

УДК 621.311:656.212.4

В. М. ОВЧИННИКОВ, С. А. ПОЖИДАЕВ, В. В. СКРЕЖЕНДЕВСКИЙ, Н. Г. ШВЕЦ, кандидаты технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

## ПУТИ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА В МАНЕВРОВОЙ РАБОТЕ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ

Излагаются краткие сведения о маневровой работе, технология производства маневровых передвижений по станционным путям и приводятся данные о затратах топлива на маневры. Рассматриваются существующие виды маневровой работы по обслуживанию грузового и пассажирского движения, а также отдельных вагонов и местных пунктов в границах станции. На примере сортировочной станции Гомель дается анализ выполненных хронометражных наблюдений о распределении бюджета времени работы маневровых локомотивов по перестановке отдельных вагонов и составов пассажирских поездов из ранжирного парка на перронные пути, а также по окончанию формирования грузовых поездов со стороны вытяжных путей. Сравняются два существующих метода нормирования продолжительности выполнения маневрового полурейса и обосновывается вывод о необходимости нормирования времени и расхода топлива на маневрах с использованием тяговых расчетов. Приводится разработанная в БелГУТе компьютерная программа моделирования маневрового передвижения в реальных условиях. Установлена целесообразность замены в маневровой работе тепловозов большой мощности на менее мощные.

**В**се передвижения локомотивов резервом или с вагонами в пределах станции согласно технологическому процессу для обслуживания грузовых и пассажирских поездов, отдельных вагонов, местных пунктов и т. д. представляют собой маневровую работу. Станционные маневры, являясь значительной частью эксплуатационной работы, вызывают существенные расходы в общем бюджете железнодорожного транспорта, в том числе и дорогостоящего дизельного топлива маневровыми локомотивами.

В условиях дефицита и, следовательно, подорожания углеводородного топлива вопросы экономного их расходования, сокращения непроизводительных потерь приобретают первостепенное значение. В настоящее время на маневровую работу затрачивается около 20 % от всего объема дизельного топлива, расходуемого железнодорожным транспортом на перевозку пассажиров и грузов. Введение технически обоснованных нормативов расхода топлива для тепловозов, выполняющих маневровую работу определенного вида в конкретном маневровом районе станции, является одной из актуальных задач уменьшения энергозатрат на железнодорожном транспорте.

В соответствии с фактически выполняемой работой основными видами маневровой работы являются:

- расформирование с одновременным формированием с горки (вытяжки) составов поездов и передач;
- окончание формирования составов поездов и передач со стороны горки и вытяжных путей;
- обслуживание местных пунктов, расположенных на станции и вне станции (подъездные пути), в том числе и на промежуточных станциях;
- прицепка, отцепка и перестановка отдельных вагонов, групп или составов поездов в одном парке с пути на путь или из парка в парк;

– подача (уборка) вагонов в пункты ремонта, устранения коммерческих неисправностей и т. д.

И хотя характер передвижений при выполнении маневровой работы любого вида практически одинаковый, различие состоит в условиях работы: расстоянии, плане и профиле пути передвижения, мощности локомотива, величине маневрового состава и т. д. Поэтому даже при выполнении маневровых операций одного вида, например, расформирование составов поездов со стороны горки, затраты времени, а значит, и расходы топлива на их выполнение будут различными. Следовательно, для оценки качества использования маневрового локомотива как по временному критерию, так и по расходу топлива необходимо учитывать конкретные реальные условия, при которых выполняется данное маневровое передвижение.

Основным технологическим элементом маневровой работы принято считать *полурейс*, т. е. передвижение одиночного локомотива или маневрового состава без перемены направления движения. Технология выполнения каждого маневрового полурейса заключается, как правило, в следующем: локомотив вначале разгоняется, затем движется с установившейся скоростью и, наконец, замедляет движение для перемены направления следования или остановки.

Для определения качества работы маневрового тепловоза по затратам энергоресурсов важно знать расход дизельного топлива на выполнение каждого маневрового полурейса. Зная расход на каждое отдельное маневровое передвижение и количество передвижений (полурейсов), нетрудно определить и общие затраты топлива на выполнение маневровой работы определенного вида.

