**Конспект лекций**

«Технология и управление работой станций и узлов».

*Основы управления эксплуатационной работой станции.*

В Российской Федерации насчитывается свыше 3700 станций. На них происходит непосредственное взаимодействие с ж.д. транспортом населенных пунктов, промышленных предприятий, сельскохозяйственных структур, отправителей и получателей грузов, пассажиров. Около 70% времени оборота вагон находится на станциях. На станциях размещаются подразделения технического комплекса железных дорог: локомотивные и вагонные депо, предприятия электрообеспечения, дистанции пути, сигнализации и связи, вокзалы, сооружения и устройства для погрузки и выгрузки грузов. На станциях выполняются многочисленные технологические операции и процессы, связанные с организацией и выполнением перевозок пассажиров и грузов, зарождением и погашением пассажиро- и грузопотоков.

В зависимости от своего назначения и объема работы станции классифицируются на следующие виды.

К промежуточным относятся небольшие по размерам путевого развития станции, в том числе разъезды и обгонные пункты. На них выполняются операции по пропуску, скрещению, обгону поездов, маневры со сборными поездами. Объем операций по погрузке и выгрузке грузов, обслуживанию, посадке и высадке пассажиров на этих станциях по сравнению с крупными станциями сравнительно невелик.

Участковые станции ограничивают железнодорожный участок с двух сторон или с одной стороны, если с другой стороны его ограничивает сортировочная станция. На участковых станциях осуществляется техническое обслуживание вагонов транзитных поездов, смена локомотивных бригад. Если участковая станция является границей тягового участка, то на ней сменяются и локомотивы транзитных грузовых поездов. Обычно участковые станции формируют сборные и участковые поезда. Путевое развитие этих станций включает приемо-отправочные и сортировочные парки, имеются экипировочные устройства локомотивов и ПТО.

Сортировочные станции предназначены для массового расформирования поездов и формирования из поступивших вагонов новых поездов. Естественно, на них осуществляется и техническое обслуживание транзитных поездов, погрузочно-выгрузочные операции и посадка-высадка пассажиров. На сортировочных станциях имеются парки путей для приема и отправления поездов, их накопления и формирования, горочные сортировочные устройства, локомотивное и вагонное депо.

Грузовые станции размещаются в крупных населенных пунктах и в районах сосредоточения промышленных предприятий. На этих станциях выполняется значительный объем погрузки и выгрузки грузов либо на местах общего пользования (грузовые дворы), либо на промышленных предприятиях, которые соединены со станциями подъездными путями.

Пассажирские станции предназначены для приема, обработки, отправления пассажирских поездов, обслуживания пассажиров, подготовки пассажирских составов в рейс. Пассажирские станции разделяются на собственно пассажирские с перронными путями, вокзалами, багажными комплексами и пассажирские технические станции, предназначенные для технической обработки, переформирования, экипировки и подготовки пассажирских составов в рейс.

В зависимости от объема работы все станции делятся по классам на внеклассные (самые крупные) и I-V классов.

*Основные документы, регламентирующие работу станций.*

# Работа станций в той или иной мере регламентируется документами, регламентирующими работу всего железнодорожного транспорта: ПТЭ, Транспортный устав железных дорог, Инструкция по движению поездов, Инструкция по сигнализации. Однако имеется целый ряд документов общефедерального характера, посвященных работе сугубо железнодорожных станций. Это Положение о железнодорожной станции, а также различные типовые технологические процессы.

# В типовых технологических процессах изложен порядок обработки поездов и вагонов, приведены типовые нормативы времени на различные производственные операции.

# В виде книг, которые могут быть получены в библиотеках, имеются типовые технологические процессы работы следующих станций и подразделений: сортировочной станции; участковой станции; грузовой станции; станции по наливу и сливу нефтегрузов и промывочно-пропарочного предприятия по очистке и подготовке цистерн под перевозку грузов; вокзалов; механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ; предприятий промышленного железнодорожного транспорта; пункта коммерческого осмотра поездов и вагонов; товарных контор станций и расчетных товарных контор.

# Кроме того на каждой крупной станции (внеклассной и 1 класса) разрабатывается свой технологический процесс ее работы.

# На каждой станции независимо от ее величины имеется техническо-распорядительный акт (ТРА), являющийся своего рода паспортом станции.

# В нем указываются технические данные и характеристики станционных путей и устройств, регламентируются требования безопасности при приеме и отправлении поездов и при маневровой работе.

*Технология выполнения операций с поездами.*

# Грузовые поезда, которые прибывают на станцию расформирования или на ней формируется, подвергаются ряду операций. Эти операции имеют цель: обеспечить безопасное следование подвижного состава; обеспечить сохранность перевозимых грузов; ускорить продвижение подвижного состава и, в частности, сократить продолжительность нахождения его на станции.

Первое и второе из указанных требований очевидны. Что касается третьего требования, то отметим, что эксплуатационные расходы железных дорог, то есть расходы, связанные с перевозками, пропорциональны затратам времени на перевозки. С уменьшением этих затрат уменьшаются и эксплуатационные расходы, потребность в вагонах и локомотивах. Отметим также, что в условиях рыночной экономики железные дороги несут материальную ответственность перед грузовладельцами за превышение установленных сроков доставки грузов. Суммы штрафов, выплачиваемых железными дорогами грузовладельцам по этой причине, часто бывают значительными.

Таким образом, организуя переработку вагонов на станции, надо стремиться к тому, чтобы продолжительность операций была как можно меньше, работники разных служб по возможности одновременно выполняли свои операции (параллельность операций), и межоперационные простои были минимальны).

Для ускорения выполнения операций с поездом, прибывшим в расформирование, работники станции должны подготовиться к этому заблаговременно, еще до прибытия поезда. Станции получают предварительную информацию о вагонах поезда и прежде всего сведения о назначении груза в каждом вагоне в виде телеграммы-натурного листа (ТНЛ). На основе ТНЛ оператором станционного технологического центра СТЦ готовится предварительный план расформирования состава в виде сортировочного листа или размеченного ТНЛ. Сортировочный лист может быть получен с компьютера.

При составлении или передаче ТНЛ бывают случаи ошибок. Поэтому в момент фактического прибытия поезда на станцию во входной горловине работник СТЦ проверяет соответствие фактических номеров вагонов данным ТНЛ и вносит соответствующие коррективы.

В процессе подготовки состава к расформированию работники вагонного хозяйства оттормаживают вагоны, выпуская воздух из тормозной магистрали (производят отпуск тормозов). Выявляются вагоны с неисправностями, которые подлежат устранению на пункте отцепочного ремонта. Неисправности, которые могут быть устранены за сравнительно короткое время (до 15-20 мин), устраняются в процессе подготовки состава к отправлению.

Одновременно с техническим осмотром приемщики поездов или приемосдатчики осуществляют коммерческий осмотр состава. Ниже представлен примерный технологический график подготовки состава к расформированию.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Операции | До прибытия поезда | После прибытия поезда | Исполнители |
| 0 5 10 15 20 |
| 1 | Получение и разметка телеграммы-натурного листа. |  |  | Оператор СТЦ |
| 2 | Составление или получение сортировочного листа. |  |  | Оператор СТЦ |
| 3 | Извещение причастных работников о времени и пути прибытия поезда. |  |  | ДСП |
| 4 | Контрольная проверка состава во входной горловине. |  |  | Оператор СТЦ |
| 5  10 | Проверка и штемпелевание перевозочных документов. |  |  | Оператор СТЦ |
| 6  20 | Технический осмотр состава, отпуск тормозов. |  |  | Работники ПТО |
| 7  20 | Коммерческий осмотр. |  |  | Приемо-сдатчики |
| Общая продолжительность обработки 20  поезда | |  |  |  |

При подготовке состава к расформированию наиболее трудоемкими являются операции технического осмотра, они и определяют общую продолжительность подготовки состава к расформированию. Норматив на эти операции устанавливают сейчас сами станции. Время на технический осмотр состава равно:

, мин.



где мин, норма времени на 1 вагон;



- число вагонов в составе;



- количество групп в бригаде ПТО.



