

## ДОПУСКАЕМЫЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ В КРИВЫХ БЕЗ ПЕРЕХОДНЫХ КРИВЫХ

Розглянуто особливості визначення допустимих швидкостей в кривих, які не мають перехідних кривих.

*Ключові слова:* криві, підвищення, швидкості

Рассмотрены особенности определения допускаемых скоростей в кривых без переходных кривых.

*Ключевые слова:* кривые, возвышения, скорости

The features of determination of the permissible speeds in curves without easement curves are considered.

*Keywords:* curves, superelevations, speeds

В последнее время все больше внимания уделяется вопросам установления возвышения наружного рельса и допускаемых скоростей движения поездов по кривым участкам пути.

В то же время в ряде документов и публикаций акценты делаются только на радиусах круговых кривых и оценке допускаемых скоростей только по непогашенному ускорению [1]. Особенно это заметно в кривых, в которых отсутствуют переходные кривые.

Как известно, допускаемые скорости должны устанавливаться, исходя из нормативов непогашенного ускорения, скорости нарастания ускорений и скорости подъема (опускания) колеса. Последний фактор нормируется через таблицы уклон-скорость.

При отсутствии переходной кривой или при ее малой (меньше 20 м) длине скорость нарастания ускорений и скорость подъема колеса определяются по базе вагонов (в Украине принято 17 м).

Непогашенное ускорение  $a_{\text{нп}}$  (м/с<sup>2</sup>) при скорости  $v$  (км/ч), радиусе круговой кривой  $R$  (м) и возвышении  $h$  (мм) определяется по известной формуле:

$$a_{\text{нп}} = \frac{v^2}{3,6^2 R} - 0,00613h.$$

Скорость нарастания ускорений  $\psi$  (предельное значение 0,6 м/с<sup>3</sup>) при длине отвода  $l$  (при отсутствии переходной 17 м) определяется по формуле:

$$\psi = \frac{a_{\text{нп}} v}{3,6l}.$$

При отсутствии возвышения максимально допустимая скорость из условия непревышения допускаемой скорости нарастания ускорений после подстановки значений может определяться по формуле:

$$v_{\psi} = 7,8 \sqrt[3]{R}.$$

Для ряда значений радиусов было выполнено определение максимально допустимых скоростей  $v_a$  при допускаемых непогашенных ускорениях 0,7 и 1,0 м/с<sup>2</sup>. Результаты расчетов представлены в табл. 1 и на рис. 1.

