

УДК: 656.222.6

**ПОВЫШЕНИЕ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ ЗА СЧЕТ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

Бородина Е.В.

к.т.н., доцент

Российский университет транспорта,

Москва, Россия

Кузнецов Е.А.,

студент

Российский университет транспорта,

Москва, Россия

Ненютин В.П.,

студент

Российский университет транспорта,

Москва, Россия

Аннотация.

В Российской Федерации железнодорожный транспорт является ведущей транспортной отраслью, эффективность и конкурентоспособность которой зависит от слаженного взаимодействия и четкой работы всех структурных подразделений и линейных предприятий. Сортировочные станции, находясь в точках распределения вагонопотоков по разным направлениям, играют решающую роль в перевозочном процессе. Внедрение инновационно-технических средств и выбор оптимальной технологии работы способны значительно повысить показатели их работы. В данной статье обозначен перечень и степень влияния конкретных мероприятий на перерабатывающую способность сортировочной горки.

Ключевые слова: Сортировочная горка, перерабатывающая способность, технико-технологические мероприятия, технологические графики работы горки, технологический цикл, горочный технологический интервал.

***INCREASE OF THE PROCESSING CAPACITY OF THE SORTING
GRADE DUE TO THE TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL MEASURES***

Borodina E.V.

Ph.D., Associate Professor

Russian University of Transport,

Moscow, Russia

Kuznetsov E.A.,

Student

Russian University of Transport,

Moscow, Russia

Nenyutin V.P.,

Student

Russian University of Transport,

Moscow, Russia

Abstract.

In the Russian Federation, railway transport is the leading transport industry, the efficiency and competitiveness of which depends on the coordinated interaction and precise work of all structural units and line enterprises. Sorting stations, being at the points of distribution of car traffic in different directions, play a decisive role in the transportation process. The introduction of innovative technical means and the choice of the optimal operating technology can significantly improve their performance. This article outlines the list and the degree of influence of specific measures on the processing capacity of a sorting hill

Keywords: Sorting hill, processing capacity, technical and technological measures, and technological schedules for the work of the hill, technological cycle, and technological interval.

Введение

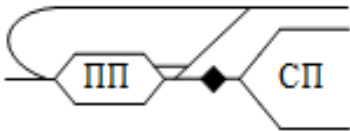
Эффективность работы железнодорожного транспорта во многом определяется перерабатывающей способностью сортировочных станций, основной функцией которых является распределение вагонов по направлениям железнодорожной линии. Особую роль в обеспечении эффективной и бесперебойной работы сортировочных станций играют сортировочные горки, от состояния и функциональности которых зависят формирование составов. В современных условиях возрастает потребность в повышении перерабатывающей способности сортировочных горок ввиду увеличения объема грузоперевозок и необходимости сокращения временных интервалов в движении грузовых поездов.

Актуальность настоящего исследования обусловлена рядом объективных обстоятельств, характеризующих современное состояние железнодорожного транспорта. Постоянно растущие объемы грузоперевозок создают дополнительную нагрузку на внутреннюю инфраструктуру сортировочных станций, вынуждая искать новые пути решения по повышению их производительности. В сегодняшнее время ужесточаются требования к срокам доставки грузов, потребителю важна большая скорость доставки груза, что повышает ответственность за соблюдение расписания и стабильность функционирования сортировочного комплекса. Наконец, мировая практика показывает, что грамотное использование научно-технического прогресса позволяет существенно повысить технические показатели сортировочной станции и быть экономически выгодной.

Данное исследование позволит выявить и обосновать наиболее эффективные технико-технологические мероприятия, направленные на повышение перерабатывающей способности сортировочных горок.

Перерабатывающую способность сортировочной горки можно повысить совершенствованием путевого развития, технического оснащения и внедрением прогрессивной технологии работы на сортировочную станции.[1].

Таблица 1 – Техничко-технологические мероприятия по увеличению перерабатывающей способности сортировочной горки

Усиление путевого развития	Улучшение технического оснащения	Совершенствование технологии работы
1)Увеличение путей надвига и роспуска; 2)Устройство обходных путей между крайними пучками сортировочного парка и предгорочной горловины парка приема; 3) Петлевой подход к парку приема; 	1)Оборудование горочной автоматической централизацией (ГАЦ); 2)Механизация торможения вагонов,улучшение конструкции замедлителей (точечные домкратовидные замедлители и др.); 3)Секционирование подвижных путей для попутного надвига составов; 4)Автоматизация горки (КСАУ СП, МАЛС); 6)Увеличение мощности и числа горочных локомотивов.	1)Поточно-кольцевой способ работы горочных локомотивов; 2)Замена осаживания подтягиванием вагонов с вытяжек формирования (вагоноосаживатели); 3)Ускорение освобождения подгорочных путей;

Продолжение таблицы – 1

4)Путепровод под горбом горки для пропуска поездных локомотивов в депо. 	5)Устройства, обеспечивающие роспуск вагонов с опасными грузами;	4)Параллельный роспуск составов.
--	---	---

Кратковременную мощность горки в период интенсивного подхода поездов можно увеличить за счет[2]:

- 1) Снятия с горки операций по окончанию формирования составов и осаживанию вагонов на подгорочных путях;
- 2) За счет временного привлечения дополнительных локомотивов на горку.

