

Г. Г. КВАНТАЛИАНИ (Грузинский технический университет, Тбилиси),
И. П. КОРЖЕНЕВИЧ (ДИИТ), Т. Г. ТОДУА (Marabda-Kartsakhi Railway),
Б. И. ТОРОПОВ (Киевгипротранс)

ОЦЕНКА ПЕРЕГРЕВА КОМПОЗИЦИОННЫХ КОЛОДОК НА ПЕРЕВАЛЬНЫХ УЧАСТКАХ

Розглядаються способи оцінки перегріву композиційних колодок на перевальних ділянках.

Рассматриваются способы оценки перегрева композиционных колодок на перевальных участках.

The methods of estimation of overheat of composition brake shoes on mountain pass sections are considered.

При проектировании переустройства перевальных участков необходимо определять допускаемые скорости с учетом торможения. При этом должна обеспечиваться остановка поезда на заданном расстоянии, а тормозные колодки не должны перегреваться. Композиционные колодки, получившие в последнее время широкое распространение, очень чувствительны к перегреву, да и допускаемая температура такого перегрева существенно ниже по сравнению с чугунами.

К сожалению, официально утвержденных методик по расчету перегрева тормозных колодок не существует.

Проф. Иноземцев В. Г. предложил для проверки теплового режима при длительном торможении на спуске без рекуперационного тормоза ряд подходов. В частности, рекомендуется проверку осуществлять по следующему неравенству:

$$\frac{\alpha_R \cdot H \cdot P \cdot \varepsilon}{t \cdot d} (1 - e^{-0,03\sqrt{t}}) \leq 2, \quad (1)$$

где α_R – коэффициент распределения теплового потока, равный 0,7 для чугунных и 0,95 – для композиционных колодок;

H – разность высот на участке торможения, м;

P – нагрузка на колесо;

ε – коэффициент учета неравномерности работы колес;

t – время торможения, с;

d – диаметр колеса.

Подставив в (1) известные значения, получим для композиционных колодок

$$\frac{16,3 \cdot H}{t} (1 - e^{-0,03\sqrt{t}}) \leq 2. \quad (2)$$

Данная формула является достаточно приближенной, не учитывает режим торможения и степень использования тормозной силы. В последующих публикациях [1] проф. Иноземцев В. Г. не использовал данную формулу, а просто указывал, что по условиям время торможения не должно превышать 35 мин.

В работе [2] перегрев рекомендуется определять по следующей формуле

$$\Delta\tau_{\infty} = \frac{q_T}{\alpha_0} \left(1 - e^{-2 \frac{\alpha_0}{\sqrt{\pi \lambda \gamma c}} \sqrt{t}} \right). \quad (3)$$

Подставив соответствующие значения для композиционных колодок без рекуперационного торможения, приведенные в [2], получим

$$\Delta\tau_{\infty} = \frac{0,008b_T V}{0,004 + 0,005\sqrt{V}} \times (1 - e^{-3,76(0,004 + 0,005\sqrt{V})\sqrt{t}}), \quad (4)$$

где V – средняя скорость торможения, м/с;

b_T – удельная тормозная сила, Н/кН;

t – время торможения, с.

Для проверки колодок на перегрев выполним тяговые расчеты на самом сложном с точки зрения торможения участке Тетри-Цкаро – Чивчави – Надарбазеви при движении в обратном направлении.

Для учета множества особенностей работы тормозного оборудования при экстренном торможении на крутых спусках тормозная задача решалась с применением программы TormozPut [3] для участка Тетри-Цкаро – Цалка.

Учитывая достаточно большую крутизну спуска (до 36 ‰), композиционные колодки будут на станции Цалка включаться в груженный режим. При этом приняты достаточно же-

сткие условия, учитывающие все проблемы при применении композиционных колодок. Используется только 70 % тормозной силы, полу-

ченная скорость округлялась в меньшую сторону кратно 5 км/ч и уменьшалась еще на 15 км/ч (рис. 1).