Ниже представлен примерный технологический график подготовки состава своего формирования и отправлению.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Операции | До предъявления к осмотру | После предъявления к осмотру | | | | | Исполнители |
| 0 10 20 30 40 50 | | | | |
| 1 | Оформление натурного листа и подборка документов |  |  |  |  |  |  | Оператор СТЦ |
| 2 | Контрольное списывание состава |  |  |  |  |  |  | Оператор СТЦ |
| 3  40  30  30 | Технический осмотр и безотцепочный ремонт вагонов |  |  |  |  |  |  | Работники ПТО |
| 4 | Коммерческий осмотр состава и устранение неисправностей |  |  |  |  |  |  | Работники  ПКО |
| 5 | Вручение документов машинисту локомотива. |  |  |  |  |  |  | Дежурный по парку или оператор СТЦ |
| 6 | Прицепка поездного локомотива, проба тормозов и отправление поезда. |  |  |  |  |  |  | Локомотивная бригада работники ПТО |
| Общая продолжительность | |  |  |  |  |  |  |  |

При подготовке состава к отправлению наиболее трудоемкими также являются операции, выполняемые работниками ПТО. Общая продолжительность их может быть определена по приведенной выше формуле, однако норма времени на один вагон мин, так как помимо технического осмотра выполняется еще безотцепочный ремонт.



Чтобы сократить время обработки состава как прибывшего в расформирование, так и отправленного, применяют многогрупповой осмотр.

При этом бригада ПТО может комплектоваться из 2-х, 3-х или 4-х групп. Каждая группа обрабатывает свою часть состава.

Выбор числа бригад ПТО в парке или на станции, если станция однопарковая ,Б должен осуществляться исходя из загрузки бригады , которая должна находиться в пределах



Загрузка бригады определяется по формуле

,



где - суточное число обрабатываемых поездов.



Таким образом число бригад в парке должно соответствовать условию

,



Для крупных станций могут быть разные варианты числа групп в бригаде и числа бригад, удовлетворяющие приведенным условиям. Установлено, что в парке приема сортировочной станции вагоно-ч простоя будут меньше при наличии одной бригады из нескольких групп по сравнению с двумя отдельными бригадами с соответственно меньшим числом групп в каждой.

Оптимальный вариант числа групп в бригаде и числа бригад в парке определяется технико-экономическими расчетами по минимуму суммарных эксплуатационных затрат.

##### *Процесс накопления вагонов на состав поезда*

Существующая система организации движения поездов на железных дорогах России предусматривает формирование и отправление полносоставных или полновесных сквозных и участковых поездов.

Допускается отклонение от установленной нормы состава не более одного вагона. В то же время сборные, вывозные и передаточные поезда, отправляемые по расписанию, не накапливаются до требуемой величины состава, которая будет переменной.

Рассчитать средний простой вагонов под накоплением можно двумя способами.

1. С помощью построенного суточного плана-графика работы станции. На нем отображен график накопления всех составов. На основе этого графика определяются вагоно-часы простоя под накоплением путем суммирования произведений числа вагонов в каждый отрезок времени между их поступлением на данный путь накопления на продолжительность этого отрезка. Затем эти вагоно-часы делятся на общее число вагонов в накопленных составах, т.е.

,



Этот способ требует построения суточного плана-графика работы станции, что является достаточно кропотливым и трудоемким.

2. Рассмотрим другой способ расчета среднего простоя вагона под накоплением.

Представим процесс накопления составов какого-то одного назначения на протяжении суток, т.е. 24 ч. Пусть за сутки накапливается 3 состава, а процесс накопления будет непрерывным.

Здесь по горизонтали отложены отрезки времени t1, t2, t3 и т.д. Время от момента поступления первых вагонов на состав до поступления последних вагонов (Т1, Т2, Т3) будем называть периодом накопления. По вертикали будем откладывать число вагонов, находящихся в адрес данного назначения (m1, m2,... m). Вагоно-часы простоя под накоплением данного назначения будут равны



На графике произведение представляет собой площадь прямоугольника, а сумма всех площадей равна сумме площадей ступенчатых фигур. Как быстро можно найти площадь этих фигур? Для этого соединим прямой линией начало и конец накопления каждого состава. Площадь каждой ступенчатой фигуры приближенно можно представить как площадь прямоугольного треугольника с катетами, равными .



Тогда



Сумма периодов накопления равна суткам, т.е. 24 ч.

Следовательно



Был рассмотрен непрерывный процесс накопления.

Однако, нередко бывает так, что замыкающая группа вагонов включается в состав поезда без остатка, и тогда возникают перерывы в процессе накопления. В этом случае сумма периодов накопления будет меньше 24 ч, а вагоно-часы накопления меньше, чем 12 *m*, т.е. , где *с*-называется параметром накопления. Параметр накопления исследован, для сортировочных станций он равен:



, ч.



где *к* – число назначений плана формирования.

Обратим внимание на одну особенность: сколько бы составов данного назначения в сутки ни накапливалось, однако, вагоно-ч будут всегда равны *сm*.

Таким образом средний простой вагона под накоплением может быть рассчитан без построения суточного плана-графика работы станции, и он равен

, ч



Таким образом с увеличением числа вагонов в составе и числа назначений простой под накоплением увеличивается, а с увеличением суточного вагонопотока – уменьшается.

Один из способов существенного сокращения простоя под накоплением – формирование групповых поездов, благодаря которым уменьшается число назначений плана формирования.

##### *Технология маневровой работы*

# В маневровой работе занято 20% общего парка локомотивов. На маневры приходится 20-25% эксплуатационных расходов. Основной объем маневров на станциях связан с расформированием и формированием поездов, перестановкой составов из парка в парк и с пути на путь, подборкой вагонов в соответствии с расположением пунктов выгрузки и погрузки, подачей на эти пункты и уборкой, расстановкой вагонов у складов и сборкой после грузовых операций.

Сортировочные маневры на вытяжных путях могут осуществляться несколькими способами.

1. Осаживание. При этом маневровый состав перемещается с вытяжки на один из путей парка, и группа вагонов (отцеп) отделяется от состава только при его полной остановке. Этот способ маневров обеспечивает надежность и безопасность работы, строгую установку группы вагонов в необходимом месте пути. Однако маневры осаживанием дают небольшую производительность по сравнению с сортировкой толчками.
2. Изолированные толчки. В этом случае группа вагонов отцепляется от остального состава заблаговременно, состав приводится в движение вагонами вперед, а затем тормозится. Отцепленная группа вагонов следует на железнодорожный путь. Если на этом пути находятся другие вагоны, то отцеп должен подойти к ним с допустимой скоростью соударения (не более 5 км/ч), поэтому в необходимых случаях составитель или его помощник подтормаживают движущийся отцеп тормозными башмаками, если на путях отсутствуют замедлители.

###### Маневры изолированными толчками по сравнению с маневрами осаживанием позволяют сократить время выполнения маневровой операции.

1. Серийные толчки. Суть метода заключается в следующем. Локомотив вытягивает маневровый состав на вытяжной путь на расстояние 150-200 м от разделительной стрелки, после чего отцепляется первый отцеп. Состав приводится в движение, после чего тормозится , но не до полной остановки, а до скорости примерно 4-5 км/ч.

В это время первый отцеп уходит на путь назначения, а от состава отцепляется второй отцеп. Состав снова разгоняется и тормозится до скорости 4-5 км/ч, после чего на путь назначения уходит второй отцеп, и отцепляется третий отцеп. Так без оттягивания назад сортируется несколько отцепов. Если для разгона уже не остается места на вытяжке, состав снова оттягивается назад, и процесс сортировки повторяется.

Сортировка серийными толчками по сравнению с изолированными ускоряется.

Маневры толчками не всегда можно применять. Нельзя сортировать толчками вагоны с опасными грузами и другие вагоны по специальному перечню, которые запрещено также спускать с горки без локомотивов. Маневры толчками должны быть исключены там, где горловины путей имеют уклон в сторону вытяжного пути, то есть противоуклон, так как в этом случае возможна остановка отцепа в горловине и обратное движение в сторону маневрового состава.

##### *Основы нормирования маневровой работы*

Нормирование маневровой работы, то есть определение ее продолжительности, чаще всего осуществляется с использованием эмпирических формул, полученных в результате обработки хронометражных наблюдений методами математической статистики.

Общая продолжительность маневров представляет сумму продолжительностей отдельных полурейсов. Под полурейсом понимают передвижение маневрового состава от остановки до следующей его остановки (при серийных толчках – от начала разгона до снижения скорости до 4-5 км/ч). Продолжительность маневрового полурейса зависит от разных факторов, но в наибольшей степени от расстояния передвижения, скорости и количества вагонов в маневровом составе и определяется по формуле:

, мин



где - коэффициент, учитывающий время, необходимое для изменения скорости движения локомотива на 1 км/ч., при разгоне и при торможении, =2,44 сек/км/ч;



- коэффициент, учитывающий дополнительное время на изменение скорости движения каждого вагона на 1 км/ч при разгоне и при торможе нии, =0,1 сек/км/ч;



- число вагонов в составе;



- скорость маневрового состава, с которой он движется после разгона



до начала торможения, км/ч;

- длина полурейса, м.



