

ТРАНСПОРТ

УДК 625.173

Д.В. Величко

Повышение производительности работы машинных комплексов в окно

Статья посвящена проблеме повышения эффективности организации и технологии планово-предупредительного ремонта пути. Актуальность указанной проблемы связана с реализацией задач ресурсосбережения в путевом хозяйстве, которая в современных экономических условиях приобретает огромную значимость для ОАО «РЖД». В статье представлены оценки основных направлений повышения производительности машинных комплексов при планово-предупредительном ремонте пути.

Обоснованы технологические мероприятия и определен резерв роста повышения производительности работы машинных комплексов в окно. Выполнен анализ организации и технологической эффективности применения машинных комплексов с двумя ведущими выправочными машинами (ВПР, Дуоматик, Динамик). Определено, что применение в составе комплекса современных высокопроизводительных машин Дуоматик или Динамик дает весьма существенный технологический эффект, сокращение времени окна при работе комплекса с применением машины Дуоматик составляет 60 % в сравнении с ВПР. Применение в составе комплекса двух машин Дуоматик дает технологический эффект в уменьшении окна до 40 % в сравнении с двумя машинами ВПР, на 40 % в сравнении с одной машиной Дуоматик. Выработка за время окна увеличивается до 80 % в сравнении с одной машиной Дуоматик.

Кроме того, в статье выполнен анализ технологической эффективности применения машинных комплексов при внедрении технологии электронных меток. Эта технология значительно повышает производительность выправочных машин, так как необходимую информацию о состоянии пути они получают от вагонов-путеизмерителей без измерительной поездки машины, при этом требуемое время окна для работы машинного комплекса с двумя машинами Дуоматик уменьшается до 16 %.

Ключевые слова: железнодорожный путь, организация и технология, ремонт, Дуоматик, технико-экономическая эффективность.

Годовые объемы (в период с апреля по октябрь) планово-предупредительного ремонта пути [1] на Западно-Сибирской железной дороге на 2014 г. составляют 2 128 км при среднем фронте работ 3,2 км/окно.

Из четырех комплексов путевых машин три включают в себя удвоенное количество высокопроизводительных выправочных машин (Динамик 3Х, Дуоматик) [2–4]:

№ 1 – Динамик 3Х, Дуоматик, ПМГ (2 шт.), USP, ПБ – объем работ 558 км;

№ 2 – Динамик 3Х, Дуоматик, ПМГ (2 шт.), ПБ – 661 км;

№ 3 – Дуоматик, Дуоматик, ПМГ (2 шт.), ДСП (2 шт.), ПБ – 591 км;

№ 4 – Дуоматик, ПМГ, ПБ (2 шт.) – 318 км.

Рассмотрим основные направления повышения производительности машинных комплексов при выполнении планово-предупредительного ремонта пути.

Оценка влияния измерительной поездки

До недавнего времени для работы выправочной машины, оборудованной комплексом «Навигатор» [5], была необходима предварительная измерительная поездка по фронту

производства работ с последующим возвращением к началу фронта для приведения машины в рабочее положение и работы по выправке и рихтовке пути. В рамках этой измерительной поездки и выполнения расчетов по ее результатам оценивается геометрическое состояние пути и определяются места и величины выправки и рихтовки.

Однако при дальнейшем увеличении полигона установки на железобетонные шпалы электронных меток [6], точно привязывающих геометрические параметры пути, необходимость выполнения предварительной измерительной поездки устраняется. В настоящее время выправочные машины могут получать сведения о состоянии пути по данным вагона-путеизмерителя, представляемым дистанцией пути на флеш-карте.

Несмотря на значительный полигон эксплуатации бесстыкового пути на Западно-Сибирской железной дороге [7], полигон активного использования электронных меток (рис. 1) начал увеличиваться только с 2010 г. и за четыре года вырос в восемь раз.

