

НОВЫЙ МЕТОД ДЛЯ РАСЧЕТА И ПРОВЕРКИ ТОРМОЗНЫХ ТАБЛИЦ

Й. ВАЙДА—Д. ХЕЛЛЕР

Кафедра Железнодорожных подвижных составов Будапештского
Технического Университета

Поступило 10. 3. 1977 г.

Представлено проф. д-р. К. ХОРВАТ

1. Введение

Тормозные преписания железных дорог должны удовлетворить многогранным требованиям. С одной стороны, они должны быть простыми, учитывая, что применяют их работники относительно низкой квалификации, с другой стороны, должны иметь достаточную надежность и должны содержать влияния технических параметров тормозной системы и условий торможения.

МAB, а также большинство европейских железных дорог применяют такие тормозные предписания, соблюдением которых поезда, следуя с разными скоростями на участках с разными уклонами, имеют тормозные пути постоянного значения с достаточной надежностью. *В тормозных таблицах МAB, тормозной характеристикой, в принципе учитывающей все влияния, является λ -тормозной вес в %-ах.*

Поезда могут сообщаться, если λ тормозной вес в %-ах, который определяется по данным состава — по крайней мере имеет величину указанную в таблице. Таблицы торможения составлены отчасти на базе теоретических, а главным образом, на базе опытных исследований.

В настоящей статье с одной стороны предлагается новый метод для составления тормозных таблиц, с другой стороны расчетами проверяются с точки зрения безопасности существующие тормозные таблицы.

2. Теоретические основы исследований

Изучение движения поездов, зная силы, действующие вдоль поезда, производится анализом уравнения равновесия этих сил.

Это уравнение — на режим торможения — имеет вид второстепенного нелинейного дифференциального уравнения.

$$-W_0 - W_p - F - \rho \cdot M \frac{dv}{dt} = 0 \quad (1)$$

где $W_0 [H]$ — удельное сопротивление, измеренное на прямой площадке;
 $W_p [H]$ — сопротивление профиля;
 $F [H]$ — сила торможения;
 $M [кг]$ — масса поезда;
 $V [м/с]$ — скорость поезда;
 $t [с]$ — время;
 $q [-]$ — коэффициент вращающихся масс.

Уравнению равновесия целесообразно записать на единицу массы поезда. Полученные таким образом удельные величины обозначим малыми буквами; и получим, что

$$-w_0 - w_p - f - q \frac{dv}{dt} = 0, \quad (2)$$

где алгебраическая сумма трех первых членов уравнения даст удельную замедляющую силу p_f , а четвертый член — сила массы с учетом вращающихся масс, значение которой при равномерной скорости равно нулю.

Основное сопротивление w_0 зависит от технических параметров поезда и пути, а также от скорости; значение его определяется из эмпирической зависимости, характерной для поезда.

Сопротивление пути w_p — если нет скольжения колёс, — зависит от условий профиля $i [‰]$ кривизны $R [м]$, от силы торможения f и от системы торможения, от степени торможения, от коэффициента трения μ , и между тормозной колодкой и бандажем колеса в случае применения колодочного торможения.

Удельная тормозная сила может быть выражена следующим отношением:

$$f = \frac{F}{M} = \frac{\mu \Sigma P}{M}, \quad (3)$$

где $\mu [-]$ коэффициент трения между тормозной колодкой и бандажем колеса;

$P [H]$ усилия действующие на тормозные колодки.