$$n_{\text{инт}} = \frac{60}{t_{\text{гор}}} [\text{составов/час}], \quad (1)$$

Необходимо также, чтобы среднесуточная переработка на горке не превышала технически допустимые размеры, определяемые по формуле:

$$n_{\text{тех.гор}} = \min\{n_{\text{вх.пп}}; n_{\text{н.гор}} \cdot (\gamma_{\text{гор}} - \Delta\gamma_{\text{гор}}); n_{\text{вых.пп}}\} [\text{составов/сут}], \quad (2)$$

где $n_{\text{вх.пп}}$, $n_{\text{вых.пп}}$ – пропускная способность входной и выходной горловины парка приема, составов/сут;

$\gamma_{\text{гор}}$ – технически допустимый уровень загрузки горки, исходя из обеспечения беспрепятственного приема поездов на станцию в сутки с расчетными размерами переработки, которые определяются по формуле:

$$n_{\text{расч}} = \frac{n_{\text{ср}} + n_{\text{max}}}{2}, \quad (3)$$

где n_{cp} – среднесуточное число грузовых поездов в месяце максимальных грузовых перевозок;

n_{max} – максимальное число поступающих за сутки поездов в том же месяце;

$n_{н.гор}$ – наличная пропускная способность горки, составов/сут.

$\Delta y_{гор}$ – относительные потери перерабатывающей способности горки из-за недостатка и вместимости сортировочных путей.

Рассмотрим работу сортировочной горки с одним путем надвига, одним путем роспуска и обслуживаемой двумя горочными локомотивами. Технологический график работы горки (далее – Технологический график) представлен на рис. - 1. На данном графике операции надвига и роспуска не могут выполняться параллельно, поэтому необходимо учитывать время на ожидание освобождения соответствующих путей другим локомотивом. Это является главной причиной довольно длительного горочного технологического интервала, что в свою очередь увеличивает горочный цикл и снижает перерабатывающую способность горки.

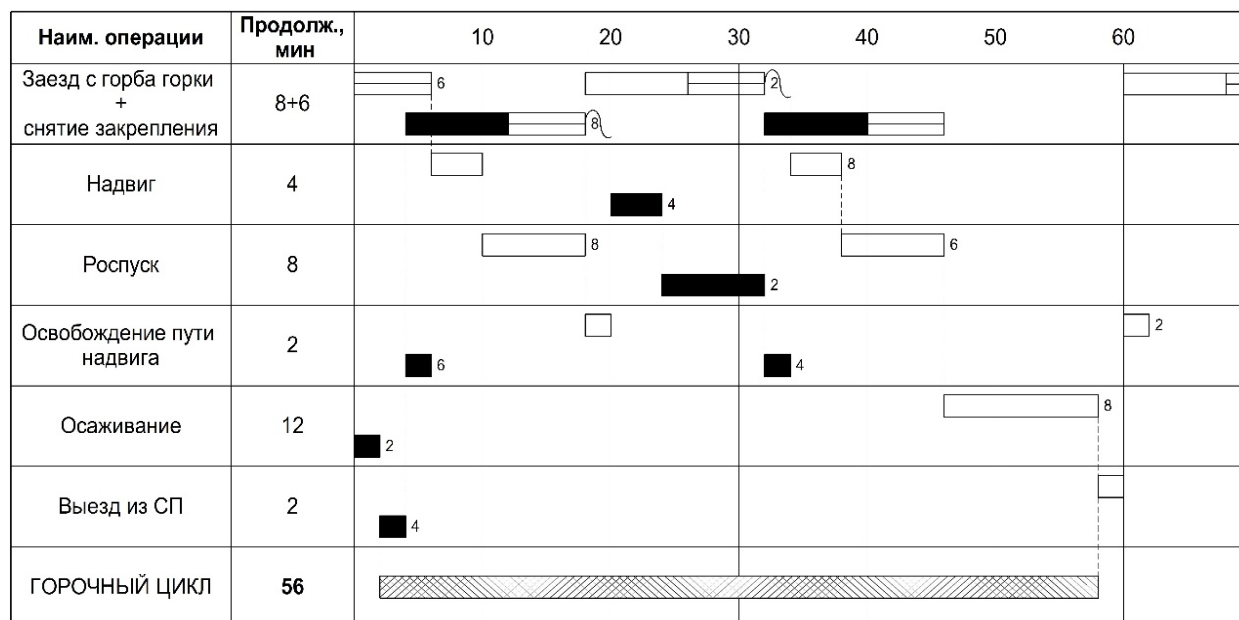


Рис. 1 – Технологический график № 1(разработан автором
Кузнецовым Е.А.)

Для построенного графика №1 и последующих вариантов технологических графиков на основе исходных данных, представленных в двух первых колонках рис. –1, рассчитаем значения горочного цикла и горочного технологического интервала, а также основные показатели работы сортировочной горки по следующим формулам (4-9).

Горочный технологический интервал с учетом технологических перерывов в работе горки и времени, выделяемого на окончание формирования составов:

$$t_{\Gamma} = t_{\Gamma}^{\Gamma} \cdot \left(1 + \frac{T_{\Gamma\Gamma} + T_{\Gamma\text{оф}}^{\Gamma}}{1440 - (T_{\Gamma\Gamma} + T_{\Gamma\text{оф}}^{\Gamma})} \right), \quad (4)$$

где $T_{\Gamma\Gamma}$ – время технологических перерывов в течение суток для выполнения операций, не связанных с расформированием поездов;

$T_{\Gamma\text{оф}}^{\Gamma}$ – время занятия горки операциями по окончанию формирования составов в течение суток.