Норма расхода топлива на выполнение различных технологических операций маневровой

работы может быть установлена в настоящее время двумя методами:

- методом хронометражных наблюдений на основе опытных поездок;
- методом тяговых расчетов.

На первый взгляд, метод хронометражных наблюдений значительно проще, однако он позволяет получать лишь усредненные технологические нормативы маневровой работы, которые не учитывают реальных особенностей и условий, присущих только конкретному полуреюсу. Установление объективной нормы расхода дизельного топлива на выполнение маневровых передвижений для реальных условий и возможностей маневровых тепловозов позволит существенно уменьшить энергетические затраты в маневровой работе на железнодорожных станциях.

В современных условиях метод натуральных наблюдений себя исчерпал и должен быть заменен тяговыми расчетами. Выполненные в последнее время исследования убедительно доказывают обоснованность использования тяговых расчетов, которые позволяют раскрыть внутренние закономерности маневровых процессов и взаимосвязи между длиной полуреюса, планом и профилем пути перемещения, типом локомотива, массой маневрового состава и расходом топлива.

При использовании тяговых расчетов для установления норм времени и расхода топлива на выполнение маневровых полуреюсов необходимо учитывать некоторые особенности в работе маневровых локомотивов в сравнении с работой поездных локомотивов (поездная работа – перемещение грузов и пассажиров в составах организованных поездов по участкам железных дорог), а именно:

- разгон и замедление для маневрового локомотива в отличие от поездного, многократно повторяющиеся элементы, имеющие большой удельный вес при маневрах;
- масса маневрового состава изменяется в пределах от нуля до нормы массы состава поезда на прилегающих участках;
- дизель маневрового локомотива работает не в стационарном режиме, а преимущественно в условиях переменных режимов нагрузки;
- маневровые операции выполняются после осуществления более важных приоритетных операций (прием и отправление организованных пассажирских и грузовых поездов, подача поездных локомотивов под составы поездов и др.).

Если учитывать последний фактор, то при осуществлении данного маневрового полуреюса может появиться резерв времени в связи с необходимостью ожидания выполнения другой, более важной операции. В таких случаях при маневрах не следует разгонять состав до максимально до-

пустимой скорости, затем резко тормозить для остановки у закрытого сигнала и потом ожидать выполнения приоритетной в сравнении с маневрами (враждебной) операции. Разгонять маневровый состав целесообразно до меньшей скорости и дальнейшее замедление выполнять при движении по инерции с таким расчетом, чтобы маневровый состав подошел к ограждающему сигналу к моменту его открытия.

В последние годы значительно изменились условия выполнения маневровой работы:

- существенно сократились объемы маневровой работы на станциях в связи с уменьшением размеров движения грузовых поездов и объемов погрузки и выгрузки вагонов, в том числе и на подъездных путях;
- сооружение сортировочных горок практически на всех крупных станциях позволило значительно ускорить расформирование (формирование) составов поездов, передач и полностью ликвидировать операции по расформированию со стороны вытяжных путей;

– критерий времени не стал лимитирующим в маневровой работе, и в условиях экономии энергоресурсов на первый план выходит уменьшение расхода топлива маневровыми тепловозами;

– все маневровые передвижения осуществляются осаживанием, причем для этих целей используются мощные маневровые локомотивы даже для обслуживания маневрового состава, состоящего из одного или нескольких вагонов.

Для всех условий эксплуатации маневровых тепловозов характерна продолжительная работа силовой установки при небольшой нагрузке и на холостом ходу.

В этих условиях маневровые тепловозы должны отвечать современным требованиям как по производительности, так и по энергоемкости перевозочного процесса.

При выборе типа локомотива для выполнения маневровой работы определенного вида необходимо учесть:

- требуемую мощность локомотива;
- загрузку локомотива в течение суток;
- экономическую целесообразность применения на маневрах локомотива того или иного типа, и, в первую очередь, по расходу топлива.

Проведенные хронометражные наблюдения различных видов маневровой работы свидетельствуют о том, что величина маневрирующих составов, за исключением расформировываемых на сортировочных горках, изменяется в основном в пределах от одного до нескольких вагонов. Производятся станционные маневры на площадках в основном с уклоном до 2,5 ‰ со скоростью до 25 км/ч. Значит, в маневровой работе могут использоваться менее мощные локомотивы.