В качестве примера определим время на перестановку состава из парка сортировки в парк отправления при их параллельном расположении.

Таблица

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование полурейса | ваг | м | км/ч | мин |
| 1 | Вытягивание состава из сортировочного парка за стр. №82. | 53 | 1055 | 30 | 4,06 |
| 2 | Осаживание состава от стр.82 в парк отправления | 53 | 1140 | 20 | 4,71 |
| 3 | Полурейс локомотива из парка отправления за стр. 82. | 0 | 390 | 40 | 1,40 |
| 4 | Полурейс локомотива от стр. 82 в сортировочный парк. | 0 | 300 | 40 | 1,26 |
| Итого | | | | | 11,43 |

К полученному времени должно быть добавлено время на включение и отправление тормозов

, мин



где - количество вагонов, тормоза которых включаются (можно принять 5-10 вагонов).



Маневры с небольшими группами вагонов (до 10-15) при отсутствии крутых уклонов путей и при скоростях не более 25 км/ч могут выполняться без включения тормозов вагонов.

##### *Нормирование маневровых операций на вытяжных путях*

Продолжительность расформирования состава или группы вагонов на вытяжном пути определяется по формуле:



где *д* - число отцепов в расформируемом составе;

- количество вагонов в составе;



*А, Б* - нормативные коэффициенты, учитывающие затраты времени на заезд локомотива под состав, вытягивание его на вытяжной путь и сортировку.

Значение коэффициентов *А* и *Б* определяется из таблицы:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Приведенный уклон пути следования отцепов по вытяжному пути и 100 м стрелочной зоны, ‰ | Рейсами осаживания | | Толчками | |
| А | Б | А | Б |
| Менее 1,5  1,5 - 4,0  более 4,0 | 0,81  -  - | 0,40  -  - | 0,73  0,41  0,34 | 0,34  0,32  0,30 |

При сортировке вагонов серийными толчками дополнительно учитывается время на осаживание вагонов, которое определяется по формуле:

, мин



Технологическое время на окончание формирования одногруппного состава при накоплении вагонов на одном пути определяется по формуле:

,



где - технологическое время на подтягивание вагонов со стороны вытяжных путей, мин.



;



- технологическое время на выполнение операций, связанных с расстановкой вагонов



по ПТЭ. К этим операциям относятся: ликвидация неподхода продольных осей авто-

сцепок более 100 млм, постановка вагонов прикрытия, постановка в состав охраня-

емых вагонов отдельной группой, постановка порожних вагонов в последнюю треть

состава тяжеловесного поезда.

;



*В*, *Е* – нормативные коэффициенты, значения которых зависят от среднего числа расцепок вагонов в формируемом составе .



Например, на вытяжных путях было сформировано 30 составов. В процессе их окончания формирования для выполнения требований ПТЭ в составах произведено 12 расцепок. Тогда среднее число расцепок на 1 состав будет равно =12/30=0,4.



Значения коэффициентов *В* и *Е* приведены в таблице.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *В* | *Е* | *Ж* | *И* |
| 0  0,05  0,10  0,15  0,20  0,25  0,30  0,35  0,40  0,45  0,50  0,55  0,60  0,65  0,70  0,75  0,80  0,85  0,90  0,95  1,00 | -  0,16  0,32  0,48  0,64  0,80  0,96  1,12  1,28  1,44  1,60  1,76  1,92  2,08  2,24  2,40  2,56  2,76  2,88  3,04  3,20 | -  0,03  0,03  0,03  0,04  0,05  0,06  0,07  0,08  0,09  0,10  0,11  0,12  0,13  0,14  0,15  0,16  0,17  0,18  0,19  0,20 | 1,80  1,91  2,02  2,13  2,24  2,35  2,46  2,57  2,68  2,79  2,90  3,01  3,12  3,23  3,34  3,45  3,56  3,67  3,78  3,89  4,00 | 0,300  0,314  0,328  0,342  0,356  0,370  0,384  0,398  0,412  0,426  0,440  0,454  0,468  0,482  0,496  0,510  0,524  0,538  0,552  0,566  0,580 |

Технологическое время на окончание формирования двухгруппного или одногруппного состава с использованием двух путей для накопления вагонов (головная группа накапливается на одном пути, а хвостовая на другом) определяется по формуле

.



Время на расстановку вагонов по ПТЭ для группы вагонов, которая накапливалась на пути сборки сформированного состава, определяется по приведенной выше формуле, где вместо *m* надо представлять среднее число вагонов в этой группе, а В и Е определять, в зависимости от числа расцепок , приходящегося на эту группу.



Время на расстановку вагонов по ПТЭ для части состава, переставляемой на путь сборки, определяется по формуле

, мин



где - среднее число вагонов в переставляемой группе;



- нормативные коэффициенты, значения которых зависят от числа операций по расцепке вагонов в переставляемой группе вагонов.



Технологическое время на формирование многогруппного состава, например, сборного поезда, или вагонов, подаваемых на пункты выгрузки, при накоплении вагонов на одном пути определяется по формуле:

,



где - технологическое время на сортировку вагонов; если она производится со стороны



вытяжки, то это время определяется по формуле (приведена выше).



- технологическое время на сборку групп вагонов с разных путей, определяется по формуле .



где *Р* – количество путей с которых переставляются вагоны, ;



- среднее количество групп вагонов в многогруппном составе;



- количество вагонов, переставляемых на путь сборки формируемого состава.



##### **Выбор типа маневрового локомотива**

Маневровые тепловозы выпускают нескольких типов, различающихся между собой прежде всего по мощности. Более мощный тепловоз, естественно, стоит дороже и сопряжен с большими расходами на его эксплуатацию.

Какой локомотив требуется для данной станции: менее мощный или более мощный, зависит от величин наибольшей массы маневрового состава и приведенного уклона путей (‰) в зоне маневров. В зависимости от значений этих величин устанавливается минимально необходимая сила тяги *F* в кН



,



где *Р* – масса локомотива, т.

*W* – удельное сопротивление движению состава основное и дополнительное от стрелок и

кривых, Н/т;

*Vр* – скорость разгона, км/ч;

*а* – удельная сила тяги, необходимая для сообщения ускорения маневровому составу до

разгона, Н/т.

, Н/т.



Минимально необходимая касательная мощность маневрового локомотива, *Nк* кв определиться по формуле:

.



С учетом выражения для *F* эта мощность

,



где - отношение касательной мощности локомотива к номинальной по двигателю (для тепловозов ).



Маневровые локомотивы должны удовлетворять также условию трогания составов с места.

,



где - расчетное удельное сопротивление при трогании с места н/т в момент достижения скорости *Vтр*.



По полученным значениям по справочным данным определяются те тепловозы, параметры которых близки к этим значениям.



**Станция как система массового обслуживания.**

Производственные процессы выполняемые на станциях и отдельных объектах станций с поездами и вагонами имеют характер массового обслуживания.

Простейшая схема функционирования системы массового обслуживания.

Параметры системы массового обслуживания – величины, характеризующие эту систему. К числу параметров относятся:

1. *λ* - интенсивность входящего потока – это среднее число заявок, поступающих в систему в единицу времени.

*λ* = ⎯⎯,

*Iсрвх*

где *Iсрвх* – средний интервал, между заявками, поступающими на обслуживание.

2. *μ* - интенсивность обслуживания, показывает, сколько заявок может быть обслужено в единицу времени.

*μ* = ⎯⎯,

*t0*

где *t0* – среднее время обслуживания.

Если одновременно функционирует не одно обслуживающее устройство, а два и более т.е. *S* (бригад ПТО, маневровых локомотивов и др.), то суммарная интенсивность обслуживания будет

.



3. Загрузка системы есть отношение интенсивности входящего потока к интенсивности обслуживания.

.



Она всегда должна быть меньше единицы . Загрузку можно определять не только по приведенной выше формуле, но и путем деления общего времени, необходимого для выполнения всех операций за сутки (или смену) к продолжительности смены или суток.



Например, загрузка бригады ПТО при поступлении 50 поездов в сутки и при средней продолжительности технического обслуживания одного поезда 20 мин.

.



1. Закон распределения входящего потока и коэффициент вариации интервалов между моментами поступления заявок на обслуживание.

,



где - среднее квадратическое отклонение интервалов между моментами поступления заявок на обслуживание.



,



где - частота отдельных значений интервалов.



Как известно, закон распределения любой переменной величины представляет собой соотношение между отдельными значениями этой величины и соответствующими им вероятностями (или частотами).

