

УДК 656.223

Ю. Е. КАЛАБУХИН, кандидат технических наук, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков; Ю. В. БЕЛЕЦКИЙ, заместитель начальника по ремонту депо «Кондрашевская-Новая», станция Кондрашевская

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ

Выполнен анализ перспективы применения грузовых тепловозов в пассажирском движении, а также рассмотрены альтернативы модернизации существующего тягового подвижного состава, используемого в пассажирских перевозках. Исследована возможность использования комплексного подхода при нормировании локомотивного парка грузовых и пассажирских локомотивов.

В связи с быстрым старением тягового подвижного состава и незначительными поставками новых локомотивов в условиях наметившейся тенденции роста объема перевозок возник острый дефицит в локомотивном парке. Это требует нетрадиционных мер по улучшению его использования, в том числе комплексного подхода к нормированию локомотивного парка, предусматривающего совместное (многоцелевое) использование локомотивов различных видов движения и работ.

Существует три основные категории локомотивов, которые обычно разделяются на подкатегории согласно способу использования в железнодорожных транспортных операциях: пассажирские, грузовые, горочные или маневровые.

Эти категории подразумевают описание некоторых технических параметров, таких как масса и габариты, сила тяги и конструкционная скорость. Грузовые локомотивы обычно проектируются для того, чтобы обеспечить соответствующую силу тяги для перемещения состава с определенной скоростью, т. е. произведенная мощность реализуется на создание силы тяги. Пассажирские локомотивы перемещают составы массой до 1000 тонн и должны обладать такими свойствами, как плавность трогания и высокая скорость. Поэтому мощность этих локомотивов реализуется на обеспечение более скоростных режимов движения. Локомотивы смешанного типа, по видам движения, обладают и теми, и другими характеристиками.

В настоящее время железные дороги Украины испытывают дефицит пассажирских тепловозов для обеспечения пассажирских перевозок на неэлектрифицированных участках. Обладая мощной тепловозостроительной базой для производства грузовых тепловозов, Украина, вместе с тем, сталкивается с проблемой создания пассажирских тепловозов, которые бы обеспечили повышение экономической эффективности пассажирских перевозок, снижение затрат горюче-смазочных материалов и электроэнергии тяговым подвижным составом.

На современном этапе функционирования железных дорог Украины остро стоит вопрос обновления пассажирского локомотивного парка ввиду того, что 80 % из них на данный момент эксплуатируются в изношенном состоянии, исчерпали свой ресурс и допустимые сроки эксплуатации. При этом объемы пассажирских перевозок обеспечиваются грузовыми локомотивами (2ТЭ116, 2М62, 2ТЭ10М и пр.), что связано с рядом трудностей технического характера и чрезмерными экономическими затратами на эксплуатацию этих локомотивов, а именно:

- избытком мощности грузовых тепловозов, не реализуемой в пассажирском движении;
- сложностью эксплуатации одной секции двухсекционных тепловозов.

Анализ показал, что около 20 % электровозов и 50 % тепловозов, обслуживающих пассажирское движение, являются локомотивами грузовых серий. Это свидетельствует о больших возможностях организации комплексного подхода при нормировании локомотивного парка, поэтому необходима разработка модели минимизации потребности в локомотивах на основе их многопрофильного использования.

В зависимости от типа регионов тягового обслуживания пассажирских поездов (РТОПП), возможности многопрофильного использования тяговых средств в различных видах движения и работ, а также других влияющих факторов рассмотрены два методических подхода к построению графика оборота грузовых локомотивов [2].

Первый подход используется в элементарных и простых РТОПП и предусматривает возможность обслуживания транзитных пассажирских и пригородных поездов локомотивами, работающими в общей увязке, либо построение отдельного графика оборота грузовых и пассажирских локомотивов.

Второй подход применяется в сложных РТОПП и предполагает построение графика оборота локомотивов во взаимовязке с графиком работы локомотивных бригад.

Применение комплексного подхода (рисунок 1) позволяет уменьшить непроизводительные межоперационные простои локомотивов и локомотивных бригад и ведет к сокращению их общей потребности.