Темп работы горки (максимальное число поездов, которое может быть расформировано горкой в течение часа):

$$n_{\text{ч}} = \frac{60}{t_{\Gamma}}. \quad (5)$$

Перерабатывающая способность горки (в вагонах):

- часовая:

$$N_{\text{ч}} = \frac{60}{t_{\Gamma}} \cdot m, \quad (6)$$

где m – средний состав поезда (65 вагонов)

- суточная:

$$N_{\text{с}} = \frac{1440 - T_{\Gamma\Gamma}}{t_{\Gamma}} \cdot m. \quad (7)$$

Коэффициент загрузки горки:

$$\psi_{\Gamma} = \frac{n_{\text{р}}}{n_{\text{с}}}. \quad (8)$$

где $n_{\text{р}}$ – число прибывающих в переработку поездов за сутки;

$n_{\text{с}}$ – возможная перерабатывающая способность горки в поездах.

Коэффициент использования горочных механизмов:

$$\psi_{\text{ГМ}} = \frac{t_{\text{рос.}}}{t_{\text{Г}}}. \quad (9)$$

Далее рассмотрим вариант работы горки с двумя путями надвига, одним путем роспуска и двумя горочными локомотивами (Рис. 2). Его преимущество заключается в том, что, в отличие от первого варианта, нет необходимости затрачивать время на освобождение пути надвига. В остальном же отличий нет, и поэтому основные показатели заметно не изменяются.

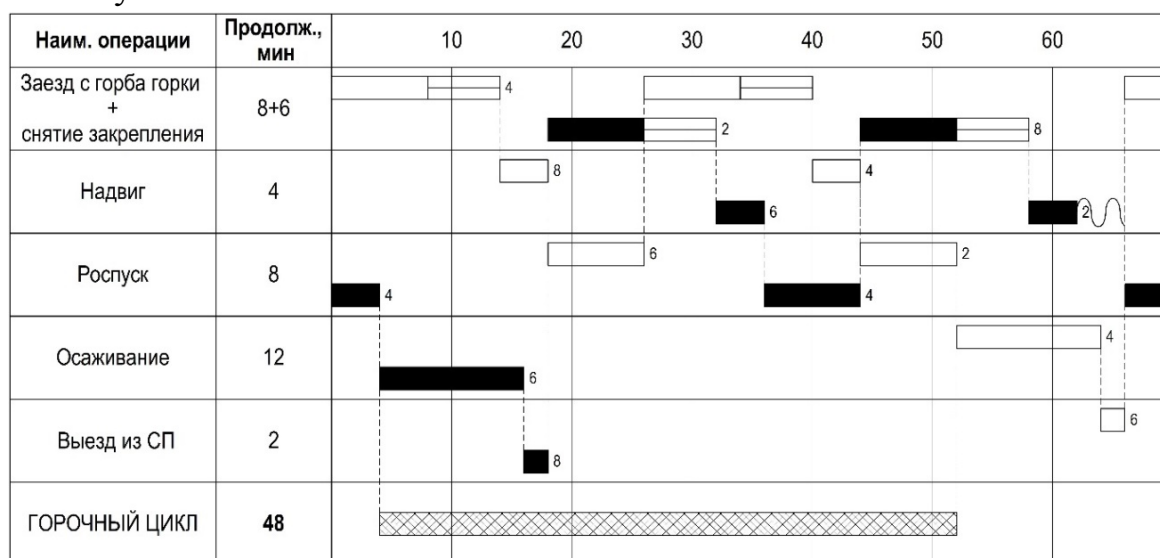


Рис. 2 – Технологический график № 2 (разработан автором Кузнецовым Е.А.)

В следующем варианте (Рис. 3) добавим обходной путь вокруг горба горки, который позволит горочному локомотиву после осаживания вернуться в парк приема, не препятствуя надвигу следующего состава. Число горочных локомотивов, путей роспуска и надвига оставим неизменным.

На рис. 4 представлен технологический график работы горки с двумя путями надвига, двумя горочными локомотивами и двумя путями роспуска, но без обходного пути.

