

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.



Анализ существующего состояния ГММ станций Орша-Центральная, Лида и Волковыск показал, что по ряду параметров, в т. ч., критическим, имеются отклонения от нормы, особенно по превышению допустимой скорости входа на тормозной башмак и недостатку наличной мощности тормозных средств. Это создает предпосылки для возникновения опасных ситуаций, может приводить к выбиванию тормозных башмаков, их заклиниванию и превышению установленной длины козла (15–20 м) с образованием односторонних ползунов недопустимой величины. В то же время любая конструкция и техническое оснащение сортировочной горки должны обеспечивать бесперебойную и безопасную работу по расформированию составов. В этих условиях параметры безопасных режимов работы ГММ должны быть установлены расчетом и подтверждены моделированием работы по их результатам предложен комплекс мероприятий реконструктивного характера. Традиционные данные исследования сопряжены с большими затратами труда и времени. Применение для этих целей автоматизированных технологий и компьютерного моделирования значительно уменьшает трудоемкость процесса, позволяет проанализировать большое количество ситуаций при различных исходных данных, повысить точность расчетов и обоснованность результатов.

На основании анализа полученных результатов можно сделать следующие важные выводы:

1 При моделировании работы ГММ оказалось, что рассчитанной высоты горки в соответствии с действующими правилами и нормами недостаточно для докатывания ОПБ до расчетной точки трудного пути в наиболее неблагоприятных климатических условиях. Величина нормативного коэффициента «1,5», учитывающего меру отклонения расчетного значения высоты горки, должна быть пересмотрена в сторону увеличения и поставлена, возможно, в зависимость от длины расчетного пути. Это требует изменения действующих Правил и норм проектирования сортировочных устройств в этой части.

2 В настоящее время при расчете высоты ГММ с одной тормозной позицией на сортировочных путях (станция Волковыск) не учитываются потери энергии отцепом при преодолении сопротивления от снега и инея. В то же время в реальных условиях при значительной длине стрелочной зоны (из-за применения стрелочных переводов марки 1/11) это сопротивление оказывает существенное влияние на условия скатывания вагонов, и его необходимо учитывать, что также требует изменения действующих Правил.

3 С помощью компьютерного моделирования удалось обосновать параметры режима роспуска с переменной скоростью, часто применяемого на практике для увеличения дальности прохода вагонов с плохими характеристиками качения и обеспечения резерва времени на разделительных элементах. Так, например, для ГММ станции Орша-Центральная скорость роспуска до отрыва ОПБ должна быть повышена до 2,2 м/с, а при следовании за ним ХБ – понижена до 1,7 м/с или до минимальной, установленной для обеспечения резерва времени и разделения этих отцепов.

4 Использование программных средств позволяет проверить режимы работы горок в различных вариационных условиях. Так, было установлено, что для горок станций Волковыск и Лида преобладающими в зимнее время по данным СНБ 2.04.02–2000 «Строительная климатология» являются встречные ветры для направления сортировки, а попутные. Для этих условий также выполнена проверка работоспособности сортировочных горок.

5 На существующих горках без изменения конструкции горочных горловин и механизации процесса роспуска достаточно трудно обеспечить допустимую скорость входа ОХБ на тормозной башмак при соблюдении других ограничений. Для выполнения этого требования высота горки должна быть в пределах 1,5–1,8 м. Моделирование процесса роспуска позволяет обосновать принятие решения на реконструкцию горки, реализация которого повлечет за собой значительные затраты материальных средств. Так, установлено, что для ГММ станций Лида и Волковыск обеспечить требуемое условие, как и ряд других, нельзя, и необходимо планировать реконструкцию всего горочного комплекса. Для ГММ станции Орша-Центральная рекомендовано при улучшении только профиля осаживание полновесных груженых вагонов массой 65–85 т с учетом занятости сортировочных путей и раздельное следование тяжелых отцепов.

6 Применение автоматизированных технологий дает возможность использовать в расчетах нелинейные методы аппроксимации продольного профиля, в частности, сплайновые методы, что в наибольшей степени соответствует реальным условиям движения отцепов.