

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

**Правила технической эксплуатации дорог и безопасность
движения поездов**

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы
и практических заданий для студентов V курса специальности 270204 –
Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство
специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

Белгород
2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова
Кафедра автомобильных и железных дорог

Утверждено
научно-методическим советом
университета

**Правила технической эксплуатации дорог и безопасность
движения поездов**

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы
и практических заданий для студентов V курса специальности 270204 –
Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство
специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

Белгород
2013

УДК 625.1(07)

ББК 39.2 я 7

П68

Составители: канд. техн. наук, ст. преп. Н.В. Селицкая
ассистент А.В. Сачкова

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.А. Логвиненко

Правила технической эксплуатации дорог и безопасность движения поездов П68: методические указания к выполнению расчетно-графической работы и практических заданий для студентов V курса специальности 270204 – Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство специализации «Строительство дорог промышленного транспорта» / сост.: Н.В. Селицкая, А.В. Сачкова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 12 с.

Методические указания составлены по дисциплине «Правила технической эксплуатации дорог и безопасность движения поездов» в соответствии с учебной программой на базе учебной литературы и нормативных документов по решению задачи на определение превышения наружного рельса (в кривых) по отношению к внутреннему.

В методических указаниях кратко изложены теоретические основы расчетов на определение превышения наружного рельса. Порядок изложения материала соответствует последовательности написания и расчетов в расчетно-графической работе.

Методические указания предназначены для студентов V курса специальности 270204 – Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

Данное издание публикуется в авторской редакции

УДК 625.1(07)

ББК 39.2 я 7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2013

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Закрепить теоретические знания студентов по решению задачи на определение превышения наружного рельса (в кривых) по отношению к внутреннему, в зависимости от радиуса кривой и скорости движения поезда.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТЫ

Пояснительная записка (объем до 15 с.) должна состоять из титульного листа, задания для проектирования, содержания, текста пояснительной записки и списка использованной литературы.

Текст пояснительной записки с необходимыми расчетами, обоснованиями, рисунками, таблицами и титульный лист должны быть написаны на стандартных листах формата А4 и оформлены в соответствии с ЕСКД. Формулы приводятся с расшифровкой всех символов и с последующей подстановкой числовых величин. Страницы пояснительной записки подлежат сквозной нумерации, ссылки на литературу указываются в квадратных скобках, список литературы составляется в порядке ее использования.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЯСНЕНИЯ

При движении подвижного состава в кривых участках пути появляется центробежная сила, которая оказывает дополнительное давление на наружную рельсовую нить. Вследствие этого быстрее изнашиваются рельсы, появляется избыточное непогашенное ускорение, что ухудшает условия комфортабельной езды пассажиров.

На 98 % протяженности главных путей железных дорог осуществляется смешанное движение грузовых и пассажирских поездов. Для определения возвышения в кривых участках пути должны быть установлены соотношения скоростей этих поездопотоков, отражающие их уровень воздействия на путь.

Исходя из выравнивания суммарных колесных нагрузок по обоим рельсам кривой, К.Ю. Циглинский предложил устанавливать возвышение по средней квадратичной скорости V_{cp}^2 общего потока поездов, взвешенной по тоннажу.

Для выравнивания нагрузок возвышение должно определяться по равновесной квадратической скорости. Установка возвышения по равновесной скорости обеспечивает минимально возможное воздействие на путь грузовых поездов, но вместе с тем приводит в ряде случаев к необходимости снижения на 10-15 км/ч скоростей пассажирских вагонов.

Разные подходы к этой проблеме явились причиной оформления ее в виде задачи, которую необходимо решить.

Определение возвышения в расчетно-графической работе предусмотрено выполнить двумя способами расчета: статистическим и аналитическим.

2. СТАТИСТИЧЕСКИЙ СПОСОБ РАСЧЕТА

Возвышение наружного рельса в кривой определяем:

- по средней квадратической скорости движения поездов, V_{cp}^2 ;
- по равновесной квадратической скорости, V_p .

