

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Инженер ОРЛОВСКИЙ П. Н.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАНЕВРОВЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ
НА ГОРОЧНЫХ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

2522/А.

Просим Вас и сотрудников Вашего учреждения, интересующихся темой диссертации, принять участие в заседании Ученого совета или прислать свои отзывы о работе по адресу:

Днепропетровск, 10, Университетская, 2, институт инженеров железнодорожного транспорта.

Публичная защита диссертации состоится на заседании Ученого совета *6 декабря* 1965 года.

Дата отправки автореферата *27 ноября* 1965 года.

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Инженер ОРЛОВСКИЙ П. Н.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАНЕВРОВЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ
НА ГОРОЧНЫХ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель —
доктор технических наук, профессор
Н. Р. ЮЩЕНКО.

Работа выполнена в Днепропетровском институте инженеров железнодорожного транспорта.

Экспериментальная часть работы проведена на сортировочных станциях Нижнеднепровск—Узел, Дебальцево—Сортировочное, Брянск 11, Дарница и Запорожье—Легое.

Введение

Сентябрьский 1965 года Пленум ЦК КПСС определил задачи в области развития промышленности и создания условий, способствующих ускорению темпов технического и экономического прогресса в нашей стране на основе неуклонного повышения производительности труда и эффективности общественного производства, широкого внедрения в народное хозяйство новейших достижений науки и техники, улучшения использования основных производственных фондов и капитальных вложений.

Для выполнения поставленных Пленумом задач большое значение имеет вскрытие и наиболее полное использование резервов промышленных предприятий и транспорта. Успешное освоение железнодорожным транспортом непрерывно возрастающего объема перевозок в значительной мере зависит от качества работы сортировочных станций. В связи с концентрацией на сети железных дорог маневровой работы по расформированию и формированию поездов на сравнительно небольшом числе горочных сортировочных станций большое значение приобретает улучшение их производственной деятельности и технико-экономических показателей за счет усовершенствования схем путевого развития и технологии работы, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов и наиболее полного использования технических средств. Важную роль при этом играет широкое распространение и внедрение в производство передового опыта таких станций, как Свердловск—Сортировочный, Перово, Челябинск и др., а также дальнейшее развитие теоретических положений освещающих пути совершенствования эксплуатационной работы фабрик маршрутов.

В настоящее время вопросы, связанные с организацией рационального использования маневровых средств для формирования поездов на горочных сортировочных станциях

разработаны недостаточно; дальнейшего развития требует методика распределения маневровой работы между горкой и хвостом сортировочного парка и теория нормирования вынужденных перерывов в маневровой работе, возникающих в связи с враждебностью поездных и маневровых передвижений в горловинах формирования. Маневровые средства используемые на горке и в хвосте сортировочного парка нельзя рассматривать разобщенно, т. к. они представляют собой как бы два звена одной и той же поточной линии, занятой формированием поездов. Рациональное использование маневровых средств на этом потоке подчинено единой цели: обеспечению ритма внутрисканционной работы, взаимосвязи с работой примыкающих перегонов, максимальному ускорению и совмещению операций, снижению себестоимости переработки вагонов. Степень использования маневровых средств наиболее полно отображается более или менее универсальным показателем: количеством переработанных за сутки вагонов, приходящимся на один маневровый локомотив сортировочного комплекта или, иначе, нормой выработки локомотива. С указанной нормой тесно связаны показатели производительности маневровой работы в целом и производительности труда отдельных бригад расставленных на потоке переработки.

Норма выработки зависит от комплекса условий эксплуатационной работы, характеризующего особенности путевого развития станций, объем и трудоемкость переработки вагонов. Поэтому задачу по определению норм выработки необходимо решать для разнообразного сочетания условий эксплуатации путем их варьирования. Это позволит установить не только возможный для каждой группы условий уровень использования маневровой техники, но и выбрать те условия, которые обеспечивают максимальную норму выработки. Последнее дает возможность определить пути совершенствования работы и путевого развития станций.

Для решения поставленной задачи в диссертации рассмотрены следующие вопросы:

1. Анализ маневровой работы на ряде горочных сортировочных станций по материалам хронометражных наблюдений.

2. Методика распределения работы по формированию поездов между горкой и хвостом сортировочного парка и способы определения загрузки маневровых средств.

3. Расчет вероятной задержки подвижного состава в горловинах формирования в связи с враждебностью поездных и маневровых маршрутов.

4. Исследование степени влияния на загрузку маневровых средств различных условий эксплуатационной работы.

5. Определение норм выработки маневровых локомотивов.

6. Экономическая эффективность применения предлагаемых организационно-технических мероприятий.

Содержание диссертационной работы изложено в 7 главах.

В первой главе дана краткая историческая справка и сделан обзор предложений опубликованных в отечественной и зарубежной литературе по вопросам проектирования вспомогательных устройств для формирования поездов на горочных сортировочных станциях и по вопросам распределения маневровой работы между горкой и вытяжками.

