

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЛАЙНОВЫХ МЕТОДОВ

С. А. ПОЖИДАЕВ, Е. И. ЛАБАНОВА

Белорусский государственный университет транспорта

В. А. ПАХОМОВ

Белорусская железная дорога

Вертикальная планировка продольного профиля спускной части сортировочных горок должна обеспечивать их безопасную и надежную работу в процессе эксплуатации с заданными техническими параметрами в течение прогнозируемого срока эксплуатации (для сортировочных станций – 10 лет, для остальных – 5 лет). Технические параметры продольного профиля спускной части сортировочных горок являются важнейшими показателями проектируемого сортировочного устройства, так как от них зависит скорость скатывания отцепов с горки, безопасность роспуска (интервалы следования отцепов на разделительных элементах), динамичность роспуска, величина потенциально реализуемой скорости роспуска и перерабатывающая способность горки. К вертикальной планировке профиля выработан ряд нормативных требований [1, 2], которые должны соблюдаться.

Проектирование продольного профиля является многовариантной задачей, поэтому автоматизация расчетов его параметров будет способствовать принятию наиболее оптимального проектного решения и обеспечивать повышение качества этого решения. Проектирование вертикальной планировки продольного профиля спускной части сортировочных горок, как и для других транспортных объектов, неразрывно с проектированием и расчетом других параметров (высота сортировочной горки, мощность тормозных средств, параметры плана головы сортировочного парка), так как они взаимосвязаны.

Вертикальная планировка продольного профиля спускной части горки может рассчитываться аналитическим, графоаналитическим, графическим (по четырем точкам) или комплексным методами. Первые три метода предполагают раздельное проектирование продольного профиля и расчет высоты сортировочной горки. Графоаналитический, графический методы достаточно просты, не требуют громоздких расчетов, но менее точны, и необходимо производить корректировку профиля по условию обеспечения заданных интервалов времени между отцепами при неблагоприятном их сочетании (П–Х, Х–П). Комплексный метод обеспечивает одновременный расчет высоты горки и оптимизацию параметров продольного профиля и является на сегодняшний день наиболее прогрессивным. Оптимальным по геометрическому очертанию является вогнутый профиль (каждый последующий уклон элемента профиля не может быть больше предыдущего). Кроме того, запроектированный продольный профиль горки должен обеспечивать наименьший объем земляных масс, чему способствует деление основных участков профиля на более мелкие отрезки, позволяющие получить более низкие проектные отметки между основными точками профиля. Выполнению этого требования наилучшим образом будет способствовать замена продольного профиля из прямолинейных участков некоторой аппроксимирующей кривой. В работе [3] отмечается, что наиболее точный результат дает кусочно-полиномиальная аппроксимация продольного профиля (когда весь профиль разбивается на частичные отрезки, чтобы избежать больших погрешностей и на каждом из частичных отрезков приближенно заменяют функцию $f(x)$ линейной функцией или многочленом невысокой степени), но она очень сложна.

В [4] констатируется, что в процессе эксплуатации запроектированный по действующим нормам продольный профиль не соответствует современным условиям работы. Профиль горок отклоняется от проектного из-за деформации земляного полотна под воздействием больших динамических нагрузок, ремонтов, естественной среды. На большинстве горок имеются просадки пути в зоне размещения тормозных позиций. Наблюдаются отклонения радиусов вертикальной сопрягающей кривой на вершине горки от проектных на 20 – 40 %, что ведет к нерасцепу вагонов, в связи с чем периодически необходимо производить проверку продольного профиля и его выправку. Такие явления происходят из-за неплавности продольного профиля, который традиционно конструируется из прямолинейных отрезков, дуг круговых кривых или заменяющих их квадратных парабол, у которых радиус на всем протяжении выпуклой или вогнутой кривой практически постоянен. В этом случае в точках сопряжения элементов профиля радиус вертикальной кривой изменяется скачком. Для устранения отмечен-

ных недостатков может быть применен сплайновый метод проектирования продольного профиля. Кубические параболы обеспечивают плавность изменения радиусов в пределах одного элемента профиля от нормируемого до бесконечности, а кубические сплайны обеспечивают плавность изменения радиусов при переходе от одного элемента к другому. Сложность поставленной задачи заключается в том, что продольный профиль спускной части горки должен иметь строго определенные нормативами очертания, т. е. не иметь положительных уклонов, волнистости, быть вогнутым, должна быть обеспечена заданная точность интерполирования ($\epsilon = 0,01$ м). Точность интерполирования снижается из-за негладкого очертания продольного профиля, особенно в точках сопряжения головного участка и участка первой тормозной позиции, участка второй тормозной позиции и стрелочной зоны.

В докладе выполнен сравнительный анализ двух методов сплайновой аппроксимации продольного профиля, различающихся типом используемых краевых условий.

Результаты применения сплайновой аппроксимации продольного профиля спускной части сортировочных горок показали, что предлагаемый подход обеспечивает:

1) эффективную автоматизацию расчетов параметров сортировочных горок, благодаря математическому аппарату сплайн-функций, неразрывностью сплайновой функции, ее производных в узловых точках, сходимости процесса вычислений;

2) повышенную плавность продольного профиля, получаемую путем применения кривизны с переменным радиусом, что улучшает его эксплуатационные характеристики, позволяет контролировать расчетные значения уклонов и радиуса кривизны в точках сплайновой модели на соответствие нормативным значениям;

3) повышенную безопасность роспуска, так как позволяет более точно производить расчеты параметров сортировочных горок и характеристики реального процесса роспуска на горках, в том числе интервалов следования отцепов в их неблагоприятных сочетаниях;

4) экономию эксплуатационных расходов;

5) уменьшение объемов земляных работ при проектировании, так как позволяет получить более низкие проектные отметки между основными точками профиля. Кроме того, продольный и поперечный профили горки ближе к естественной земной поверхности в силу особенностей формирования рельефа природными воздействиями и образованием кривых с переменными радиусами (кубические параболы), а не постоянными (круговые кривые и аппроксимирующие их квадратичные параболы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Инструкция по проектированию станций и узлов на железных дорогах Союза ССР: ВСН 56-78. — М.: Транспорт, 1978. — 173 с.
- 2 Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах Союза ССР: ВСН 207-89/МПС. — М.: Транспорт, 1992. — 104 с.
- 3 Мацкель С. С. Расчет элементов станций на ЭВМ. — М.: Транспорт, 1980. — 176 с.
- 4 Равдин Н. В., Банек Т. С., Негрей В. Я. Проектирование железнодорожных станций и узлов. Ч. I. 2-е изд., перераб. и доп. — Мн.: Выш. шк., 1984. — 288 с.

УДК 656.2.08

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

О. Д. САВЧУК

Белорусская железная дорога

Ф. П. ПИЩИК, Г. А. АЗЯВЧИКОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Основой нормативно-технической документации, регламентирующей деятельность Белорусской железной дороги, являются Правила технической эксплуатации (ПТЭ), Инструкция по сигнализации (ИСИ), Инструкция по движению поездов (ИДП), специальные инструкции, правила и решения Совета по железнодорожному транспорту, а также отдельные приказы, инструкции и указания начальника дороги и его заместителей, разрабатываемые в соответствии с республиканскими законами, нормативными и правовыми актами Республики Беларусь.

Следует отметить, что и Правила технической эксплуатации, и Инструкция по движению поездов находятся в постоянной корректировке, основой которой являются изменения в технической вооруженности железной дороги, технологии работы и условий эксплуатации на железной дороге и