Замена маневровых тепловозов на менее мощные, при условии выполнения ими заданного объема маневровой работы, позволит уменьшить расход топлива. Мощный тепловоз, как правило, затрачивает на перемещение маневровых составов небольшой массы топлива больше, чем тепловоз меньшей мощности, поскольку дизель работает наиболее экономично при 75-процентной или полной нагрузке.

Для решения вопроса о возможности применения в маневрах локомотивов меньшей мощности необходимо установить, сможет ли такой локомотив перемещать существующие маневровые составы фактической массы при различных видах маневровой работы. Если полученная в результате расчетов максимальная масса маневрового состава окажется больше или равна массе реально существующей, то в этом случае выгодно в маневрах данного вида использовать менее мощный локомотив.

Наиболее постоянными из рассмотренных выше видов маневровой работы являются операции по обслуживанию в парках составов пассажирских поездов и расформированию составов грузовых поездов на сортировочных горках. При этом необходимо отметить, что в настоящее время практически вся маневровая работа на Белорусской железной дороге осуществляется тепловозами серии ЧМЭЗ мощностью 995 кВт.

Как же используются в настоящее время маневровые тепловозы? Ниже приведены результаты хронометражных наблюдений работы локомотива в течение рабочей смены (12 часов) при выполнении маневровых операций: в таблице 1 – по окончании формирования составов поездов со стороны вытяжных путей в четной системе станции Гомель; в таблице 2 – по перемещению отдельных вагонов, групп и целых составов пассажирских поездов из ранжирного парка на перронные пути станции Гомель.

Таблица 1 – Сведения о маневрах на вытяжке

Элементы расхода бюджета времени маневрового локомотива	Затраты времени по элементам, мин	Доля элемента в бюджете времени, %
Холостые полурейсы	83	11,5
Груженные полурейсы	123	17,1
Простой с работающим двигателем	304	42,2
Простой с выключенным двигателем	210	29,2
Всего	720	100,0

В соответствии с технологическим процессом маневровый локомотив вытяжки четной системы станции Гомель не только выполняет операции по окончанию формирования составов новых поездов, но и обслуживает подъездные пути, примыкающие к четной сортировочной системе станции.

Согласно данным таблицы 1, даже с учетом выполнения операций по обслуживанию подъездных путей маневровый тепловоз серии ЧМЭЗ находится в движении за смену (720 мин) только 206 мин, или 28,6 % рабочего времени. Остальное время смены локомотив стоит либо в рабочем состоянии (304 мин, или 42,2 %), либо с выключенным двигателем (210 мин, или 29,2 %). Необходимо также отметить, что величина маневрового состава в подачах на подъездные пути во время хронометража колебалась от 1 до 17 вагонов.

Таблица 2 – Сведения о маневрах в пассажирском движении

Элементы расхода бюджета времени маневрового локомотива	Затраты времени по элементам, мин	Доля элемента в бюджете времени, %
Холостые полурейсы	120	16,7
Груженные полурейсы	131	18,2
Простой с работающим двигателем	364	50,6
Простой с выключенным двигателем	105	14,5
Всего	720	100,0

Данные таблицы 2 свидетельствуют примерно о таком же распределении рабочего времени маневрового тепловоза, обслуживающего пассажирское движение станции Гомель. В маневровом передвижении переставляется в основном от 1 до 10 вагонов и только в отдельных случаях в маневровый состав при обслуживании пассажирских поездов включается больше 10 вагонов.

Предварительный анализ показывает, что в указанных выше видах маневровой работы можно использовать тепловоз меньшей мощности, например, тепловоз ТГМЗА мощностью 550 кВт, или равнозначный по мощности.

Использование менее мощного локомотива в маневровой работе возможно только в том случае, когда мощность данного локомотива обеспечивает перемещение не только отдельных вагонов, но и целых составов поездов с пути на путь и из парка в парк.

Как известно, масса поезда

$$Q = \frac{F_{кр} - P(w'_0 + i_p)}{(w''_0 + i_p)}, \quad (1)$$

где  $F_{кр}$  – расчетная сила тяги, Н;  $Q$ ,  $P$  – массы соответственно состава и локомотива, т;  $w'_0$ ,  $w''_0$  – основное удельное сопротивление движению соответственно локомотива и состава, Н/т;  $i_p$  – расчетный подъем, ‰.