Удельное тормозное усилие должно определяться таким образом, чтобы данный поезд на данном участке с данной скоростью, с надежностью остановился на определенном тормозном пути. Соотношения сил изображается на рис. 1. Если пренебрегаем сопротивлением от кривизны, то подъем $i [‰]$ (уклон) обуславливает сопротивление пути w_i определенного значения и знака. На рис. 1. заштрихованный участок обозначает удельную замедляющую силу, действующую на поезд, едущий на подъеме i_1 , на рис. 1. *b* заштрихованный участок обозначает удельную замедляющую силу, действующую на

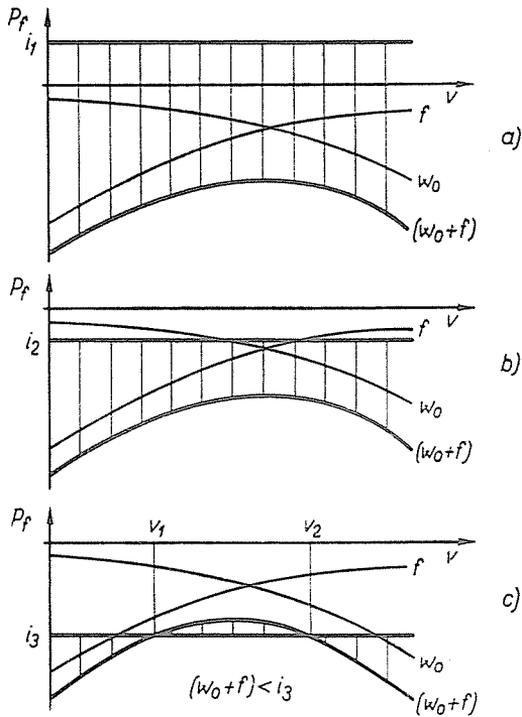


Рис. 1

поезд едущий на уклоне i_2 . В эксплуатационной практике применяется не удельная тормозная сила f , а тормозной процент λ . Поэтому целесообразно рассмотреть связь между f и λ .

В памятке МСЖД 544—1 относящейся к эффективности тормозов, в отношении тормозов пассажирских поездов фиксируется для тормозного веса пассажирского поезда, соотношение

$$B = P \cdot k [t] \tag{4}$$

где коэффициент k в самом деле характеризует эффективность силы тормозных колодок (см. приложение 5 упомянутой памятки).

С другой стороны знаем, что тормозной процент λ

$$\lambda = \frac{B}{M} \cdot 100 [\%] \tag{5}$$

С учетом уравнений 3, 4 и 5 можем записать:

$$\lambda = \frac{f \cdot k}{\mu} \cdot 100 [\%] \tag{6}$$

На основании вышеприведенных сможем констатировать, что *тормозной процент λ пропорционален средней удельной тормозной силе f_k , тормозной вес B пропорционален средней тормозной силе F_k*

Значения k и μ правой части уравнения 6 не являются независимыми друг от друга. Хотя значение μ зависит не только от качества материала чугунных тормозных колодок, а в значительной степени зависит от скорости, поверхностного давления, теплового состояния тормозной колодки, все-таки сможем сказать, что при данной скорости k меньшим значениям k (т. е. k бóльшим силам тормозных колодок) относятся меньше значения μ и наоборот.

В данном поезде одинаковое значение λ может быть осуществлен разными способами, например, применением единиц меньшего количества, но с бóльшим нажатием тормозных колодок, или единицами относительно бóльшого количества, но с меньшим нажатием тормозных колодок.

Между тем, значение силы приходящейся на одну тормозную колодку влияет на величину μ . Уравнение 6 уже учитывает взаимное изменение величины k и μ . После уточнения основных положений рассмотрим практически их последствия.

3. Торможение поезда, едущего по уклону с установившейся скоростью

Рассмотрим сначала торможение поезда едущего по уклону с установившейся скоростью. Основанием наших рассуждений служат те лабораторные исследования, которые были проведены железными дорогами ФРГ (ДБ) и фирмой Кнорр по измерению коэффициента трения скольжения реальных двойных тормозных колодок.

Уравновешенные кривые $\mu = f(p, V)$ (где p -давление колодок V — скорость) соответствующие самым «горячим» состояниям тормозных колодок с площадью скольжения в 240 см^2 , указываются на рис. 2.