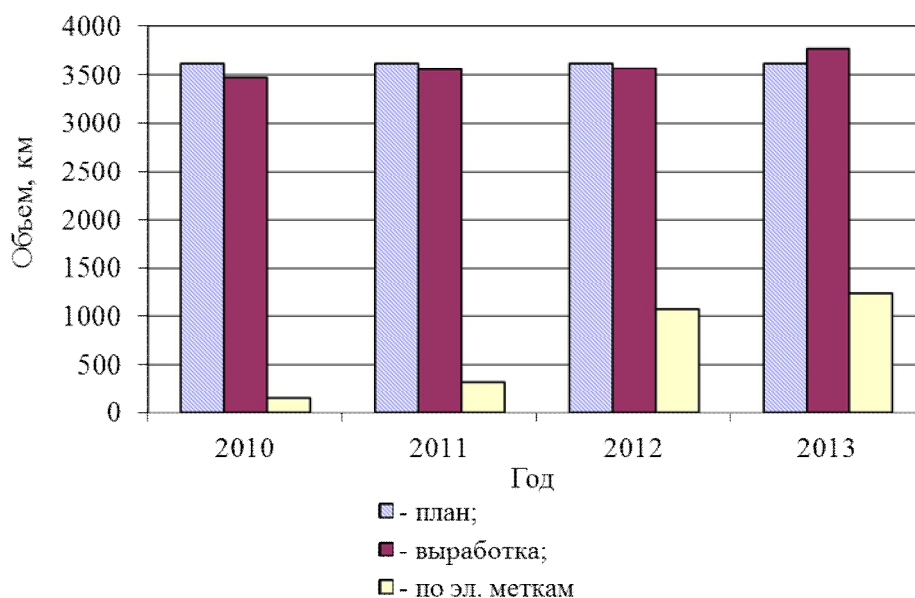


Рис. 1. Работа машин на участках, оборудованных электронными метками

Существующая необходимость выполнения измерительной поездки может быть обусловлена только наличием в пути большого количества регулировочных карточек большой толщины, обеспечивающих плавность и установленные скорости движения.

Сокращение времени окна за счет отсутствия измерительной поездки составляет не менее 15 мин/км.

Эффективность работы машинных комплексов в зависимости от продолжительности окна приведена на рис. 2.

Внедрение технологии электронных меток позволяет значительно повысить производительность выправочных машин, так как необходимую информацию о состоянии пути они получают от вагонов-путеизмерителей без измерительной поездки машины, при этом производительность всего машинного комплекса увеличивается (в зависимости от времени окна):

- комплекс с ВПР-02 (1 шт.) – 7–8 %;
- комплекс с Дуоматик (1 шт.) – 14–17 %;
- комплекс с Дуоматик (2 шт.) – 11–16 %.

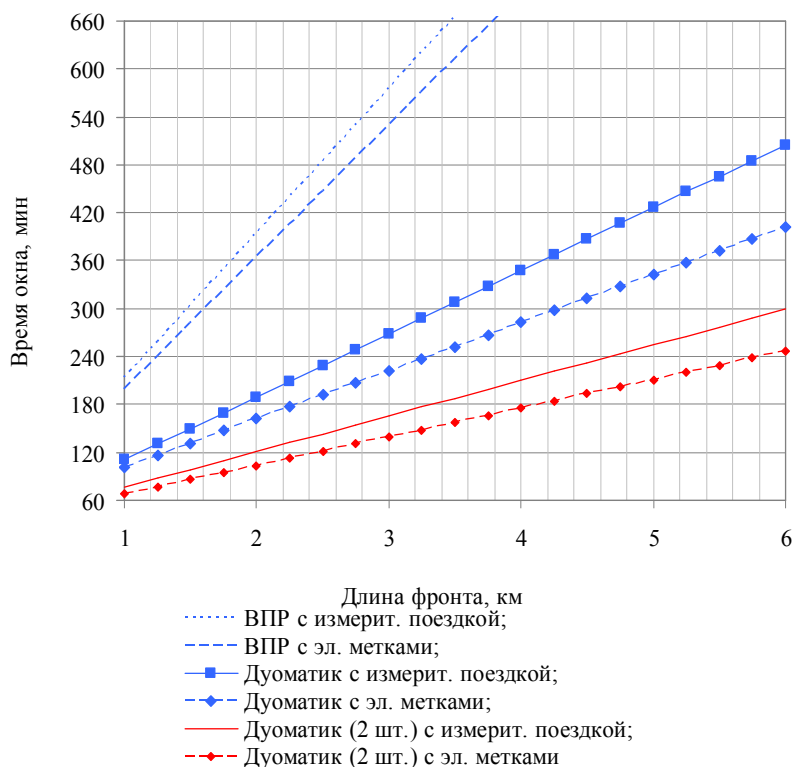


Рис. 2. Снижение времени основного окна при использовании данных электронных меток

