

вочных машин, так как необходимая для их работы информация о фактическом положении пути поступает от путеизмерителей без предварительной измерительной поездки машины.

Электронные метки устанавливаются на шпалах, расположенных в створе с пикетными и километровыми столбами, на железобетонных шпалах метки устанавливаются на маячных шпалах. На микросхеме метки хранится идентификационный номер, позволяющий определить ее точное месторасположение – дорога, перегон, путь, километр, пикет. Одновременно ведется база паспортных данных параметров устройства рельсовой колеи в плане, профиле и по уровню с использованием ее вагонами-путеизмерителями для оценки состояния пути. Выполняются расчеты и построение перегонных программных заданий для высокоточной машинной выправки пути.

Первоначальное заполнение базы данных электронными метками, геометрическими параметрами пути и программными заданиями для выправочных машин осуществляется по специальному (паспортному) проходу вагона-путеизмерителя. Данные этого прохода формируют расстояния между электронными метками, а натурная геометрическая информация вагона-путеизмерителя служит основой для определения геометрических параметров рельсовой колеи и расчетов проектных параметров.

Регулярно (с периодичностью два раза в месяц) происходит оцифровка расстройств пути, адресное планирование выправочных работ, объективный контроль их объема и качества. После этого работники получают подробную распечатку разбивочных данных в плане, профиле и по уровню, содержащую натурные и проектные характеристики геометрии пути, изменения длин рельсов и температуры закрепления плетей, динамические характеристики.

Ввод в действие технологии высокоточной выправки с использованием данных измерений вагона-путеизмерителя позволяет:

- улучшить качество работ по выправке пути в плане и профиле выправочными машинами по перегонным программным заданиям, обновляемым дважды в месяц;
- до 25 % повысить производительность выправочных машин, сократить количество и продолжительность «окон» для выправки пути за счет исключения их измерительных поездок;
- обеспечить повышение точности и достоверности выдаваемой информации мобильными диагностическими средствами за счет их точной привязки к координате пути;
- снизить долю ручного труда на текущем содержании пути в результате адресного назначения выправочных работ машинами;
- контролировать результаты выправочных работ;
- ускорить переход к оценке состояния пути по паспорту;
- оперативно, достоверно и наиболее полно анализировать состояние геометрии на всех перегонах в масштабе дороги.

УДК 629.4.016.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАДИУСОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КРИВЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Т. А. РУДЕНКО, И. Н. КРАВЧЕНЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одной из основных задач, которые ставятся перед железнодорожным транспортом на ближайшую перспективу, является увеличение скорости движения поездов. Среди причин, вызывающих ограничение скорости движения поездов, одно из первых мест занимает недостаточная величина радиусов круговых кривых.

Представим железную дорогу в виде технической системы. Скорость на линии ограничена возможностями технических устройств. Ограничения скорости изменяются по длине линии. Количественным показателем технической эффективности увеличения скорости на участке является сокращение времени хода ΔT , количественным показателем экономической эффективности – величина капиталовложений K на совершенствовании постоянных устройств. Увеличение радиусов кривых приводит к повышению скорости движения поездов и, как следствие, к сокращению времени хода ΔT . Однако чем больше величина радиуса проектной кривой, тем больше капиталовложения K требуются для реконструкции линии. В реальных условиях капиталовложения, отпускаемые на реконструкцию, ограничены $K \leq K_0$. Ограничение может быть наложено и на сокращение времени хода $\Delta T \geq \Delta T_0$.

Рассмотрим пару взаимно двойственных задач оптимальной реконструкции железнодорожных кривых для повышения скорости движения поездов.

Пусть имеется участок железной дороги, на котором располагается m кривых. На каждой i -й ($i = \overline{1, m}$) кривой известны: длина участка ограничения скорости, связанная с недостаточностью радиуса кривой l_i ; ограничение скорости в пределах этого участка v_i ; угол поворота α_i ; капиталовложения K_i , необходимые для реконструкции единицы длины кривой, параметр, зависящий от величины возвышения наружного рельса и допускаемой величины непогашенного ускорения a .

Ставится задача отыскания таких величин проектных радиусов R_i ($i = \overline{1, m}$), ограничивающих скорость кривых, при которых капиталовложения K будут равны заданным K_0 , а сокращение времени хода ΔT будет максимальным:

$$\Delta T = \sum_{i=1}^m l_i \left(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{a\sqrt{R_i}} \right) \rightarrow \max \quad (1)$$

при

$$\sum_{i=1}^m K_i \alpha_i R_i^2 = K_0. \quad (2)$$

Для решения поставленной задачи будем использовать метод неопределенных множителей Лагранжа. Составим функцию Лагранжа:

$$L(R_i, \lambda) = \sum_{i=1}^m l_i \left(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{a\sqrt{R_i}} \right) + \lambda \left(K_0 - \sum_{i=1}^m K_i \alpha_i R_i^2 \right), \quad (3)$$

где λ – множитель Лагранжа, который показывает, на сколько изменится максимальное сокращение времени хода ΔT в оптимальном решении при увеличении величины капиталовложений K_0 на единицу.

Найдем частные производные функции Лагранжа по неизвестным величинам R_i ($i = \overline{1, m}$) и λ и приравняем их нулю. В результате получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial L(R_i, \lambda)}{\partial R_i} = \frac{l_i}{2a R_i^{3/2}} - 2\lambda K_i \alpha_i R_i = 0, \quad i = \overline{1, m}; \\ \frac{\partial L(R_i, \lambda)}{\partial \lambda} = K_0 - \sum_{i=1}^m K_i \alpha_i R_i^2 = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Решив полученную систему уравнений относительно неизвестных R_i ($i = \overline{1, m}$) и λ , будут найдены оптимальные величины проектных радиусов R_i при заданных капиталовложениях K_0 и максимальном сокращении времени хода ΔT .