По этой формуле можно рассчитать максимальную массу маневрового состава  $Q_{ман}^{max}$  для локомотива меньшей мощности и сравнить ее с реально существующей максимальной массой перемещаемых при маневрах составов поездов на железнодорожном пути одинакового плана и профиля.

После определения максимальной массы маневрового состава по движению необходимо ее проверить по условиям трогания с места. Такая проверка массы состава  $Q_{\text{ман}}^{\text{тр}}$  проводится по формуле

$$Q_{\text{ман}}^{\text{тр}} = \frac{F_{\text{к}}^{\text{тр}}}{(w_{\text{тр}} + i_{\text{тр}})} - P, \quad (2)$$

где  $F_{\text{к}}^{\text{тр}}$  – сила тяги маневрового локомотива при трогании, Н;  $w_{\text{тр}}$  – удельное сопротивление маневрового состава при трогании, Н/т;  $i_{\text{тр}}$  – крутизна уклона в месте трогания маневрового состава, ‰.

Если масса маневрового состава по условиям трогания  $Q_{\text{ман}}^{\text{тр}}$  окажется больше массы состава  $Q_{\text{ман}}$ , рассчитанной по условиям движения, то локомотив меньшей мощности сможет сдвинуть его с места. В том случае, когда  $Q_{\text{ман}}^{\text{тр}} < Q_{\text{ман}}$ , трогание невозможно, следовательно, в маневровой работе нельзя использовать такой локомотив.

Выполненные расчеты по определению максимальной величины массы маневрового состава, которую сможет перемещать тепловоз ТГМ3А или аналогичный по тяговым характеристикам при различных скоростях и на разных уклонах, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет максимальной массы маневрового состава пассажирского поезда

$P$ , кН	$F_{\text{кр}}$ , кН	$v$ , км/ч	$w'_0$ , Н/кН	$w''_0$ , Н/кН	$i_{\text{тр}}$ , ‰	$Q_{\text{ман}}^{\text{max}}$ , кН	$w_{\text{тр}}$ , Н/кН	$i_{\text{тр}}$ , ‰	$F_{\text{к}}^{\text{тр}}$ , Н	$Q_{\text{ман}}^{\text{тр}}$ , кН
68	12000	8,5	2,00	1,35	0	8800	1,04	0	12000	11470
	6920	20	2,22	1,55		3550				
	5250	25	2,34	1,66		3050				
68	12000	8,5	2,00	1,35	1	5100	1,04	1	12000	5800
	6920	20	2,22	1,55		2650				
	5250	25	2,34	1,66		1900				
68	12000	8,5	2,00	1,35	2	5000	1,04	2	12000	3900
	6920	20	2,22	1,55		1850				
	5250	25	2,34	1,66		1350				
68	12000	8,5	2,00	1,35	2,5	3050	1,04	2,5	12000	3300
	6920	20	2,22	1,55		1650				
	5250	25	2,34	1,66		1150				

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что тепловоз ТГМ3А или аналогичный по тяговым характеристикам вполне пригоден для выполнения маневровой работы на площадке и уклоне до 2,5 ‰ со скоростью до 25 км/ч с составами и группами вагонов массой маневрового состава до 1150 т.

Следовательно, при средней массе пассажирского вагона 55 т данный менее мощный локомотив сможет перемещать маневровые составы в количестве до 20 вагонов, что вполне удовлетворяет в нынешних условиях потребностям железнодорожного транспорта при обслуживании составов и тем более отдельных групп вагонов пассажирских поездов.

Известно, что расход топлива маневровыми тепловозами состоит из расхода на собственные нужды, соответствующие работе дизелей на холостом ходу, и на перемещение по станционным путям локомотива и вагонов. Так, использование в маневровой работе по обслуживанию пассажирского движения станции Гомель вместо ЧМЭЗ тепловоза ТГМ3А или аналогичного по мощности даст экономию топлива только за счет холостого хода более 7 кг/смену, или 2,5 т/год.

