

**Выводы:**

Технически допустимую загрузку грузового фронта для переработки местных вагонопотоков определяет отношение числа вагонов, которое он может обработать, к максимальной суточной его производительности при соблюдении рассмотренных двух условий допустимой загрузки станций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сотников Е.А., Левин Д.Ю., Бебчук Б.Ц. Определение рационального путей и вагонного парка для грузовых станций //М., Вестник ВНИИЖТ, 1982, №4, с. 1-6.

2. Санитарные нормы и правила проектирования железнодорожных станций и узлов. М., Транспорт, 2000, 98 с.

**УДК 656.2**

**Аустниязова Бибигуль Иосифовна – соискатель (Алматы, КазАТК)**

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ВАРИАНТЫ  
ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ МЕСТНЫХ ВАГОНОПОТОКОВ В  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЗЛЕ**

В условиях рыночных отношений изменение требований к качеству перевозок, выполняемых железнодорожным транспортом, приводит к увеличению сортировочной работы с местными вагонами в узлах (отправление грузов более мелкими партиями с целью равномерного их поступления потребителям, сокращение и соблюдение сроков доставки и т.п.). Сохранение действующей системы переработки местных вагонов назначением на ГСПП в крупнейших железнодорожных узлах приведет к значительным потерям по перевозкам. Следовательно, дальнейшее совершенствование перевозочного процесса может быть достигнуто за счет улучшения местной работы узлов и, в частности, с вагонопотоками грузовых станций, обслуживающих подъездные пути.

Имея в виду значительные временные и материальные потери, связанные с переработкой местных вагонов в железнодорожных узлах, крупнейших городов, необходимо провести выбор технического оснащения и размещение в узлах сортировочных устройств для переработки местных вагонопотоков назначением на ГСПП.

Анализ работы ГСПП показывает, что задержки и сверхнормативные простои вагонов на многих из них вызваны несоблюдением графика движения передаточных поездов. Число передаточных поездов, отправляемых по графику, обычно не превышает 17-20%. К тому же данные графики, как правило, не увязаны с технологическими процессами работы грузовых станций и не учитывают особенности их работы.

Неудовлетворительное выполнение нормативных заданий по простоям вагонов на ГСПП объясняется и крайне слабым их техническим оснащением и связанными с этим трудностями совершенствования технологии работы.

Значительный удельный вес вагонопотока, идущего на ГСПП, поступает в адрес различных строительных организаций и небольших предприятий, на торговые базы и склады, которые, как правило, работают в одну смену. К тому же в последнее время, вследствие спада промышленного производства и тяжелого экономического кризиса, многие крупные заводы переходят на односменный режим работы, неполную рабочую неделю. Повысить объем грузовой работы на их подъездных путях в ночное время, выходные, предпраздничные дни в действующих экологических условиях пока не представляется возможным.

Трудности работы, имеющие место непосредственно на подъездных путях, возникают из-за недостаточного их технического оснащения и развития. Недостаток складских помещений, средств механизации, фронтов для погрузки и выгрузки грузов и др. оказывает непосредственное влияние на простой вагонов на ГСПП.

В настоящее время сортировочные станции узлов отправляют на ГСПП передаточные поезда без подборки вагонов. Как правило, для переработки местных вагонов на различные станции узлов, которые взаимодействуют с одной сортировочной станцией, на последней выделяется 2-3 пути.

В основу методики расчета показателей, характеризующих систему переработки местного вагонопотока назначением на ГСПП, автором статьи положена экономико-математическая модель, описывающая аналитический процесс от поступления местного вагона в узел до подачи его под выгрузку.

Предложенная методика предполагает принципиальную схему переработки местного вагонопотока в узле: сортировочная станция – ГСПП.

Общая структура возможных способов и мест выполнения операций по подборке местных вагонов назначением на ГСПП предусматривает 8 вариантов распределения сортировочной работы в узле. Подборка вагонов по грузовым фронтам ГСПП может производиться:

- 1 – в полном объеме непосредственно на ГСПП;
- 2 – частично на сортировочной станции на вытяжных путях в хвостовой горловине сортировочного парка;
- 3 – частично на сортировочной станции на горке малой мощности в хвостовой горловине сортировочного парка;
- 4 – в полном объеме на сортировочной станции на вытяжных путях в хвостовой горловине сортировочного парка;
- 5 – в полном объеме на сортировочной станции на горке малой мощности в хвостовой горловине сортировочного парка;
- 6 – частично на сортировочной станции посредством повторного однократного роспуска с основной горки;
- 7 – в полном объеме на сортировочной станции посредством повторного многократного роспуска с основной горки;
- 8 – в полном объеме на сортировочной станции с использованием ВСУ.