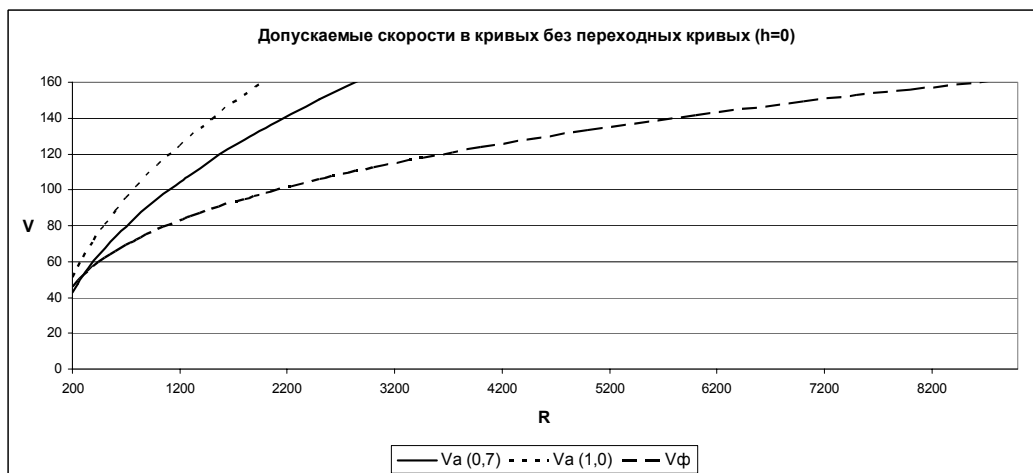


Рис. 1

Таблица 1

| $R$   | $V_a(0,7)$ | $V_a(1,0)$ | $V_\phi$ |
|-------|------------|------------|----------|
| 200   | 43         | 51         | 46       |
| 250   | 48         | 57         | 49       |
| 300   | 52         | 62         | 52       |
| 400   | 60         | 72         | 58       |
| 500   | 67         | 80         | 62       |
| 600   | 74         | 88         | 66       |
| 700   | 80         | 95         | 69       |
| 800   | 85         | 102        | 72       |
| 1000  | 95         | 114        | 78       |
| 1200  | 104        | 125        | 83       |
| 1300  | 109        | 130        | 85       |
| 1500  | 117        | 139        | 89       |
| 1800  | 128        | 153        | 95       |
| 2000  | 135        | 161        | 98       |
| 2500  | 151        | 180        | 106      |
| 3000  | 165        | 197        | 113      |
| 4000  | 190        | 228        | 124      |
| 5000  | 213        | 255        | 134      |
| 6000  | 233        | 279        | 142      |
| 7000  | 252        | 301        | 149      |
| 8000  | 269        | 322        | 156      |
| 9000  | 286        | 342        | 162      |
| 10000 | 301        | 360        | 168      |

Таким образом, скорость 160 км/ч в кривых без возвышения и переходных может быть реализована только при радиусе 9000 м, а не при 4000, как ошибочно считают некоторые исследователи.

Рассмотрим, как изменятся допускаемые скорости при установлении в этих кривых возвышений наружного рельса.

При наличии возвышения

$$\psi = \frac{v^3}{3,6^3 R l} - \frac{0,00613 h \cdot v}{3,6 l}$$

Если в кривой без переходных кривых устанавливается возвышение 10 мм, то ограничения по скорости подъема колеса нет. Максимально допустимые скорости, связанные с непогашенными ускорениями и скоростью нарастания ускорений, приведены в табл. 2 и на рис. 2. Для возвышений 20 мм – в табл. 3 и на рис. 3, а для

30 мм – в табл. 4 и на рис. 4. При этом скорость подъема колеса приводит к ограничению скорости в 110 км/ч при возвышении 20 мм и 80 км/ч – при  $h = 30$  мм.

Таблица 2

| $R$   | $V_a(0,7)$ | $V_a(1,0)$ | $V_\phi$ |
|-------|------------|------------|----------|
| 200   | 44         | 52         | 47       |
| 250   | 50         | 59         | 51       |
| 300   | 54         | 64         | 54       |
| 400   | 63         | 74         | 59       |
| 500   | 70         | 83         | 64       |
| 600   | 77         | 91         | 68       |
| 700   | 83         | 98         | 72       |
| 800   | 89         | 105        | 75       |
| 1000  | 99         | 117        | 81       |
| 1200  | 109        | 128        | 87       |
| 1300  | 113        | 134        | 89       |
| 1500  | 122        | 144        | 94       |
| 1800  | 133        | 157        | 100      |
| 2000  | 140        | 166        | 104      |
| 2500  | 157        | 185        | 112      |
| 3000  | 172        | 203        | 120      |
| 4000  | 199        | 235        | 132      |
| 5000  | 222        | 262        | 143      |
| 6000  | 243        | 287        | 153      |
| 7000  | 263        | 310        | 162      |
| 8000  | 281        | 332        | 170      |
| 9000  | 298        | 352        | 177      |
| 10000 | 314        | 371        | 184      |

Приведенные расчеты и графики наглядно показывают опасность игнорирования ограничений, связанных со скоростью нарастания ускорений и скоростью подъема колеса. Устанавливая допускаемые скорости только по непогашенным ускорениям, мы можем предлагать решения, которые приведут к нарушению безопасности движения поездов.

К сожалению, и в ЦПО056, и в ЦПО236 эти вопросы отнесены к второстепенным. Для однорядных кривых скорость нарастания ускорений рекомендуется проверять только при несовпадении отводов возвышений и кривизны, а скорость подъема колеса – только «в стесненных условиях».