1. Закон распределения времени обслуживания и коэффициент вариации этого времени

,



где - среднее квадратическое отклонение времени обслуживания



.



К показателям системы массового обслуживания относятся те величины, которые подсчитываются на основании параметров, например: средний простой в ожидании обслуживания, среднее число заявок в ожидании обслуживания, частоты различных производственных ситуаций в системе массового обслуживания (например частоты того, что времени ожидания обслуживания будет меньше или больше заданного значения, что времени простоя обслуживающего устройства будет больше или меньше какой-то величины и др.).

**Методы нормирования межоперационных простоев вагонов.**

На сортировочных станциях на долю межоперационных простоев вагонов (за вычетом времени на производственные операции и накопления) приходится 40-50% (а нередко и более) от общего времени простоя транзитных вагонов с переработкой. В простое местных вагонов на различных станциях на долго межоперационных простоев приходится 70% и более от общего времени.

Существует 3 основных метода нормирования межоперационных простоев.

1. С помощью суточного плана-графика работы станций. При этом средний простой вагона в ожидании выполнения операций находят делением определенных по плану-графику вагоно-ч ожидания выполнения производственных операций на число вагонов.

.



Достоинством метода считается его простота и то, что он широко распространен. Недостаток – низкая точность результатов расчетов. Ошибка составляет порядка 30%. Это объясняется тем, что суточный план-график строится на основе средних значений отдельных величин, а не фактических значений с учетом их колебаний.

2. С помощью формул теории массового обслуживания. Формулы выведены для условий, когда интервалы между моментами поступления заявок на обсуждении распределены по закону Эрланча, а также когда поток заявок на обслуживание подчинен биноминальному закону.

Для эрланговених входящих потоков средний простой в ожидании обслуживания может быть рассчитан с помощью формулы Полячека-Хинчина



Значения входящих в формулу элементов приводились ранее.

Эта же формула может быть преобразована к следующим видам



Для условий сортировочных станций проф. Акулиничевым предложена формула.



Удовлетворительные результаты расчета межоперационных простоев по формулам теории массового обслуживания получаются при загрузках не более 0,70-0,75, а при больших значениях простои оказываются завышенными по сравнению с фактическими значениями.

3. С помощью метода математического моделирования, в частности метода статистического имитационного моделирования с выполнением расчетов на ЭВМ. Достоинством метода является то, что он применим при любых законах распределения интервалов между моментами поступления вагонов для обслуживания, а результаты расчетов могут быть получены с любой заданной точностью, например с допустимой в инженерных расчетах 5%-ой ошибкой. В то же время метод моделирования является достаточно трудоемким. Его применение оправдано для комплексных расчетов сложных систем.

**Пути сокращения межоперационных простоев вагонов на станциях**

1. Повышение коэффициента сменности работы объектов транспорта. Естественно, установление оптимальной продолжительности работы объекта, оптимального числа смен является задачей технико-экономической, предусматривающей расчеты и сравнение вариантов по сумме затрат.

2. Повышение роли графика движения поездов как плана эксплуатационной работы. В прошлом кое-где нередко смотрели на график движения поездов лишь как на нормативный документ для определения числа поездных локомотивов и локомотивных бригад, а грузовые поезда пропускались по диспетчерским расписаниям. Это повышало степень внутрисуточной неравномерности движения поездов и увеличивало межоперационные простои подвижного состава.

3. Применение диспетчерским аппаратом дорог и МПС регулировочных мер, направленных на снижение степени неравномерности входящего на станции потока поездов.

4. Прежде чем сформулировать следующий путь сокращения межоперационных простоев вагонов на станциях рассмотрим с помощью формулы Полячека-Хинчина зависимость простоя в ожидании обслуживания от загрузки обслуживающего устройства. Аналогичные зависимости получены не только на основании формул теории массового обслуживания, но и методом моделирования.

Как видно из графика, с увеличением загрузки обслуживающего устройства простой в ожидании сначала увеличивается незначительно, а после загрузки 0,8-0,9 начинается резкое увеличение .



Исходя из этой зависимости может быть сформулирован следующий вывод.

Определяя потребное количество технических средств и штата профессий, зависящего от объема работы, необходимо исходить из их максимальной загрузки не более 0,8-0,9 (для основной работы). Естественно, в периоды отсутствия основной работы технические средства и штат могут использовать для выполнения каких-то дополнительных операций. Например локомотивы сортировочной станции, предназначенные для формирования поездов и перестановки их в парк отправления, при временном отсутствии этой работы могут использоваться для маневрового обслуживания пунктов погрузки и выгрузки вагонов.

5. Сокращение времени выполнения самих производственных операций путем их механизации, автоматизации и совершенствования технологии. Из формулы Полячека-Хинчина видно, что сокращение времени обслуживания заявки при прочих равных условиях тем самым сокращает и загрузку обслуживающего устройства и увеличивает разность , которая входит в знаменатель. В итоге простой в ожидании обслуживания сократится намного больше сокращения времени обслуживания.



**Особенности нормирования горочных маневров**

Горки являются основным устройством для сортировки вагонов на сортировочных станциях. При последовательном расположении парков приема и сортировки расформирование состава поезда сопряжено с необходимостью выполнения следующих операций.

1. Заезд горочного локомотива к составу, подлежащему расформированию. Время на заезд может быть определено делением расстояния заезда на среднюю скорость заезда. Расстояние определяется для исходного положения, когда горочный локомотив находится на горбу горки. Нередко во входной горловине парка приема будет иметь место враждебность маршрутов прибывающего поезда и горочного локомотива. Горочный локомотив вынужден будет простаивать в ожидании освобождения маршрута, и этот простой должен быть учтен, т.е. добавлен к времени заезда. Средняя продолжительность простоя горочного локомотива по враждебности может быть определена с помощью эмпирических формул в зависимости от числа примыкающих к входной горловине парка приема направлений:

одно ; (мин)



два (мин)



три (мин)



где - число прибывших за сутки поездов со стороны входной горловины парка приема.



2. Надвиг состава до горба горки также определяется делением расстояния надвига на среднюю скорость.

3. Роспуск состава, время которого определяется делением длины состава на среднюю скорость роспуска. Эта скорость зависит от среднего числа вагонов в отцепе, чем оно больше, тем скорость выше. Для автоматизированной горки скорость роспуска увеличивается в 1,3 раза по сравнению с механизированной. По условиям ручной расцепки вагонов скорость роспуска не должна превышать 7,2 км/ч.

Нередко в составе могут быть вагоны, которые запрещено спускать с горки без локомотива (например с взрывчатыми веществами, цистерны со сжиженными газами, пассажирские вагоны, вагоны с грузами высоких степеней негабаритности и т.д.). Продолжительность роспуска таких составов увеличивается по нормативам, содержащимся в «Методических указаниях по расчету норм времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожном транспорте», М.: МПС, 1998 г.

4. Осаживание вагонов со стороны горки для ликвидации «окон» на путях сортировочного парка. В расчетах на один состав оно равно, мин.



где - число вагонов в составе.



Надо подчеркнуть, что по этой формуле получается не реальная продолжительность, а часть этой продолжительности в расчете на 1 состав.

Например, за какой-то период времени было распущено 10 составов. За тот же период времени горочные локомотивы осаживанием занимались всего 30 мин. Тогда мин.



5. Окончание формирования со стороны горки. Обычно оно осуществляется со стороны вытяжек, но нередко горка тоже участвует в этом процессе.

Например, после направления на сортировочный путь какого-то отцепа выявился неподход осей автосцепок более 100 мм, или потребовалось постановка вагонов прикрытия к вагонам со взрывчатыми веществами. Если связанные с этим маневры выполнять со стороны вятяжки, то потребуется маневрировать составом из нескольких десятков вагонов, а если со стороны горки, то перестановка захватит лишь несколько вагонов, и это существенно сократит время маневров. Среднее время в расчете на один состав будет равно, мин.



где - среднее число повторно сортируемых со стороны горки вагонов в расчете на один сформированный состав.



Например, за сутки сформировано всего 40 составов. Помогая вытяжкам в этом процессе на горке, дополнительно переработано 80 вагонов. Тогда вагона.



Одной из характеристик работы горки является горочный технологический интервал. Он представляет собой минимально необходимое время работы горки для роспуска одного состава. Если на горке работает один локомотив, тогда горочный интервал равен



Добавление локомотивов на горку сначала снижает горочный интервал, затем это снижение прекращается.

Горочный интервал при двух и более локомотивах может быть рассчитан двумя способами:

1. Строится технологический график работы горки.

