

**РИСКИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ВЫПРАВочно-ПОДБИВочно-РИХТОВОчных МАШИН
НЕПРЕРывно-ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ**

Зайцев А.В.

Сибирский государственный университет путей сообщения

Разработан метод минимизации рисков комплексных организационно-технологических показателей эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM на основе анализа натуральных испытаний в реальных условиях работы при проведении различных видов ремонтов и текущего содержания железнодорожного пути.

В современных условиях становится востребованными новые методы, технологии и модели, которые могут способствовать снижению себестоимости строительной продукции и повышению рентабельности работы организаций. Одним из основных факторов повышения эффективности при строительстве, ремонте и текущем содержании пути является формирование технологических комплексов машин.

Создание информационных баз фактических натуральных испытаний, технических и экономических показателей машин, комплектов и систем в реальных условиях эксплуатации способствует оптимизации путевых работ с заданной надежностью при строительстве, ремонте и текущем содержании железнодорожного пути [1-4].

В настоящее время созданная база данных по результатам натуральных испытаний выправочно-подбивочных машин непрерывно-циклического действия позволяет оптимизировать показатели надежности работы парков, комплектов и отдельных машин.

Основными комплексными показателями работы выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия являются: время работы, ч; время технологических перерывов, ч; время простоев, ч; коэффициент использования по времени; коэффициент готовности; коэффициент технического использования; коэффициент эффективности, полученные при ежемесячном анализе по результатам обработки их натуральных испытаний [5-7].

Для анализа работы машины Duomatic 09-32 CSM собрана информация о её работе в реальных производственных условиях

(время работы, технологических перерывов и простоев машин, коэффициент использования по времени коэффициент готовности, коэффициент технического использования, коэффициент эффективности). При этом для случайных величин была проведена логическая и математическая обработка статистической информации. Показатели работы машины приведены в таблице 1.

После создания баз данных показателей эксплуатации выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM по результатам натурных испытаний за последние десять лет проведена обработка выборок и установлено, что все они подчиняются закону нормального распределения т. к. вычисленные значения критерия Пирсона для этих показателей меньше соответствующих табличных значений (таблицы 2, 3) [8-10].

Важным этапом исследования является разработка метода минимизации рисков показателей работы выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM.

Таблица 1 – Показатели эксплуатации машин выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM

Показатель	Обозначение	Поле
Марка машины	Марка	<i>Marka</i>
Заводской номер машины	N_z	N_z
Месяц	Месяц	<i>Mes</i>
Календарный фонд времени	T_ϕ	T_f
Время работы, ч	T_p	T_r
Продолжительность технологических перерывов, ч	$T_{тп}$	T_{tr}
Продолжительность простоев, ч	$T_{п}$	T_p
Коэффициент использования по времени	K_b	K_v
Коэффициент готовности	K_r	K_g
Коэффициент технического использования	$K_{ти}$	K_{ti}
Коэффициент эффективности	$K_э$	K_e

Минимизация риска. Для минимизации риска рассматриваемых в статье показателей работы машины воспользуемся рекомендациями [9].

Показатель риска машин определяется по формуле:

$$r = \sqrt{V}, \quad (1)$$

где V -вариация отклонения от среднего значения рассматриваемого показателя работы машины [9]. В таблицах 2 и 3 этот показатель называется риском отклонения от среднего значения.

При определении времени работы машины с минимальным риском следует воспользоваться формулой [10-13]:

$$T_p = \overline{T_p} - r, \quad (2)$$

где $\overline{T_p}$ – среднее время исправной работы машины;

r – риск отклонения от среднего значения времени работы машины.

Например, время работы машины с минимальным риском, вычисленное по табл. 2, будет равно 92,34 (98,3 – 5,96).

При определении продолжительности простоев и технологических перерывов работы машины с минимальным риском следует воспользоваться формулой (3) [14]:

$$K_n = \overline{T_n} + r, \quad (3)$$

где $\overline{T_n}$ – средняя продолжительность простоев машины;

r – риск отклонения от среднего значения продолжительности простоя машины.

Например, продолжительность простоя машины с минимальным риском, вычисленная по таблице 2, будет равна 34,195 (29,3 + 4,895).