Большая заслуга в деле развития теоретических положений по расчету, проектированию и рациональной эксплуатации устройств для сортировки вагонов принадлежит русским ученым и инженерам: Ф. А. Галицинскому, А. Н. Фролову, Г. Д. Дубелиру, В. Н. Образцову, Е. А. Гибшману и др. С началом использования горок для сортировки вагонов возникли определенные трудности с выполнением операций по формированию поездов в виду того, что возможности высокопроизводительного устройства предназначенного для расформирования составов ограничивались сравнительно небольшой производительностью маневровых средств, занятых формированием поездов в хвостовой части сортировочного парка. Это несоответствие усугублялось тем, что формирование поездов, при условиях подбора вагонов по числу осей и весу, по виду сцепления и тормозов представляло собой значительно более сложную и длительную операцию по сравнению с расформированием поездов через горку. Для устранения указанного несоответствия предлагались различные варианты развития горловин формирования между сортировочным и отправочным парками: увеличение количества вытяжек (и локомотивов), проектирование вилок, вееров или вспомогательных горок. Появление передовых методов маневровой работы, в особенности метода К. С. Краснова, позволило в значительной мере устранить затруднения, связанные с наличием в сортировочном комплексе отстающего звена, так как появилась возможность перенести центр тяжести по формированию поездов с вытяжек на горку.

В дальнейшем, по мере роста объема переработки вагонов на сортировочных станциях снова сказывается отставание процесса формирования поездов, вызываемое не только

недостатком перерабатывающей способности вытяжек хвоста сортировочного парка, но и в ряде случаев большой загрузкой горки по расформированию составов. В этот период появляется большое количество различных предложений, направленных на усовершенствование устройств, предназначенных для формирования поездов. В этих предложениях сформулированы два пути развития указанных устройств:

1. Развитие основного сортировочного устройства — горки, за счет дополнения ее вспомогательными боковыми горками с одновременным развитием сортировочного парка путем укладки дополнительных пучков коротких путей. Кроме того предлагались специальные устройства для обгона вагонов в процессе роспуска.

2. Развитие вспомогательных устройств для формирования поездов в хвостовой горловине сортировочного парка — вытяжек, путем сооружения горок или полугорок с группировочными парками или без них.

Однако ни один из этих путей развития устройств для формирования поездов не нашел отражения в ТУПС и не получил применения на практике. Между тем, опыт работы горочных сортировочных станций в нашей стране и за рубежом показывает, что и в настоящее время, несмотря на значительное упрощение процессов формирования поездов, повестки дня не снят вопрос о выборе наиболее эффективных путей ускорения и удешевления операций, выполняемых при формировании поездов. Хотя в современных условиях весь процесс переработки вагонов в сортировочном комплексе подчинен, в конечном счете, быстрейшему завершению формирования поездов и при роспуске вагонов с горки стремятся выполнить максимальное число операций формирования, все же определенная часть таких операций выполняется, и в ближайшей перспективе будет выполняться, отдельно с роспуском. Задача по определению возможного объема работы по окончанию формирования поездов естественно связана с решением вопроса о том, в каком месте (на горке или в хвосте сортировочного парка) эту работу следует выполнять и какие усовершенствования соответствующих устройств необходимо предусмотреть с тем, чтобы обеспечить ритмичную переработку вагонопотока и наиболее рациональное использование маневровых средств в сортировочном комплексе.

Анализ опубликованных работ по вопросам, составляющим предмет настоящего исследования показал, что эти вопросы рассмотрены недостаточно полно, в ряде работ содержатся противоречивые рекомендации, отсутствуют техни-

ко-экономические обоснования принимаемых решений и недоучитываются современные и перспективные условия работы сортировочного комплекта. Действующие официальные руководства (ТУПС, типовой технологический процесс работы сортировочной станции и др.) не содержат рекомендаций в отношении применения вспомогательных устройств для формирования поездов и распределения маневровой работы между маневровыми средствами в сортировочном комплекте.

Во второй главе произведен анализ маневровой работы по формированию поездов по материалам хронометражных наблюдений проведенных на пяти горочных сортировочных станциях: Нижнеднепровск—Узел, Дебальцево—Сортировочное, Брянск II, Дарница и Запорожье—Левое в период с 1955 по 1965 гг.

Результаты анализа позволили установить:

1. Структуру маневровой работы по формированию поездов и порядок распределения ее между горкой и вытяжками хвоста сортировочного парка.

2. Затраты маневровых средств при выполнении каждой из операций формирования и условия, от которых зависит величина указанных затрат.

3. Причины, порождающие непроизводительные потери рабочего времени и, прежде всего, так называемые, вынужденные перерывы в маневровой работе.

4. Показатели качества эксплуатации маневровых локомотивов, занятых на технической работе, характеризующие использование рабочего времени этих машин и производительность маневровой работы.

Выводы, полученные во второй главе, послужили основой для решения вопросов рассмотренных в последующих главах работы.

В третьей главе излагается предложенная автором методика распределения маневровой работы между горкой и хвостом сортировочного парка.

Распределение маневровой работы осуществляется в два этапа. На первом этапе определяется целесообразная загрузка маневровых средств в голове и в хвосте сортировочного парка на основе так называемого предварительного распределения между ними операций формирования. Основным принципом распределения операций при этом является обеспечение минимума затрат времени на маневры. На втором этапе составляется баланс рабочего времени маневровых средств и вносятся необходимые коррективы в предварительное распределение работы.