По нему определяется время цикла в работе горки от начала (или конца) одной операции по осаживанию и окончанию формирования со стороны горки до начала (или конца) следующей такой же операции. Горочный интервал определяется делением времени цикла на число составов, распущенных с горки за это время.

Недостатком способа является то, что не учитывается замедление роспуска составов, имеющих вагоны, запрещенные к спуску с горки без локомотива. В результате значение горочного интервала получается заниженным. Этого недостатка лишен 2-ой способ.

2. С использованием эмпирической формулы, полученной при моделировании работы горки

,



где - коэффициент параллельности выполнения маневровых операций.



где - суммарная продолжительность технологических операций, которые можно выпол-



нить параллельно с роспуском. При двух и более путях надвига и последовательном роспуске



При параллельном роспуске

,



где - доля составов, параллельный роспуск которых нецелесообразен, можно принять =0,5;



- увеличение горочного технологического интервала, связанное с наличием вагонов,



запрещенных к роспуску с горки без локомотива (зсг).



- коэффициент, учитывающий влияние отвлечения второго локомотива для расформирования состава с вагонами зсг.



;



- доля составов с вагонами зсг;



- увеличение времени роспуска состава из-за наличия вагонов зсг;



- увеличение интервала между роспуском составов, связанное с выполнением маневров



с вагонами зсг.

- коэффициенты регрессии, определяемые по следующей таблице.



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число горочных  локомотивов | Коэффициент регрессии | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| 2  3  4  5  6 | 6,01  8,47  9,42  10,23  12,16 | 0,64  0,56  0,43  0,38  0,19 | 0,64  0,56  0,43  0,38  0,19 | 0,40  0,25  0,24  0,16  0,76 | 0,60  0,66  0,59  0,57  0,55 | 6,12  7,64  9,20  9,30  11,50 |

**Перерабатывающая способность сортировочных горок**

Суточная перерабатывающая способность горки – это максимальное число вагонов, которое может быть переработано на горке за сутки. Определяется по формуле

, (вагонов)



где - коэффициент, учитывающий возможные перерывы в использовании горки из-за враждебных передвижений (для объединенного парка приема без петли =0,95);



- время занятия горки в течении суток выполнения постоянных операций (техническое обслуживание горочных устройств, расформирование групп местных вагонов, вагонов с путей ремонта и др.);



- число вагонов в составе;



- число прошедших повторный роспуск местных вагонов и поступивших из ремонта за



время ;



- коэффициент, учитывающий отказы технических устройств, потери из-за нерасцепов вагонов и др. (принимается от 0,06 до 0,08);



- коэффициент, учитывающий повторную сортировку части вагонов из-за недостатка числа и длины сортировочных путей, устанавливается в зависимости от соотношения.



,



где - общая емкость сортировочных путей (в вагонах), выделенных для накопления составов по назначениям плана формирования;



- число назначений плана формирования.



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Коэффициент в зависимости от | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| менее 500  1000  более 1500 | 1,13  1,10  1,08 | 1,11  1,08  1,07 | 1,08  1,07  1,06 | 1,06  1,05  1,05 | 1,03  1,03  1,03 | 1,01  1,01  1,01 |

Пути повышения перерабатывающей способности горок можно разделить на 2 группы: реконструктивные и организационно-технические.

К реконструктивным относятся:

1. Увеличение путей спуска с одного до двух и путей надвига с одного до двух-трех.
2. Устройство объездных соединительных путей в обход вершины горки между крайними пучками сортировочного парка и предгорочный горловиной парка приема.
3. Секционирование надвижных путей для попутного надвига составов из парка приема вслед друг за другом с минимальным интервалом.
4. Увеличение количества сортировочных путей.
5. Оборудование горок устройствами автоматизации перевода стрелок и торможения отцепов, устройствами автоматизированного задания скорости роспуска и использование режима роспуска составов с переменной скоростью в зависимости от длины и веса отцепов и маршрутов следования их в сортировочном парке.

К организационно-техническим способам относятся:

1. Увеличение количества горочных локомотивов.
2. Календарное планирование погрузки в узле с целью укрупнения отцепов при сортировке.
3. Объединение коротких составов перед роспуском.
4. Внедрение параллельного роспуска составов.

**Автоматизированные информационно управляющие системы сортировочных станций**

В настоящее время автоматизированные системы управления работой сортировочной станции (АСУСС) эксплуатируют на всех важнейших сортировочных станциях сети. Система включает обязательный перечень решаемых задач, к которым относятся:

получение оперативно-справочной информации о поездах и вагонах;

автоматизация операций в станционных технологических центрах;

реализация автоматизированной системы текущего планирования (АСТП);

автоматизация учета и станционной отчетности.

АСУСС представляет оперативным руководителям станции в удобном виде данные, необходимые для планирования работы и принятия решений. На основании этой информации определяют порядок использования технических средств и ресурсов станции, планируют очередность станционных операций, работы маневровых и выдачи поездных локомотивов. Все это дает возможность сократить на 6-7% время нахождения вагонов на станции.

Информация от АСУСС поступает непосредственно к пользователям либо в автоматизированные системы более высокого уровня (АСОУП).

В основу системы положена информационная модель, отражающая в реальном масштабе времени расположение вагонов на сортировочной станции и ее ближайших подходах. Модель включает необходимые данные о каждом вагоне, перевозимом грузе и условиях перевозки. Входная информация поступает в АСУСС как из ИВЦ, так и из сообщений с терминальных устройств.

Все АСУСС обмениваются информацией с АСОУП своих дорог в автоматическом режиме. На важнейших сетевых направлениях осуществляется межмашинный автоматический обмен информацией между ИВЦ станций.

В прежние годы АСУСС функционировала на базе ЭВМ ЕС-1011. К ЭВМ подключались видеотерминалы и телетайпы, а также печатающие устройства. Дисплеями оборудовали рабочие места ДСЦ, ДСПГ, операторов СТЦ.

В настоящее время разработаны и внедряются на сети принципиально отличные от существующей автоматизированные информационные системы для сортировочных станций, построенные по принципу локальной сети. Сюда относится комплексная система автоматизированных рабочих мест оперативного персонала сортировочной станции (КСАРМ), разработанная центром информационных технологий на транспорте (ЦИТТранс). Система АСУСС на базе ПЭВМ разработана МП «Транссистемотехника».

На сети дорог внедряется также система ДИСПАРК, которая реализует постоянное слежание за вагоном и имеет достоверную пономерную вагонную модель. Поэтому принято решение о создании автоматизированной информационной системы для технических и сортировочных станций (АИСТ) как подсистемы АСОУП.

При внедрении АСУ достигается следующее сокращение трудозатрат на операции на один отправленный вагон.

|  |  |
| --- | --- |
| Операция | Сокращение времени, мин. |
| Разметка ТГНЛ;  Суммирование массы и длины вагонов по назначениям плана формирования;  Передача данных о местных вагонах в товарную контору;  Составление сортировочного листка;  Запись в натурные листы номеров вагонов и других сведений;  Подсчет массы и длины составов по мере их накопления;  Сверка натурного листа со списанными номерами вагонов;  Подсчет итоговой части натурного листа;  Передача ТГНЛ на отправленные поезда;  Заполнение форм отчетности;  Составление справки о тормозах (ПТО). | 3,2  3,0  1,5  5,7  9,3  4,1  2,0  9,7  7,0  25,0  2,0 |
| **ИТОГО** | **72,5** |

**Автоматизация сортировочного процесса на горках**

В процессе расформирвания составов на горках необходимо осуществлять такие операции, как отцепка группы вагонов от состава, перевод стрелок согласно маршруту их следования и приведение в действие замедлителей для подтормаживания вагонов с целью создания необходжимых интервалов между отцепами и подхода отцепов к стоящим на путях вагонам со скоростью не более 5 км/ч.

В настоящее время еще не получили промышленного внедрения устройства для автоматизированной расцепки вагонов. Эта операция осуществляется горочным составлением вручную с помощью специальной вилки. Другие операции сортировочного процесса механизируют и автоматизируют путем внедрения различных систем. Из них современной системой является комплекс горочный микропроцессорный (КГМ РИИЖТ).

Информация о подлежащем расформированию составе в КГМ РИИЖТ поступает непосредственно из АСУСС. Еще до начала роспуска осуществляется моделирование процесса сортировки вагонов с последующей корректировкой характеристик в процессе роспуска. Обеспечивается высокая точность определения и реализации скоростей выхода отцепов из тормозных позиций.