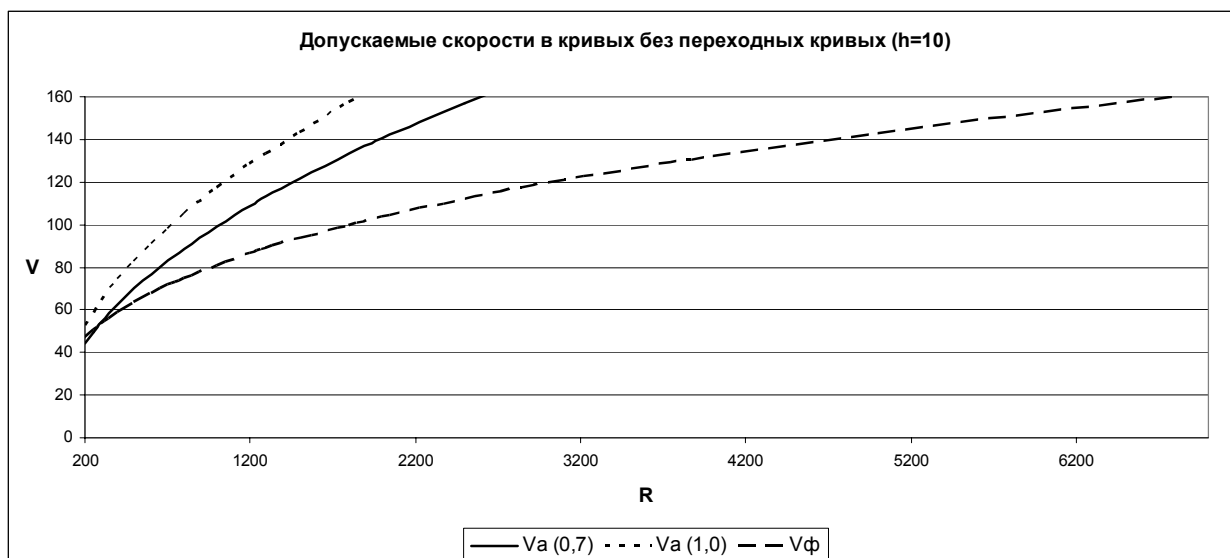


Таблица 3

| $R$   | $V_a(0,7)$ | $V_a(1,0)$ | $V_\phi$ |
|-------|------------|------------|----------|
| 200   | 46         | 54         | 48       |
| 250   | 52         | 60         | 52       |
| 300   | 57         | 66         | 55       |
| 400   | 65         | 76         | 61       |
| 500   | 73         | 85         | 66       |
| 600   | 80         | 93         | 71       |
| 700   | 86         | 101        | 75       |
| 800   | 92         | 108        | 78       |
| 1000  | 103        | 121        | 85       |
| 1200  | 113        | 132        | 91       |
| 1300  | 118        | 138        | 93       |
| 1500  | 126        | 148        | 98       |
| 1800  | 139        | 162        | 105      |
| 2000  | 146        | 171        | 109      |
| 2500  | 163        | 191        | 118      |
| 3000  | 179        | 209        | 127      |
| 4000  | 207        | 241        | 141      |
| 5000  | 231        | 270        | 153      |
| 6000  | 253        | 295        | 164      |
| 7000  | 273        | 319        | 174      |
| 8000  | 292        | 341        | 183      |
| 9000  | 310        | 362        | 191      |
| 10000 | 327        | 381        | 199      |

Таблица 4

| $R$   | $V_a(0,7)$ | $V_a(1,0)$ | $V_\phi$ |
|-------|------------|------------|----------|
| 200   | 48         | 55         | 49       |
| 250   | 54         | 62         | 53       |
| 300   | 59         | 68         | 57       |
| 400   | 68         | 78         | 63       |
| 500   | 76         | 88         | 68       |
| 600   | 83         | 96         | 73       |
| 700   | 90         | 104        | 77       |
| 800   | 96         | 111        | 81       |
| 1000  | 107        | 124        | 88       |
| 1200  | 117        | 136        | 94       |
| 1300  | 122        | 141        | 97       |
| 1500  | 131        | 152        | 103      |
| 1800  | 144        | 166        | 110      |
| 2000  | 151        | 175        | 114      |
| 2500  | 169        | 196        | 125      |
| 3000  | 185        | 215        | 134      |
| 4000  | 214        | 248        | 149      |
| 5000  | 239        | 277        | 163      |
| 6000  | 262        | 303        | 175      |
| 7000  | 283        | 328        | 186      |
| 8000  | 303        | 350        | 196      |
| 9000  | 321        | 372        | 206      |
| 10000 | 338        | 392        | 215      |