Расход топлива непосредственно на перемещение вагонов удобнее всего определять по механической работе локомотива с использованием тяговых расчетов. Переходя при нормировании манев-

ровой работы от метода хронометражных наблюдений к методу тяговых расчетов, следует, прежде всего, установить, какие элементы необходимы для этих расчетов. Такими элементами являются:

- основная и удельная сила тяги маневрового локомотива на разных позициях контроллера;
- длина и скорость маневровых передвижений;
- основные и удельные сопротивления движению;
- основная и удельная тормозная сила;
- максимальная масса маневрового состава.

Возможность расчета нормы расхода топлива в маневровой работе, в том числе и для локомотива меньшей мощности, может быть установлена с использованием специально разработанной в БелГУТе компьютерной программы. Блок-схема выполнения таких расчетов представлена на рисунке 1.

В основу расчета скорости, затрат времени и топлива определенным маневровым локомотивом при передвижении принят груженный полу рейс типа «разгон – движение с установившейся скоростью – торможение». При этом скорость движения маневрового состава не должна быть больше установленной ПТЭ для маневровых передвижений.

Основная особенность маневровой работы в полу рейсе заключается в том, что непрерывно меняется план, профиль пути, количество стрелочных переводов и др.

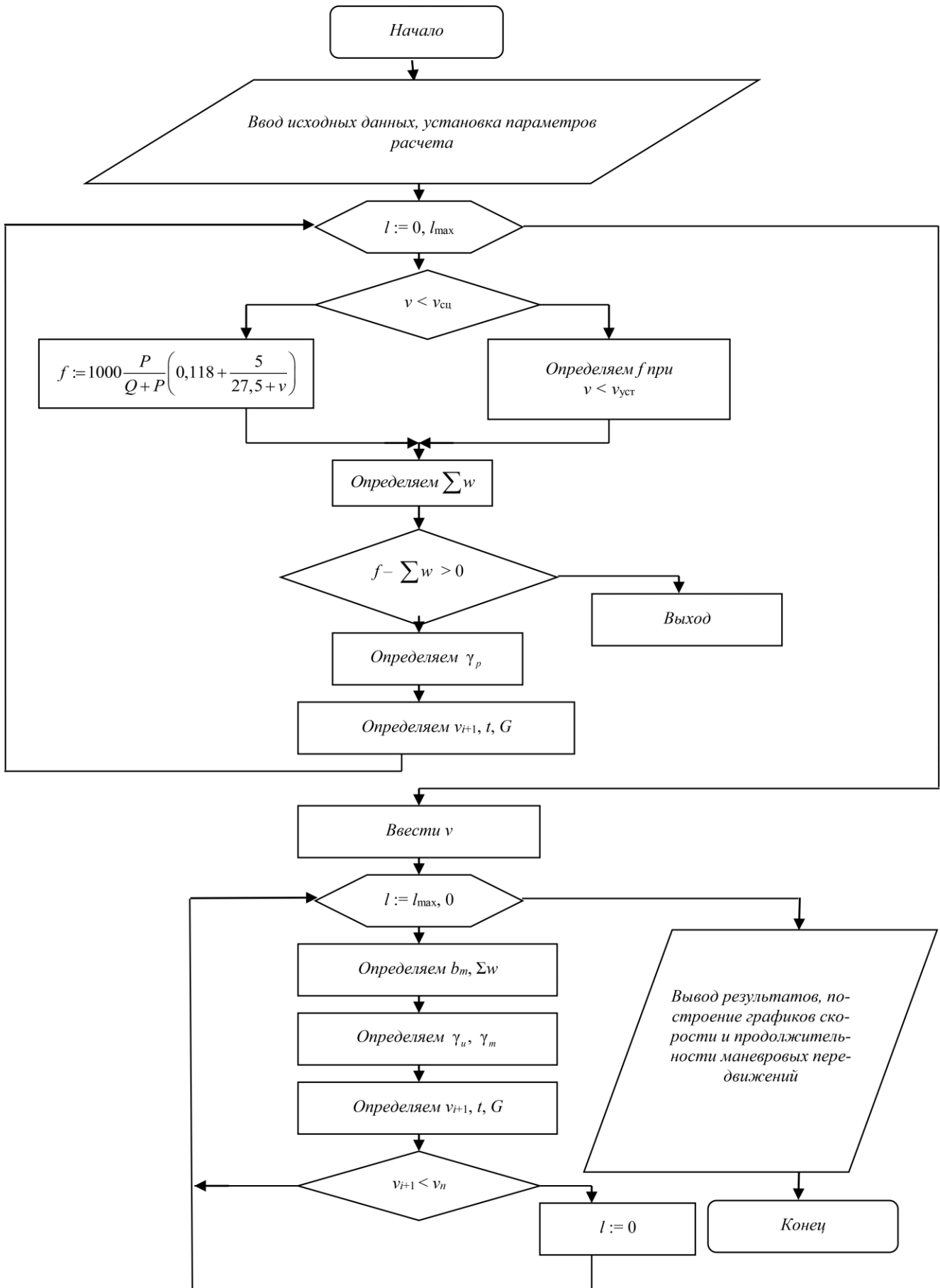


Рисунок 1 – Блок-схема основного цикла моделирования маневровых передвижений

Поэтому в расчетах учитывается возможность нахождения маневрового состава на нескольких элементах профиля одновременно и дополнительное сопротивление движению от кривых и стрелочных переводов. Таким образом, процесс движения моделируется в соответствии с конкретными условиями передвижения маневрового состава.

Основные параметры маневровых передвижений определяются на основе численного решения дифференциального уравнения движения маневрового состава

$$f(v) - w_0(v) - w_{тр} - w_{кр}(v) - w_{сп}(v) - w_i(s) - w_{пр}(v) - b_r(v) - \frac{1}{\psi} \frac{d^2s}{dt^2} = 0, \quad (3)$$