Решение тормозной задачи

RailBrain™ Корженевич И. П. kip@brailsys.com Участок: Тетри-Цкаро - Цалка

Путь: ☐ звеньевой ☒ бесстыковой

Профиль: Tet_Ckaro-Calka.prf Направление расчета: ☐ туда ☒ обратно dv = 15

План: Tet_Ckaro-Calka.pln Макс. длина тормозного пути: 1200

Ограничения: Tet_Ckaro-Calka.ogr ☒ Учитывать тормоза локомотива Максимальная скорость, км/ч: 80

Файлы в формате программы MoveRW. Файл ограничений должен содержать все ограничения, в том числе от кривых

Длина локомотива: 66 состава: 336 Масса локомотива: 368 состава: 1800 Кол-во осей: 96 Кол-во типов тормозов вагонов: 1

	Сумма действительных нажатий на колодки, кгс	Процент использования полной силы	Действительное нажатие одной, кгс	Кол-во колодок	Тип колодок
для локомотива	ввод <input checked="" type="button" value="расчет"/> 66752	70	1490	64	композит
для вагонов (1)	ввод <input checked="" type="button" value="расчет"/> 322560	70	2400	192	композит
для вагонов (2)	ввод расчет 0	80	3800	4	чугун
для вагонов (3)	ввод расчет 0	80	3800	4	чугун

Основное удельн.сопротивл.движению состава (кгс/т) $w_0 = a + b \cdot V + c \cdot V^2$. a = 0,86 b = 0,0048 c = 0,0001067

☒ Снижать тормозную силу в кривых с R<800 м из-за снижения сцепления Степень учета: 25 %

Максимальный спуск под поездом -35 ‰ (км 34,594). Ограничение по работе тормозной системы отсутствует
Предельный уклон, на котором локомотив удержит состав (‰) 12,9
Действительный тормозной коэффициент 0,18. Расчетный: 0,18 или (0,24-0,495) в пересчете на чугун при V=0-80.

Количество добавленных ограничений 384

№	Середина ограничения	Длина, м	Vогр, км/ч
1	2269	50	60
2	2319	50	60
3	2369	50	55
4	2419	50	55

Километраж текущей точки: 29,494
Скорость начала экстренного торможения: 78 Vmax=57 S=52,394
Тормозной путь: 215
Время торможения, с: 30 tmax=115
Ход выполнения расчета:

