

В европейской практике ОДД (Нидерланды, Германия, Швейцария, Франция и др.) зоны успокоения движения широко применяются в условиях исторически сложившейся капитальной застройки. Прежде всего, преобразованию в зоны успокоения движения подлежат улицы с высокоинтенсивным пешеходным движением и регулярным возникновением заторов. Можно выделить два типа бестранспортных зон:

1 «Зоны ограниченного автомобильного доступа», организуемые в пределах исторического центра города и открытых исключительно для экстренных служб, общественного транспорта, включая автомобили-такси. Историко-культурная, социально-общественная и экономическая значимость центральной части городов требует реализации первоочередных мер по успокоению движения и снижению негативного влияния высокого уровня автомобилизации. Дополнительным убедительным обоснованием приоритетного внедрения успокоения движения в центральной части крупных городов выступают требования экологической безопасности, которые в развитых странах Евросоюза рассматриваются в одном ряду с экономическими соображениями и аспектами обеспеченности БДД.

2 «Зоны успокоения движения», организуемые в пятнах жилой капитальной застройки с помощью комбинации конструктивных планировочных решений и средств ОДД. Бульвары и улицы центральной части крупных городов интегрированы в городскую среду и должны иметь многофункциональное назначение (т.е. допускать рациональное совмещение транспортных, социальных, экологических, культурных и других функций).

В крупных городах Российской Федерации и Республике Беларусь резервы снижения потерь в дорожном движении за счет применения успокоения движения использованы далеко не полностью. Зачастую превалирующую роль в градостроительных и проектных решениях по ОДД в городах играют экономические соображения и не учитывается в должной мере весь комплекс историко-культурных, экологических и других социально значимых факторов. В условиях стремительной автомобилизации населения представляется актуальным создание и узаконивание в планировочной практике зон успокоения движения, обслуживаемых системами общественного транспорта. Востребованы глубокие исследования в данной области и формирование соответствующей нормативно-технической базы и рекомендаций.

УДК 629.4.013.22.003.12

ПРИНЦИП МАКСИМУМА ПОНТРЯГИНА ПРИ РАСЧЕТЕ ОПТИМАЛЬНЫХ (ПО РАСХОДУ ТОПЛИВА) РЕЖИМОВ ВОЖДЕНИЯ ПОЕЗДОВ И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

А. П. КЕЙЗЕР, С. И. СУХОПАРОВ, Е. Н. ПОТЫЛКИН, Е. А. ЖИДКОВА, В. В. САЗОНОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Применение принципа максимума Понтрягина в системах автоведения

Системы автоведения (САВ) поездов – это будущее в развитии железнодорожного транспорта. С внедрением САВ резко улучшается точность выполнения графика движения поездов (ГДП) и экономится потребление топливно-энергетических ресурсов.

В настоящее время САВ внедрены в метрополитенах, проходит экспериментальная проверка внедрения на пассажирских электропоездах, но самое сложное – внедрить системы автоведения на грузовых поездах.

Принцип максимума Понтрягина (2 ψ функции)

Условие оптимальности процесса движения поезда –

$$H^0 = \max_{n_1} H = \max_{n_1} H(-G_ч + \psi_1 \xi F + \psi_2 v),$$

где $G_ч$ – удельный (часовой) расход топлива; F – равнодействующая сил, приложенных к поезду;

$$\xi = g / (Q + P),$$

g – ускорение свободного падения; Q, P – соответственно масса состава и локомотива; v – скорость движения поезда; ψ_1, ψ_2 – вспомогательные переменные.

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi_1}{dt} &= -\frac{\partial H}{\partial v} = \psi_1 \xi \frac{\partial F}{\partial v} - \psi_2 \\ \frac{d\psi_2}{dt} &= -\frac{\partial H}{\partial S} \end{aligned} \right\}$$

Процедура расчета подобна стрельбе по цели. Специальным «прицелом» подбираются такие начальные значения ψ_{1H} и ψ_{2H} , которые, изменяясь по дифференциальным уравнениям, обеспечивают попадание в мишень (т. е. достижение конечного состояния объекта управления) по такой траектории, в каждой точке которой перебором всех значений n_k обеспечивается выполнение условия оптимальности.

Принцип максимума Понтрягина ($\psi = \text{const}$)

При упрощениях критерием и условием оптимальности управления тепловозом является

$$H^0 = \max_{n_k} H = \max_{n_k} (-G_v + \psi \xi F),$$

т. е. в каждый момент времени необходимо выбрать такое управление n_k , которое обеспечило бы выполнение только что написанного условия. Варьируя значением переменной ψ , можно определить такую оптимальную траекторию вместе с режимами $n_{k_j}^0$, при которой расчетное время хода T_p будет равно заданному T_3 по графику движения.

УДК 656.222/.224:621.313

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА НА ГОМЕЛЬСКОМ ОТДЕЛЕНИИ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

А. П. КЕЙЗЕР, К. М. ШКУРИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

А. Л. ЯКОБСОН, С. В. ХОДЬКОВ, В. М. ЛИСТОПАДОВ

Гомельское отделение Белорусской железной дороги

Можно выделить 3 группы мероприятий, направленных на экономию топлива и электроэнергии с использованием математического моделирования:

- 1) совершенствование конструкции и обеспечение требуемых технико-экономических показателей локомотивов;
- 2) использование машинистами оптимальных режимов при вождении поездов;
- 3) совершенствование управления движением поездов на основании оптимальной реализации графика движения (ГДП).

Для проведения экспериментов были разработаны алгоритмы и программное обеспечение моделирования работы: 1) топливного насоса высокого давления; 2) дизеля; 3) тепловоза; 4) движения поезда с использованием оптимальных режимов ведения; 5) графика движения поездов.

Практическое внедрение ресурсосберегающих технологий на Гомельском отделении Белорусской железной дороги.

1 *Прокладка экспериментальных ниток графика по критерию расхода топлива.* При разработке графика движения на однопутном участке Г – К протяженностью 122 км с двухпутными вставками была проложена экспериментальная нитка 2101 с суммарным увеличением перегонных времен хода на 29 мин (19,3 %). Суммарная экономия топлива по этой нитке графика составила 11,8 %. Практические результаты экономии топлива при уменьшении ходовой скорости движения грузовых поездов совпали с результатами теоретических расчетов, выполненных с использованием принципа максимума Понтрягина.

2 *Уникальный эксперимент по анализу экономии топлива.* На Белорусской железной дороге был проведен уникальный эксперимент. В соответствии с разрешением начальника дороги на участке Г – Р протяженностью 46 км состав унифицированной длины (272 оси, 70 вагонов) массой 1471 т с тепловозом 2ТЭ10У был проведен 8 раз, из них 7 раз по одинаковым ниткам графика. Четыре раза состав с одним и тем же тепловозом вела бригада с опытным машинистом (МАШИНИСТ1_ЭКОНОМИЯ), имеющим наилучшие показатели по экономии топлива. Четыре раза этот же тепловоз и поезд вела бригада с машинистом (МАШИНИСТ2_ПЕРЕЖОГ), имеющим наихудшие показатели по экономии топлива.

Результаты эксперимента подтвердили экономию топлива опытным машинистом № 1 (35 %) по сравнению с ведением поезда машинистом № 2, имеющим постоянный пережог топлива. Особой неожиданностью стала нитка графика 3502, когда опытному машинисту № 1 было поставлено задание ведения поезда с умышленным пережогом топлива, а машинисту № 2 (нитка 3506) была поставлена цель экономить топливо. МА-