смеси по спиралевидной канавке было направлено к выходному отверстию распылительной насадки 3.

Входное отверстие 9 выполнено в крышке 11, которая плотно притянута к корпусу 1 винтами 12. Уплотнительное кольцо 13, установленное между крышкой 11 и отражателем 2, необходимо для сохранения герметичности внутри распылителя и выполняет роль регулирующего элемента при сборке распылителя в целом.

Между корпусом 1 и отражателем 2 установлен экран 14, выполненный из проводника с целью создания электрического поля для управления зарядкой порошка и зафиксированный не жестко с помощью диэлектрической проставки 15.

Через входные отверстия подается газопорошковая смесь, через соосное с корпусом отверстие смесь для зарядки подается на рассекатель, который подключен через контакт к источнику питания. Через отверстие, ось которого перпендикулярна оси отражателя, газопорошковая смесь для статической зарядки подается на отражатель, выполненный из диэлектрического материала со спиралевидной канавкой внутри. Вихревой поток из отражателя перетекает в дополнительный отражатель, выполненный из диэлектрического стекла со спиралевидной канавкой внутри и расширяющейся частью на выходе газопорошковой смеси. На выходе из дополнительного отражателя, закрепленного в насадке, газопорошковая смесь сохраняет свое вихревое течение и зарядку порошка.

Для изменения площади пятна напыляемой газопорошковой смеси необходимо иметь набор дополнительных отражателей с разным углом конуса.

Конечным этапом является осаждение напыляемых частиц равномерным слоем на поверхность детали достаточно сложной конфигурации при высоком качестве распыления.

1. Электростатическое распыление дисперсного материала Патент РФ №2193453, МПК В05В/057, опубликован 27.11.2002
2. Патент РФ №1233953, МПК В05В/02, опубликован 30.05.1986
3. Распылитель порошкообразных материалов Патент РФ № 2113913, МПК В05В5/00, опубликован 27.06.1998
4. Распылитель порошкообразных материалов Патент РФ №152753, МПК В05В5/00, опубликован 20.06.2015
5. Распылитель порошкообразных материалов со сменной насадкой Патент РФ №170809, МПК В05В5/03, МПК В05В5/04, опубликован 11.05.2017.

Зайцев А.В.

Анализ рисков основных показателей работы выправочно-подбивочно-рихтовочных машин непрерывно-циклического действия

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения»
(Россия, Новосибирск)*

doi: 10.18411/lj-06-2019-142

idsp: ljjournal-06-2019-142

Аннотация

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

Ключевые слова: показатели эксплуатации, надежность, путевая выправочно-подбивочно-рихтовочная машина, минимизация риска.

Abstract

A method for minimizing the risks of complex organizational and technological indicators of operation of rectifying-tamping and straightening machines of continuous-cyclic action Duomatic 09-32 CSM was developed based on the analysis of field tests in actual working conditions during various types of repairs and maintenance of the railway track, and also presented the main characteristics operating the Duomatic 09-32 CSM.

Key works: performance indicators, reliability, track straightening-tamping and leveling machine, minimizing risk.

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 натурных 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 натурных 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 натурных 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 технического использования, коэффициент эффективности). При этом для случайных величин была проведена логическая и математическая обработка статистической информации. Показатели работы машины приведены в таблице 1.

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	<i>Nз</i>	<i>Nz</i>
Месяц	Месяц	<i>Mes</i>
Календарный фонд времени	T_{ϕ}	Tf
Время работы, ч	T_p	Tr
Продолжительность технологических перерывов, ч	$T_{\text{тп}}$	Ttp
Продолжительность простоев, ч	$T_{\text{п}}$	Tr
Коэффициент использования по времени	K_v	Kv
Коэффициент готовности	K_g	Kg
Коэффициент технического использования	$K_{\text{ти}}$	Kti
Коэффициент эффективности	K_e	Ke

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].

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	$T_{тп}$	$T_{п}$	$K_{в}$
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	$K_{тп}$	K_z
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

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

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 [14]:

$$K_{\pi} = \overline{T_{\pi}} + r, \quad (3)$$

где $\overline{T_{\pi}}$ -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]:

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

где $\overline{K_b}$ -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 натурных испытаний машины Duomatic 09-32 CSM [10].

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

Приведенная на рисунке 1 информация позволяет оценить риск коэффициента готовности.

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

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

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.

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 выпро-вочно-подбивочно-рихтовочных машин // Научно-исследовательские публикации. 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 ВПР // 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 ВПР-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 ВПР-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 ВПР-02 // Трансп. : наука, техника, упр. - 2014. - №2. - С. 45-49.

Кванин Р.В., Авдеев Б.А.

Динамическая устойчивость шин ГРЩ (главного распределительного щита) при коротком замыкании

*ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
(Россия, Керчь)*

doi: 10.18411/lj-06-2019-143

idsp: ljjournal-06-2019-143

Аннотация

В данной статье поднята проблема динамической устойчивости шин ГРЩ при коротком замыкании. В качестве примера был выполнен расчет на динамическую устойчивость.

Ключевые слова: динамическая устойчивость, шины главного распределительного щита, короткое замыкание, деформация, судовая, система, коэффициент кривой.

Abstract

This article raises the problem of dynamic stability of the main busbars in case of short circuit. As an example, a dynamic stability calculation was performed.

Keywords: dynamic stability, tires of the main switchboard, short circuit, deformation, shipboard, system, curve coefficient.

Судовые автоматизированные электроэнергетические системы во всем судовом электрооборудовании занимают самое ответственное место, обеспечивая электроэнергией всех потребителей судна.

К судовым электростанциям и к самой судовой системе в целом применяются жесткие требования по надежности, техническим параметрам, поэтому при проектировании осуществляется множество проверок одна из них — это проверка шин ГРЩ на динамическую устойчивость.