Суточный баланс рабочего времени маневровых средств состоит из следующих элементов:

а) для горки

$$T_{з.г.} = T_p + T_{свг} + T_{фг} \leq 1440 - T_{пер.вр.г.} - T_{пер.ос} \quad (1)$$

В левой части приведенного неравенства показано общее время занятия горки ($T_{зг}$), связанное с выполнением отдельных видов работ: роспуска (T_p) специальных и вспомогательных операций ($T_{свг}$) и операций формирования ($T_{фг}$); в правой части показан имеющийся фонд рабочего времени, т. е. суточное время, уменьшенное на величину перерывов в работе горки, вызываемых враждебностью маршрутов в парке прибытия ($T_{пер.вр.г.}$) и осаживанием вагонов в сортировочном парке ($T_{пер.ос}$).

б) Для локомотивов, работающих в хвосте сортировочного парка

$$T_{фв} = T_{под} + T_{мбв} + T_{хвв} + T_{фв2гр} + T_{фвсб} + T_{свв} \leq T = M(1440 - T_{экв} - T_{пзо}) - T_{пер.вр.в} - (T_{эк.г} + T_{вуп}) \dots \quad (2),$$

где $T_{фв}$ — общая загрузка локомотивов,

$T_{под}$ — время, необходимое на соединение и подтягивание и осмотр вагонов формируемых поездов,

$T_{мбв}$ — затраты времени на маневры безопасности,

$T_{хвв}$ — затраты времени на операции по «заделке хвостов» для поездов встречного направления,

$T_{фв2гр}$, $T_{фв3гр}$, $T_{фвсб}$ — время, затрачиваемое на операции формирования соответственно: двухгруппных, трехгруппных и сборных поездов,

$T_{свв}$ — время, расходуемое на специальные и вспомогательные операции,

T — уровень возможной загрузки локомотивов (общий фонд времени возможного использования локомотивов в течение суток),

M — количество локомотивов,

$T_{эк.в}$ — время, расходуемое на экипировки, приходящееся на один локомотив в сутки,

$T_{эк.г}$ — то же на два горочных локомотива,

$T_{пзо}$ — продолжительность перерывов для выполнения подготовительно-заключительных операций, отнесенная на один локомотив,

$T_{пер.вр.в}$ — общая продолжительность перерывов в работе маневровых локомотивов вытяжек в связи с враждебностью маршрутов,

$T_{\text{вуп}}$ — затраты времени на вытягивание угловых передач из сортировочного парка в парк прибытия.

В правой части неравенства 2 величина $T_{\text{пер.вр.в}}$ вводится в том случае, когда сортировочный и отправочный парки располагаются параллельно; величина $T_{\text{экт}}$ — при подмене горочных локомотивов на период экипировки одним из локомотивов вытяжек, при этом время $T_{\text{вуп}}$ добавляется для двухсторонних станций когда подменный локомотив используется и для вытягивания угловых передач.

Необходимость в корректировке предварительного распределения маневровой работы между горкой и вытяжками наступает в том случае, когда не выполняется следующее условие:

$$(T_{\text{фг}})_{\text{max}} = 1440 - (T_{\text{р}} + T_{\text{свг}} + T_{\text{пер.пр.г}} + T_{\text{пер.сс}}) \geq T_{\text{мбг}} + T_{\text{хпг}} + T_{\text{фг}2\text{гр}} + T_{\text{фг}3\text{гр}} + T_{\text{фг}6\text{б}} \quad (3)$$

В правой части неравенства 3 представлена целесообразная загрузка горки полученная при предварительном распределении операций формирования.

В данной главе рассмотрены вопросы предварительного распределения работы между горкой и вытяжками для всех операций формирования. Для определения продолжительности операций использовались формулы Руководства*, в которые внесены необходимые уточнения, предложенные автором.

Время, затрачиваемое на выполнение операций подтягивания вагонов локомотивами вытяжек или осаживания их со стороны горки определено с помощью технологических графиков. Это время зависит от скорости полурейсов локомотива и скорости передвижения составителя при осмотре вагонов формируемого поезда (группы), а также от количества заездов локомотива на путь накопления состава, которое в свою очередь зависит от числа вагонов в составе и величины, так называемой, группы первоначального заполнения.

Произведенное сопоставление затрат локомотиво-минут на подтягивание и осаживание показало, что при одних и тех же условиях на осаживание затрачивается больше времени и, кроме того, последнее сопряжено с простоями горочных локомотивов или с перерывами в работе горки.

Руководство по техническому нормированию маневровой работы М., 1957 и 1964 гг.

Целесообразность распределения операций по формированию и соединению групп вагонов в групповых и сборных поездах между горкой и хвостом сортировочного парка определялась путем сопоставления возможных вариантов технологии работы и специализации сортировочных путей при различных типах парков и вспомогательных устройств для формирования поездов.

Распределение операций по маневрам безопасности (МБ) следует осуществлять с учетом целесообразности разделения состава (группы) на две неравные части: на горку вытягивается примерно одна треть, а на вытяжку две трети состава (группы). Продолжительность операций МБ и операций по заделке хвостов определяется с учетом возможностей их совмещения с другими операциями формирования поездов. При расчете загрузки горки учитываются возможности совмещения операций по роспуску и формированию поездов, возникающие главным образом на односторонних станциях при работе на горке двух локомотивов.