Оценка влияния работы двух ведущих машин

В современных условиях перехода путевого хозяйства на механизированное текущее содержание вопрос оценки эффективности работы механизированных комплексов для выполнения планово-предупредительного ремонта железнодорожного пути приобретает особое значение. В связи с этим интерес представляет эффективность комбинаций путевых машин в составе комплекса [8].

Наиболее эффективная (с точки зрения минимизации времени окна) технологическая схема выполнения планово-предупредительного ремонта пути с применением машинных комплексов: машины Дуоматик (ВПР, Динамик) и хоппер-дозаторы (ХДВ) работают в основном окне (рис. 3), а остальные машины (ПБ, ДСП, МПТ, ПРСМ, РШП, СЗП и др.) работают на соседних участках под прикрытием основного окна.

Применение машин типа ПБ, МПТ осуществимо на протяжении всего перегона под прикрытием последнего основного окна по выправке пути.

При определении наиболее эффективного способа организации планово-предупредительного ремонта пути сравнению подверглись семь вариантов машинных комплексов:

- 1) хоппер-дозаторы, ВПР-02;
- 2) хоппер-дозаторы, Дуоматик;
- 3) хоппер-дозаторы, Динамик;
- 4) хоппер-дозаторы, две машины ВПР-02;
- 5) хоппер-дозаторы, ВПР-02 и Дуоматик;
- 6) хоппер-дозаторы, две машины Дуоматик;
- 7) хоппер-дозаторы, Дуоматик и Динамик.

Как видно из представленных выше данных, основное отличие первого, второго и третьего комплексов заключается в разных типах ведущих машин, особенностью остальных комплексов является удвоенное количество параллельно работающих ведущих машин.

Для оценки технологической эффективности работы машинных комплексов производился расчет времени окна при различных фронтах работ, общее количество расчетных комбинаций – 77 шт.