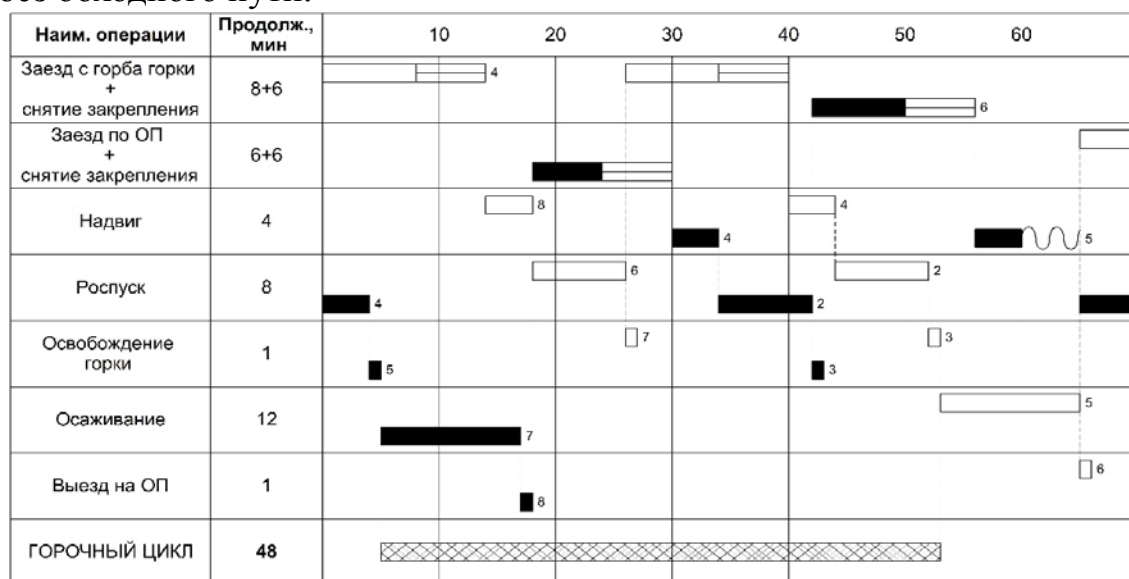


Рис. 3 – Технологический график № 3 (разработан автором Кузнецовым Е.А.)

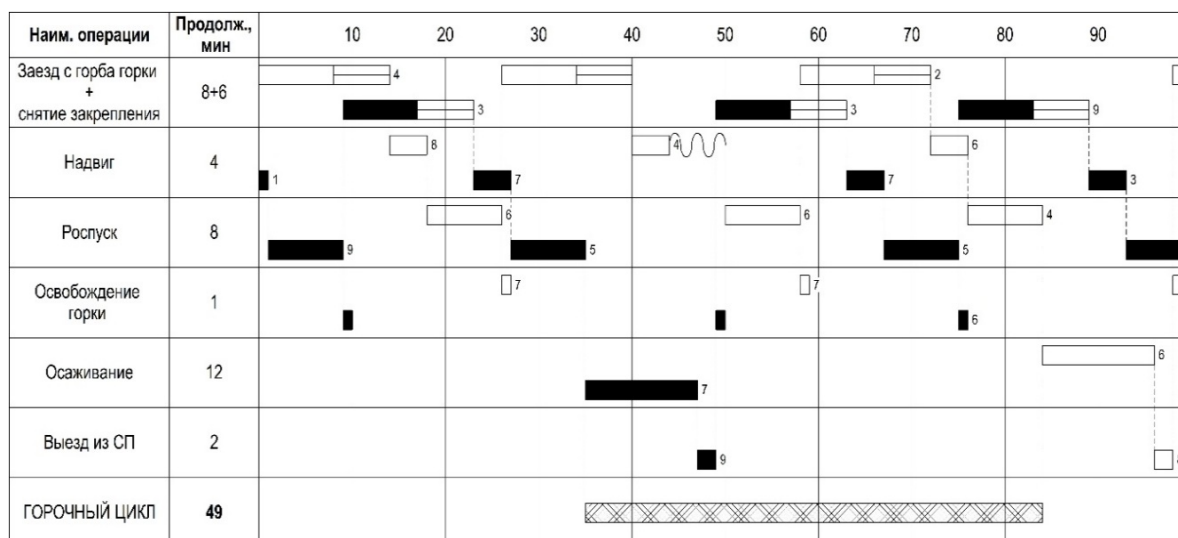


Рис. 4 – Технологический график №4 (разработан автором Кузнецовым Е.А.)

Заметим, что добавление второго пути роспуска не привело к улучшению показателей работы горки, и результаты получились идентичны предыдущему варианту.

Усилим техническое оснащение горки и добавим обходной путь (Рис. 5).

Добавление пути роспуска и обходного пути одновременно привело к заметному результату – к уменьшению горочного цикла и соответственно горочного интервала, что неизбежно привело к росту перерабатывающей способности горки.

Далее рассмотрим параллельный роспуск составов, при котором сортировочный парк делится на две части, а между ними находятся отсевные пути, на которых накапливаются вагоны для повторного роспуска на горке (Рис.- 6).