В четвертой главе изложен метод расчета вероятной задержки подвижного состава на пересечениях враждебных маршрутов в горловинах формирования и произведено сравнение этого метода с предложениями других авторов и данными, взятыми из практики.

Перерывы в маневровой работе в горловинах формирования, при параллельном расположении сортировочного и отправочного парков, возникают в связи с передвижениями по враждебным маршрутам поездов, отправляемых с путей сортировочного парка, поездных локомотивов, подаваемых под сформированные в этом парке поезда и маневровых локомотивов и составов, при передвижениях которых пересекаются вытяжки «чужих» маневровых районов. Продолжительность таких перерывов для каждого конкретного маневрового района (вытяжки) определяется по следующей формуле, предложенной автором:

$$\sum_{i=1}^n P\tau = \tau \sum_{i=1}^n P(C) \quad P(B/C) = \frac{t_n + t_m}{2}$$

$$\frac{T(t_n + t_m) - \frac{t_n^2 + t_m^2}{2}(n + m_s)}{T} \quad n \quad m_s \quad (4)$$

здесь $\sum_1^n P\tau$ — общая продолжительность перерывов или вероятная задержка подвижного состава за расчетный период T ,
 P — вероятность совпадения взаимодействующих маршрутов,
 — удельная сдвигка (задержка) маневрового маршрута на одно совпадение,
 $P(C)$ — вероятность попадания маршрута на участок встречи,
 $P(B/C)$ — условная вероятность встречи,
 n — количество поездных маршрутов (все маршруты, выполняемые с пересечением маневровой вытяжки),
 m_3 — количество маневровых маршрутов по данной вытяжке,
 t_n, t_m — длительность соответствующих маршрутов.

Вероятную величину задержки маневровых операций, связанную с пропуском по враждебным маршрутам более срочных поездных передвижений, теоретически можно было бы определять не только при равномерных (см. формулу 4), но и при неравномерных интервалах перемещения маршрутов. В последнем случае определяется математическое ожидание задержки $M[R]$ равное полусумме минимально-возможного (R_{\min}) и максимально-возможного (R_{\max}) значения задержки. Однако, учитывая разумную деятельность человека, направленную на уменьшение задержек подвижного состава, следует иметь в виду, что наиболее неблагоприятное сочетание взаимодействующих маршрутов соответствующее величине R_{\max} становится менее вероятным, чем сочетание, при котором задержка равна R_{\min} и поэтому истинное значение задержки всегда меньше величины $M[R]$ и приближается к значению $\sum_1^n P\tau$. Сопоставление расчетного значе-

ния вероятной задержки $\sum_1^n P\tau$ с задержками, полученными

путем хронометражных наблюдений показало удовлетворительную сходимость результатов. Ошибки расчетов (по сравнению с хронометражными данными) распределились по нормальному закону со среднеквадратическим отклонением,

равным 7—10% и величиной вероятной ошибки, равной 6—8%.

Сопоставление результатов расчетов величины задержки, выполненных для конкретного примера, показало, что формулы, принятые в диссертации, по сравнению с другими известными формулами, дают величину задержки, заключенную между завышенными и заниженными ее значениями.

В пятой главе произведено группирование различных условий эксплуатационной работы по степени их влияния на загрузку маневровых средств сортировочного комплекта.

К определяющим условиям, изменение которых оказывает существенное влияние на загрузку маневровых средств и производительность маневровой работы, отнесены:

1. Различное расположение парков в сортировочных комплектах односторонних и двухсторонних станций (для сравнения взяты 5 схем станций, 4 из которых рекомендуются современными ТУПС, а одна, в прошлом типовая, воплощена на ряде существующих станций).

2. Различные типы сортировочных парков: только с длинными путями, только с короткими путями и с частью длинных и частью коротких путей.

3. Количество сортировочных путей, приходящееся на одно назначение формируемых поездов: на каждое одnogруппное назначение — по одному длинному или по два коротких пути, для групповых назначений число путей принимается в зависимости от варианта технологии формирования групповых поездов.

4. Наличие вспомогательных устройств для формирования поездов. Для сравнения приняты следующие устройства: боковые горки в горочной горловине, вытяжки с профилированной стрелочной зоной в хвосте сортировочного парка без горок малой мощности или с ними.

5. Различные схемы хвостовых горловин для станций, имеющих параллельное расположение сортировочных и отправочных парков. Для сравнения взяты общепринятые схемы и схемы с внутренним вводом главных путей между вытяжками и делением путей в каждом маневровом районе минимум на две самостоятельные секции. Для сравниваемых схем горловин, разработаны таблицы враждебности поездных и маневровых маршрутов, в которых учтена возможность предварительной передачи маневровых локомотивов из одной секции в другую для сокращения задержки.

6. Объем переработки вагонов «В» и величина формируемых поездов m . Суточный объем переработки в одном сортировочном комплексе изменяется в диапазоне $4000 \div 10000$ условных (двухосных) вагонов при $m=80 \div 140$ вагонов.

7 Другие условия и величины, входящие в расчетные формулы загрузки маневровых средств, характеризующие: объем операций чистого осаживания вагонов, удельный вес вагонопотока включаемого в групповые поезда и углового вагонопотока, объем операций по перестановке сформированных поездов в парки отправления, количество перестановок при выполнении маневров безопасности, приходящееся на один формируемый поезд, скорость роспуска составов на горке и ряд других.