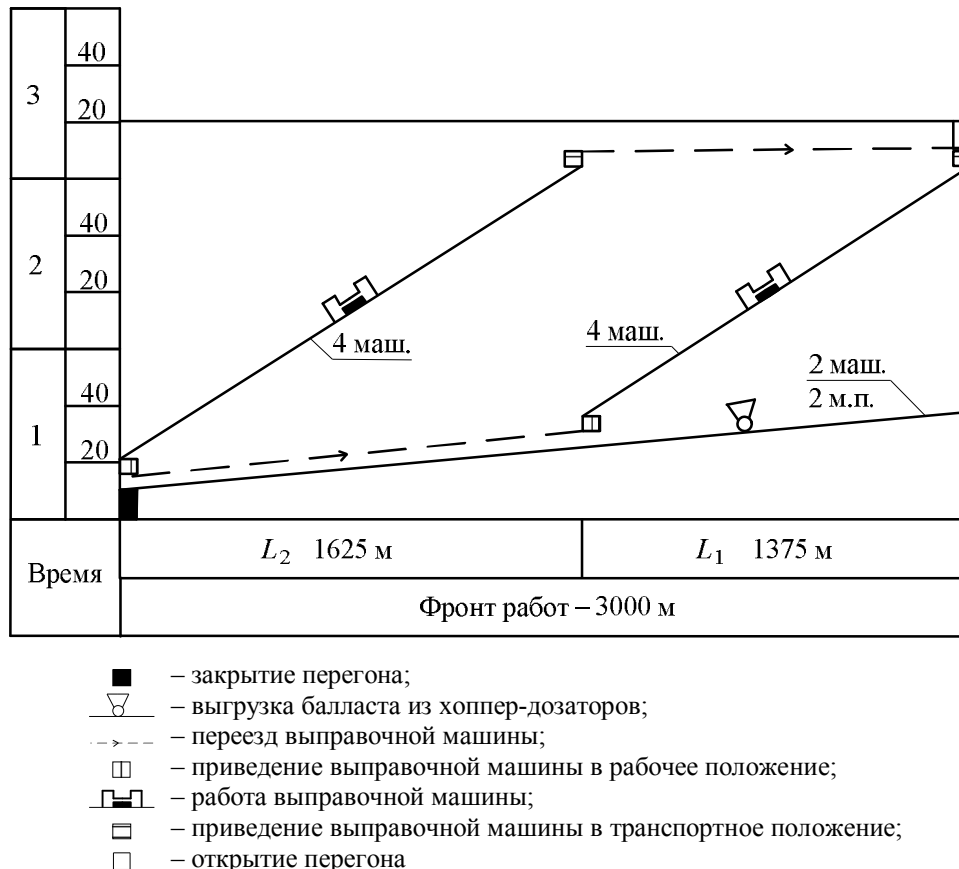


Рис. 3. Схема работы машин Дуоматик и Дуоматик

В расчетах использовались следующие нормы времени на работу ведущих путевых машин [9]:

- приведение машины ВПР-02 в рабочее положение – 6,825 маш.-мин;
- работа машины ВПР-02 – 0,0693 маш.-мин/шпалу;
- приведение машины ВПР-02 в транспортное положение – 5,175 маш.-мин;
- приведение машины Дуоматик в рабочее положение – 3,85 маш.-мин;
- работа машины Дуоматик – 0,0267 маш.-мин/шпалу;
- приведение машины Дуоматик в транспортное положение – 4,38 маш.-мин;
- приведение машины Динамик в рабочее положение – 8 маш.-мин;
- работа машины Динамик – 48 маш.-мин/км (0,0251 маш.-мин/шпалу);
- приведение машины Динамик в транспортное положение – 8 маш.-мин.

При организации работы двух ведущих выправочных машин необходимо определить длину участка работы каждой из них (см. рис. 3). Длина этих участков определяется технологической последовательностью работы машин, темпом работы путевых ма-

шин, требованием рационального использования времени окна.

Коэффициент соотношения длин участков для работы двух ведущих машин

$$K = \frac{L_2}{L_1},$$

где L_1 – длина участка № 1 для работы выправочной машины № 1, м; L_2 – длина участка № 2 для работы выправочной машины № 2, м.

Сумма длин этих участков должна быть равна общей длине фронта работ:

$$L_{\text{фр}} = L_1 + L_2.$$

На рис. 4 показаны изменения коэффициента K в зависимости от общей длины фронта работ по планово-предупредительному ремонту пути.

Динамика изменения значений коэффициента K показывает нелинейный характер этой зависимости.

Выполняя ряд преобразований, получим зависимость L_2 от длины фронта:

$$L_2 = L_1 K = (L_{\text{фр}} - L_2) K = L_{\text{фр}} K - L_2 K;$$

$$L_2 = \frac{L_{\text{фр}} K}{1 + K}.$$

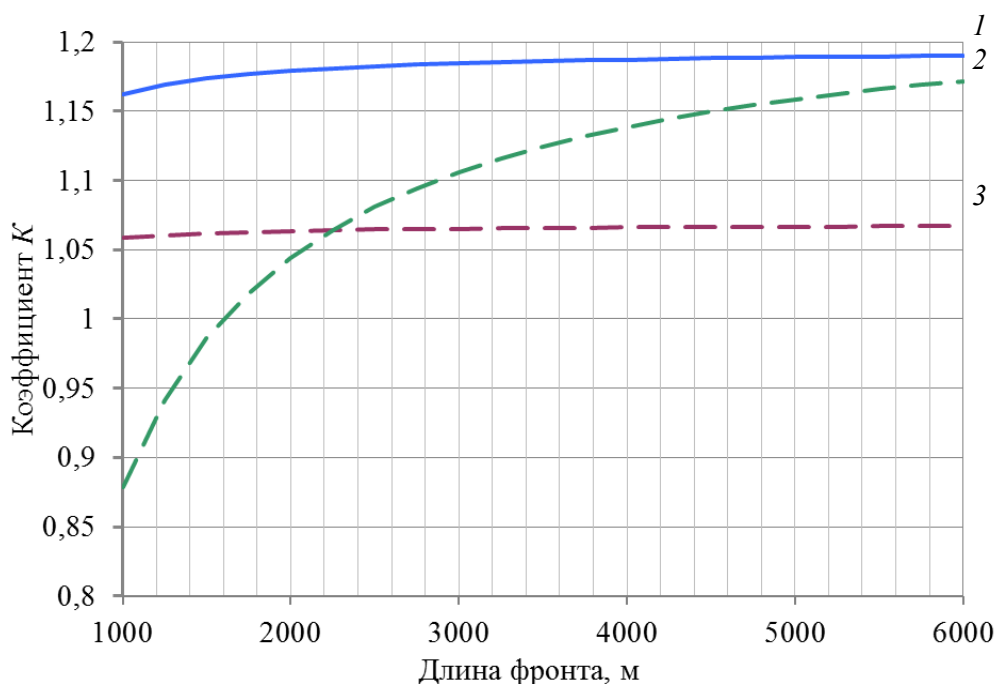


Рис. 4. Динамика изменения значений коэффициента K при организации работы в паре двух ведущих машин:

1 – Дуоматик, Дуоматик; 2 – Дуоматик, Динамик; 3 – ВПР, ВПР

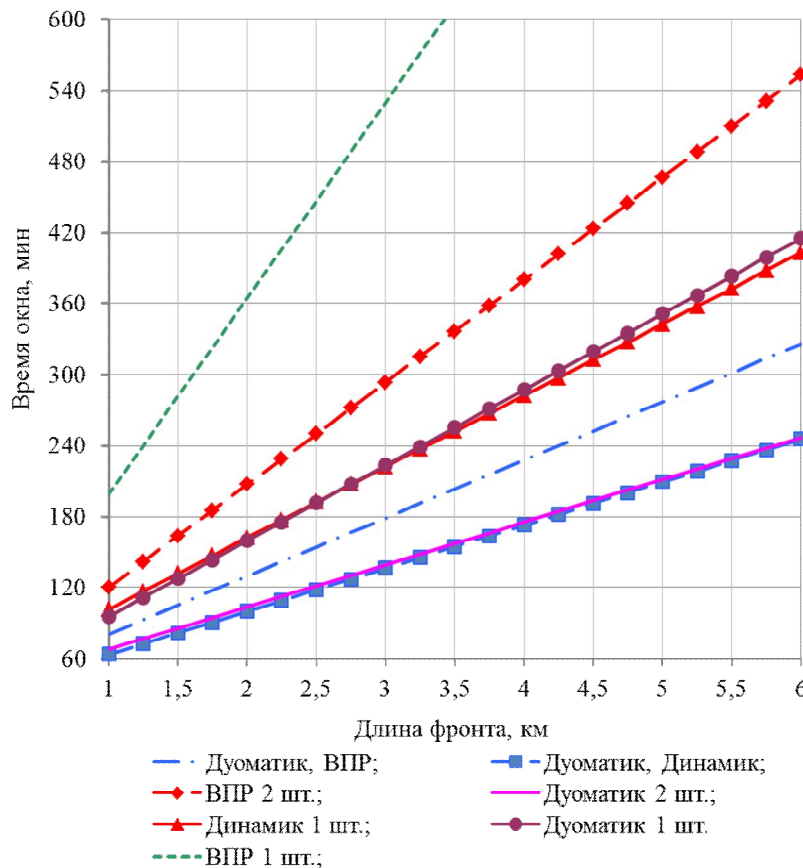


Рис. 5. Зависимость времени окна и фронта работ для различных вариантов машинных комплексов

Определение времени окна

Для каждого из семи вариантов машинных комплексов при различной длине фронта определялось время окна, при этом учитывалось, что время окна должно быть 4–5 ч [10] (рис. 5).

Анализ технологической эффективности по времени окна

В результате многовариантных расчетов была определена технологическая эффективность всех семи вариантов машинных комплексов.

Как следует из проведенных расчетов, сокращение времени окна при работе комплекса с применением современных высокопроизводительных машин Дуоматик или Динамик дает весьма существенный технико-экономический эффект: сокращение времени окна при работе комплекса с применением машины Дуоматик (1 шт.) составляет 52–60 % в сравнении с ВПР-02 (1 шт.).