2.1. Определение возвышения по средней квадратической скорости движения поездов

Для обеспечения одинаковой нагрузки на рельсовые нити в кривых возвышение наружного рельса h , определяем по формуле:

$$h = 12,5 \cdot \frac{V_{cp}^2}{R}, \quad (1)$$

где h – возвышение наружного рельса, мм;

R – радиус кривой, м;

V_{cp}^2 – средняя квадратическая скорость движения поездов, км/ч.

В свою очередь, среднюю квадратическую скорость определим по формуле:

$$V_{cp}^2 = \frac{\sum n \cdot Q \cdot V_i^2}{\sum n \cdot Q}, \quad (2)$$

где n – число поездов в сутки;

Q – масса поезда, т;

V_i – фактически реализуемая скорость движения поездов, км/ч.

На участках дорог I категории при $V > 120$ км/ч возвышение наружного рельса определится из формулы:

$$h = \frac{k \cdot 12,5 \cdot V_{cp}^2}{R}, \quad (3)$$

где k – коэффициент увеличения возвышения наружного рельса, учитывающий смещение центра тяжести в наружную сторону. Согласно СНиП 11-39-76, $k = 1,2$.

Для обеспечения комфортабельной езды и недопущения воздействия центробежного ускорения на человека, возвышение наружного рельса определится:

$$h_{\min} = 12,5 \cdot \frac{V_{\max}^2}{R} - 115, \quad (4)$$

где V_{\max} – максимальная скорость движения пассажирского поезда, км/ч;

115 – число, показывающее насколько можно уменьшить возвышение наружного рельса, чтобы непогашенная возвышением часть центростремительного ускорения не превышала $a_{nn} = 0,7 \text{ м/с}^2$ – допустимого.

Наибольшая допустимая скорость в кривой при допуске избыточного ускорения может быть определена по формуле:

$$V_{\max} = 4,6 \cdot \sqrt{R}. \quad (5)$$

2.2. Определение возвышения по равновесной квадратичной скорости движения поездов

Для обеспечения равной нагрузки на обе рельсовые нити в кривых, возвышение наружного рельса определим по формуле:

$$h = 12,5 \cdot \frac{V_p^2}{R}. \quad (6)$$

Равновесная квадратичная скорость:

$$V_p = \sqrt{\frac{V_{\min}^2 + V_{\max}^2}{2}}, \quad (7)$$

где V_{\max} и V_{\min} – максимальная и минимальная скорости потока поездов, км/ч.

Возвышение, которое должно соответствовать фактической равновесной и минимальной скорости потока грузовых поездов:

$$h_{V_{p, \text{gp}}} = \frac{12,5 \cdot (V_{\text{real, max, gp}}^2 + V_{\text{min, gp}}^2)}{2 \cdot R}; \quad (8)$$

$$h_{V_{\text{min, gp}}} = \frac{12,5 \cdot V_{\text{min, gp}}^2}{R} + 50. \quad (9)$$

Возвышение, которое должно соответствовать максимальной скорости пассажирского поезда:

$$h_{V_{\text{max, пас}}} = \frac{12,5 \cdot V_{\text{max, пас}}^2}{R} - 115, \quad (10)$$

где $V_{\max пас}$ – принимают по максимальной скорости пассажирского поезда, установленной приказом начальника дороги, км/ч.

Для того, чтобы на данной кривой избыточное ускорение не превысило установленной нормы ($a_{nn} = 0,7 \text{ м/с}^2$), проводят проверку превышения на ее соблюдение:

$$a_{nn} = \frac{V_{\max}^2}{3,6^2 \cdot R} - 0,0063 \cdot h_p. \quad (11)$$

Если ускорение, подсчитанное по формуле, окажется больше установленной нормы, то скорость движения по кривой ограничивается.