Рис. 1. Основное окно программы TormozPut

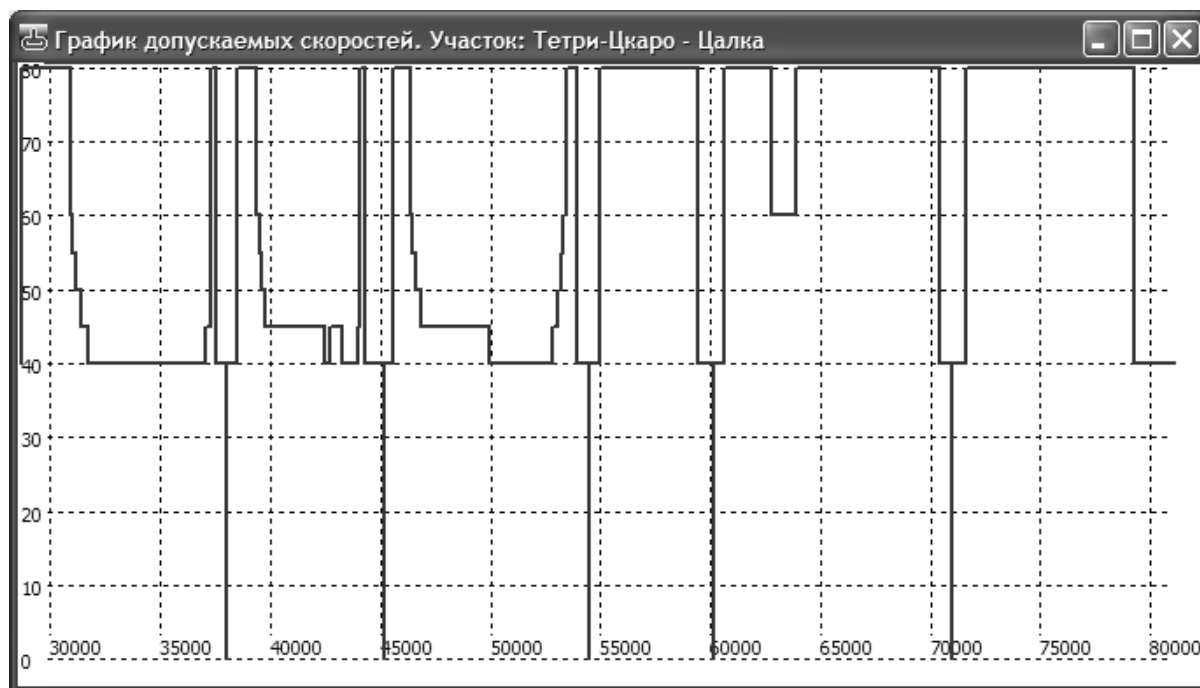


Рис. 2. Ограничения скоростей на участке

Как видим, по условиям экстренного торможения на заданном тормозном пути при композиционных колодках, включенных на груженный режим, скорость движения может устанавливаться на уровне 40 км/ч.

В результате тяговых расчетов, выполненных при данных ограничениях, установлено, что при движении от ст. Надарбазеви до разъезда Чивчави используется режим регулировочного торможения на участках 44,504-41,843 км (40 км/ч, высота 80 м, время торможения 239 с, средняя удельная тормозная сила 28,5 Н/кН) и 41,771-39,221 км (45 км/ч, высота 82 м, время торможения 204 с, средняя удельная тормозная сила 30,1 Н/кН), режим служебного торможения 39,129-38,699 км (снижение скорости с 55 до 40 км/ч, высота 13 м, время торможения 31 с, средняя удельная тормозная сила 39,0 Н/кН), режим регулировочного торможения 38,699-38,202 км (40 км/ч, высота 3 м, время торможения 30 с, средняя удельная тормозная сила 6,1 Н/кН) и служебное торможение 38,157-38,000 км (остановка на разъезде Чивчави со скорости 40 км/ч, высота 0,5 м, время торможения 25 с, средняя удельная тормозная сила 42,3 Н/кН). Таким образом, общее время торможения составило 529 с на высоте 178,5 м при средней скорости 41,5 км/ч и средней удельной тормозной силе 29 Н/кН. При расчете по формуле (2) получаем $2,74 > 2$, т.е. условие якобы не выполняется. В то же время расчет по формуле (4) показывает что нагрев колодок будет на 107 °С, что существенно меньше допустимого (400 °С) для композиционных колодок.

При движении от разъезда Чивчави до ст. Тетри-Цкаро на участке 37,851-29,749 км применяется регулировочное торможение. Средняя скорость составила 42 км/ч, высота спуска 247 м, время торможения 700 с, средняя удельная тормозная сила 29,0 Н/кН. Расчет по формуле (2) дает $3,1 > 2$, т.е. условие якобы не выполняется. Расчет по формуле (4) показывает, что нагрев колодок будет на 112 °С.

Учитывая такой разброс в результатах по формулам (2) и (4), окончательный вывод может быть сделан по результатам экспериментальных поездок. В то же время формула (4) вызывает больше доверия, так как является более «свежей» и учитывает ряд дополнительных факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иноземцев, В. Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава. Вопросы и ответы [Текст] / В. Г. Иноземцев. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.
2. Асадченко, В. Р. Автоматические тормоза подвижного состава [Текст] / В. Р. Асадченко. – М.: Маршрут, 2006. – 392 с.
3. Корженевич, І. П. Вирішення гальмівної задачі в гірських умовах Грузії [Текст] / І. П. Корженевич, Б. І. Торопов // В кн. «Безпека руху, динаміка, міцність рухомого складу та енергозбереження»: матеріали XII Міжн. конф. «Проблеми механіки залізничного транспорту». – Д.: ДІТ, 2008. – С. 73.

Поступила в редколлегию 19.08.2008.