



Рисунок 2 – Формирование отчетов

Рассматривая автоматизированную систему управления путевым хозяйством, можно выделить следующие направления:

- 1) управление ремонтами пути;
- 2) управление текущим содержанием пути;
- 3) управление системой диагностики, контроля состояния пути и сооружений путевого хозяйства;
- 4) управление парком путевых машин;
- 5) управление материальными ресурсами;
- 6) управление объектом управления (околотком, участком, ПЧ);
- 7) управление смежными функциями (поставки материалов и услуг).

УДК 625.144.5

ВЫБОР ВАРИАНТА РЕКОНСТРУКЦИИ КРУГОВЫХ КРИВЫХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

И. Н. КРАВЧЕНЯ, Т. А. ДУБРОВСКАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Наиболее актуальной проблемой является организация скоростного движения на существующих железнодорожных линиях. Среди факторов, сдерживающих внедрение скоростного движения поездов, следует отметить характеристики плана трассы железной дороги.

Одной из основных задач является выбор конкретных участков повышения скоростей движения подвижного состава на эксплуатируемых линиях без переустройства или с минимальными затратами на переустройство трассы линии. Для достижения цели используются математические оптимизационные модели и алгоритмы анализа различных особенностей железно-дорожных линий. Это позволяет на основе поиска и оптимизации проектных решений на математической основе сократить до минимума дорогостоящие и длительные процедуры физического моделирования.

Задача определения оптимальных скоростей движения поездов различной категории в кривых может быть сформулирована следующим образом: пусть имеется участок железной дороги, на котором располагается m независимых (однорядусных и составных) кривых и обращаются поезда j -й ($j = \overline{1, n}$) категории. Для каждой кривой известны: длина кривой l (м), угол поворота α , радиус кривой R (м).

Требуется определить скорости движения v_j поездов j -й ($j = \overline{1, n}$) категории по кривой определенного радиуса при оптимальном возвышении наружного рельса h (мм), увеличении значения непогашенного ускорения $a_{\text{нп}}$, соблюдении условия равнонагруженности рельсовых нитей, условия комфортабельности езды пассажиров, при которых приведенные расходы на увеличение скорости в кривых будут минимальными:

$$E = f(v_1, v_2, \dots, v_n, h, a_{\text{нп}}) = l \sum_{j=1}^n c_j \frac{N_j}{v_j} \rightarrow \min \quad (1)$$

при ограничениях:

– соблюдение условия равнонагруженности рельсовых нитей:

$$\sum_{j=1}^n \beta_j v_j^2 = 12,96 \frac{ghR}{S}; \quad (2)$$

– соблюдение условия комфортабельности езды пассажиров:

$$h = 12,5 \frac{v_{\text{max}}^2}{R} - \frac{S}{g} a_{\text{нп}}; \quad (3)$$

– на допустимые значения непогашенного ускорения:

$$0,9 \geq a_{\text{нп}} \geq 0,7, \quad (4)$$

где c_j – приведенная стоимость поезда j -й категории; N_j – количество поездов j -й категории; β_j – весовой коэффициент поезда j -й категории; g – ускорение свободного падения, м/с^2 ; S – ширина между осями рельсов, мм; v_{max} – максимальная скорость движения по данной кривой, км/ч ; $a_{\text{нп}}$ – непогашенное ускорение, м/с^2 .

Для решения поставленной задачи (1)–(4) будем использовать метод неопределенных множителей Лагранжа.

Поскольку в задаче ограничения имеют вид равенств и неравенств, то приведем задачу к ограничениям в форме равенств. В ограничение (4) введем дополнительные переменные x_1 и x_2 :

$$a_{\text{нп}} - x_1 = 0,7; \quad (5)$$

$$a_{\text{нп}} + x_2 = 0,9. \quad (6)$$

Найдем частные производные функции Лагранжа по неизвестным величинам v_j ($j = \overline{1, n}$), h , $a_{\text{нп}}$, $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, x_1, x_2$ и приравняем их нулю. В результате получим систему уравнений.

Далее сведем задачу к случаю, когда ограничения – строгие равенства, но на переменные x_1 и x_2 наложено условие неотрицательности:

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \quad (7)$$

Определение глобального минимума функции f осуществляется внутри области допустимых решений, где $x_1 > 0$ и $x_2 > 0$, и на границе, где $x_1 = 0$ и $x_2 = 0$.