Технические и программные средства КГМ обеспечивают расчет переменной скорости роспуска, контроль расцепа, управление маршрутами и контроль хода роспуска, регулирование скоростей движения по всем тормозным позициям, контроль заполнения путей, автоматизацию корректировок роспуска, обмен информацией с АСУСС и др.

В состав КГМ входит набор микропроцессорных блоков, распределенных по четырем подсистемам. Подсистема «Диспетчер» обеспечивает формирование и корректировку программы роспуска. На терминалы у дежурного по горке и маневрового диспетчера выводится текущее состояние спускной части горки (положение стрелок, состояние светофоров, замедлителей, накопление, разложение составов, отсутствие «проходов» и т.д.).

Кроме того на других экранах отображаются значения расчетной и фактической скорости роспуска и скатывания, весовой категории и маршрута отцепа, сообщения об отказах и сбоях.

Подсистема «скорость» осуществляет прогнозирование ходовых свойств отцепов и определяет ожидаемые скорости роспуска, входа и выхода на всех тормозных позициях. Подсистема «маршрут» осуществляет контроль за очередностью расцепа, слежения за отцепами и определение маршрутов на спускной части, контроль маневровых передвижений. Информация об исполненных маршрутах, данные о сбоях, отклонениях и отказах передаются в подсистему «Диспетчер».

С напольным оборудованием непосредственно связана подсистема «Информация-управление. Она обеспечивает сбор информации о ходе роспуска и управления стрелками и замедлителями. Здесь решаются задачи контроля отрыва отцепов, счета фактического количества осей и вагонов, измерения фактической массы, контроля свободности и перевода стрелок, торможение отцепов до заданной скорости.

Отметим, что благодаря протоколированию хода роспуска в случаях возникающих браков в работе, например вызванных превышением скоростей соударения вагонов легко выявить причины этих браков (допустила ли сбой система или вмешался горочный оператор-все это автоматически зафиксировано и может быть распечатано на бумажной ленте).

При автоматизации горки увеличивается средняя скорость роспуска составов, и тем самым сокращается горочный интервал, сокращается простой составов в ожидании расформирования. Благодаря прицельному торможению в 3-4 раза сокращается объем работы по осаживанию вагонов. Уменьшается также повреждение вагонов при роспуске.

**Параллельный роспуск**

Если на горке одновременно распускаются два состава, то такой роспуск называют параллельным. Его применяют с целью резкого повышения перерабатывающей способности горки в периоды сгущенного подхода поездов, когда перерабатывающая способность горки при обычном роспуске оказывается недостаточной.

Чтобы реализовать на горке параллельный роспуск составов необходимо выполнение следующих условий:

1. Наличие двух путей спуска и не менее двух путей надвига.
2. Специализация путей сортировочного парка четко на четную и нечетную половину.
3. Выделение в обеих половинах парка специальных отсевных путей для направления на них, так называемых перекрестных вагонов. Это объясняется тем, что в расформируемых составах помимо транзитных с переработкой могут быть местные вагоны, вагоны, требующие ремонта, которые необходимо направить на другую половину парка сортировки. Кроме того поскольку сортировочные станции обычно располагаются в пунктах слияния трех и более железнодорожных линий, в составах прибывающих поездов могут быть так называемые угловые вагоны, т.е. в четном поезде нечетные вагоны, а в нечетном-четные.
4. Наличие в составе не более 20 % перекрестных вагонов. При большем количестве перекрестных вагонов, которые приходится сортировать повторно, параллельный роспуск становится неэффективным.
5. Непосредственное управление роспуском (задание маршрутов и торможение отцепов) двумя человеками вместо одного.
6. Наличие на горке не менее трех локомотивов. Нетрудно проиллюстрировать, что применение параллельного роспуска при двух локомотивах на горке, вызывая упомянутые выше дополнительные затраты, в то же время не увеличивает перерабатывающей способности горки.

Естественно, в режиме параллельного роспуска могут распускаться четный и нечетный составы, поэтому параллельный роспуск применим на односторонних сортировочных станциях.

Так как составы поездов на сортировочные станции подходят неравномерно (то больше четных, то нечетных поездов), и поскольку некоторые составы могут иметь больше 20% перекрестных вагонов, роспуск составов на горке может быть параллельным лишь частично. Например, на станции Орехово-Зуево коэффициент параллельности находится на уровне примерно 0,5.

**Особенности устройства и работы 2-сторонних сортировочных станций**

Там, где перерабатывающей способности односторонней станции оказывается недостаточно, может быть сооружена 2-стороняя станция. Она состоит из двух сортировочных систем (система включает парк приема, горку, сортировочный парк и парк отправления. Есть случаи использования единого сортировочно-отправочного парка).

Особенности устройства 2-сторонних станций определяют и особенности их технологии. Во первых, угловые вагоны в каждой системе приходится при сортировке накапливать на отдельных путях, а потом передавать в другую систему для повторной сортировки по назначениям. Во-вторых, так как каждой системой управляет свой маневровый диспетчер, то для координации работы двух систем и управления работой станции в целом вводится должность сменного станционного диспетчера.

**Определение количества маневровых локомотивов**

Количество маневровых локомотивов на сортировочных, участковых и грузовых станциях должно рассчитываться путем сопоставления вариантов возможного числа локомотивов по сумме суточных эксплуатационных расходов.

Суточные эксплуатационные расходы *Есут* должны включать два слагаемых: расходы, связанные с часами работы маневровых локомотивов (*Еман*) и расходы, связанные с простоями вагонов в ожидании маневров (*Еваг*), т.е.

.



Рассмотрим вначале порядок определения числа локомотивов на сортировочных станциях для расформирования и формирования поездов.

Варианты возможного числа локомотивов на горке и на вытяжках устанавливаются следующим образом.

В расчетах число локомотивов на горке должно варьироваться от минимально необходимого до того их количества, при котором горочный технологический интервал перестает сокращаться.

Минимально необходимое число локомотивов на горке находится из условия, чтобы загрузка горки .



,



Где

- среднесуточное число расформируемых поездов;



- горочный технологический интервал, мин;



- коэффициент, учитывающий надежность технических устройств (0,08 для замедлителей КВ, 0,06 для замедлителей КНП-5 и ВЗПГ);



- коэффициент, учитывающий возможные перерывы в использовании горки из-за враждебных передвижений (=0,95-0,97);



- занятие горки постоянными операциями (экипировка локомотивов, техническое обслуживание горочных устройств, расформирование вагонов с пунктов выгрузки и ремонта, для средних условий 60 минут);



- относительные потери перерабатывающей способности горки из-за недостатка числа и вместимости сортировочных путей, в среднем =0,05 при наличии ПО.



Число локомотивов на вытяжках в расчетах должно варьироваться от минимального до того их числа:

1. Которое не превышает числа вытяжных путей формирования;
2. При котором загрузка локомотива будет не ниже 0,4.



Минимальное число локомотивов для формирования поездов определяется из условия, чтобы .



Загрузка локомотивов формирования находится по формуле

,



где - средневзвешенное время окончания формирования состава;



- то же выставление в ПО;



- то же возвращение в ПС;



- коэффициент, учитывающий перерывы в использовании вытяжных путей из-за враждебных передвижений, =0,93 когда маршруты перестановки с одних путей враждебны маршрутам с других путей, и =0,95 когда не враждебны.



- суммарное время занятия вытяжных путей постоянными операциями, для средних условий =90 мин.



Общее число рассматриваемых вариантов, для которых рассчитываются суточные эксплуатационные расходы , равно:



где - число вариантов локомотивов на горке;



- то же для формированных поездов.



Суточные эксплуатационные расходы, связанные с часами работы маневровых локомотивов определим из выражения:

,



где - локомотиво-ч работы маневровых локомотивов, ;



- число локомотивов на горке;



- число локомотивов для формирования поездов;



- эксплуатационные расходы, приходящиеся на 1 локомотиво-ч маневровой работы.



Суточные эксплуатационные расходы, связанные с межоперационными простоями вагонов, определяется из выражения:

,



где - суточные вагоно-ч простоя вагонов в ожидании маневров;



- среднесуточное число перерабатываемых вагонов;



- средний простой вагона в ожидании расформирования, ч;



- то же в ожидании формирования, ч;



- эксплуатационные расходы, приходящиеся на 1 вагоно-ч простоя.



Значение и в зависимости от загрузки и определяются по таблице



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| , | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| , мин. | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 11 | 18 | 28 | 40 |
| , мин. | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 22 | 30 | 44 | 57 |

В качестве оптимального варианта числа локомотивов на горке и на вытяжках принимается тот, для которого суточные эксплуатационные расходы минимальны или отличаются от минимальных менее чем на 5%.

