

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ В НЕСТАНДАРТНЫХ СИТУАЦИЯХ

Ф. П. ПИЩИК

*Белорусский государственный университет транспорта*

Из анализа случаев нарушения безопасности движения следует, что значительная доля их происходит по вине человеческого фактора: из-за халатности, невнимательности, несогласованности действий исполнителей (дежурных по станции, поездных диспетчеров, машинистов локомотивов и др.). Как пример, по материалам технической экспертизы уголовного дела на двухпутном перегоне А-Б, оборудованном полуавтоматической блокировкой, при организации движения двух хозяйственных поездов по одному из путей при производстве среднего ремонта пути произошло крушение из-за их столкновения и в результате – гибель двух работников пути. Это произошло потому, что поездной диспетчер нарушил указание начальника отделения и разрешил отправление хозяйственного поезда не на закрытый перегон, а по ключу-железу. Дежурная по станции, отправляя хозяйственный поезд по ключу-железу, вручила его не машинисту локомотива, а руководителю работ – дорожному мастеру. Таким образом, машинист локомотива отправился со станции не по ключу-железу, а по разрешающему показанию маневрового светофора и т. д. Была допущена целая цепь нарушений нормативных документов, знание которых исполнителями подтверждено сдачей экзаменов в установленные сроки. Из материалов служебного расследования следует: причиной крушения явилась халатность и несогласованность действий поездного диспетчера, дежурного по станции, дорожного мастера, машиниста локомотива.

Из исследований доктора психологических наук, профессора М. А. Котика следует, что названные выше факторы являются не причиной нарушения безопасности движения, а следствием необученности. Знания, показанные при сдаче экзамена, забыты, и умения работать в особых условиях, нестандартных ситуациях у исполнителей не было. Заблаговременное моделирование нестандартных ситуаций накануне производства таких работ, особенно плановых, обучение исполнителей с доведением их знаний до практического умения поможет избежать аварийных ситуаций. Это подтверждается опытом проведения воинских учений, когда ситуации предварительно прорабатываются на картах, макетах, имитационных моделях.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОТ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ

Г. Н. ПОДЕРАЧЕВА

*Белорусский государственный университет транспорта*

Наблюдения за работой локомотивных бригад показали, что одни и те же машинисты в одних случаях имеют экономию ТЭР, а в других – допускают перерасход. Исходя из этого, выдвинута гипотеза о том, что наряду с профессиональными качествами локомотивных бригад оказывают влияние природные факторы и, в частности, скорость ветра и его направление. Как правило, при попутном ветре наблюдается экономия топлива, а при встречном – перерасход.

По мнению автора, основная причина такого явления – дополнительная ветровая нагрузка, которая приводит к смещению подвижного состава в железнодорожной колее. Очевидно, что при отсутствии ветровой нагрузки между головкой рельса и гребнем колеса имеется зазор  $\Delta$ , а при действии ветра гребень колеса прижимается к головке рельса, и, следовательно, зазор  $\Delta$  сократится или будет вообще отсутствовать.

В трудах профессора Г. М. Шахунянца разработан наиболее общий случай силовых воздействий на экипаж в кривом участке пути с возвышением наружного рельса  $h_0$  и приведен расчет поправки  $e_3$ , учитывающей влияние силы ветра на экипаж.

На рисунке 1 показана принципиальная схема силовых воздействий на экипаж в кривом участке пути с возвышением наружного  $h_0$ . На экипаж действуют силы веса  $G_1$  и  $G_2$ , горизонтальные центробежные силы  $I_1$  и  $I_2$ , а также силы ветра  $W_1$  и  $W_2$ , действующие по нормали к соответствующим поверхностям.

Формула для расчета поправки  $e_3$ , учитывающую ветровую нагрузку на экипаж, имеет вид

$$e_3 = \pm \frac{S_1 b_0 \sum W}{a_0 \sum G} \approx \pm 0,75 \frac{\sum v_b^2 L_n}{\sum G} \quad (1)$$

Равнодействующая  $W$  сил ветра, действующая нормально к поверхностям кузова, —  $W_1$  и к небессоренным массам —  $W_2$ , принимается приложенной на расстоянии  $b_0$  (среднее) от касательной  $BAD$  к поверхностям катания головок рельсов (см. рисунок 1). Приближенно  $b_0 \approx 2,25$  м,  $a_0 \approx 2$  м. Боковая площадь поезда  $\Omega$ , м<sup>2</sup>, на которую действует ветер, примерно равна  $3,25 L_n$ , где  $L_n$  — длина поезда в метрах. Давление ветра на единицу площади, МН/м<sup>2</sup>, перпендикулярной его направлению, примерно равно  $125 \cdot 10^{-8} v_b^2$ , где  $v_b$  — нормальная составляющая скорости ветра, в м/с.  $S_1 = 1,6$  м, масса поезда  $G$  выражается при этом в тоннах.