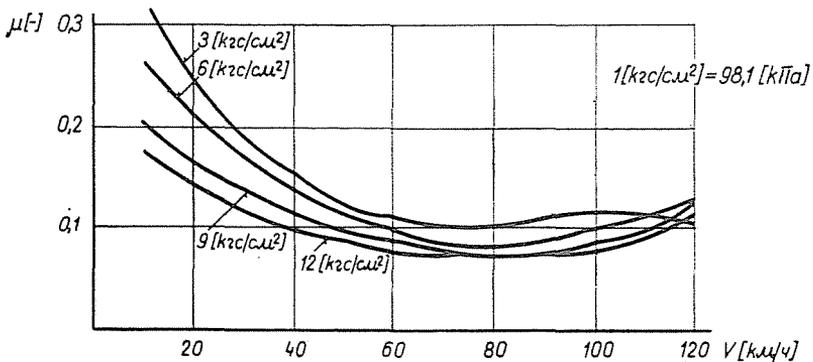


Рис. 2

Общим свойством кривых изображенных на рис. 2 является то, что при увеличенной скорости до $V = 70 - 80$ [км/час] значения μ уменьшаются, потом несколько увеличиваются. Этот факт имеет важное практическое последствие, в режиме грузового поезда, на горном участке. Если поезд едущий по уклону i_3 с полным торможением и $(w_0 + f) < i_3$, то поезд, скорость которого превышает V_1 не останавливается (рис. 1с). В случае, который указывается на рис. 1с диапазоне скоростей V_1 и V_2 поезд в полностью заторможенном состоянии продолжает ускоряться, при скорости $V > V_2$ замедляется до скорости V_2 . Так, с точки зрения безопасности обоснованным требованием является, чтобы в полном диапазоне скоростей при возможных μ_{\min} не произошел. Разгон поезда даже в случае, если по каким-то причинам поезд превышал допустимую скорость определенную для его следования.

Для выполнения этого требования, а также с учетом уравнения 6 можем записать следующие требования по безопасности:

$$\lambda \geq \frac{f \cdot k}{\mu_{\min}} \cdot 100 = \frac{(i_{\max} - w_0) \cdot k}{\mu_{\min}} \cdot 100 [\%] \quad (7)$$

Для учета предписаний МСЖД может быть удобно использован рис. 3 с изображением λ_{\min} тормозный процент, рассчитанный по формуле 7 на случай двойной тормозной колодки и на $p = 3; 6; 9; 12$ [кгс/см²].

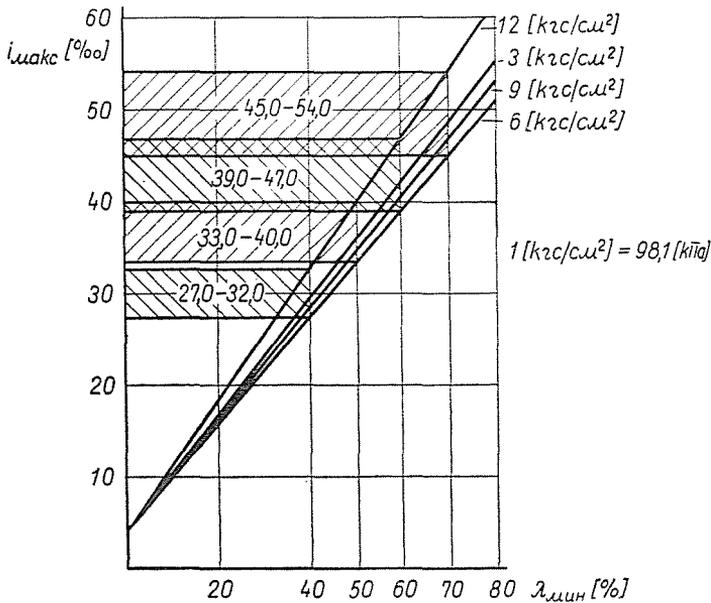


Рис. 3

На этой же рисунке изображены в соответствии с условиями памятки МСЖД 543 глава I, пункт 8, для груженых вагонов, что допустимым тормозным процентам $\lambda_{\min} = 40; 50; 60; 70$ [%] какие уклоны i_{\max} соответствуют.