Рассмотрим порядок расчета количества маневровых локомотивов для грузовых станций, а также для работы с местными вагонами и для других местных нужд сортировочной станции, например для подач и уборок вагонов на пункт отцепочного ремонта, в вагонное депо.

Для этих условий число локомотивов должно быть таким, чтобы их загрузка не превышала 0,85, но не была ниже 0,4. Этим условиям могут отвечать не один, а два и более вариантов числа маневровых локомотивов. Варианты сравниваются между собой по сумме суточных эксплуатационных расходов аналогично расчетам по определению оптимального числа локомотивов для расформирования и формирования поездов. При этом определяется по формуле



,



где - число маневровых локомотивов для данного варианта;



- суточный объем маневровой работы, который должны выполнить эти локомотивы;



- коэффициент, учитывающий возможные перерывы в использовании локомотива



из-за враждебных передвижений (можно принять равным 0,93);

- простой маневрового локомотива в связи с его экипировкой, сменой бригад и дру гими постоянными операциями.



Величина среднего простоя местного вагона в ожидании подачи и уборки в зависимости от загрузки маневрового локомотива определяется по следующей таблице

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Загрузка маневрового локомотива | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| Средний простой в ожидании маневров, мин | 3 | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 70 | 175 | 300 |

Если объем маневровой работы в ночные и дневные смены резко различается, то и число маневровых локомотивов по сменам будет различным.

Если при одном локомотиве загрузка его будет ниже 0,4, то может предусматриваться выделение маневрового локомотива для местной работы не на все сутки, а на часть суток.

На сортировочных станциях возможна также организация подачи и уборки местных вагонов локомотивами, занятыми на расформировании и формировании поездов в свободное от основной работы время.

В этом случае проверяется расчетная их загрузка, которая не должна превышать 0,85.

**Эксплуатационная надежность работы станций**

Прежде чем вести речь об эксплуатационной надежности работы станций определим понятие надежности технического средства.

Под надежностью понимают вероятность безотказной работы технического средства в течение заданного периода времени. Этим периодом времени может служить срок службы.

Если рассматривается работа станции по приему и пропуску поездов, то под эксплуатационной надежностью понимается вероятность безотказного приема станцией поездов. При этом отказом будет задержка в приеме поезда на станцию. Задержка может быть у входного сигнала, что крайне нежелательно, в том числе и по условиям безопасности движения. Задержка может быть и на впереди лежащей станции по ходу движения поезда. Решение о такой задержке принимает поездной диспетчер, если он видит, что по складывающейся обстановке на станции прием поезда без задержки у входного сигнала маловероятен.

Виды или причины отказов в приеме поездов на станцию.

1. Отказы технических средств (например неисправность стрелочного перевода, обрыв контактной сети и др.);

2. Отказы в системе работы людей (сердечный приступ у дежурного по станции, появление должностного лица, связанного с движением поездов, на работе в нетрезвом состоянии, нарушение дисциплины и т.д.);

1. Технологические отказы.

Например, при одновременном подходе поездов из N и P при занятых 1 и 2 путях одновременный прием их невозможен, и один из поездов должен быть задержан;

4. Отказы, вызванные случаями превышения часовой пропускной способности элемента транспортной системы (П) фактическим числом поездов, поступивших за тот же отрезок времени, т.е. когда N >П.

Эксплуатационная надежность станции за какой-то период времени (месяц, квартал, год) может быть определена по формуле

,



где - общее число поездов, принятых за рассматриваемый период;



- число задержанных поездов из общего их числа.



Эксплуатационная надежность работы станций, отдельных парков и горловин должна быть достаточно высокой (на уровне 0,95-0,98).

**Взаимодействие процессов на станциях**

В этой теме будем рассматривать условия, при которых станции и их парки смогут работать с высоким уровнем эксплуатационной надежности.

Основное условие взаимодействия: интенсивность обслуживания составов в парках станции должна быть выше интенсивности входящего потока , т.е. .



Но насколько она должна быть выше? Каков должен быть резерв пропускной или перерабатывающей способности отдельных парков станции? Часто однозначного ответа на этот вопрос дать нельзя. Рассмотрим отдельные подсистемы сортировочной станции.

1. Примыкающие участки-парк приема-горка.

Здесь первая фаза обслуживания-работа ПТО, а вторая-работа горки. Тогда - для первой фазы обслуживания; - для второй фазы.



где - суточное число поездов, прибывающих в расформирование;



- время на техосмотр одного поезда;



- число работающих в парке бригад.



Для системы парк приема-горка максимальная загрузка и тем самым минимально необходимый технологический резерв могут быть определены по графику



1,0



0,8

0,9

0,7

0,6



0,4

0,3

0,5

0,7

0,9

1,1

1,3

1,5

1,7



При построении графика по оси абсцисс откладывалось соотношение пропускной способности парка приема к перерабатывающей способности горки в составах , а по оси ординат максимальная загрузка горки и парка приема .



Как видно из графика, если (т.е. ) например, когда путей в ПП много, горку можно загружать с высоким уровнем, технологический резерв ее может быть на уровне 10%, так как в период сгущенного подхода поездов все они в принципе могут быть приняты без задержек у входного сигнала.



Иная ситуация будет, если (т.е. ).



Здесь парк приема можно загружать до более высокого уровня, в то же время технологический резерв горки д.б. например на уровне 0,30-0,40.

2. Система формирования.

Здесь интенсивность входящего потока , а интенсивность обслуживания



,



где - суточное количество накопленных составов;



- число локомотивов, занятых формированием поездов и перестановкой их в парк отправления;



- средняя продолжительность соответственно окончания формирования состава и перестановки его в парк отправления.



Резерв системы формирования должен быть на уровне 10-15%.

3. Система отправления.

Здесь интенсивность входящего потока , обслуживание двухфазовое.



Первая фаза-работа бригад ПТО, интенсивность обслуживания ,



где - число отправленных из парка отправления поездов (своего формирования и транзитных;



- средняя продолжительность технического осмотра и безотцепочного ремонта одного состава.



Вторая фаза-отправление подготовленных поездов. Здесь интенсивность обслуживания

,



где- средний интервал между нитками графика движения поездов, обеспеченных поездными локомотивами и бригадами.



Исходя из основного условия взаимодействия

,



Отсюда , т.е. ниток графика, обеспеченных локомотивами и бригадами, должно быть больше поездов. Практически надо прежде всего установить требуемый резерв поездных локомотивов, бригад и резерв парка отправления. Связь между величинами этих резервов вида из графика.



Как следует из графика с увеличением резерва поездных локомотивов снижается величина требуемого резерва путей парка отправления, и наоборот.

0,47

0,26



0,30

0,10

0,20

Проще говоря при нехватке путей в парках отправления надо вводить дополнительные локомотивы и бригады, а при нехватке локомотивов укладывать дополнительные пункты.

**Интенсивная технология местной работы**

На грузовых и на других станциях, где значителен объем местной работы, погрузка и выгрузка вагонов обычно осуществляется на большом количестве объектов. При этом прибывающие под выгрузку вагоны подвергаются многократной переработке. Их сортируют по районам грузовой работы, затем по отдельным получателям или пунктам назначения, а потом по фронтам выгрузки. Количество сортировочных путей при этом в несколько раз меньше подбираемых групп вагонов, и это в свою очередь увеличивает кратность их сортировки. В результате замедляется процесс переработки местных вагонов, а продолжительность нахождения их на станции увеличивается, достигая порой нескольких десятков часов.

Существенно ускорить переработку местных вагонов на станциях с большим количеством пунктов выгрузки и погрузки позволит применение комплекса мер, объединяемых понятием-интенсивная технология местной работы. Она включает следующие составляющие.

1. Диспетчерское руководство маневрами с местными вагонами.

Известно, что диспетчерский метод положен в основу управления работой каждой крупной станции. Но в данном случае подразумевается повышение степени детализации диспетчерского руководства применительно к местным вагонам, возложение этих функций на специально выделенное лицо. В отдельных случаях потребуется введение в штат диспетчера по местной работе, в других дополнительные функции могут быть возложены, например, на старшего приемосдатчика благодаря таким мерам составитель освобождается от значительной части операций, непосредственно не связанных с руководством передвижениями маневрового локомотива (ознакомление с расположением вагонов на путях, планирование маневров, обмен информацией с грузовыми фронтами и др.)

В результате повышается производительность маневровых локомотивов, что приводит к снижению коэффициента их загрузки и тем самым к снижению межоперационных простоев в ожидании подачи вагонов под грузовые операции и их уборки.