При определении коэффициента использования машины по времени с минимальным риском следует воспользоваться формулой [14 – 15]:

$$K_b = \overline{K_b} - r, \quad (4)$$

Таблица 2 – Параметры выборки времени работы, технологических перерывов, простоев и коэффициентов использования по времени выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM

Показатель	Величина			
	T_p	$T_{тп}$	$T_{п}$	K_v
Количество опытов	648	648	648	648
Количество связей	3	3	3	3
Уровень значимости	0,05	0,05	0,05	0,05
Минимальное значение фактора	77	6,2	13,2	0,3105
Максимальное значение фактора	117	12,3	51,1	0,3931
Выборочное среднее значение фактора	96,2	9,02	32,6	0,3923
Среднее линейное отклонение фактора	5,715	0,9651	4,873	0,0238
Среднее квадратическое отклонение фактора	7,124	1,252	6,095	0,0296
Стандартное отклонение фактора	7,129	1,253	6,100	0,0296
Средняя квадратическая ошибка фактора	0,280	0,049	0,240	0,00116
Ошибка, % от среднего значения фактора	0,291	0,545	0,735	0,296
Эмпирическая дисперсия выборки	50,83	1,57	37,21	0,00088
Вариации отклонения от среднего значения	32,67	0,931	23,74	0,00056
Риск отклонения от среднего значения	5,72	0,965	8,873	0,024
Коэффициент вариации	0,074	0,138	0,187	0,075
Вычисленное значение критерия Пирсона	3,89	7,63	7,05	7,84
Табличное значение критерия Пирсона	8,13	8,13	8,13	8,13
Количество интервалов	10	10	10	10

Таблица 3 – Параметры выборки коэффициентов использования по времени, коэффициентов готовности, коэффициентов технического использования и коэффициентов эффективности выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM

Показатель	Величина		
	K_r	$K_{тн}$	K_3
Фактор			
Количество опытов	648	648	648
Количество связей	3	3	3
Уровень значимости	0,05	0,05	0,05
Минимальное значение фактора	0,6148	0,4435	0,6752
Максимальное значение фактора	0,7917	0,6792	1,0000
Выборочное среднее значение фактора	0,6987	0,5620	0,9098
Среднее линейное отклонение фактора	0,0278	0,0323	0,0576
Среднее квадратическое отклонение фактора	0,0345	0,0408	0,0686
Стандартное отклонение фактора	0,0345	0,0409	0,0686
Средняя квадратическая ошибка фактора	0,00136	0,00161	0,00270
Ошибка, % от среднего значения фактора	0,1939	0,2856	0,2963
Эмпирическая дисперсия выборки	0,00119	0,00167	0,00471
Вариации отклонения от среднего значения	0,000773	0,001045	0,003315
Риск отклонения от среднего значения	0,0278	0,0323	0,0576
Коэффициент вариации	0,0493	0,0726	0,0754
Вычисленное значение критерия Пирсона	2,83	2,88	1,78
Табличное значение критерия Пирсона	8,13	8,13	8,13
Количество интервалов	10	10	10

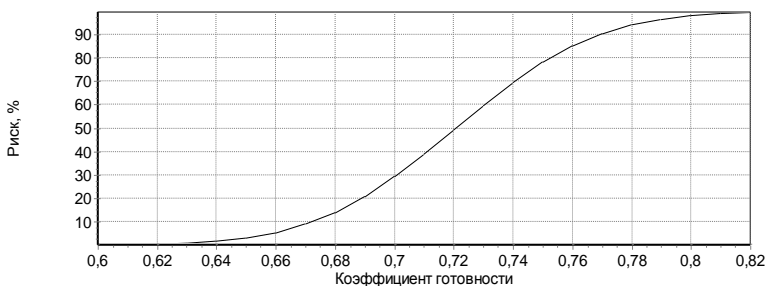


Рис. 1 – Риск коэффициента готовности машины Duomatic 09-32 CSM

где K_v – коэффициент использования машины по времени;
 r – риск отклонения от среднего значения коэффициента использования машины по времени.

Например, коэффициент использования машины по времени с минимальным риском, вычисленный по таблице 2, будет равен 0,3756 (0,4006 – 0,025).

На рисунке 1 показан риск коэффициента готовности машины, полученный при ежемесячном анализе результатов натуральных испытаний машины Duomatic 09-32 CSM [10].

Приведенная на рисунке 1 информация позволяет оценить риск коэффициента готовности.

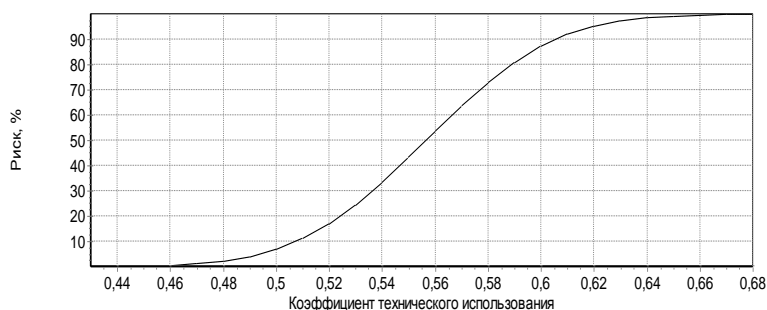


Рис. 2 – Риск коэффициента технического использования машины Duomatic 09-32 CSM

На рисунке 2 показан риск коэффициента технического использования машины Duomatic 09-32 CSM, полученный при ежемесячном анализе результатов натурных испытаний работы последней.