Для наглядного представления технологической эффективности удвоенного количества выправочных машин сравним их с базовым вариантом (1 машина Дуоматик) – табл. 1.

Применение в составе комплекса двух машин ВПР дает технологический эффект в уменьшении окна на 40–46 % в сравнении с одной машиной ВПР.

Применение в составе комплекса двух машин Дуоматик дает технологический эффект в уменьшении окна на 66–76 % в сравнении с одной машиной ВПР; на 30–40 % в сравнении с одной машиной Дуоматик, в зависимости от длины фронта.

Относительно небольшой уровень эффекта работы комплекса с применением двух машин Дуоматик в сравнении с одной машиной Дуоматик объясняется особенностями технологии производства работ и рациональным соотношением между длинами участков работы каждой из ведущих машин. Однако выработка и производительность на 1 ч окна работы комплексов увеличивается с ростом длины фронта (табл. 2, 3), а величина технико-экономического эффекта будет увеличиваться с ростом объемов движения поездов, т.е. использование комплекса с применением двух машин Дуоматик имеет свои границы рационального применения.

Таблица 1

Доля времени окна в сравнении с базовым вариантом (1 машина Дуоматик)

Вариант машинного комплекса	Доля времени окна, %, при длине фронта, км					
	1	2	3	4	5	6
2) ХДВ, Дуоматик (база сравнения)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
5) ХДВ, Дуоматик, ВПР	84,4	81,3	80,0	79,3	78,8	78,5
6) ХДВ, Дуоматик, Дуоматик	70,9	64,9	62,4	61,0	60,1	59,5
7) ХДВ, Дуоматик, Динамик	66,4	62,6	61,0	60,1	59,5	59,1

Таблица 2

Эффективность производительности машинных комплексов на 1 ч окна

Вариант машинного комплекса	Производительность работы, %, при фронте работ, км										
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
1) ХДВ, ВПР	48	45	44	43	42	42	41	41	41	41	40
2) ХДВ, Дуоматик	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3) ХДВ, Динамик	94	97	99	100	101	101	102	102	103	103	103
4) ХДВ, ВПР, ВПР	80	78	77	77	76	76	76	75	75	75	75
5) ХДВ, Дуоматик, ВПР	118	121	123	124	125	126	126	127	127	127	127
6) ХДВ, Дуоматик, Дуоматик	141	149	154	158	160	162	164	165	166	167	168
7) ХДВ, Дуоматик, Динамик	151	156	160	162	164	165	166	167	168	169	169

Таблица 3

Эффективность выработки машинных комплексов за время окна

Вариант машинного комплекса	Выработка комплекса, %, при времени окна, ч				
	2	2,5	3	3,5	4
1) ХДВ, ВПР	37,9	38,1	38,2	38,2	38,3
2) ХДВ, Дуоматик (база сравнения)	100	100	100	100	100
3) ХДВ, Динамик	94,4	97,4	99,2	100,3	101,2
4) ХДВ, ВПР, ВПР	65,2	72,6	72,8	73,0	73,1
5) ХДВ, Дуоматик, ВПР	130,4	130,4	130,3	130,3	130,3
6) ХДВ, Дуоматик, Дуоматик	177,9	178,0	178,1	178,2	178,2
7) ХДВ, Дуоматик, Динамик	184,7	182,4	181,0	180,1	179,4

Применение в составе комплекса удвоенного количества путевых машин повышает производительность всего комплекса:

– две машины Дуоматик и Дуоматик – 41–68 % в сравнении с одной машиной Дуоматик;

– две машины Дуоматик и ВПР – 18–27 %;

– две машины Дуоматик и Динамик – 51–69 %.

Как следует из табл. 3, применение в составе комплекса удвоенного количества путевых машин увеличивает выработку всего комплекса за время окна:

– две машины Дуоматик и Дуоматик – на 78 % в сравнении с одной машиной Дуоматик;

– две машины Дуоматик и ВПР – 30 %;

– две машины Дуоматик и Динамик – 79–85 %.

Выводы

1. При организации работы двух ведущих выправочных машин (ВПР или Дуоматик) необходимо определить длину участка работы каждой из них. Длина этих участков определяется технологической последовательностью работы последующих машин, темпом работы ведущих и последующих машин, требованием рационального использования времени окна.