Далее рассмотрим вариант с двумя путями надвига, двумя путями роспуска,

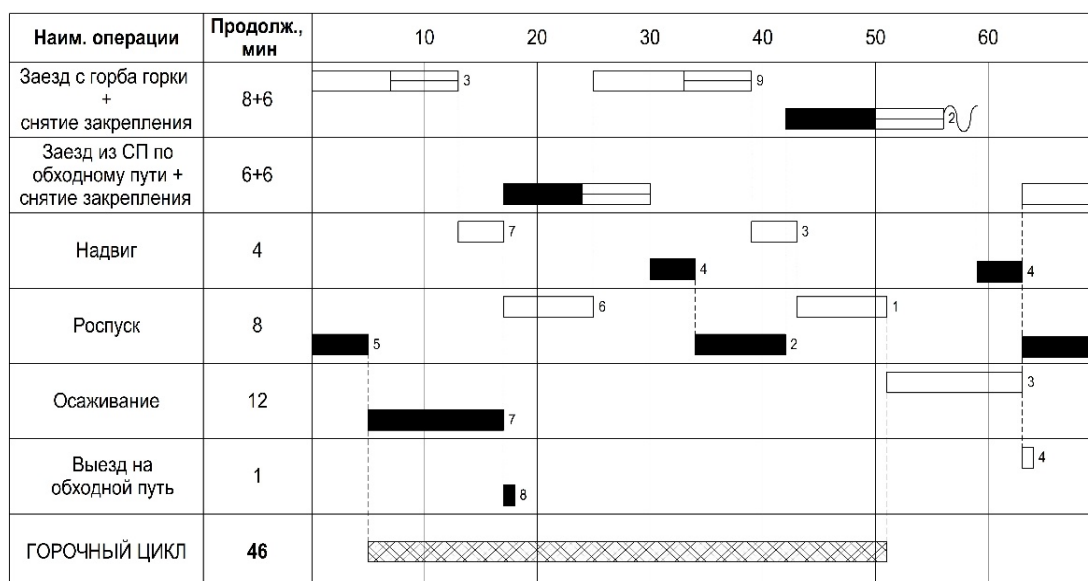


Рис. 5 – Технологический график № 5 (разработан автором Кузнецовым Е. А.)

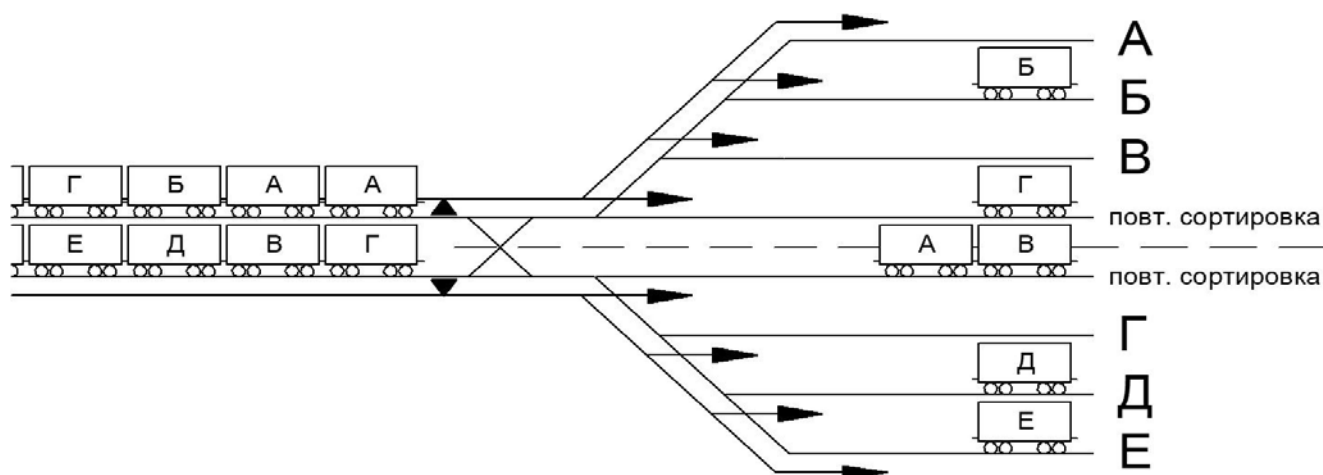


Рис. 6 – Поступление вагонов на отсевные пути для повторной сортировки(разработан автором Кузнецовым Е.А.)

тремя горочными локомотивами и обходным путем (Рис. 7). Он будет отличаться от предыдущих, так как при данном числе горочных локомотивов имеется возможность осуществлять параллельный роспуск. Два локомотивов заняты исключительно работой на горке, в то время как роспуск заканчивается, и они следуют в парк приема за следующими составами, третий осуществляет осаживание в сортировочном парке и, при необходимости, повторный роспуск состава. В последнем варианте графика №7 (Рис. 8) рассмотрим технологию работы сортировочной системы с тремя путями надвига, тремя путями роспуска.

Применение данной технологии привело к увеличению горочного цикла, в то время как в предыдущих вариантах (1-5) наблюдалась тенденция к его снижению. Однако, число составов, расформированных на горке, выросло до четырех, а перерабатывающая способность горки резко возросла, что играет

решающую роль, когда стоит вопрос о выборе той или иной технологии сортировки вагонов.