Для сравнения вариантов распределения сортировочных операций по переработке местного вагонопотока назначением на ГСПП приняты следующие критерии:

- вагоно-часы, связанные с сортировочной работой;
- локомотиво-часы, затрачиваемые на сортировочную работу;
- среднее время от прибытия местного вагона на входную сортировочную станцию узла до подачи на грузовой фронт;
- дополнительные эксплуатационные расходы, возникающие в связи с увеличением времени нахождения на сортировочной станции узла транзитных с переработкой вагонов из-за занятости сортировочных устройств переработкой местного вагонопотока;
- капиталовложения на развитие сортировочных устройств в узле для переработки местного вагонопотока;
- эксплуатационные расходы по переработке местных вагонов в узле.

Разработанный алгоритм расчета критериев сравнения адекватно отображает процессы прохождения технологических стадий местными вагонами и предусматривает последовательный расчет необходимых параметров.

Блок-схема алгоритма расчета критериев сравнения реализована на ЭВМ класса IBM. Разработанная программа позволяет провести широкое исследование работы систем железнодорожного узла, занятых переработкой местного вагонопотока, поступающего на ГСПП.

При определении простоев местных вагонов в ожидании выполнения технологических операций использованы зависимости, приведенные в [1]:  
для одноканальных систем массового обслуживания

$$t_{ож} = \frac{\psi^3 (V_{ex}^2 - V_{обс}^2)}{2\lambda(1-\psi)[1 - (1-\psi)V_{ex}]} \quad (1)$$

для многоканальных систем массового обслуживания

$$t_{ож} = \frac{\psi^3 (V_{ex}^2 - V_{обс}^2)}{2\lambda(1-\psi)[1 - (1-\psi)V_{ex}^s]} \alpha_s \quad (2)$$

где  $\psi$  - загрузка системы массового обслуживания;  $V_{ex}^2$  - коэффициенты вариации входящего потока;  $V_{обс}^2$  - коэффициенты вариации времени обслуживания;  $\lambda$  - средняя интенсивность входящего потока;  $\alpha_s$  - коэффициент взаимопомощи в работе одноканальных систем, определяемый по формуле:

$$\alpha_s = \frac{\psi^2 S^2}{(S-1)(S-2) + \psi(2S + \psi S - 2)}, \quad (3)$$

где  $S$  - число обслуживающих аппаратов.

для случаев, когда  $\psi > 0,8$  для одноканальных систем массового обслуживания

$$t_{ож} = \frac{0.353K(V_{ex}^2 - V_{обс}^2)}{(\lambda + 0.27)(1.042 - K\psi)}, \quad (4)$$

для многоканальных систем массового обслуживания

$$t_{ож} = \frac{0.353K(V_{ex}^2 - V_{обс}^2)}{(\lambda + 0.27)(1.042 - K\psi_s)} \alpha_s, \quad (5)$$

величина  $\lambda$  измеряется числом требований, поступивших в течение суток:

$$\lambda = n/24, \quad (6)$$

где  $n$  - число заявок, поступивших на обработку за сутки. Значение  $\psi$  определяется следующим образом:

$$\psi = nt / 24, \quad (7)$$

где  $t$  - средняя продолжительность обслуживания одного требования, ч.

Величина  $K$  определяется из соотношения:

$$K = 0.003 \pi + 1.005, \quad (8)$$

Зависимости (1-4) являются базовым для расчета времени ожидания расформирования и формирования составов поездов на сортировочной станции. Значения  $V_{ВХ}$  и  $V_{обс}$  принимаются согласно [2].

Для вариантов 6 и 7 значение  $t_{ож.р}$  определяется с учетом увеличения загрузки основной горки, дополнительно занятой подборкой местных вагонов назначением на ГСПП по грузовым фронтам. Средняя интенсивность потока при этом равна:

$$\lambda = (n_{р3} + n_{р}) / 24, \quad (9)$$

где  $n_{р3}$  - количество разборочных поездов, поступающих в переработку на сортировочную станцию в течение суток.