К числу второстепенных условий, изменение которых в реально возможном диапазоне оказывает незначительное влияние на загрузку маневровых средств и этим влиянием можно пренебречь, отнесены показатели, характеризующие распределение вагонопотока охваченного групповыми назначениями по видам групповых поездов, величины основных и не основных групп, объем операций по заделке хвостов, совмещаемых с роспуском, продолжительность отдельных операций и др.

Условия первой группы рассматриваются как переменные (т. е. при расчетах загрузки маневровых средств они варьируются), а второй группы — как постоянные (т. е. в расчет принимаются средние значения этих величин в диапазоне возможных их изменений).

Некоторые показатели при одних сочетаниях условий первой группы рассматриваются как переменные, при других — как постоянные величины.

В шестой главе изложена методика построения графиков загрузки маневровых средств. Выполнены расчеты и построения графических балансов рабочего времени для всех исследуемых сочетаний определяющих условий и произведен необходимый анализ. Графики загрузки маневровых средств для каждого конкретного сочетания условий работы (группы условий), построены с учетом получения возможного диапазона изменения загрузки горки и локомотивов вытяжек в зависимости от показателей соответствующих минимальной и максимальной трудоемкости формирования поездов для данной группы условий. График загрузки маневровых средств состоит из двух частей: первая часть — графический баланс рабочего времени горки, вторая часть — такой же баланс

для локомотивов хвоста сортировочного парка. Для составления графического баланса для горки наносятся:

1. Кривые, определяющие резерв рабочего времени горки, который может быть использован для целей формирования

$$1440 - (T_p + T_{\text{пер.ос}} + T_{\text{сзг}}) = f(B) \quad (5)$$

2. Пучки прямых соответствующие целесообразной загрузке горки операциями формирования

$$T_{\text{фг}} = T'_{\text{мбг}} + T''_{\text{мбг}} + T'''_{\text{мбг}} + T_{\text{фгсб}} + T_{\text{хиг}} = f(B) \quad (6)$$

где $T'_{\text{мбг}}$, $T''_{\text{мбг}}$, $T'''_{\text{мбг}}$ — затраты времени на маневры безопасности, выполняемые со стороны горки при формировании соответственно одnogруппных, двухгруппных и трехгруппных поездов.

Обозначения остальных величин в уравнениях 5, 6 приводились ранее.

Во второй части графика загрузки нанесены: пучки прямых определяющих загрузку локомотивов хвоста сортировочного парка

$$T_{\text{фв}} = f(B) \quad (7),$$

а также уровни возможной загрузки локомотивов

$$T = f(B) \quad (8).$$

Точки пересечения кривых (5) с прямыми (6) определяют критические объемы переработки вагонов B , при которых резерв рабочего времени горки исчерпывается полностью. Для освоения больших объемов переработки необходимо разгрузить горку, т. е. перенести операции формирования на вытяжки. Перенос или перераспределение операций формирования осуществляется с соблюдением того же принципа обеспечения минимума затрат времени на маневры. В первую очередь на вытяжки передаются те операции, на выполнение которых потребуется наименьшее время. Кроме того, целесообразно прежде всего переносить операции, которые могут быть выполнены в процессе накопления состава. Для значений B больших, чем критические, в графическом балансе рабочего времени локомотивов вытяжек строятся кривые приращения ординат $T_{\text{фв}}$, получаемые путем поочередного переноса операций формирования на вытяжки и определения соответствующего дополнительного времени на маневры. В заключительной стадии на графике загрузки строится

Таблица 1.

Тип схемы станций	Тип горю- чих мате- риалов	Тип СП	N _B max				N _B min			
			V _p =5		V _p =8		V _p 5		V _p =8	
			паро- воз	тепловоз	паро- воз	тепловоз	паро- воз	тепловоз	паро- воз	тепловоз
Одностор. ст. продольн. тип на 3-х парковая		1	1670	1820	1830	2000	800	880	800	880
		2	1670	1830	1670	1830	860	970	860	970
Одностор. ст. комбин. типа с объединенными парками	типа „а“	1	1650	1800	1667	1990	800	800	800	800
		2	1433	1625	1433	1625	800	860	800	860
То-же	типа „б“	1	1740	1900	1930	2000	800	810	800	810
		2	1533	1667	1541	1667	800	860	800	860
Одностор. ст. продольн. тип на 4-х парковая		1	1616	1760	1760	1930	800	810	800	810
		2	1667	1740	1667	1740	800	890	800	890
Двухстор. ст. продольн. типа		1	1536	1662	1710	1870	820	920	820	930
		2	1560	1700	1710	1890	890	1010	890	1010
Двухстор. ст. комбинир. типа	типа „а“	1	1537	1675	1725	1863	788	800	800	800
		2	1280	1470	1280	1470	800	820	800	820
То-же	тип: „б“	1	1625	1763	1787	1963	800	840	800	840
		2	1320	1530	1341	1530	800	840	800	840

Примечание: Жирно набраны показатели наиболее эффективных вариантов.

1—сортировочный парк с длинными путями

2—сортировочный парк с короткими путями.