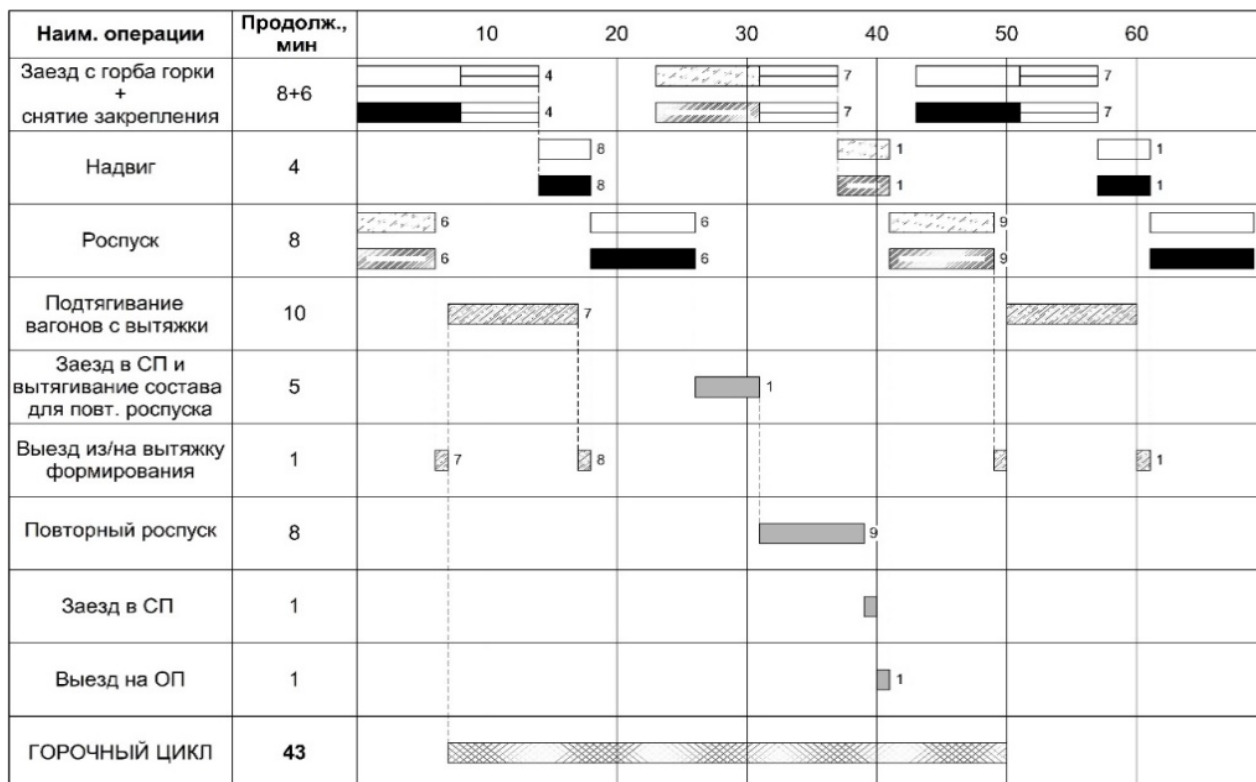


Рис. 7 – Технологический график №6 параллельный роспуск составов (разработан автором Кузнецовым Е.А.)

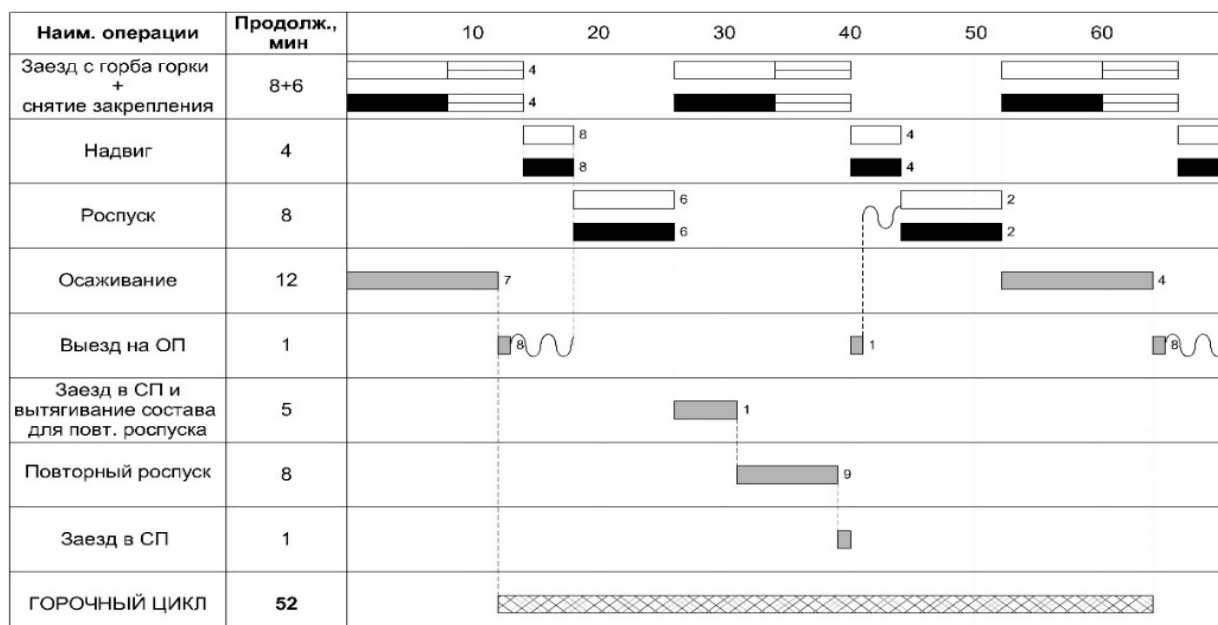


Рисунок 8 – Технологический график № 7 параллельный роспуск составов (разработан автором Кузнецовым Е.А.)

Заметим, что из всех рассмотренных вариантов, горочный цикл оказался минимальным, но за этот период на горке расформировано четыре состава, а суточная перерабатывающая способность горки достигла 8 160 вагонов.