Для варианта 6 загрузка горки составляет:

$$\psi = (n_{p3} \cdot t^{2n} + n_p t_c^\phi(6)) / 24, \quad (10)$$

где  $t^{2n}$  - величина горочного технологического интервала, ч;  $t_c^\phi(6)$  - время формирования по варианту 6 состава передаточного поезда назначением на ГСПП, ч.

Для варианта 7 загрузка горки составляет:

$$\psi = (n_{p3} \bullet t^{2n} + n_p t_c^\phi(7)) / 24, \quad (11)$$

где  $t_c^\phi(7)$  - время формирования по варианту 7 состава передаточного поезда назначением на ГСПП, ч.

Для варианта 1 распределения сортировочной работы с местными вагонами в узле технологическое время на формирования (окончание формирования) состава передаточного поезда  $t_c^\phi(1)$  определяется в соответствии с [3]:

$$t_c^\phi(1) = T_{ПТЭ} + T_{подм}, \quad (12)$$

где  $T_{ПТЭ}$  - технологическое время на выполнение операций, связанных с расстановкой вагонов по ПТЭ, ч;  $T_{подм}$  - технологическое время на подтягивание вагонов со стороны вытяжных путей, ч.

Величина  $T_{ПТЭ}$  определяется из соотношения:

$$T_{ПТЭ} = B + E_{m_p}, \quad (13)$$

где В, Е - нормативные коэффициенты, принимаемые в соответствии с [3];  $m_p$  - расчетное число в составе передаточного поезда.

Технологическое время на подтягивание вагонов со стороны вытяжных путей равно:

$$T_{подм} = 0,08m_p \quad (14)$$

для варианта 2 величина определяется в соответствии с [3] из соотношения:

$$t_c^\phi(2) = A_{g_o} + B_{m_p} + T_{сб}, \quad (15)$$

где А, В - нормативные коэффициенты, принимаемые в соответствии с [3];  $g_o$  - среднее число отцепов в составе передаточного поезда;  $T_{сб}$  - время на сборку вагонов, ч.

Технологическое время на сборку вагонов определяется по формуле:

$$T_{сб} = 1,8P + 0,3m_{сб}, \quad (16)$$

где Р - число путей, с которых переставляются вагоны /  $p = g_n - 1$ , где  $g_n$  - число групп вагонов/;  $m_{сб}$  - расчетное количество вагонов, переставляемых на путь сборки формируемого состава передаточного поезда, определяемое по формуле:

$$m_{сб} = m_p(g_n - 1) / g_n \quad (17)$$

Для варианта 3 значение  $t_c^\phi(3)$  определяется в соответствии с [3]:

$$t_c^\phi(3) = T_c^{ГММ} + T_{oc} + T_{сб}, \quad (18)$$

где  $T_c^{ГММ}$  - технологическое время, необходимое на сортировку вагонов, ч;  $T_{oc}$  - технологическое время на осаживание вагонов, ч.

Время на сортировку вагонов через горку определяется по формуле:

$$T_c^{ГММ} = t_3 + t_{ВЫТ} + t_{нд} + t_p, \quad (19)$$

где  $t_3$  - время заезда маневрового локомотива за составом передаточного поезда, ч;  $t_{ВЫТ}$  - время, необходимое для вытягивания состава на горку, ч;  $t_{нд}$  - время надвига состава на горку, ч;  $t_p$  - время роспуска состава с горки, ч.

Значения  $t_3$ ,  $t_{ВЫТ}$ ,  $t_{нд}$ ,  $t_p$ , определяются в зависимости от длин соответствующих полурейсов и величин скоростей в соответствии с [3].

Технологическое время на осаживание вагонов равно:

$$T_{oc} = 0,06m_p \quad (20)$$

Для варианта 4 значение  $t_c^\phi(4)$  определяется в соответствии с [4] из соотношения:

$$T_c^\phi(4) = (A_{g_o} + B_{mp})(1 + F) + T_{cб}, \quad (21)$$

где  $F$  - функция повторности сортировки, определяемая по формуле:

$$F = \sum_{i_c-1}^{K_c-1} \frac{n_n - i_c(Z_c - 1)}{n_n}, \quad (22)$$

где  $n_n$  - количество назначений вагонов в составе передаточного поезда;  $Z_c$  - число сортировочных путей;  $K_c$  - общее число сортировок.