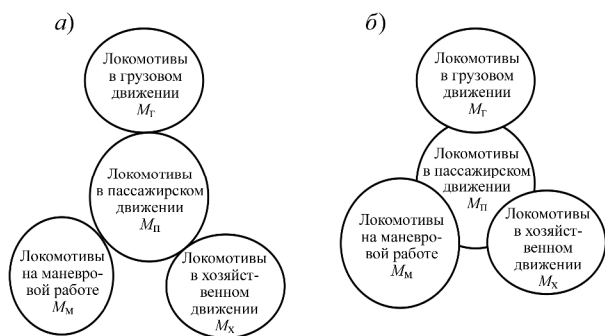


Рисунок 1 – Возможные подходы к нормированию и организации работы грузовых и пассажирских локомотивов: *a* – раздельное нормирование локомотивного парка по видам движения и работ; *б* – совместное использование локомотивов различных видов движения и работ (принцип многопрофильного использования)

Задана потребность в локомотивах (рисунок 1, *a*), необходимых для раздельного обслуживания грузового $M_{Г}$, пассажирского $M_{п}$, хозяйственного $M_{х}$ движения и выполнения маневровой работы $M_{м}$.

Среди множества наборов величин парков локомотивов, совместно используемых в различных видах движения и работ, $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$; $C_i = \{M_{гпi}, M_{мпi}, M_{хпi}\}$ при заданных множествах:

$M_{гп} = \{M_{гп1}, M_{гп2}, \dots, M_{гпn}\}$ вариантов совместного использования локомотивов грузового и пассажирского движения;

$M_{мп} = \{M_{мп1}, M_{мп2}, \dots, M_{мпn}\}$ вариантов совместного использования локомотивов маневрового и пассажирского движения;

$M_{хп} = \{M_{хп1}, M_{хп2}, \dots, M_{хпn}\}$ вариантов совместного использования локомотивов хозяйственного и пассажирского движения; требуется найти набор параметров $\{M'_{гп}, M'_{мп}, M'_{хп}\}$, при которых их сумма стремится к максимуму, т. е.

$$M = M'_{гп} + M'_{мп} + M'_{хп} \rightarrow \max. \quad (1)$$

Так как составляющие формулы (1) являются элементами пересечения двух видов движения и (или) работ, задача решается путем нахождения элемента максимального значения в каждом из трех множеств $\{M'_{гп}, M'_{мп}, M'_{хп}\}$, что ведет к минимизации общей потребности в локомотивах (см. рисунок 1, *б*).

Для элементарных и простых РТОПП математическая постановка задачи составления рационального варианта графика оборота локомотивов сформулирована следующим образом.

Имеется участок обращения локомотивов грузового движения (УОЛ-Г) и один или несколько регионов тягового обслуживания пассажирских поездов с набором участков обращения пассажирских локомотивов (УОЛ-П). В каждом РТОПП имеется одна или несколько станций формирования или расформирования как грузовых, так и пассажирских поездов, на которых можно осуществить совместную увязку локомотивов. Для каждого УОЛ задан график движения грузовых и пассажирских поездов с указанием времени прибытия и отправления по всем пунктам оборота.

Полигон участков обращения представляется ориентированным графом

$$G = (\mathcal{V}, R),$$

где $\mathcal{V} = \{\mathcal{V}_i\}$ – множество вершин графа G (множество станций РТОПП, являющихся пунктами оборота локомотивов); $R = \{R_j\}$ – множество ребер графа G (множество участков обращения локомотивов).

На заданном полигоне имеются как группы УОЛ, на которых осуществляется совместная увязка локомотивов в грузовом и пассажирском движении, так и группы УОЛ-П, на которых осуществляется отдельная увязка пассажирских локомотивов, т. е. задана декомпозиция исходного графа

$$G = \bigcup_{g=1}^w G_g,$$

где w – число групп участков, каждая из которых состоит из части РТОПП, включающей одну сортировочную (участковую) и несколько грузовых или промежуточных станций, и представляет собой связный подграф $G_g = (\mathcal{V}_g, R_g)$ графа G .

Требуется в каждой группе участков обращения локомотивов среди возможных графиков их оборота найти такой, при котором суммарные затраты на содержание локомотивного парка, связанные с простоем на станциях оборота и перецепки и с резервным пробегом локомотивов, обслуживающих рассматриваемую группу УОЛ, минимальны:

$$C = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

На основе возможных сочетаний прикрепления локомотивов к ниткам графика по станциям их оборота в пределах рассматриваемой группы УОЛ составляется матрица $C[N, N]$, каждый элемент которой определяется по формуле

$$C_{ij} = \begin{cases} t_{ij} e_{л-ч} + l_{рез} e_{л-ч}^{рез} & \text{для УОЛ-Г;} \\ t_{ij} e_{л-ч} & \text{для УОЛ-П,} \end{cases}$$

где t_{ij} – время на перецепку локомотива с i -й на j -ю нитку; $l_{рез}$ – величина резервного пробега локомотива при перецепке с i -й на j -ю нитку; $e_{л-ч}$ – единичная расходная ставка на 1 локомотиво-км пробега во главе поездов, грн.; $e_{л-ч}^{рез}$ – единичная расходная ставка на 1 лок-км резервного пробега, грн.