где  $f(v)$  – удельная сила тяги локомотива, Н/кН (кгс/тс);  $w_0(v)$  – основное удельное сопротивление движению подвижного состава, Н/кН; дополнительное удельное сопротивление при трогании состава с места, Н/кН;  $w_{кр}(v)$  – дополнительное удельное сопротивление, возникающее при движении по кривым, Н/кН;  $w_{сп}(v)$  – дополнительное удельное сопротивление, возникающее при движении по стрелочным переводам, Н/кН;  $w_i(s)$  – дополнительное сопротивление, возникающее при движении по одному или нескольким элементам профиля различного уклона, Н/кН;  $w_{пр}(v)$  – дополнительное удельное сопротивление движению от подвагонных генераторов при маневровых передвижениях пассажирских вагонов, Н/кН;  $b_r(v)$  – удельное значение тормозных усилий, Н/кН.

Моделирование маневровых передвижений на основе численного решения дифференциального уравнения движения поезда (3) дает возможность достаточно точно оценить вклад параметров маневрового локомотива, конструкции плана и профиля подсистем эксплуатируемых сортировочных станций в энергоемкость перевозочного процесса, оптимизировать эти параметры по энергетическим критериям.

Необходимо отметить, что используемая модель является достаточно открытой для включения в нее дополнительных компонентов, позволяющих точнее описывать реальные условия работы. При этом совершенствование модели возможно за счет учета:

- вероятностной природы действия сил сопротивления движению;
- нелинейной конструкции профиля пути, состоящего из элементов с вертикальными кривыми переменного радиуса, наилучшим образом аппроксимируемых сплайновыми функциями третьего порядка;
- влияния аэродинамики состава на сопротивление движению;

– нелинейной аппроксимации тяговых характеристик маневровых локомотивов и учета износа последних;

– метеорологических условий и других факторов.

В таблице 4 приводятся результаты расчета расхода топлива на перемещение маневровых составов разной величины тепловозами ЧМЭЗ и ТГМЗА со скоростью 15 км/ч из ранжирного парка на перронные пути станции Гомель.

Таблица 4 – Экономия топлива в маневрах с составами пассажирских поездов

Масса маневрового состава, т	Серия маневрового локомотива		Экономия топлива, %
	ЧМЭЗ	ТГМЗА	
200	1,47	0,98	33,3
300	1,58	1,06	32,9
400	1,61	1,19	26,1
500	1,71	1,29	24,6
600	1,74	1,48	14,9
700	1,85	1,63	11,9
800	1,87	1,87	0

Судя по данным таблицы 4 в целях экономии дизельного топлива выгодно использовать менее мощный тепловоз (ТГМЗА) в маневровой работе по обслуживанию составов пассажирских поездов с массой до 800 т и тем более для перестановки отдельных вагонов.