При известных значениях  $n_n$  и  $Z_c$  общее число сортировок (с округлением до целого большего) определяется по формуле:

$$K_c = \frac{n_n - 1}{Z_c}. \quad (23)$$

Для варианта 5 распределения сортировочной работы в узле величины  $t_c^\phi(5)$  определяется в соответствии с /1/ по формуле:

$$t_c^\phi(5) = (T_c^{ГММ} + T_{oc})(1 + F) + T_{cб}. \quad (24)$$

Значение  $t_c^\phi(6)$  для 6, где предусматривается формирование состава передаточного поезда с частичной подборкой вагонов на основной сортировочной горке, определяется из соотношения:

$$t_c^\phi(6) = T_c^Г + T_{oc} + T_{cб}, \quad (25)$$

где  $T_c^Г$  - время, необходимое на повторную однократную сортировку состава передаточного поезда на основной горке, ч.

Для условий варианта 7, в котором полная подборка вагонов по грузовым фронтам осуществляется на основной сортировочной горке при многократном роспуске, значение  $t_c^\phi(7)$  определяется, исходя из следующих соображений. При каждом цикле сортировки на числе сортировочных путей, равном  $Z_c - 1$ , число подобранных вагонов составит:

$$m_y = (Z_c - 1)m_p / n_n. \quad (26)$$

При первом роспуске на горку вытягивается весь состав передаточного поезда. При каждом последующем цикле на горку вытягивают количество вагонов, равное:

$$m_{ic} = m_p - (i_c - 1)m_y. \quad (27)$$

Величина  $m_{ic}$  необходима для определения значений  $t_{\text{ВЫТ}}$  и  $t_p$  в каждом цикле сортировки. Значение  $T_{oc}$  определяется по формуле:

$$T_{oc} = 0.04(m_p + \sum_{i_c=1}^{K_c} m_y (n_N - i_c (Z_c - 1))). \quad (28)$$

Значение  $T_{cб}$  определяется с учетом того, что при числе сортировок  $K_c$  на путь сборки будет направлено  $K_c = \frac{m_p}{n_N}$  вагонов.

Для варианта 8 распределения сортировочной работы в узле с местными вагонами назначением на ГСПП значение  $t_c^\phi$  (8) определяется, как и в варианте 5. Различие состоит в необходимости определения длин полурейсов при производстве маневровой работы по сортировке вагонов с использованием ВСУ.

На основе многокритериальной оптимизации установлены области рационального применения различных вариантов распределения сортировочной работы с вагонопотоками ГСПП в крупнейших железнодорожных узлах.

#### Выводы:

Определена глубина переработки следующих на грузовые станции местных вагонов, техническое оснащение и место производства сортировочной работы по их подборке по грузовым пунктам. При величине состава передаточного поезда 25 вагонов, местном вагонопотоке до 100 ваг/сут подборку вагонов по местам производства грузовых операций следует выполнять на основной горке сортировочной станции узла: в полном объеме в случае ее загрузки до 0,6 или частично для  $\psi = 0,7$ . При загрузке сортировочной горки 0,8 и выше наиболее эффективно осуществлять подборку местных вагонов в полном объеме на сортировочной станции узла на вытяжках формирования. Вагонопоток 100-200 ваг/сут целесообразно перерабатывать частично на основной горке путем повторного однократного роспуска при ее загрузке до 0,6. В случае  $\psi > 0,6$  наиболее выгодно выполнение полной сортировки местных вагонов на сортировочной станции узла на вытяжных путях в хвостовой горловине СП. Для переработки вагонопотоков свыше 200 ваг/сут следует предусматривать горку малой мощности на грузовой станции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акулиничев В.М., Бодюл В.И., Казюлин Г.Е. Определение межоперационных простоев вагонов на сортировочных станциях: Сб. научн. тр. /МИИТ. М., 1974, вып. 379, с. 3-32
2. Сотников И.Б. Взаимодействие станций и участков железных дорог. М.: Транспорт, 1976, 271 с.
3. Типовые нормы времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожном транспорте. М., Транспорт, 1987, 96 с.
4. Абрамов А.А., Кирьянова Е.Н., Сологуб Н.К., Шаров В.А. Грузовые станции общего пользования. М., МИИТ, 1983, 66 с.