По данным рис. 3 видно, что в случае старотипных грузовых вагонов относительно слабым торможением, поезд состоящий исключительно из вагонов, имеющих тормоза, не обязательно гарантирован от опасности разгона. Автоматическое режимное торможение в критическом случае, это явление в основном устраняет.

Конечно, полностью осознаем, что числовые результаты наших рассуждений из-за неоднозначного характера коэффициента трения скольжения — ориентировочные.

Для определения более точных количественных вопросов торможения с постоянной скоростью, необходимо глубже знать, чем в настоящее время, значения коэффициента μ . Не в последнюю очередь на этот вопрос должны дать ответ исследования намеченные на новом тормозном стенде МАВ и Будапештского технического университета.

4. Остановочное торможение поезда, едущей по уклоне

Тормозные таблицы железных дорог обеспечивают, чтобы при данном уклоне i_k [%] и скорости V_j [км/час] и при соответствующим предписанным тормозным процентам $\lambda_{k,j}$ поезд остановился в пределах предписанного тормозного пути, равного

$$S_{\max} = \beta \frac{v^2}{\lambda_{k,j}} \text{ [м]} \quad (8)$$

где β — коэффициент характерной для данного пути и поезда.

Выбор тормозного процента λ_{kj} зависит, значит, от того, на каком тормозном пути может быть остановлен поезд в данном эксплуатационном случае.

Большинство европейских железных дорог тормозные таблицы разрабатывали на номинальное значение S_{\max} (напр. 400, 700, 1000 м). Значит, считаем обоснованным рассмотреть, какие надежности обеспечивают тормозные таблицы в условиях неизбежных колебаний тормозного эффекта. Нетрудно убедиться в том, что если номинальное удельное тормозное усилие уменьшается на Δf , то это в различных эксплуатационных условиях — в процентном отношении — обуславливает различные увеличения тормозного пути.

Критические случаи с точки зрения возможного колебания фактического тормозного пути:

а) если значение f в поезде по отношению к значению w_0 небольшое. Такое положение в поездах, где из-за небольшого тормозного процента, незначительный процент вагонов тормозит. В этом случае, основное сопротивление к движению, которое изменяется в широких пределах, играет значительную роль в процессе останова поезда: так, разброс значения w_0 в значительном мере может влиять на величину тормозного пути;

б) если разброс величины f значительный; это наблюдается в таких поездах, где только несколько вагонов имеют тормоз, и несовершенное действие их в значительной мере может влиять на торможение всего поезда;

в) если значение f и $(w_0 + w_i)$ приблизительно совпадают, но имеют противоположные знаки. Такое положение у поездов, едущих по уклону. Относительно небольшое уменьшение значения f в этом случае, вызывает значительное изменение $(f + w_0 + w_i)$.

Значит, можно констатировать, что чем меньше количество единиц без тормоза в поезде, чем больше значение уклона, где поезд сообщается, тем больше может быть колебание значения фактического тормозного пути по сравнению с номинальным тормозным путем.

Иначе говоря, это означает, что *тормозные таблицы должны содержать больше запасов, при малых скоростях но больших уклонах, чем при больших скоростях и равнинных участках.*

В последующих рассмотрим тормозные таблицы с энергетической точки зрения. Значение удельной энергии погашаемой на тормозной пути S поезда имеющего единицу массы и едущего со скоростью V , — уже известными обозначениями, — определяется:

$$e = S(w_i - w_0) + \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad (9)$$

При помощи этой формулы на разные скорости V_j (где $j = 1 \dots n$) и на разные подъемы i_k (где $k = 1 \dots m$) может быть составлена матрица удельной энергии:

$$\mathbf{E} = \begin{bmatrix} e_{1,1} & \dots & e_{1,j} & \dots & e_{1,n} \\ e_{k,1} & \dots & e_{k,j} & \dots & e_{k,n} \\ e_{m,1} & \dots & e_{m,j} & \dots & e_{m,n} \end{bmatrix}$$

Отдельные значения матрицы дают, на основании формулы 9, что для остановки поезда едущего с определенной скоростью, по уклону определенного значения, в пределах определенного тормозного пути, сколько энергии преобразуется удельно, в энергии другого вида.

