

УДК 656.212.5

Е. А. ТЕРЕЩЕНКО

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
yahen1530@gmail.com*

РАСЧЕТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РАСФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ НА ВЫТЯЖНОМ ПУТИ ПО СЕКЦИЯМ СОРТИРОВОЧНОГО ПАРКА ДЛЯ ТИПИЧНЫХ СХЕМ БЕЗГОРОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Исследуется влияние принятой технологии расформирования составов на продолжительность данного процесса при различном сочетании числа отцепов, назначений в расформированном составе, количестве сортировочных путей и выделяемых секциях на каждом пути.

Расформирование составов на вытяжном пути обеспечивается маневровым или поездным локомотивом посредством осаживания, изолированными или серийными толчками по назначениям на пути сортировочного парка. При значительной полезной длине путей и наличии маломощных назначений сортировочные пути целесообразно разбивать на секции, что позволяет увеличить число одновременно формируемых назначений.

Продолжительность расформирования существенно различается в зависимости от целого ряда условий. Стандартной схемой путевого развития при выполнении маневровой работы на станции считаем наличие вытяжного пути, имеющего выход на все пути сортировочного парка, и кустовое примыкание путей необщего пользования за противоположной горловиной, также имеющих выход на эти пути, которые разделены на отдельные секции по назначениям плана формирования (рисунок 1).

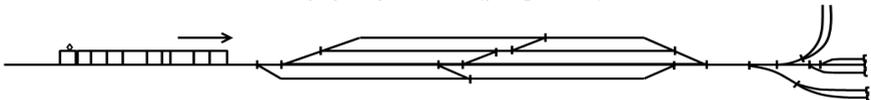


Рисунок 1 – Стандартная схема (S_1) расформирования составов на вытяжном пути

Основные способы проведения расформирования и влияющие условия на продолжительность операций приведены в таблице 1.

По каждому из определенных 24 вариантов расформирования его продолжительность будет различаться и зависеть от значений целого ряда других параметров (длины вытяжного пути, соотношения числа групп и назначений в расформировываемом составе, режима уборки подобранных групп секций по пунктам производства грузовых операций, графика работы с отсевным путем и др.).

Таблица 1 – Индексные варианты технологии расформирования составов на принятой стандартной схеме безгорочной станции

Схе-ма	Способ расформирования	Ресурс сортировочных путей							
		Достаточный				Недостаточный			
		Эквивалентное разбиение		Неэквивалентное разбиение		Эквивалентное разбиение		Неэквивалентное разбиение	
		2 сек-ции	3 сек-ции	1+2	2+3	2 сек-ции	3 сек-ции	1+2	2+3
S_1	Осаживание	$S_{11}(R^+_E)$	$S_{12}(R^+_E)$	$S_{13}(R^+_N)$	$S_{14}(R^+_N)$	$S_{15}(R^-_E)$	$S_{16}(R^-_E)$	$S_{17}(R^-_N)$	$S_{18}(R^-_N)$
S_1	Одиночные толчки	$S_{21}(R^+_E)$	$S_{22}(R^+_E)$	$S_{23}(R^+_N)$	$S_{24}(R^+_N)$	$S_{25}(R^-_E)$	$S_{26}(R^-_E)$	$S_{27}(R^-_N)$	$S_{28}(R^-_N)$
S_1	Серийные толчки	$S_{31}(R^+_E)$	$S_{32}(R^+_E)$	$S_{33}(R^+_N)$	$S_{34}(R^+_N)$	$S_{35}(R^-_E)$	$S_{36}(R^-_E)$	$S_{37}(R^-_N)$	$S_{38}(R^-_N)$

Для ряда наиболее простых с технологической точки зрения вариантов $S_{11}(R^+_E)$, $S_{12}(R^+_E)$ и некоторых других можно получить аналитические выражения длительности выполнения расформирования составов. Для сложных вариантов (например, для $S_{37}(R^-_N)$) возможна некоторая средневзвешенная оценка затрат времени на расформирование составов.

Вывод общих формул зависимости продолжительности расформирования от значимых переменных производится по математической индукции с исследованием полного алгоритма последовательности отдельных элементарных операций. Например, решение поставленной задачи для условий варианта $S_{11}(R^+_E)$ осуществляется следующим образом. В исходной позиции определяем *общие условия*, одинаковые для всех рассматриваемых далее вариантов; *частные условия*, являющиеся характеристикой некоторых вариантов, и *единичные условия*, присущие только одному варианту. По мере рассмотрения других вариантов $S_{ij}(R^{+(-)}_{N(E)})$ база общих, частных и единичных условий будет дополняться. Для варианта $S_{11}(R^+_E)$ все условия приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень необходимых исходных условий для варианта $S_{11}(R^+_E)$

Параметр	Обозначение параметра	Условия		
		общие	частные	единичные
Число вагонов в составе	m_c	+		
Число назначений на станции	N	+		
Число назначений в составе	n	+		
Число групп в составе	g	+		
Число путей в сортировочном парке	$N_{\text{пут}}$	+		
Число секций в сортировочном парке	$n_{\text{секц}}$	+		
Характер разбиения путей	R_E, R_N		R_E^+	

Пусть $m_c = 20$, $N_{\text{пут}} = 5$, $R_F = 2$ (каждый путь разбивается на две секции). При выделенном ходовом пути и занимаемой его правой части под секцию общее количество секций в данном сортировочном парке

$$n_{\text{секц}} = (N_{\text{пут}} - 1)R_E + 1 = 7.$$

Принимаем, что $n = g = n_{\text{секц}} = 7$.