диаграмма норм выработки $N_n = f(B)$, на которой указывается диапазон изменения нормы N_n для данной группы условий работы. В таблице № 1 приведены максимальные и минимальные значения норм выработки полученные для различных типов станций.

На основе анализа графиков загрузки маневровых средств и данных таблицы №1 определены условия, при которых может быть достигнута наиболее высокая производительность маневровой работы:

1. Для станций, имеющих параллельное расположение сортировочного и отправочного парков, изменение конструкций хвостовых горловин за счет ввода главных путей между вытяжками (переход от горловин типа «а» к горловинам типа «б»), позволяет увеличить норму выработки особенно при наличии в сортировочном парке длинных путей.

2. Короткие сортировочные пути целесообразно применять преимущественно на станциях продольного типа, а длинные пути (или же пути различной длины) — на станциях комбинированного типа. Однако применение коротких путей, как это видно из таблицы № 1, в большинстве случаев, не дает значительного увеличения норм выработки по сравнению с вариантами, предусматривающими наличие длинных путей.

3. Норма выработки для односторонних 3-х парковых станций продольного типа всегда больше, чем для станций такого же типа, имеющих поточную трехпарковую систему для преимущественного потока и один парк для потока обратного направления (четырепарковая схема).

4. Норма выработки на односторонних станциях продольного типа, как правило, выше чем на двухсторонних станциях такого же типа. Исключение составляют лишь небольшие объемы переработки вагонов (примерно до 6500 вагонов). Для станций комбинированного типа норма выработки для односторонних систем выше, чем для двухсторонних, причем последним присущи самые низкие значения минимальных норм выработки. Такое положение объясняется тем, что по мере увеличения объема переработки в хвосте сортировочного парка добавляется количество вытяжек (и соответственно локомотивов), что приводит к увеличению потерь рабочего времени по враждебности маршрутов. Таким образом, увеличение числа маневровых локомотивов на вытяжках двухсторонних станций комбинированного типа в ряде случаев не дает прироста перерабатывающей способности и поэтому себя не оправдывает.

5. При минимальной трудоемкости формирования поездов норма выработки для станций комбинированного типа, для некоторых диапазонов объема переработки, становится более высокой, чем на станциях продольного типа, в связи с тем, что сокращение затрат времени на перестановку поездов в этих условиях превышает потери рабочего времени по враждебности маршрутов отправления поездов. При максимальной трудоемкости формирования имеет место обратное соотношение в связи с чем норма выработки для станций комбинированного типа ниже, чем для станций продольного типа.

Нормы выработки, полученные в диссертационной работе, позволяют судить о том примерном уровне производительности маневровых средств, который может быть достигнут при современных условиях эксплуатации горочных сортировочных станций и в ближайшей перспективе. Эти нормы не могут рассматриваться как установившиеся константы. Внедрение автоматики, нового подвижного состава, дальнейшее улучшение технологических процессов и путевого развития станций явится реальной основой для значительного повышения производительности труда на фабриках маршрутов.

В седьмой главе изложена методика экономической оценки организационно-технических мероприятий, направленных на повышение производительности маневровой работы и определена эффективность мероприятий, предложенных в предыдущих главах работы.

Применение организационно-технических мероприятий для повышения производительности маневровой работы связано с уменьшением загрузки маневровых средств. Размеры этого уменьшения в значительной мере определяют величину снижения себестоимости переработки вагонов. Последняя в свою очередь, в тех случаях, когда сокращение загрузки маневровых средств не приводит к уменьшению количества локомотивов, уменьшается по мере роста вагонопотока постепенно (по плавной кривой), изменение же числа локомотивов приводит к резкому (скачкообразному) изменению упомянутой величины.

В этой же седьмой главе на конкретном примере произведено экономическое обоснование принципа предварительного распределения операций формирования между горкой и хвостом сортировочного парка, который обеспечивает минимум эксплуатационных расходов. Сравнительная эффективность реконструктивных мероприятий, связанных с капитальными затратами, определена по срокам окупаемости этих затрат. Общеизвестная формула для определения сроков оку-

паемости по предложению автора дополнена в числителе членами, учитывающими единовременный эффект вызываемый отсрочкой капитальных вложений и эксплуатационных расходов, необходимых для увеличения пропускной способности станции

$$t_{\text{ок}} = \frac{K_1 - K_2 - \overset{1}{\Sigma} K' - \overset{1}{\Sigma} \mathcal{E}'}{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1} \quad (9),$$

где K_1 — капиталовложения по варианту, предусматривающему внедрение реконструктивного мероприятия,

K_2 — капиталовложения исходного варианта (без реконструкций),

$\mathcal{E}_2, \mathcal{E}_1$ — ежегодные эксплуатационные расходы по соответствующим вариантам,

$\overset{1}{\Sigma} K'$ — общий эффект отдаления капитальных вложений за рассматриваемый период сравнения t ,

$\overset{1}{\Sigma} \mathcal{E}'$ — общий эффект отдаления эксплуатационных расходов за тот же период.