Зная матрицу энергии — далее зная значения фактического тормозного пути $S_{o,j}$, значения тормозного процента, $\lambda_{o,j}$ хотя бы для одной строчки $e_{o,j}$ данной тормозной таблицы, могут быть определены значения тормозного пути $S_{k,j}$ в зависимости от отдельных $e_{k,j}$ не только для данной, но для любой

тормозной таблицы. Внутри каждого столбца определителя для отдельного значения $e_{k,j}$ могут быть составлены необходимые тормозные проценты.

$$\lambda'_{k,j} = \frac{e_{k,j}}{e_{0,j}} \cdot \lambda_{0,j} = \bar{e}_{k,j} \cdot \lambda_{0,j} [\%] \quad (10)$$

В случае, если значение необходимого тормозного процента $\lambda'_{k,j}$ совпадает с значением $\lambda_{k,j}$ указанным в таблице, безопасность таблицы постоянна, если не совпадает, то безопасность таблицы переменная.

Расчетный тормозный путь для любого значения $\lambda_{k,j}$ указанного таблице, определяется

$$S_{k,j} = \frac{\lambda'_{k,j}}{\lambda_{k,j}} \cdot S_{0,j} = \bar{e}_{k,j} \cdot \frac{\lambda_{0,j}}{\lambda_{k,j}} \cdot S_{0,j} [м] \quad (11)$$

В случае, если тормозный путь $S_{k,j}$ определенный, по формуле 11 не будет равным тормозному пути $S_{0,j}$ значение тормозного пути S в формуле 9 изменяется, в результате чего изменяется также значение удельной энергии $e_{k,j}$. В таких случаях расчет следует продолжать до заранее определенной точности.

Тормозные таблицы, применяемые на МАВ и на других европейских дорогах определенные на линейные тормозные пути 400, 700 и 1000 м, были исследованы выше описанным способом (см. таблицы № 1; 2 и 3). В качестве базисных нами были приняты строка $e_{0,j}$. Энергетической таблицы и соответствующее значение $i = 0$ [%] тормозной таблицы при $\lambda_{0,j}$ и значение тормозного пути $S_{0,j}$ уменьшенным на 10% коэффициентом безопасности. Результаты расчетов выполненные на ЭВМ сведены в таблицах № 1—9.

Таблица 1
Тормозные проценты на тормозной путь в 400 м

[км/ч]	30	40	50	60	70	80
i [%]						
0	8,00	16,00	28,00	46,00	67,00	93,00
2,0	8,00	16,00	28,00	46,00	67,00	93,00
	9,95	17,98	30,15	48,36	69,51	95,69
	10,00	18,00	31,00	48,00	70,00	98,00
4,0	11,89	19,96	32,22	50,74	71,98	98,26
	12,00	20,00	33,00	51,00	74,00	102,00
6,0	13,80	21,76	34,20	52,98	74,35	100,76
	14,00	23,00	36,00	55,00	78,00	106,00
8,0	15,70	23,63	36,08	55,19	76,70	103,14
	16,00	25,00	39,00	58,00	81,00	111,00
10,0	16,94	25,15	37,86	57,35	78,91	105,49
	19,00	28,00	42,00	61,00	85,00	115,00
14,0	20,37	28,23	41,17	61,53	83,09	109,79
	23,00	33,00	48,00	67,00	93,00	125,00
20,0	24,33	32,06	45,57	67,11	88,80	—
	30,00	41,00	57,00	77,00	105,00	—