2. Использование малых сортировочных устройств (горки малой мощности, полугорки) для ускорения сортировки местных вагонов по маневровым районам, по пунктам погрузки-выгрузки и по отдельным складам. Особого выполнения заслуживает предложенное ВНИИЖТом сортировочное устройство в виде так называемой бестормозной полугорки, если число сортировочных путей не превышает 6-8. Ее высоту рассчитывают исходя из условия, чтобы скатывающийся отцеп с хорошими ходовыми качествами подходил к стоящим на пути вагонам со скоростью соударения не более 5 км/ч. В этих условиях исключается труд регулировщиков скорости движения вагонов, и отдает потребность в вагонных замедлителях.

3. Использование комбинаторного метода формирования многогруппных составов. Этот метод позволяет за минимальное число сортировок сформировать многогруппный состав в условиях, когда число групп вагонов значительно превышает число используемых для их подборки путей. Комбинаторный метод позволяет устранить трехкратную переработку местных вагонов перед подачей под грузовые операции (подборка по районам маневровой работы, по получателям и по отдельным фронтам), заменив ее на разовую переработку. Это сокращает объем маневровой работы. Ниже представлен пример формирования многогруппного состава комбинаторным методом из 15 групп на 4 путях.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  пути | Номер сортировки | | | | Перестановка |
| 1-я | 2-я | 3-я | 4-я |
| 18 | (1) | (2) | (3) (4) | (5) (6) (7) (8) | (9÷15) |
| 19 | (2, 4,6,8,9,11,13,15) | (9) | (10) (11) | (12) (13) (14) (15) |  |
| 20 | (3,7,10,14) | (4,8,11,15) |  |  |  |
| 21 | (5,12) | (6,13) | (7,14)  (8,15) |  |  |

Использование комбинаторного метода сокращает продолжительность формирования многогруппного состава, если число групп превышает число путей формирования в два или более раз. При меньшем их соотношении аналогичные результаты дает и традиционный способ: направление на каждый путь кроме одного при каждой сортировке (кроме последней сортировки вагонов) какой-то одной группы.

Схемы формирования многогруппных составов комбинаторным методом, имеющиеся в литературных публикациях, следует рассматривать как частные примеры. Применительно к конкретной станции должны разрабатываться свои схемы формирования, исключающие многократную сортировку наиболее крупных групп вагонов (группы вагонов обычно не равновелики).

При составлении плана формирования многогруппного состава комбинаторным методом необходим учет взаимного расположения вагонов в накопленном составе. При этом группам вагонов должны присваиваться условные номера исходя из того, что вагоны следующего номера назначения при сортировках не разъединяются и поэтому считаются принадлежащими одной условной группе. Так как условных групп меньше, чем фактических, то во многих случаях при формировании многогруппных составов повторных сортировок будет меньше. Например, в накопленном составе фактические номера групп вагонов расположены в таком порядке 13, 5, 4, 14, 1, 6, 14, 10, 7, 3, 9, 8, 1, 11, 12, 4, 15, 8, 5, 2, 6. В этом же составе условные номера будут расположены в таком порядке: 8, 4, 3, 8, 1, 4, 8, 7, 5, 2, 6, 5, 1, 7, 2, 8, 5, 3, 1, 4.

Здесь фактических номеров 15, а условных лишь 8. При формировании многогруппного состава на 4-х путях при ориентации на условные номера групп экономится одна сортировка.

4. Применение персональных компьютеров, на базе которых создана система «Электронный составитель».

Она позволяет в конкретных условиях получать оптимальный вариант формирования многогруппного состава, когда достигается минимальное количество маневровых рейсов и переработок вагонов.

При этом учитывается фактическое расположение групп, наличие свободных путей формирования или отрезков этих путей, наличие вагонов, которое можно сортировать только осаживанием, поступление вагонов сверх вместимости грузовых фронтов.

Выходным документом, выдаваемым системой, является наряд (сортировочный листок), на формирование многогруппного состава.

**Основные показатели работы станций.**

Работа станций оценивается количественными и качественными показателями. Количественные показатели характеризуют объем выполняемой работы. К ним относятся:

число отправленных вагонов, с подразделением на транзитные без переработки, транзитные с переработкой и местные;

число сформированных поездов в целом и подразделением на категории (отправительских маршрутов, сборных и др.);

число принятых разборочных поездов и транзитных без переработки;

общий объем погрузки и выгрузки в вагонах и тоннах;

вагонооборот станции, равный сумме прибывших и убывших вагонов за сутки;

количество переработанных вагонов;

процент отправленных поездов по расписанию, учитывается отдельно для грузовых и пассажирских поездов;

рабочий парк вагонов, который показывает среднее за сутки наличие вагонов на станции и определяется по формуле



где - среднесуточное поступление на станцию соответственно транзитных без переработки, с переработкой и местных вагонов;



- средний простой вагонов соответственно транзитных без переработки, с переработкой и местных.



К качественным показателям работы станции относятся.

Среднее время нахождения вагона на станции в ч, средний простой транзитного вагона без переработки, с переработкой и местного. Простой транзитного вагона с переработкой может определяться с расчленением на отдельные слагаемые: на путях прибытия, в процессе расформирования, под накоплением, в процессе формирования и на путях отправления. Аналогично на отдельные слагаемые может быть расчленен и простой местного вагона. Нередко в производственных условиях простой местного вагона представляют в виде трех слагаемых:

1. от прибытия до окончания подачи под грузовые операции;
2. время под грузовыми операциями, включая их ожидание;
3. от окончания грузовых операций до отправления.

Коэффициент сдвоенных операций показывает, сколько грузовых операций приходится в среднем на один местный вагон и находится по формуле

,



где - количество погруженных и выгруженных вагонов за сутки;



- число прибывших с других станций порожних вагонов, используемых для погрузки.



Простой местного вагона, приходящийся в расчете на одну грузовую операцию (на практике называют: «простой под одной грузовой операцией») определяется по формуле



Статическая нагрузка показывает, сколько т груза приходится в среднем на один вагон. Она определяется делением общего количества т грузов, погруженных на станции, на общее количество использованных для погрузки вагонов.

Средний коэффициент использования маневровых локомотивов определяется из выражения



где - суммарное время работы за сутки всех маневровых локомотивов, мин;



*М* - количество маневровых локомотивов;

- время на экипировку и другое время, которое маневровый локомотив не находился в распоряжении станции.



Вместо среднего коэффициента использования маневрового локомотива этот коэффициент подсчитывают для каждого локомотива в отдельности.

Производительность маневрового локомотива - это количество переработанных вагонов, приходящихся на один локомотив.



Себестоимость каждого измерителя (один отправленный вагон транзитный с переработкой, без переработки и местный, одна тонна погруженного и выгруженного груза и др.) на станции находят делением общих расходов на объем работы за год или квартал.

**Анализ работы станции**

Анализ работы крупных станций должен предусматривать:

сопоставление фактических показателей работы с заданными и с аналогичными за прошлый период;

причины отклонения выполненных показателей от заданных;

мероприятия по устранению недостатков в работе, улучшению технологии и обеспечению устойчивой работы станции.

Для анализа работы станции служат графики исполненной работы, заполнение различных форм учета и отчетности.

На станциях выполняют следующие виды анализа.

Сменный анализ проводит начальник станции или его заместитель по окончании дежурства. При этом устанавливается выполнение заданных показателей, причины срыва поездов по отправлению и задержек поездов на подходах, причины невыполнения планов по выгрузке и погрузке вагонов, причины нарушения технологии и установленных нормативов.

Суточный анализ выполняется работниками производственно-технического отдела станции в целях выявления потерь в использовании элементов путевого развития и технического оснащения станции.

результаты оперативного, то есть сменного и суточного анализа регулярно рассматриваются руководителями станции, отдела и службы перевозок для принятия мер по ликвидации затруднений и недостатков в работе предприятий различных служб, обеспечивающих работу станции.

Периодический анализ выполнения количественных и качественных показателей, производительности труда, себестоимости переработки вагонов, состояния безопасности движения и охраны труда обобщает результаты оперативных анализов и служит основой для разработки организационно-технических мероприятий.

Целевой анализ производится для выработки организационных и технологических решений на основе углубленного изучения отдельных вопросов работы станции (причины задержек поездов на подходах, качество информации о подходе поездов, причины замедления процессов погрузки и выгрузки вагонов, нарушение сохранности перевозимых грузов, улучшение использования пропускной и перерабатывающей способности и др.).

Кроме учетно-отчетных документов при целевых анализах используют хронометражные наблюдения, моделирование работы станции и ее элементов, технико-экономические расчеты.