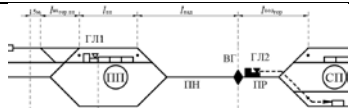
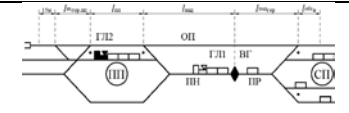
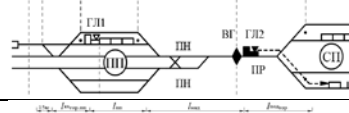
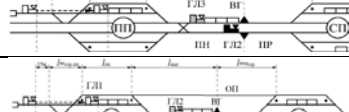
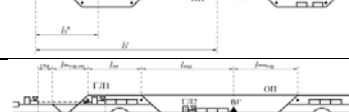
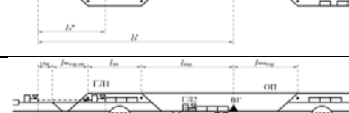
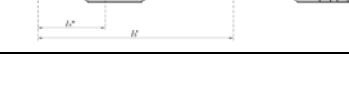
Однако, данная технология весьма затратна, так как требует большого числа технических средств. При высоком коэффициенте использования горочных механизмов требуется повышенное внимание и контроль за работой средств торможения вагонов, системами управления и обеспечения безопасности. По этим и ряду других причин её использование оправдано лишь на сетевых сортировочных станциях, с большим объемом перерабатываемых вагонов.

Дополнительное внедрение данной технологии также способствует снижению времени простоя вагонов на станциях, что особенно важно в условиях высокой интенсивности перевозок. Быстрая переработка вагонов позволяет уменьшить задержки и повысить общую пропускную способность железнодорожной горловины.

При проведении моделирования были получены следующие выводы: Пространственное разделение функций надвига и роспуска позволяет снизить временной разрыв между этапами и повысить частоту обработок составов. Автоматизированные системы управления уменьшают риск ошибок и повышают точность позиционирования вагонов, что положительно сказывается на общем цикле работы горки. Реализация способов ускорения разгрузки и погрузки вагонов снижает время нахождения вагонов на путях и ускоряет прохождение вагонов через горку. Графики работы горки, представленные на рис. 1–8, демонстрируют динамику повышения производительности при реализации указанных мероприятий. Наиболее эффективные конфигурации предполагают наличие нескольких путей надвига и роспуска, а также привлечение дополнительного третьего горочного маневрового локомотива. Такие технические решение приводит к резкому увеличению перерабатывающей способности горки.

Представим все полученные результаты в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели работы сортировочной горки для различных вариантов технологии и технического оснащения

№ Вар.	Схема расположения ПП и СП	Техническое оснащение горки					Работа ГЛ		Основные показатели работы сортировочной горки						
		ГЛ	ПН	ПР	ОП	Путе- провод	Выезд на ОП только после осажи- вания	Парал- лель- ный рос- пуск	Т _ц , мин	t _н , мин	N _{пер} , ваг/сут	N _{час} , ваг/час	N _{пер} , сост/ сут	Ψ _{гор}	Ψ _{ГМ}
1		2	1	1	-	-	-	-	56	18,7	4701	3	72	0,66	0,40
2		2	1	1	Есть	-	Да	-	48	16,0	5483	3	84	0,57	0,47
3		2	2	1	-	-	-	-	49	16,3	5373	3	82	0,58	0,46
4		2	2	2	-	-	-	-	48	16	5483	3	84	0,57	0,47
5		2	2	2	Есть	-	Да	-	46	15,3	5724	3	88	0,55	0,49
6		3	2	2	Есть	-	Да	Да	52	13,0	6748	4	103	0,46	0,58
7		5	3	3	-	-	Да	Да	43	10,8	8160	5	125	0,38	0,70

Рост перерабатывающей способности горки по вариантам наглядно представлен на рисунке 9.

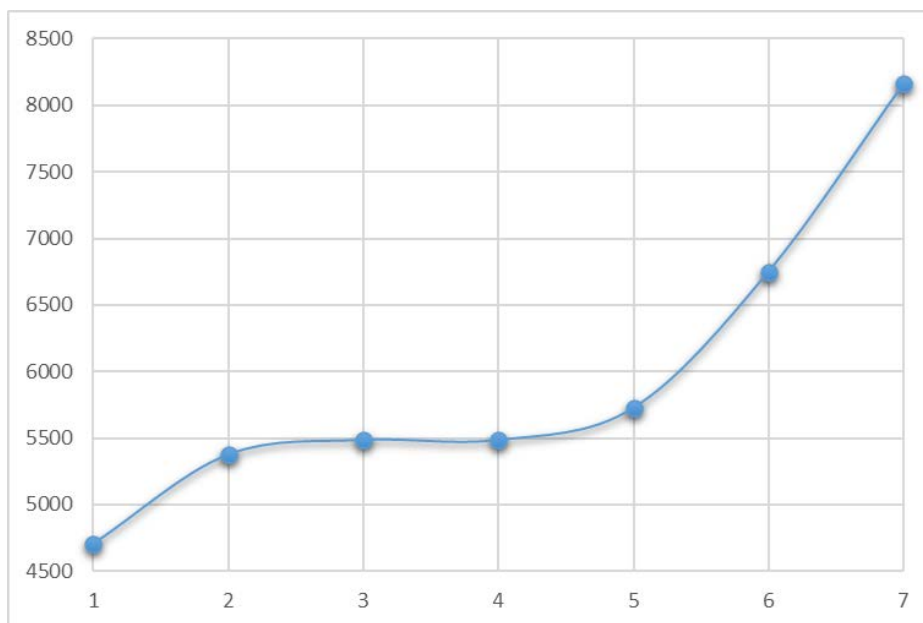


Рис. 9 – Рост перерабатывающей способности горки по вариантам, вагонов в сутки

Вклад всех мероприятий (как отношение показателя новой технологии к существующей) приведены на рисунке 10, на котором виден результат от внедрения мероприятий. Добавление горочного локомотива дает существенный прирост в показателях. Для горок малой мощности с минимальным техническим оснащением для повышения перерабатывающей способности возможно увеличение числа путей надвига, отпуска, что даст прирост перерабатывающей способности. Таким образом, совокупность перечисленных мероприятий создает основу для устойчивого роста перерабатывающей способности сортировочных горок. Их успешная реализация возможна при условии учета индивидуальных особенностей конкретной сортировочной станции, тщательного планирования и реализации технических проектов по их улучшению.