$$\begin{aligned} \overset{1}{\Sigma} K' &= K E_{\text{ок}1} + K E_{\text{ок}2} = K \left\{ \frac{1}{(1+E)^{t_1}} \left[1 - \frac{1}{(1+E)^{\Delta t}} \right] \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{(1+E)^{t_1+t_2}} \left[1 - \frac{1}{(1+E)^{\Delta t}} \right] \right\} \\ \overset{1}{\Sigma} \mathcal{E}' &= \mathcal{E} E_{\text{ос}1} + \mathcal{E} E_{\text{ос}2} = \mathcal{E} \left\{ - \frac{[(1+E)^{\Delta t} - 1]^2}{E(1+E)^{t_1+2\Delta t}} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{[(1+E)^{\Delta t} - 1]^2}{E(1+E)^{t_1+t_2+2\Delta t}} \right\} \end{aligned}$$

Здесь K — капиталовложения, необходимые для увеличения пропускной способности станции,

\mathcal{E} — увеличение годовых эксплуатационных расходов в связи с развитием станции.

$E_{\text{ок}1}, E_{\text{ок}2}$ — коэффициенты эффективности отдаления капитальных вложений и эксплуатационных расходов соответственно при первом и втором развитии станции с целью увеличения ее пропускной способности,

E — нормативный коэффициент сравнительной эффективности,

t_1 — продолжительность этапа работы от исходного года (расчетный год, к которому приводятся все отдаленные затраты) до года первого развития,

t_2 — продолжительность этапа работы станции от первого до второго развития,

Δt — отсрочка в развитии станции в связи с осуществлением реконструктивного мероприятия.

Знаменатель расчетной формулы остается постоянным и выражается уравнением

$$\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = A\Delta T - B \quad (10)$$

где A и B — численные коэффициенты, величина которых определяется расчетом для каждого реконструктивного мероприятия отдельно,

ΔT — общее снижение загрузки маневровых средств за сутки в связи с введением реконструктивного мероприятия.

Имея фактическое значение указанного снижения загрузки ($\Delta T_{\text{ф}}$) из формулы (9) находим расчетную величину ($\Delta T_{\text{р}}$), задавшись нормативными исходными данными ($t_{\text{ок}}$ 10 лет; $E=0,1$).

Соотношение $\Delta T_{\text{ф}}$ $\Delta T_{\text{р}}$ говорит об эффективности предлагаемого мероприятия.

В таблице №2 приводится диапазон изменений величин $\Delta T_{\text{ф}}$ и $\Delta T_{\text{р}}$ (в локомотиво-часах).

По данным таблицы № 2 можно заключить, что:

1. Сооружение боковых горок экономически себя не оправдывает.

2. Горки малой мощности целесообразно проектировать прежде всего при длинных путях в сортировочном парке. При наличии коротких путей или путей различной длины эффективность применения горок малой мощности значительно снижается.

3. Применение варианта размещения коротких путей в сортировочном парке, при котором два пути одного назначения размещаются в разных половинах парка, не эффективно.

4. Горловины хвоста сортировочного парка с одним внутренним вводом главных путей и секционированием маневровых районов целесообразно проектировать на станциях комбинированного типа при наличии в сортировочных парках длинных путей и при объемах переработки свыше 5—6 тысяч вагонов в сутки. На односторонних станциях при коротких

Таблица 2.

№ п/п	Предлагаемые реконструктивные мероприятия	Однократное развитие станции за период сравнения						Двухкратное развитие станции за период сравнения					
		max			max			max			max		
		ΔT_{ϕ}	ΔT_p	$\Delta t = 1$	ΔT_{ϕ}	ΔT_p	$\Delta t = 2$	ΔT_{ϕ}	ΔT_p	$\Delta t = 1$	ΔT_{ϕ}	ΔT_p	$\Delta t = 2$
1	Сооружение боковой горки горловине	3,8	5,5	5,3	3,8	5,5	4,8	3,8	5,5	5,1	3,8	5,3	4,4
2	Сооружение горки малой мощности в хвосте сортировочного парка имеющ. длинных путей	6,0	2,4	2,2	6,0	2,4	1,0	6,0	2,4	1,8	6,0	2,2	1,5
3	То же, но в сортировочном парке. короткие пути или пути различной длины	1,5	2,2	2,2	1,5	1,1	1,1	1,5	1,1	1,8	1,5	1,1	1,5
4	Применен. различных вариантов размещен. путей в СП с коротк. путями при минимальной трудоемк. формир. поездов	0,3	2,0	2,4	0,3	1,7	1,7	0,3	1,9	2,2	0,3	1,1	2,1
5	То же при максимал. трудоемкости формирования	0,6	2,0	3,7	0,6	1,1	3,7	0,6	1,9	3,4	0,6	1,1	1,6
6	Усовершенствование конструкций стрелочн. горловин хвоста СП на станциях комбиниров. типа (переход от типа «а» к типу «б»)	0,6	4,7	6,8	0,6	4,2	6,8	0,6	4,4	6,6	0,6	4,4	3,9
7	Применение хвостовых горловин на двухсторонней станции комбинированного типа. В СП длин. пути	11,1	6,8	11,1	6,8	11,1	6,8	11,1	6,6	11,1	6,6	11,1	6,5
		0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5
		7,5	2,9	7,5	2,8	7,5	2,8	7,5	2,7	7,5	7,5	2,7	2,6
		1,2	4,7	1,2	4,2	1,2	4,2	1,2	4,4	1,2	4,4	1,2	3,9
		9,7	6,8	9,7	6,8	9,7	6,8	9,7	6,6	9,7	6,6	9,7	6,5
		0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5
		3,9	2,9	3,9	2,8	3,9	2,8	3,9	2,7	3,9	2,7	3,9	2,6
		0,1	4,7	0,1	4,2	0,1	4,2	0,1	4,4	0,1	4,4	0,1	3,9
		4,3	6,8	4,3	6,8	4,3	6,8	4,3	6,6	4,3	6,6	4,3	6,5

сортировочных путях такие горловины эффективны при любом объеме переработки, но для двухсторонних станций эффективность упомянутых горловин значительно снижается.