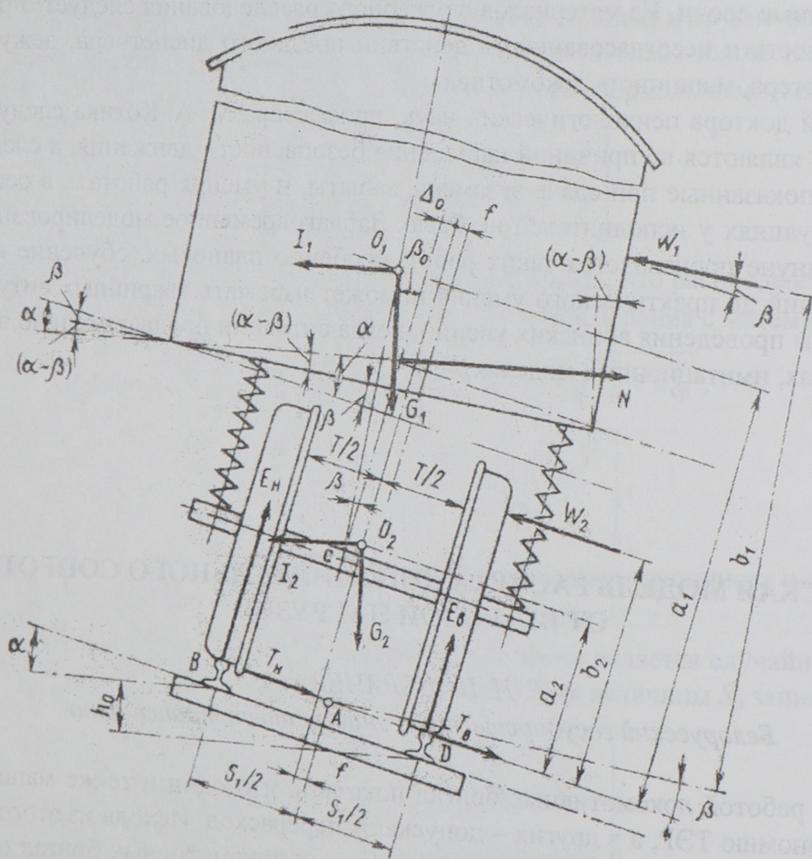


Рисунок 1 — Схема силовых воздействий на экипаж в кривом участке пути с возвышением наружного рельса

Определим силу трения, возникающую под действием ветровой нагрузки на поезд при трении колеса о рельсы:

$$F_{тр} = 3,25 \cdot 125 \cdot 10^{-8} L_n v_p^2 \mu_{тр} \quad (2)$$

где  $v_p$  — расчетная скорость ветра, м/с;  $\mu_{тр}$  — коэффициент трения колеса по рельсу;  $\mu_{тр} = 0,4$ .

Преобразуем (2) к виду

$$F_{\text{тр}} = 406,25 \cdot 10^{-8} L_n v_p^2 \mu_{\text{тр}}, \quad (3)$$

Расчетную скорость ветра определим исходя из теоремы косинусов, причем необходимо учесть скорость ветра  $v_v$  и скорость движения поезда  $v_n$ :

$$v_p^2 = v_v^2 + v_n^2 \pm 2v_v v_n \cos \alpha, \quad (4)$$

где  $\alpha$  – угол между векторами скоростей ветра и поезда.

Длину поезда  $L_n$  можно выразить через следующую зависимость:

$$L_n = Q_n / P_{\text{пн}}, \quad (5)$$

где  $Q_n$  – вес поезда, т;  $P_{\text{пн}}$  – погонная нагрузка вагонов на путь, т/м.

Механическая работа составит

$$R_m = F_{\text{тр}} L_{\text{уч}}, \quad (6)$$

где  $L_{\text{уч}}$  – длина исследуемого участка, км.

С учетом (3) получим

$$R_m = 406,25 \cdot 10^{-8} \frac{Q_n}{P_{\text{пн}}} v_p^2 \mu_{\text{тр}} L_{\text{уч}}. \quad (7)$$

Расход ТЭР определим из формулы

$$E_{\text{топ}} = E_{\text{уд}} R_m, \quad (8)$$

где  $E_{\text{уд}}$  – удельный расход топлива на 1 т·км механической работы, кг,  $E_{\text{уд}} = 0,75$  кг.

Тогда расходы на ТЭР в денежном выражении

$$E_3 = c_1 E_{\text{топ}}, \quad (9)$$

где  $c_1$  – стоимость 1 кг ТЭР, р.;  $c_1 = 1520$  р.

Исследование функции  $E_3 = f(v_p)$  позволяет получить зависимость расходов на ТЭР от скорости ветра и его направления.

УДК 656.212.5

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГОРОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ

*С. А. ПОЖИДАЕВ, Е. А. ФИЛАТОВ, Г. Н. ПОДЕРАЧЕВА*  
*Белорусский государственный университет транспорта*

На Белорусской железной дороге в настоящее время функционирует 25 сортировочных горок, из них 9 оборудованы устройствами автоматизации, механизации процесса роспуска вагонов и 16 – немеханизированных, на которых используется ручной труд регулировщиков скорости скатывания отцепов. Большинство немеханизированных горок относится к горкам малой мощности (ГММ), на них перерабатывается 600–1500 вагонов в сутки, подгорочный парк включает 4–16 сортировочных путей.

Выполненные исследования технического состояния и режимов работы эксплуатируемых ГММ на основе актуальных данных плана и профиля выявили наличие у них схожих проблем. Кроме того, детально исследовались режимы работы ГММ трех станций: Орша-Центральная, Лида и Волковыск. Для оценки их технического состояния использовались 12 основных параметров, причем 6 параметров являются критическими, т. к. связаны с безопасностью работы. К ним относятся: резерв времени для разделения отцепов, достаточность наличной мощности тормозных средств, соответствие высоты горки проектным данным или расчетам, скорость входа ОХБ на тормозные позиции и др. Значения этих параметров устанавливаются только с помощью компьютерного моделирования работы ГММ.