2. Применение в составе комплекса современных высокопроизводительных машин Дуоматик или Динамик дает весьма существенный технологический эффект, сокращение времени окна при работе комплекса с применением машины Дуоматик составляет 52–60 % в сравнении с ВПР-02.

3. Применение в составе комплекса двух машин ВПР дает технологический эффект в уменьшении окна на 40–46 % в сравнении с одной машиной ВПР.

4. Применение в составе комплекса двух машин Дуоматик дает технологический эффект в уменьшении окна на 30–40 % в сравнении с двумя машинами ВПР; на 40 % в сравнении с одной машиной Дуоматик. Выработка за время окна увеличивается на 78 % в сравнении с одной машиной Дуоматик.

5. Внедрение технологии электронных меток позволяет значительно повысить производительность выправочных машин, так как необходимую информацию о состоянии пути они получают от вагонов-путеизмерителей без измерительной поездки машины, при этом требуемое время окна для работы машинного комплекса с двумя машинами Дуоматик уменьшается на 11–16 %.

Библиографический список

1. Технические условия на работы по реконструкции (модернизации) и ремонтам пути. Утв. распоряжением ОАО «РЖД» № 75р от 18.01.2013 г.
2. Комплексный подход к оздоровлению путевой инфраструктуры // Евразия Вести. 2014. № 7. С. 11.
3. Комплексная механизация путевых работ / В.Л. Уралов, Г.И. Михайловский, Э.В. Воробьев и др. М.: Маршрут, 2004. 382 с.
4. Путевые машины / С.А. Соломонов, М.В. Попович, В.М. Бугаенко и др. М.: Желдориздат, 2000. 756 с.
5. Гарантировать безопасность // Евразия Вести. 2014. № 12. С. 6–7.
6. Система высокоточной выправки по данным вагонов-путеизмерителей // Евразия Вести. 2010. № 8. С. 29.
7. Николаенко А.А., Величко Д.В., Прудников А.В. Эксплуатация бесстыкового пути в условиях Сибири. Новосибирск: Сибпринт, 2010. 133 с.
8. Величко Д.В., Кирилин А.В. Определение экономически обоснованных границ применения двух машин Дуоматик для выправки пути // Инновационно-инвестиционные решения транспортно-строительной отрасли: Сб. ст. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2009. С. 5–10.
9. Карпущенко Н.И., Гербер А.Р., Юдин О.Г. Проектирование технологии ремонтов пути. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2009. 156 с.
10. Эффективность работы инфраструктурного комплекса // Евразия Вести. 2014. № 7. С. 4–5.

D.V. Velichko

Increasing the Productivity of Machine Complexes within a Track Closedown

Abstract. The present paper investigates the problem of increasing the efficiency of the organization and technology of preventive track repairs. The urgency of this problem is related to the objective of the efficient use of resources in maintaining of track facilities, which has a crucial importance for the JSC ‘Russian Railways’ in current economic situation. The study suggests the evaluation of the main methods of increasing the productivity of the machine complexes during the preventive track repairs. The technological activities are justified; the potential of increasing the productivity of machine complexes within a track closedown is identified; and the organization and the technological efficiency of machine complexes with two leading lining machines (LLM, Duomatic, Dinamic) are analyzed. It has been determined that the use of modern high-performance machines (Duomatic or Dinamic) as a part of the machine complex gives very significant technological effect. The decrease in the closedown time when working with Duomatic machine complex is 60% compared to LLM. The application of two Duomatic machines in the complex reduces the closedown time by 40% in comparison with two LLM machines; and by 40% in comparison with one Duomatic machine. The production during the track closedown increases up to 80% in comparison with one Duomatic machine. In addition, the technological efficiency of the machine complex with the implementation of the technology of electronic tags is analyzed. This technology significantly improves the performance of lining machines, since the information about the state of the track comes from the geometry cars, without measuring, consequently, the required closedown time for two Duomatic machines operation reduces to 16%.

Key words: railway track; organization and technology; repair; Duomatic; technical and economic efficiency.

Величко Дмитрий Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» СГУПС. E-mail: vdv.nsk@mail.ru