Таблица 2
Тормозные проценты на тормозной путь в 700 м

[КМ/Ч]	40	50	60	70	80	90	100
$i[‰]$ 0	8,00	14,00	23,00	34,00	48,00	66,00	88,00
	8,00	14,00	23,00	34,00	48,00	66,00	88,00
2,0	9,96	16,01	25,19	36,35	50,50	68,68	90,86
	10,00	16,00	25,00	37,00	51,00	69,00	91,00
4,0	11,89	17,95	27,37	38,63	52,54	71,33	93,71
	12,00	19,00	28,00	40,00	54,00	73,00	94,00
6,0	13,51	19,85	29,42	40,82	55,29	73,91	96,55
	15,00	21,00	31,00	43,00	58,00	76,00	97,00
8,0	15,26	21,48	31,36	42,94	57,61	76,41	99,38
	17,00	24,00	34,00	46,00	61,00	80,00	100,00
10,0	16,99	22,94	33,19	45,00	59,87	78,92	102,29
	19,00	27,00	37,00	49,00	64,00	83,00	102,00
14,0	19,65	25,91	36,91	48,91	64,09	83,55	—
	24,00	32,00	42,00	55,00	71,00	91,00	—
20,0	22,59	29,62	41,50	53,98	71,59	—	—
	32,00	40,00	51,00	65,00	76,00	—	—

Таблица 3
Тормозные проценты на тормозной путь в 1000 м

[КМ/Ч]	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$i[‰]$ 0	10,00	17,00	25,00	35,00	46,00	59,00	74,00	92,00	110,00	130,00
	10,00	17,00	25,00	35,00	46,00	59,00	74,00	92,00	110,00	130,00
2,0	12,22	19,44	27,54	37,65	48,76	61,83	76,96	95,06	113,10	133,25
	12,00	19,00	27,00	37,00	49,00	62,00	78,00	96,00	114,00	136,00
4,0	14,41	21,93	30,14	40,38	51,49	64,65	79,84	98,07	116,19	136,38
	15,00	22,00	30,00	40,00	52,00	65,00	82,00	100,00	119,00	142,00
6,0	16,61	24,48	32,67	43,07	54,20	67,42	82,66	101,03	119,17	139,38
	17,00	24,00	33,00	43,00	55,00	69,00	85,00	102,00	122,00	148,00
8,0	18,49	26,83	35,33	45,71	56,88	70,16	85,43	104,01	122,13	142,29
	20,00	27,00	35,00	46,00	58,00	72,00	89,00	105,00	126,00	152,00
10,0	20,69	29,48	37,79	48,32	59,54	72,89	88,12	106,99	125,04	—
	22,00	29,00	38,00	49,00	61,00	75,00	93,00	108,00	130,00	—
14,0	24,54	34,45	42,96	53,75	64,77	78,12	93,74	112,60	—	—
	27,00	34,00	43,00	54,00	67,00	82,00	98,00	117,00	—	—

В таблицах тормозных весов № 1—3 в соответствующих значениях $\lambda_{k,j}$ фигурируют две цифры. Верхняя цифра означает расчетное необходимое значение $\lambda'_{k,j}$ тормозного процента, а нижняя цифра означает тормозный процент $\lambda_{k,j}$ таблицы.

Таблицы № 4—6 содержат расчетные тормозные пути, таблицы № 7—9 содержат коэффициенты безопасности. Выводы, вытекающие из таблиц 4—9.