Таким образом, данный вариант предполагает, что в расформирование пребывает передача из 20 вагонов, которые следуют по семи назначениям плана формирования. В составе семь групп, вагоны которых направляются на 7 секций достаточной вместимости (рисунок 2).

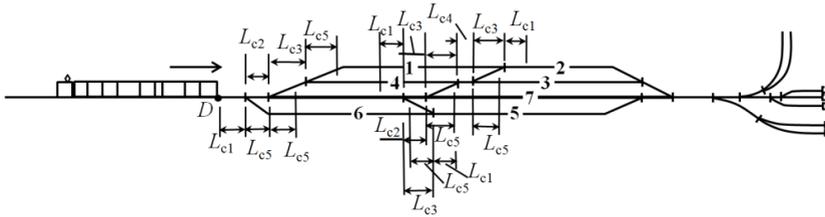


Рисунок 2 – Расчётная схема варианта $S_{11}(R^+_{E})_0$

Длины межстрелочных и предстрелочных участков определяются как L_{c1} , L_{c2} , L_{c3} , L_{c4} и L_{c5} . Принимаем, что матрица разложения состава по назначениям следующая:

$$Ar = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 3 & 2 & 4 & 2 & 3 & 5 & 1 \end{pmatrix}.$$

Номера секций и первая строка матрицы (1–7) указывают на именованные назначения. Вторая строка определяет число вагонов на соответствующие назначения. Вариант $S_{11}(R^+_{E})_0$ интерпретируется как наиболее простая схема, в которой число групп в составе равно числу назначений и количеству секций сортировочного парка. При этом все назначения по плану формирования станций имеются в данном составе. Порядок расположения групп в матрице начинается с хвоста состава.

Значения L_{c1} , L_{c2} , L_{c3} , L_{c4} и L_{c5} различаются (для указанных схем взаимного расположения стрелочных переводов марки 1/9 в парках станции и установки маневровых сигналов $L_{c1} = a_{1/9} \approx 15$ м; $L_{c2} \approx 40$ м; $L_{c3} \approx 48$ м; $L_{c4} \approx 35$ м; $L_{c4} \approx 41$ м). Для дальнейших расчетов целесообразно использовать средневзвешенную величину L_c , определяемую для сортировочных парков с различным числом путей.

Маршруты следования маневрового состава на секции сортировочного парка всегда отсчитываем от крайней точки последнего вагона. Таким образом, расстояние следования состава на секцию 1 (первое назначение) согласно рисунку 2 и матрице Ar

$$L_{11} = L_c + L_c + L_c + L_c + L_{cекц1},$$

где $L_{cекц1}$ – полезная длина секции 1.

После отцепки на секции 1 трех вагонов (согласно матрице Ar) возврат на вытяжной путь до точки D (см. рисунок 2) занимает путь

$$L_{12} = (L_{cекц1} - 3L_{ваг}) + 4L_c,$$

где $L_{ваг}$ – длина вагона (15 м).

Два следующих полурейса с обслуживанием секции 2 потребуют прохождения маршрутов:

$$L_{21} = 3L_c + L_x / 2 + 6L_c + L_{\text{секц}2},$$

$$L_{22} = (L_{\text{секц}2} - 2L_{\text{ваг}}) + L_x / 2 + 9L_c.$$

где L_x – полезная длина ходового пути, равная полезной длине секции.

Продолжая выполнять последовательности полурейсов по обслуживанию остальных секций, получаем длины маршрутов:

$$L_{31} = 3L_c + L_x / 2 + 5L_c + L_{\text{секц}3}, L_{32} = (L_{\text{секц}3} - 4L_{\text{ваг}}) + L_x / 2 + 8L_c.$$

$$L_{41} = 4L_c + L_{\text{секц}4}, L_{42} = (L_{\text{секц}4} - 2L_{\text{ваг}}) + 4L_c.$$

$$L_{51} = 3L_c + L_x / 2 + 3L_c + L_{\text{секц}5}, L_{52} = (L_{\text{секц}5} - 3L_{\text{ваг}}) + L_x / 2 + 6L_c.$$

$$L_{61} = 2L_c + L_{\text{секц}6}, L_{62} = (L_{\text{секц}6} - 5L_{\text{ваг}}) + 2L_c.$$

$$L_{71} = 3L_c + L_x / 2 + 3L_c + L_{\text{секц}7}, L_{72} = (L_{\text{секц}7} - L_{\text{ваг}}) + L_x / 2 + 6L_c.$$