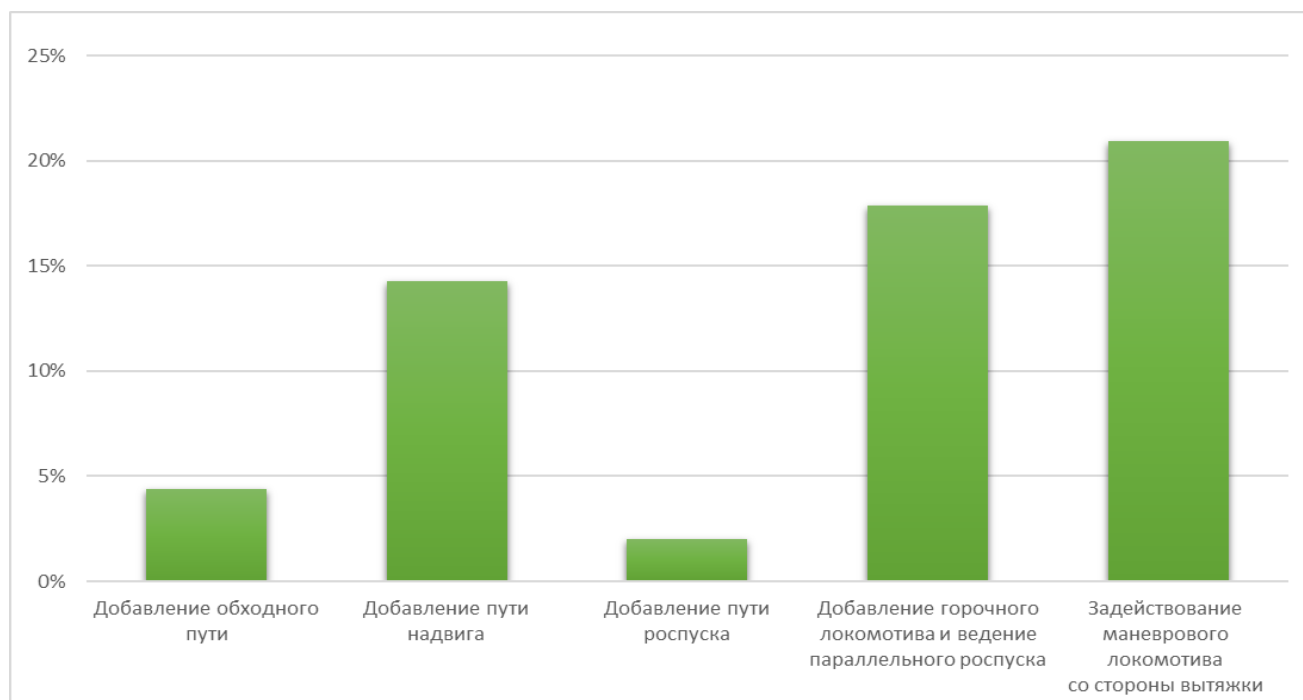


Рис. 10 – Внедряемые мероприятия и их вклад (в процентах) в повышение перерабатывающей способности сортировочной горки

Выводы:

Результаты построения технологических графиков работы и расчетов в таблице – 1 показали, что путевые схемы горок – предгорочные и подгорочные горловины, число путей надвига, роспуска, обходных путей, системы механизации и автоматизации сортировочных процессов направлены на увеличение их перерабатывающей способности, облегчение условий работы горочного персонала, обеспечение высокой надежности и безопасности выполнения технологических операций и процессов, на сортировочной станции.

Данные улучшения позволят более эффективно перерабатывать большое количество прибывших грузовых составов, что очень актуально в сегодняшнее время – где скорость доставки груза стоит на первом месте и играет ключевую роль в развития торговли и промышленность. Оперативность и быстрота переработки составов становится ключевым фактором в данной системе.

Библиографический список:

1. Управление эксплуатационной работой. Организация работы сортировочной станции: учебное пособие /А.Ф. Бородин, Г.М. Биленко, Е.В. Бородина, Т.Г. Кузнецова; под ред. д-ра техн. наук, проф. А.Ф. Бородина, канд. техн. наук, доц. Г.М. Биленко. — Москва: РУТ (МИИТ): РОАТ, 2023. - 248с.
2. Управление эксплуатационной работой (в примерах и задачах): учебное пособие / под общей редакцией А.Ф. Бородина. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2024. С.73-99.
3. Организация работы сортировочной станции. Методические указания к курсовому проектированию / Корешков А.Н. и др. – М.: МИИТ, 2008. 88с.
4. Технология и организация перевозок на железнодорожном транспорте: учебник / Гоманков Ф.С. и др. –М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. С. 99-130.
5. Типовой технологический процесс работы сортировочной станции ОАО «РЖД». Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 26.06.2023 №1588/р. – Екатеринбург, ТД УралЮрИздат. С.94-99.

Оригинальность 84%