По станции Гомель перестановка только одного состава массой до 600 т локомотивом меньшей мощности позволит сэкономить примерно 15 % топлива. В этом случае годовая экономия дизельного топлива в пассажирском движении по станции Гомель составит свыше 10 т.

Непосредственно в ранжирном парке мало-мощным тепловозом может быть выполнена вся другая маневровая работа (перестановка технически неисправных пассажирских вагонов, изменение композиции составов пассажирских поездов и др.), поскольку при маневрах (груженые полурейсы) перемещается от одного до нескольких вагонов. А значит, использование в маневровой работе в ранжирном парке менее мощного тепловоза ТГМЗА или аналогичного по мощности позволит получить существенную экономию дорогостоящего дизельного топлива.

Вторым видом маневровой работы, более определенным с точки зрения выполнения различных полурейсов (величина маневрового состава, характер и технология осуществления полурейсов) и наиболее тяжелым и энергозатратным с точки зрения использования мощности маневрового локомотива, является обслуживание горки в процессе сортировки вагонов при расформировании с одно-

временным формированием составов поездов и передач.

В настоящее время вся маневровая работа по расформированию прибывающих на станцию и формированию новых поездов и передач производится на сортировочных горках мощными маневровыми тепловозами серии ЧМЭЗ. И только частично на станциях, располагающих сортировочными горками, маневровые операции по окончании формирования осуществляются со стороны вытяжных путей. На станциях же, не имеющих сортировочных горок, вся маневровая работа данного вида производится на вытяжках.

Рассматривая возможность использования в маневровой работе сортировочной горки локомотива меньшей мощности необходимо иметь в виду, что, *во-первых*, подача состава на горку может осуществляться в разных режимах. С точки зрения требований к мощности локомотива наиболее легким является разгон состава в полурейсе надвига до скорости, равной установленной скорости роспуска. В этом случае надвиг производится без выбега (движение по инерции), все время с тягой и на малой скорости, что вызывает большие затраты времени и снижает производительность горки, но при этом может использоваться локомотив меньшей мощности.

При большой длине выбега и соответственно коротком пути разгона, наоборот, операция выполняется быстро, но требует применения локомотива большой мощности.

Таким образом, необходимая мощность горочного локомотива целиком зависит от скорости разгона в полурейсе надвига и реализуемого при этом ускоряющего усилия.

*Во-вторых*, не только режим разгона в полурейсе надвига составов определяет требования к мощности маневрового локомотива. Подача тяжелых составов из парка на горку может производиться с делением на части, что существенно снижает требуемую мощность локомотива. Это может применяться без существенного снижения производительности горки при параллельном расположении парков прибытия и сортировочного, которое имеется на ряде существующих станций. Подача составов на горку на таких станциях производится через вытяжной путь и может осуществляться как целыми составами, так и с делением их на части с применением соответственно менее мощных локомотивов, но с увеличением пробега по станционным путям.

В общем случае путь подачи расформируемого состава на горб горки состоит из трех элементов: определенного пути парка приема (вытяжного пути в случае параллельного расположения парков приема и сортировочного), стрелочной зоны (предгорочная горловина) и надвигной части.

Результаты расчета затрат времени и расхода топлива на надвиг и роспуск маневровых составов различной массы локомотивами ЧМЭЗ и ТГМЗА в нечетной сортировочной системе станции Гомель, выполненные по разработанной в БелГУТе методике, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Расходы дизельного топлива на расформирование маневрового состава на сортировочной горке

Масса маневрового состава $Q_{ман}, T$	Серия маневрового локомотива				Экономия топлива, %
	ЧМЭЗ		ТГМЗА		
	Затраты на выполнение полурейса				
	времени, с	топлива, кг	времени, с	топлива, кг	
1500	16,38	3,56	16,48	2,44	31,5
1750	16,40	3,60	16,55	2,52	30,0
2000	16,41	3,64	16,58	2,70	25,8
2250	16,41	3,84	16,67	2,79	27,3
2500	16,45	3,89	16,75	2,89	25,7
2750	16,47	3,94	16,83	3,13	20,6
3000	16,50	3,99	16,95	3,40	14,8
3250	16,52	4,04	17,10	3,59	11,1
3500	16,55	4,09	17,30	3,96	3,2
3750	16,57	4,34	17,58	4,56	0