Суммирование длин полурейсов по каждой обслуживаемой секции определяет затраты времени на маневровую работу:

$$L_1 = 8L_c + 2L_{\text{секц}1} - 3L_{\text{ваг}},$$

$$L_2 = 18L_c + 2L_{\text{секц}2} + L_x - 2L_{\text{ваг}},$$

$$L_3 = 16L_c + 2L_{\text{секц}3} + L_x - 4L_{\text{ваг}},$$

$$L_4 = 8L_c + 2L_{\text{секц}4} - 2L_{\text{ваг}},$$

$$L_5 = 12L_c + 2L_{\text{секц}5} + L_x - 3L_{\text{ваг}},$$

$$L_6 = 2L_c + 2L_{\text{секц}6} - 5L_{\text{ваг}},$$

$$L_7 = 6L_c + 2L_{\text{секц}7} + L_x - L_{\text{ваг}}.$$

Из приведенных аналитических выражений видно, что рейсы слагаются из маршрутов по межстрелочным участкам (L_c), полезных длин путей секций ($L_{\text{секц}i}$), многократных маршрутов по ходовому пути для «дальних» секций (L_x) и вычитаемых длин, занимаемых группами вагонов, которые устанавливаются на секциях ($m_{gi}L_{\text{ваг}}$). Таким образом,

$$L_i = W_i L_c + 2L_{\text{секц}i} + L_x - m_{gi} L_{\text{ваг}}, \text{ если } i\text{-я секция «дальняя»},$$

иначе

$$L_i = W_i L_c + 2L_{\text{секц}i} - m_{gi} L_{\text{ваг}},$$

где W_i – количество межстрелочных участков на двух полурейсах обслуживания i -й секции.

Суммарная длина маршрутов по расформированию состава

$$\sum L_{\text{расф}} = \sum_{i=1}^n (W_i L_c + 2L_{\text{секц}i} \pm L_x - m_{gi} L_{\text{ваг}}).$$

Общее количество межстрелочных участков, занимаемых маневровыми передвижениями по обслуживанию секций, $\sum W_i = 70$. Следует отметить, что независимо от порядка следования на отдельные секции при занятии всех секций сортировочного парка ровно по одному разу ($n = g = n_{\text{секц}} = 7$) межстрелочные участки будут занимать 70 раз.

Общие затраты времени на расформирование состава

$$t_{\text{расф}} = \frac{L_{\text{расф}}}{v_{\text{расф}}},$$

где $v_{\text{васф}}$ – средняя скорость движения маневрового состава при расформировании осаживанием, км/ч.

Аналогично варианту $S_{11}(R^+_{E})_0$ исследуются:

- $S_{11}(R^+_{E})_1$, когда $N = n = n_{\text{секп}}$, $g > n$;
- $S_{11}(R^+_{E})_2$, когда $N > n$, $N = n_{\text{секп}}$, $g < n$;
- $S_{11}(R^+_{E})_3$, когда $N > n$, $N = n_{\text{секп}}$, $g > n$.

Особый интерес представляет определение зависимости количества забираемых при расформировании межстрелочных участков L_c числа групп в составе при $g < n$, так как определяющим фактором при этом является закрепление секций за определенными назначениями. Если для исходного варианта $S_{11}(R^+_{E})_0$ число секций, обслуживаемых без занятия ходового пути,

$$n_{\text{секци(-х)}} = \frac{N_{\text{пут}} R_E}{2} - 1,$$

то для других вариантов ожидаемы более сложные зависимости, которые трудно получить аналитически.

В целом предложенный алгоритм расчета затрат времени на расформирование составов по секционированным путям сортировочного парка целесообразно использовать для остальных вариантов технологии работы безгрозных станций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Журавель, В. В.* Повышение эффективности функционирования промышленной станции путем совершенствования ее конструкции / В. В. Журавель, И. Л. Журавель // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. – 2015. – № 2 (74). – С. 61–67.

2 *Маслов, А. М.* Техничко-технологические параметры функционирования грузовых станций железнодорожного транспорта в условиях стохастического характера вагонопотока : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 / А. М. Маслов ; Урал. гос. ун-т путей сообщения. – Екатеринбург, 2009. – 23 с.

3 *Сковрон, И. Я.* Совершенствование технологии и технических средств формирования многогруппных составов : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / И. Я. Сковрон. – Днепропетровск, 2015. – 222 с.

4 *Терещенко, Е. А.* Эквивалентные и неэквивалентные разбиения сортировочных путей железнодорожных станций на секции / Е. А. Терещенко // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. тр. ; редкол.: А. К. Головнич (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2020. – Вып. 2. – С. 160–165.

E. A. TERESHCHENKO

DURATION CALCULATION DISSOLUTION OF TRAINS ON THE TAIL TRACK BY SECTION OF SORTING PARK FOR TYPICAL SCHEMES OF NON-HUMP STATIONS

The influence of the adopted technology of disbanding trains on the duration of this process is studied for a different combination of the number of cuts of cars, assignments in the disbanded train, the number of sorting tracks and allocated sections on each track.

Получено 29.11.2022