Возвышение наружного рельса не должно превышать 150 мм. Из выполненных расчетов принимают наибольшее значение превышения h .

Длина переходной кривой, m , определяется:

$$L = \frac{h}{i}, \quad (12)$$

где i – уклон отвода возвышения, ‰.

3. АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ РАСЧЕТА

Для ограниченного диапазона допускаемых скоростей (грузовых и пассажирских) поездов, при определении возвышения, может быть применен аналитический метод расчета по заранее заданным значениям скоростей грузовых поездов и соответствующих им уровней допустимых непогашенных ускорений.

Определяющими в этом случае для расчета возвышения будут являться скорости потока:

- минимальные;
- средние;
- максимальные.

Многочисленные обработки скоростемерных лент показали, что в подавляющем большинстве случаев минимальная скорость грузового потока не бывает ниже 25 км/ч, а непогашенное ускорение для этой скорости можно принять $a_{\text{нп}} = -0,4 \text{ м/с}^2$.

В качестве оценки средней скорости потока можно принять в расчетах близкой к ней техническую скорость, которая в среднем по сети дорог составляет 45 км/ч при всех видах тяги, а непогашенное ускорение для этой скорости можно принять $a_{\text{нп}} = -0,15 \text{ м/с}^2$.

Предельные скорости грузовых или пассажирских поездов, при не превышении которых может быть применен аналитический способ расчета возвышения, определяется по формуле:

$$V_{\text{max}} = \sqrt{V_{\text{фикс.сп}}^2 + 0,08 \cdot R(\Delta h_{\text{min}} + \Delta h_{\text{max}})}, \quad (13)$$

где $V_{\text{фикс.сп}}$ – фиксированные скорости грузового потока, принимаемые в расчете;

$\Delta h_{\text{min}}, \Delta h_{\text{max}}$ – избыток и недостаток возвышения, соответствующие принятым в расчете допускаемым непогашенным ускорениям.

Это те граничные скорости, при которых можно использовать аналитический способ расчета возвышения.

Вызывает интерес изменение радиуса кривой на предельные скорости ($V = 25, 45, 75 \text{ км/ч}$). Для этого в формуле 13 при расчете V будут подставляться различные значения радиуса.

Для максимальных скоростей грузовых и пассажирских поездов возвышение наружного рельса рассчитывается по формуле:

$$h_{V_{\max ep}} = \frac{12,5 \cdot V_{\max ep}^2}{R} - 50. \quad (14)$$

Определение возвышения аналитическим методом можно применить к 35 – 40 % кривых сети дорог.

В описанных способах определения возвышения наружного рельса в кривых, во всех формулах переменным является радиус кривой, который будет меняться с шагом $D = 25$ м, в заданных пределах.

Во всех случаях определения возвышения наружного рельса в кривых должна выполняться проверка на наличие избыточного непогашенного ускорения, определяемого по формуле 9.

Библиографический список

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. – М.: Транспорт, 2010.
2. Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации. – М.: Транспорт, 2011.
3. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте Российской Федерации. – М.: Транспорт, 2011.

Оглавление

Цели и задачи расчетно-графической работы.....	3
Требования к оформлению работы.....	3
1. Теоретические пояснения.....	4
2. Статистический способ расчета.....	5
2.1. Определение возвышения по средней квадратической скорости движения поездов.....	5
2.2. Определение возвышения по равновесной квадратической скорости движения поездов.....	5
3. Аналитический способ расчета.....	8
Библиографический список.....	10

Учебное издание

**Правила технической эксплуатации дорог и безопасность
движения поездов**

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы
и практических заданий для студентов V курса специальности 270204 –
Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство
специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»

Составители: **Селицкая** Наталья Владимировна
Сачкова Алиса Вадимовна

Подписано в печать 12.02.13 Формат 60×84/16. Усл.печ.л. 0,7 Уч.-изд.л. 0,8

Тираж 45 экз. Заказ Цена
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46