Если предположить, что $x_1 > 0$ и $x_2 > 0$, то функция Лагранжа будет иметь вид

$$\begin{aligned} L(v_1, v_2, \dots, v_n, h, a_{\text{нп}}, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, x_1, x_2) = & l \sum_{j=1}^n c_j \frac{N_j}{v_j} + \\ & + \lambda_1 \left(12,96 \frac{ghR}{S} - \sum_{j=1}^n \beta_j v_j^2 \right) + \lambda_2 \left(12,5 \frac{v_{\text{max}}^2}{R} - 163 a_{\text{нп}} - h \right) + \\ & + \lambda_3 (0,7 - a_{\text{нп}} + x_1) + \lambda_4 (0,9 - a_{\text{нп}} - x_2), \end{aligned} \quad (8)$$

где $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ – неопределенные множители Лагранжа.

Если предположить, что какая-то из переменных x_1 или x_2 равна нулю, то это говорит о том, что соответствующее ограничение выполняется как строгое равенство. Для них $\lambda_i \neq 0$.

Первоначально будем рассматривать задачу без учета ограничения (4):

$$E = f(v_1, v_2, \dots, v_n, h) = l \sum_{j=1}^n c_j \frac{N_j}{v_j} \rightarrow \min; \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_j v_j^2 = 12,96 \frac{ghR}{S}, \quad h = 12,5 \frac{v_{\max}^2}{R} - 163 a_{\text{нп}}. \quad (10)$$

Тогда функция Лагранжа примет вид

$$L(v_1, v_2, \dots, v_n, h, \lambda_1, \lambda_2) = l \sum_{j=1}^n c_j \frac{N_j}{v_j} + \lambda_1 \left(12,96 \frac{ghR}{S} - \sum_{j=1}^n \beta_j v_j^2 \right) + \lambda_2 \left(12,5 \frac{v_{\max}^2}{R} - 163 a_{\text{нп}} - h \right). \quad (11)$$

Оптимальные скорости движения поездов j -й категории по кривой определенного радиуса при оптимальном возвышении наружного рельса, допустимых значениях непогашенного ускорения, соблюдении условия равнонагруженности рельсовых нитей и условия комфортабельности езды пассажиров составят

$$v_j = \left(\frac{c_j N_j}{\beta_j} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{12,96 gR \left(12,5 \frac{v_{\max}^2}{R} - 163 a_{\text{нп}} \right)^{\frac{1}{2}}}{S \sum_{j=1}^n (c_j N_j)^{\frac{2}{3}} \beta_j^{\frac{1}{3}}} \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (12)$$

При полученных оптимальных значениях скоростей движения поездов j -й категории по кривой определенного радиуса приведенные расходы будут минимальными и составят

$$E = l \sum_{j=1}^n c_j N_j \left[\left(\frac{c_j N_j}{\beta_j} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{12,96 gR \left(12,5 \frac{v_{\max}^2}{R} - 163 a_{\text{нп}} \right)^{\frac{1}{2}}}{S \sum_{j=1}^n (c_j N_j)^{\frac{2}{3}} \beta_j^{\frac{1}{3}}} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{-1}.$$

Варьируя значения непогашенного ускорения от 0,7 до 0,9, будут определены оптимальные скорости движения поездов каждой категории, при которых приведенные расходы на увеличение скорости в кривых будут минимальными.

Таким образом, выбор варианта реконструкции круговых кривых для организации скоростного движения на эксплуатируемых линиях будут производиться при полученном оптимальном распределении скорости движения поездов различных категорий и минимальных капиталовложениях.

УДК 625.84

УСТРОЙСТВО БЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Ю. А. ЛИСОВСКАЯ, А. С. РОМАНОВ, Н. В. ШКУРАТОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Модернизация цементобетонных заводов в Республике Беларусь позволила увеличить на внутреннем рынке предложение относительно недорогого цемента. Изменения в области жилищного строительства вызвали необходимость в поисках дополнительного внутреннего массового потребителя цемента. Бетонные покрытия в Беларуси массово строили к Олимпиаде 1980 года, но после этого данная технология использовалась лишь эпизодически. В то время как за рубежом накоплен достаточно богатый опыт устройства цементобетонных покрытий не только в период нового строительства, а также при капитальном ремонте и реконструкции автомобильных дорог. Вторая минская кольцевая автомобильная дорога стала первым за 40 лет объектом дорожного строительства, на новых участках которого устроено цементобетонное покрытие (почти 80 км). При этом на некоторых местных автомобильных дорогах также производится устройство таких покрытий.

При сравнении асфальто- и цементобетонных покрытий трудно заранее отдать предпочтение какому-либо варианту. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Для цементобетонных