Таблица 4
Расчетные тормозные пути на 400 м

[км/ч]	30	40	50	60	70	80
i [‰]						
0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0
2,0	358,3	359,7	350,1	362,7	357,5	351,5
4,0	356,6	359,4	351,5	358,1	350,2	346,8
6,0	354,9	340,6	342,0	346,8	343,1	342,2
8,0	353,3	340,3	333,0	342,6	340,9	334,5
10,0	321,0	323,4	324,5	338,5	334,2	330,2
14,0	318,8	308,0	308,8	330,6	321,6	316,2
20,0	292,0	281,5	287,8	313,8	304,4	—

Таблица 5
Расчетные тормозные пути на 700 м

[км/ч]	40	50	60	70	80	90	100
i [‰]							
0	630,0	630,0	630,0	630,0	630,0	630,0	630,0
2,0	627,2	630,4	634,8	619,0	623,8	627,0	629,0
4,0	624,4	595,1	615,8	608,4	617,7	615,5	628,1
6,0	567,6	595,4	597,9	598,1	600,6	612,7	627,1
8,0	565,3	563,8	581,0	588,2	594,9	601,7	626,1
10,0	563,3	535,4	565,1	578,6	589,4	599,0	631,8
14,0	515,8	510,1	553,7	560,3	568,6	578,4	—
20,0	444,7	466,5	512,6	523,2	593,5	—	—

Таблица 6
Расчетные тормозные пути на 1000 м

[км/ч]	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
i [‰]										
0	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0
2,0	916,5	920,9	917,9	915,8	895,6	897,5	888,0	891,2	892,9	881,8
4,0	864,3	897,2	904,2	908,5	891,2	895,1	876,3	882,6	878,7	864,4
6,0	879,6	918,0	890,9	901,4	886,9	879,3	875,2	891,4	879,1	847,6
8,0	831,9	894,4	908,4	894,4	882,6	877,0	863,9	891,5	872,3	842,5
10,0	846,5	915,0	895,0	887,5	878,4	874,7	852,8	891,6	865,7	—
14,0	818,1	911,9	899,1	895,8	870,1	857,4	860,8	866,2	—	—

1. Тормозные пути заторможенных по тормозным таблицам поездов, определенные на номинальные и постоянные тормозные пути, при разных комбинациях (V_j, i_k) не постоянны.

Таблица 7
Коэффициент безопасности на тормозной путь в 400 м

[км/ч]	30	40	50	60	70	80
i [‰]						
0	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111
2,0	1,116	1,112	1,143	1,103	1,119	1,138
4,0	1,122	1,113	1,138	1,117	1,142	1,153
6,0	1,127	1,174	1,170	1,153	1,166	1,169
8,0	1,132	1,175	1,201	1,168	1,173	1,196
10,0	1,246	1,237	1,233	1,182	1,197	1,211
14,0	1,255	1,299	1,295	1,210	1,244	1,265
20,0	1,370	1,421	1,390	1,275	1,314	—

Таблица 8
Коэффициент безопасности на тормозной путь в 700 м

[км/ч]	40	50	60	70	80	90	100
i [‰]							
0	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111
2,0	1,116	1,110	1,103	1,111	1,122	1,116	1,113
4,0	1,121	1,176	1,137	1,151	1,133	1,137	1,115
6,0	1,233	1,176	1,171	1,170	1,166	1,142	1,116
8,0	1,238	1,242	1,205	1,190	1,177	1,163	1,118
10,0	1,243	1,307	1,239	1,210	1,188	1,169	1,108
14,0	1,357	1,372	1,264	1,249	1,231	1,210	—
20,0	1,574	1,500	1,366	1,338	1,179	—	—

Таблица 9
Коэффициент безопасности на тормозной путь в 1000 м

[км/ч]	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
i [‰]										
0	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111
2,0	1,091	1,086	1,089	1,092	1,117	1,114	1,126	1,122	1,120	1,134
4,0	1,157	1,115	1,106	1,101	1,122	1,117	1,141	1,133	1,138	1,157
6,0	1,137	1,089	1,122	1,109	1,128	1,137	1,143	1,122	1,138	1,180
8,0	1,202	1,118	1,101	1,118	1,133	1,140	1,158	1,122	1,146	1,187
10,0	1,181	1,093	1,117	1,127	1,138	1,143	1,173	1,122	1,155	—
14,0	1,222	1,097	1,112	1,116	1,149	1,166	1,162	1,155	—	—

2. Во всех трех таблицах соблюдается требование — обоснованной теорией вероятности, — что коэффициент безопасности

$$„K” = \frac{S_{\text{номинальный тормозный путь}}}{S_{\text{фактический тормозный путь}}} \quad (12)$$

при увеличении уклона должен повышаться.