5. Горловины хвоста сортировочного парка с двумя вводами главных путей применять нецелесообразно.

Выводы и предложения

На основе изучения практического опыта работы сортировочных станций и дальнейшего развития теоретических положений, в диссертации даны рекомендации по решению конкретных задач в области усовершенствования организации работы и путевого развития горочных сортировочных станций, направленные на обеспечение рационального использования маневровых средств и повышение производительности труда при формировании поездов.

В диссертации предложена методика распределения маневровой работы между горкой и хвостом сортировочного парка и получены нормы производительности маневровых локомотивов для различных условий эксплуатации.

В работе изложен метод расчета вероятной задержки подвижного состава в горловинах формирования, который обеспечивает удовлетворительную сходимость результатов расчета с данными взятыми из практики. Среднеквадратическое отклонение расчетных значений составляет 7—10%, а величина вероятной ошибки — 6—8%.

В работе даны следующие рекомендации:

1. Распределение маневровых операций по формированию поездов между горкой и хвостом сортировочного парка по принципу обеспечения минимума затрат времени на маневры, обеспечивает минимум эксплуатационных расходов, повышение производительности труда и сокращение простоя вагонов на станции.

2. При распределении маневровой работы между горкой и хвостом сортировочного парка необходимо обеспечить наиболее полное использование резерва рабочего времени горки для целей формирования поездов. При этом плановое корректирование распределения работы в условиях изменяющегося объема переработки вагонов удобно производить по графикам загрузки маневровых средств сортировочного комплекта.

3. С помощью графиков загрузки маневровых средств сортировочного комплекта могут быть разрешены следующие вопросы:

а) определение минимально-необходимого количества маневровых локомотивов для любого объема переработки вагонов,

б) определение перерабатывающей способности сортировочного комплекта и выявление узких мест в нем,

в) определение дифференцированных норм выработки для каждого локомотива и норм производительности труда для маневровых бригад.

4. Наиболее высокие нормы выработки маневровых локомотивов для станций продольного типа характерны при наличии в сортировочных парках коротких путей, а на станциях комбинированного типа — при наличии длинных путей.

5. Нормы выработки маневровых локомотивов на односторонних станциях, как правило, выше чем на двухсторонних. Самые низкие нормы присущи двухсторонним станциям комбинированного типа.

6. В отношении усовершенствования схем путевого развития горочных сортировочных станций даны следующие предложения:

а) сооружение боковых горок себя не оправдывает,

б) горки малой мощности в хвосте сортировочного парка целесообразно проектировать при длинных сортировочных путях,

в) усовершенствование горловины хвоста сортировочного парка на станциях комбинированного типа за счет ввода главного пути между вытяжками и секционирование путей маневровых районов целесообразно предусматривать:

для односторонних и двухсторонних станций с длинными путями в сортировочных парках при объемах переработки свыше 5—6 тысяч вагонов в сутки,

для односторонних станций с короткими путями в сортировочных парках — при любых объемах переработки,

г) два ввода главных путей в горловинах хвоста сортировочного парка проектировать нецелесообразно.

Полученные в результате исследований выводы и рекомендации могут быть использованы при проектировании горочных сортировочных станций и при разработке мероприятий, направленных на улучшение их эксплуатационной работы.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих статьях:

1. Н. Р. Ю щ е н к о, П. Н. О р л о в с к и й — Улучшение использования маневровых локомотивов на сортировочной станции. Железнодорожный транспорт, № 9, 1958 г.

2. Н. Р. Ю щ е н к о, П. Н. О р л о в с к и й — Анализ маневровой работы и резервы маневровых локомотивов сортировочной станции. В кн. «Вопросы эксплуатации железных дорог», Труды ДИИТ'а, выпуск XXVIII, 1959 г.

3. П. Н. О р л о в с к и й — Потери от задержек маневровых локомотивов в горловинах формирования при пропуске поездов по враждебным маршрутам. В кн. «Вопросы механизации и автоматизации сортировочных горок». Труды ДИИТа, выпуск 33, 1961 г.

4. П. Н. О р л о в с к и й — К вопросу об улучшении использования маневровых локомотивов на горочных сортировочных станциях. В кн. «Вопросы эксплуатации железных дорог». Труды ДИИТа, выпуск 43, 1963 г.

БТ 11193. Областная книжная типография
Днепропетровского областного управления по печати,
г. Днепропетровск, ул. Серова, 7.
Заказ № 2499-м. Тираж 200. Объем 1,5 п. л. Подписано к печати 24/XI-65 г.