Установлено, что наиболее приемлемым методом решения задачи составления графика оборота локомотивов является прикрепление локомотивов к поездам по принципу «первым готов – первым отправился» и сведение данной задачи к задаче о назначениях, реализуемой методами целочисленного линейного программирования.

Учитывая малую размерность задачи, ее решение осуществляется методом полного перебора. Результатом решения является набор пар пассажирских поездов, обеспеченных локомотивами, выделенными для других видов движения и работ. Это множество поездов исключается из рассмотрения при последующем составлении графика оборота пассажирских локомотивов. Построение графика оборота локомотивов по участкам оборота осуществляется с применением методов целочисленного линейного программирования.

Особенностью сложных РТОПП является сложная конфигурация участков, а также наличие пунктов приписки локомотивных бригад на нескольких грузовых или промежуточных станциях. Это выдвигает особые требования к графику оборота локомотивов. В частности, необходимо, чтобы смена бригад осуществлялась на станции их приписки с соблюдением требований трудового законодательства в части продолжительности непрерывной работы бригады.

Для сложных РТОПП математическая постановка задачи составления графика оборота локомотивов и локомотивных бригад формулируется следующим образом.

Имеется сложный регион тягового обслуживания пассажирских поездов, в котором станцией формирования и назначения пассажирского поезда в общем случае может быть любая сортировочная, грузовая или промежуточная станция.

Получено 29.01.2010

Y. E. Kalabuhin, Y. V. Beleckyy. Analysis of the much purpose use possibilities of locomotives on Ukraine Railways.

The analysis of prospect of application of freight diesel engines is executed in passenger motion, and also the alternatives of modernization of existent hauling mobile composition, in-use in passenger transportations are considered. Possibility of the use of complex approach is investigational at setting of norms of locomotive park of freight and passenger locomotives.

На станциях региона имеются несколько пунктов приписки локомотивных бригад, где должна производиться их смена с соблюдением режима труда и отдыха.

Имеется набор ниток вывозных и передаточных поездов в узле, для которых заданы станция формирования, время отправления со станции формирования, станция назначения, время прибытия на станцию назначения, расписание прохода поезда по станциям из множества.

Требуется найти такой вариант графика оборота локомотивов и работы локомотивных бригад, при котором суммарные эксплуатационные расходы, связанные с простоем локомотивов при перецепке и бригадо-часами работы локомотивных бригад, минимальны [3]:

$$C_{сл} = C_{сл-пер} + C_{сл-бр} \rightarrow \min. \quad (2)$$

В результате решения задачи формируется несколько вариантов графика оборота локомотивов и соответствующих им графиков работы локомотивных бригад. Рациональный вариант определяется по минимуму эксплуатационных расходов согласно формуле (2).

Выполненный анализ использования принципа многопрофильного использования локомотивов для тягового обслуживания поездов обуславливает создание и применение на сети железных дорог методики нормирования локомотивного парка, что, по предварительным данным, позволит уменьшить эксплуатационные расходы за счет сокращения на 10–12 % потребности в парке локомотивов и контингенте локомотивных бригад, необходимых для обеспечения заданного объема перевозок в пассажирском движении, а также ускорения развоза пассажиров по местам назначения.

Список литературы

- 1 Основные принципы и критерии технических требований к техническим средствам для использования их на пространстве 1520. Міжнародний документ від 23.11.2007.
- 2 Некрашевич, В. И. Использование поездных локомотивов в грузовом движении / В. И. Некрашевич. – Гомель : БелГУТ, 2001. – 270 с.
- 3 Бархатный, В. Д. Рациональное использование технических средств и персонала в условиях внутрисуточной неравномерности и спада перевозок / В. Д. Бархатный, Ю. С. Генералов, Д. В. Смирнов // Вестник ВНИИЖТа. – 1997. – № 4. – С. 3–7.