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что при практически одинаковых затратах времени на обслуживание маневрового состава массой 1500 т разными локомотивами экономия топлива при расформировании только одного такого состава

локомотивом меньшей мощности (ТГМЗА) составляет больше одного килограмма (1,12 кг). Примерно на столько же сокращаются затраты топлива и при расформировании состава массой 2500 т, но при этом незначительно (0,3 мин)

увеличивается продолжительность выполнения данной операции. Выполненный анализ работы нечетной горки показал, что в настоящее время из 30 ежедневно сортируемых маневровых составов 20 имеют массу до 2500 т и, следовательно, только расформирование их менее мощным локомотивом позволит экономить более 7 т/год дизельного топлива.

Локомотивом ТГМ3А горочные маневровые операции можно выполнять и с маневровыми составами массой 3500 т. При расформировании составов поездов и передач массой 3500 т затраты топлива примерно одинаковые как локомотивом ТГМ3А, так и мощным локомотивом ЧМЭЗ. С увеличением же массы маневрового состава до 4000 т значительно увеличиваются и затраты топлива на его переработку локомотивом ТГМ3А.

В случае, если парки приема и сортировочный расположены параллельно, маневровая работа может успешно осуществляться маломощным локомотивом. При этом экономически выгодно расформировываемый состав поезда делить на части.

В настоящее время масса маневрового состава практически во всех видах маневровой работы колеблется в основном в пределах от 60 до 2000 т.

Следовательно, использование маломощных локомотивов целесообразно и в других видах маневровой работы.

Таким образом, использование в маневровой работе менее мощных локомотивов является важным

резервом экономии топлива. Так, осуществление маневров тепловозом ТГМ3А или аналогичным по мощности только в рассмотренных выше видах позволит экономить более 17 т/год дорогостоящего дизельного топлива.

Аналогичные расчеты по экономии энергоресурсов в маневровой работе следует выполнить для основных сортировочных станций Белорусской железной дороги и полученные при этом результаты учитывать при нормировании расхода дизельного топлива тепловозами в маневровой работе.

#### Список литературы

1 **Овчинников, В. М.** Гибридная силовая установка маневрового локомотива / В. М. Овчинников, В. В. Скрежендевский // Энергоэффективность. – 2008. – № 12 (134). – С. 16–17.

2 **Швец, Н. Г.** Энергоэффективные режимы маневровой работы на сортировочных горках / Н. Г. Швец, В. М. Овчинников, С. А. Пожидаев // Интеграция Украины в международную транспортную систему : материалы 2-й Международ. науч.-практ. конф. – Днепропетровск, 2010. – С. 116–119.

3 **Пожидаев, С. А.** Моделирование маневровых передвижений при выборе оптимальных конструкций подсистем сортировочных станций / С. А. Пожидаев, Ю. В. Ненахов, Ю. К. Кирило // Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса : материалы 2-й Международ. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2008. – С. 84–86.

Получено 12.11.2010

**V. M. Ovchinnikov, S. A. Pozhidaev, V. V. Skrezhendevsky, N. G. Shvets.** Ways of decrease in the charge of fuel to shunting work on the railway stations.

Brief data on shunting work, the "know-how" of shunting movement on station ways are stated and data about expenses of fuel for maneuvers are cited. Existing kinds of shunting work on service of cargo and passenger movement, and also separate cars and local points in borders of station are considered. On an example of a switchyard Gomel is given the analysis executed supervision about distribution of the budget of an operating time of shunting locomotives on rearrangement of separate cars and structures of passenger trains from technical yard on platform ways, and also on the termination of formation of cargo trains from exhaust ways. Two existing methods of normalization of duration of performance shunting movement are compared and the conclusion about necessity of normalization of time and the charge of fuel on maneuvers with use of traction calculations proves. The computer program developed in BelSUT, modelling of shunting movement in real conditions is resulted. The expediency of replacement in shunting work of diesel locomotives of the big power on less powerful is installed.