 г.