3. За исключением уклонов с наименьшим значением выполняется и то требование, что к меньшим скоростям должны относиться большие значения «К».

4. К тормозным таблицам на тормозный путь в 1000 м относятся наименьшие коэффициенты безопасности.

Итак, можно остановиться что структура тормозных таблиц — в отношении безопасности остановки поезда в пределах общего номинального тормозного пути на линиях при данной скорости, и данном уклоне — правильная. Однако, необходимо отметить, что при малых скоростях и больших уклонах фактический тормозный путь несколько удлиняется по сравнению с расчетным. Объясняется это тем, что с момента управления крана скорость, до образования соответствующего тормозного эффекта, несколько увеличивается, кроме того, при коротком тормозном пути, дополнительные времена обуславливают увеличение фактического тормозного пути, по сравнению с расчетным.

5. Выводы

В результате вышесказанных — хотя в целях прощения рассматривались узкие проблемы (колодки чугунные с низким содержанием фосфора, торможение характера пассажирского поезда) — могут быть сделаны важные выводы, а именно:

1. Целесообразно было бы изменение тормозных таблиц существующих на европейских железных дорогах, таким образом, чтобы не допустить значение ниже чем $\lambda = 30-40\%$. Этот изменение не вызывает затруднения, благодаря исключению из парка вагонов с переходящей тормозной магистралью, в результате чего в основном правильно построенные тормозные таблицы становились бы более устойчивыми.

2. На участках с большими уклонами не целесообразно иметь тормозные пути большой величины.

3. Окончательное решение рассматриваемых вопросов — включая сюда тормоза медленного действия, и тормозные колодки П 14 — требует еще подробного исследования. Особенно важным является подробное определения фактического значения μ тормозных колодок, изготовленных из различных материалов, на всех рабочий диапазон.

4. На дорогах членов МСЖД правильным считается стремление исключить из движения слабо заторможенные поезда и вагоны без тормоза с воздушной магистралью.

5. Правильным считается стремление, предусматривающее включение переменного коэффициента безопасности в тормозных таблицах.

6. Расчет и анализ тормозных таблиц с энергетической точки зрения являются правильными, потому что могут быть исключены мешающие влияния характеристик тормозной техники.

Резюме

Тормозные предписания железных дорог должны удовлетворять разносторонние требования. С одной стороны они должны быть простыми, потому что их применяют люди относительно низкой квалификации, с другой стороны, должны содержать требуемую безопасность, а также влияния технических параметров торможения. На МАВ и на большинстве европейских железных дорог применяются такие тормозные предписания, соблюдением которых поезда, имеющие разные скорости, на уклонах разного значения будут иметь тормозные пути относительно постоянного значения с достаточным запасом. Эти тормозные таблицы были составлены частично на теоретической основе, большей частью использованием результатов опытных пробегов.

В настоящей работе предлагается отчасти новый метод для составления тормозных таблиц и отчасти — путем расчетов — проверяются с точки зрения безопасности существующие тормозные таблицы.

Литература

1. Д. Хеллер: Железнодорожное торможение, «М. К.», Будапешт, 1969.
2. Н. КИРСХТЕЙН: Die Bremstechnik bei den Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Amerika, Archiv für Eisenbahntechnik, F. 17. 1962.
3. Bericht Vbr 02 der DB (Versuchsammt für Bremsen), Minden, 1959.

д-р. Йозеф Вайда }
д-р. Дьёрдь Хеллер } Н-1521, Будапешт п/я 91, Венгрия