Возможна следующая постановка двойственной задачи оптимальной реконструкции железнодорожных кривых. Необходимо найти такие величины проектных радиусов R_i ($i = \overline{1, m}$), ограничивающих скорость кривых, при которых сокращение времени хода ΔT будет равно заданному ΔT_0 , а капиталовложения K будут минимальными:

$$K = \sum_{i=1}^m K_i \alpha_i R_i^2 \rightarrow \min \quad (5)$$

при

$$\sum_{i=1}^m l_i \left(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{a\sqrt{R_i}} \right) = \Delta T_0. \quad (6)$$

Составим функцию Лагранжа:

$$L(R_i, \lambda) = \sum_{i=1}^m K_i \alpha_i R_i^2 + \lambda \left(\Delta T_0 - \sum_{i=1}^m l_i \left(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{a\sqrt{R_i}} \right) \right), \quad (7)$$

где λ – множитель Лагранжа.

Получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial L(R_i, \lambda)}{\partial R_i} = 2K_i \alpha_i R_i - \lambda \frac{l_i}{2a R_i^{3/2}} = 0, \quad i = \overline{1, m}; \\ \frac{\partial L(R_i, \lambda)}{\partial \lambda} = \Delta T_0 - \sum_{i=1}^m l_i \left(\frac{1}{v_i} - \frac{1}{a\sqrt{R_i}} \right) = 0. \end{cases} \quad (8)$$

В результате решения системы будут получены оптимальные величины проектных радиусов R_i при заданном сокращении времени хода ΔT_0 и минимальными капиталовложениями K .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Гавриленков, А. В. Теоретические основы проектирования скоростных и высокоскоростных железнодорожных магистралей: [монография] / А. В. Гавриленков; под науч. ред. С. М. Гончарука. – Хабаровск: ДВГУПС, 2004. – 213 с.

УДК 625.7/8 (075.8)

ОСОБЕННОСТИ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

И. М. ЦАРЕНКОВА, М. А. МАСЛОВСКАЯ, Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Своевременное обеспечение дорожно-строительного производства различными видами ресурсов по оптимальным ценам предопределяет эффективность работы всей дорожной отрасли. В последнее время наблюдается постоянный рост цен на дорожно-строительные материалы и энергоносители, доля которых в сметной стоимости строительства составляет 60–85 %. Развитие конкуренции на рынке дорожных работ требует от подрядчиков необходимости постоянного внедрения в производственный процесс новых технологий с использованием современных материалов и машин. При этом повышение доли ремонтных работ усложняет организацию ресурсного обеспечения строительства, повышает значимость развития логистических систем в дорожном хозяйстве.

Обеспечение различными видами ресурсов дорожно-строительного производства предлагается рассматривать как динамическую систему, адаптирующуюся к внешним воздействиям, которая определяет эффективность конструктивных и организационно-технологических решений на всех этапах реализации инвестиционного строительного проекта. Учитывая, что ресурсоемкость объектов практически полностью формируется на стадии проектирования, комплексный подход к ресурсному обеспечению в строительстве позволяет снизить стоимость объектов, за счет минимизации проектной ресурсоемкости объекта конструктивными и организационно-технологическими решениями и обеспечением оперативного управления в процессе строительства.

На стадии проектирования и формирования ресурсоемкости проекта необходимо управление параметрами конструктивной и организационно-технической среды. Конструктивная среда отражает проектную потребность в строительных материалах, полуфабрикатах, конструкциях и изделиях и последовательность их использования при выполнении дорожно-строительных работ. Организационно-технологическая среда определяет сроки строительства, потребность в машинах, механизмах и трудовых ресурсах, транспортные схемы поставки материалов, конструкций и изделий на объект, интенсивность производства работ. На стадии реализации инвестиционного строительного проекта осуществляется мониторинг и оперативное управление ресурсным обеспечением. Оцениваются существующие, переходящие и сезонные запасы материалов с целью бесперебойного обеспечения ими технологических процессов в ходе строительства. Экономическое сравнение вариантов конструктивных и организационно-технологических решений обеспечит реализацию строительного проекта в заданные сроки с минимальными затратами ресурсов.

С учетом большой зависимости дорожно-строительного производства от многих факторов (природно-климатические условия, соблюдение графиков поставки материалов) интенсивность производства работ и интенсивность потребления ресурсов являются случайными величинами. Интенсивность потребления ресурсов зависит от производительности дорожно-строительных потоков, которая имеет нормальное распределение. Основными ресурсными показателями, влияющими на сметную стоимость объекта, являются материалоемкость, трудоемкость и механоемкость. В современных условиях, учитывая увеличение стоимости строительства объекта за счет роста цен на материалы в период производства работ, эти показатели необходимо дополнить временным фактором – продолжительность строительства. Влияние данного показателя на стоимость не зависит от вида выполняемых работ, а отражает влияние различного уровня цен в период строительства. При этом наибольшее влияние на стоимость строительства оказывает материалоемкость объекта, на стоимость ремонтных работ – механоемкость, что объясняется меньшим расходом материальных ресурсов и повышенной трудоемкостью работ.

При определении эффективности процесса обеспечения ресурсами строительного производства учитываются их стоимость на начало реализации проекта, динамика ее изменения, продолжительность строительства и интенсивность поставки и потребления ресурсов. Чем меньше приращение затрат на ресурсы по сравнению с их проектным значением будет достигнуто, тем более эффективным будет процесс строительства. Вли-