Коэффициент сохранения эффективности, вычисленный по этой формуле, показывает эффективность использования машины Duomatic 09-32 CSM за конкретный промежуток времени (рисунок 3).

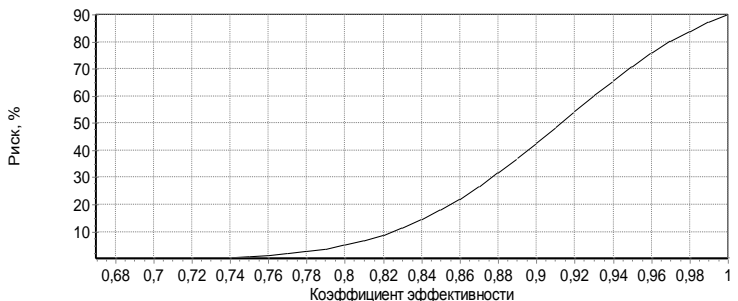


Рис. 3 – Риск коэффициента эффективности работы машины Duomatic 09-32 CSM

Заключение

Метод минимизации рисков основных показателей работы машин типа Duomatic 09-32 CSM, позволяет прогнозировать основные показатели работы конкретной машины.

Данный метод можно использовать для обоснования показателей работы любых машинных систем, комплектов и отдельных машин, применяемых при проведении ремонтов и текущего содержания железнодорожного пути.

Библиографический список

1. Анферов В.Н., Зайцев А.В. Обоснование применения рабочего органа для уплотнения балласта на плече и откосах балластной призмы на машинах ВПР // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. –2014. – № 30. – С. 60-64.

2. Глотов В.А., Мокин Н.В., Филатов А.П. К обоснованию параметров пневмотранспортной машины для уборки снега с междупутей станций // Совершенствование средств механизации путевых, строительных и погрузочно-разгрузочных работ. – Новосибирск, –2001. – С. 32 – 39.

3. Глотов В.А., Зайцев А.В., Кузнецов С.М. Модели эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин // Научно-исслед.публ. Воронеж. – 2014. – № 13 (17). – С. 16 – 25.
4. Глотов В.А., Зайцев А.В. Обоснование применения рабочего органа для уплотнения балласта на плече и откосах балластной призмы на машинах ВПП // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2014. – № 30. – С. 60 – 64.
5. Глотов В.А., Зайцев А.В. Эффективность применения планировщика балластной призмы // Экономика ж.д. – 2017. – №1. – С. 59 – 63.
6. Глотов В.А. Осаждение снега в емкости уборочной машины // Вопросы создания и модернизации строительных и путевых машин. Сборник научных трудов. – Новосибирск: Изд-во СГАПС. 1994. – С. 12 – 18.
7. Анферов В.Н., Кузнецов С.М., Васильев С.М. Оценка надежности работы бульдозеров // Системы. Методы. Технологии. – 2013. – № 3. – С. 16 – 21.
8. Кузнецов С.М., Кузнецова К.С., Суворов А.Д., Маслов И.А. Автоматизированная система формирования парка строительных машин // Жилищное строительство. – 2007. – № 3. – С. 8 – 10.
9. Кузнецов С.М., Лизунов Е.В., Щербаков А.В. Вероятностная модель работы многоступенчатых гидротранспортных систем // Изв. вузов. Строительство. – 2006. – № 9. – С. 33 – 41.
10. Кузнецов С.М., Кузнецова К.С., Сироткин Н.А. Комплексная оценка организационно-технологической надежности работы парка строительных машин // Экономика ж. д. – 2007. – № 4. – С. 68 – 76.
11. Кузнецов С.М., Глотов В.А., Зайцев А.В. Модели надежности эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин ВПП-02 // Трансп.: наука, техника, упр. – 2014. – №4. – С. 58 – 63.
12. Кузнецов С.М., Зайцев А.В. Надежность выправочно-подбивочно-рихтовочных машин // Путь и путевое хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 19 – 22.
13. Кузнецов С.М., Зайцев А.В. Обоснование показателей эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин ВПП-02 и ВПРС-02 // Экономика ж. д. – 2014. – № 3. – С. 80 – 90.
14. Кузнецов С.М., Зайцев А.В. Оценка технической надежности эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин ВПП-02 // Трансп. : наука, техника, упр. – 2014. – №2. – С. 45 – 49.