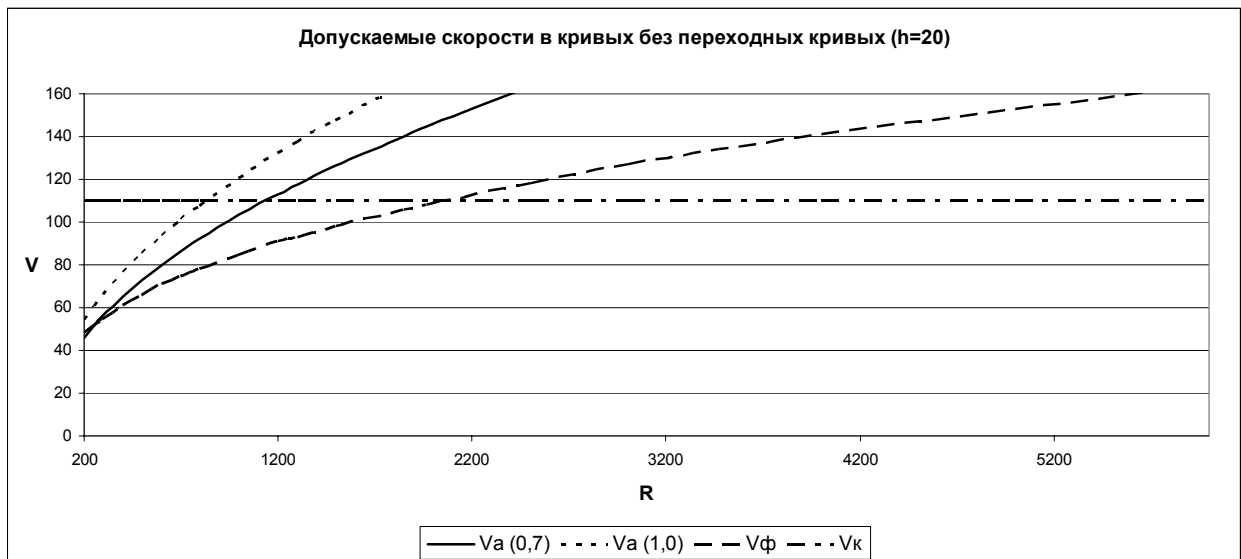


Рис. 3

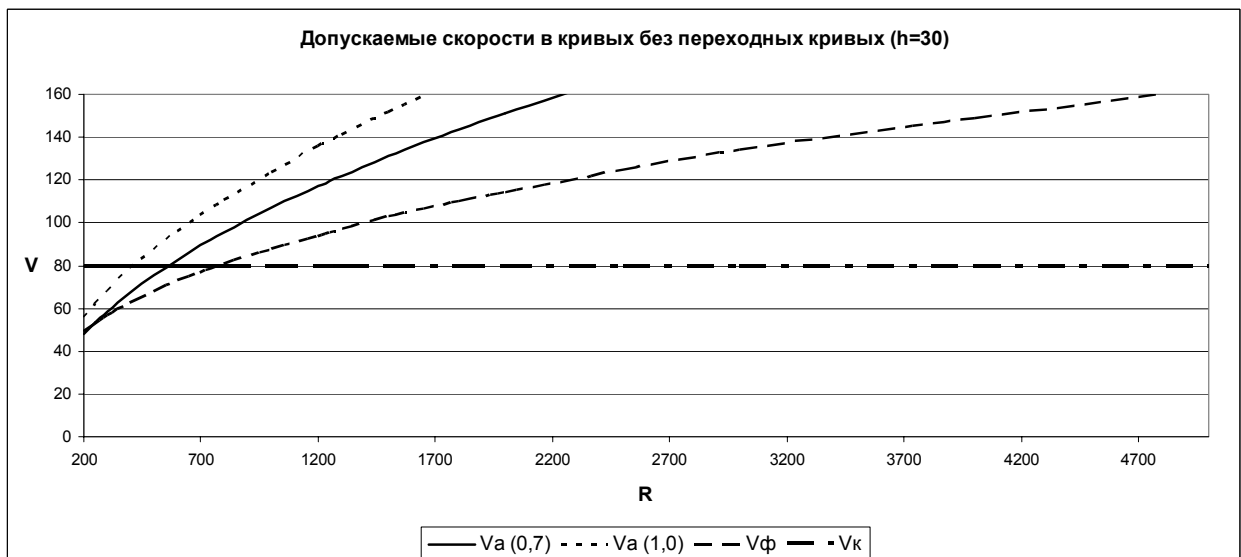


Рис. 4

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих ділянках колії ЦП0056 [Текст]. – Д.: Арт-Прес, 1999. – 44 с.

Поступила в редколлегию 10.06.2010.

Принята к печати 21.06.2010.