

Негативные последствия неконтролируемого проскальзывания:

- ускоренный износ контактных поверхностей;
- увеличение тормозного пути до 30 %;
- потеря управляемости транспортным средством;
- снижение энергоэффективности системы.

Современные решения. Развитие систем автоматического управления позволило преобразовать проскальзывание из проблемы в инструмент оптимизации. Современные системы:

- активно поддерживают проскальзывание в оптимальном диапазоне (10–25 %);
- максимизируют силу тяги при разгоне;
- сокращают тормозной путь при сохранении управляемости;
- снижают износ элементов контактной пары.

Заключение. Проскальзывание в системе «колесо – рельс» представляет собой фундаментальное физическое явление, требующее не подавления, а точного управления. Современные технологии контроля проскальзывания позволяют одновременно решить три ключевые задачи: повысить безопасность, снизить эксплуатационные расходы и увеличить ресурс элементов колесно-рельсовой системы.

Список литературы

1 **Комиссаров, В. В.** Проскальзывание в паре трения: некоторые экспериментальные исследования / В. В. Комиссаров, Е. С. Головина // Тр. VI Междунар. симпозиума по трибофатике (ISTF 2010), 25 окт. – 1 нояб. 2010 г., Минск / редкол. : М. А. Журавков (пред.) [и др]. – Минск : БГУ, 2010. – Т. 2. – С. 117–121.

2 **Комиссаров, В. В.** Проскальзывание в паре трения: некоторые экспериментальные исследования / В. В. Комиссаров, Е. С. Головина // Тр. VI Междунар. симпозиума по трибофатике (ISTF 2010), 25 окт. – 1 нояб. 2010 г., Минск / редкол. : М. А. Журавков (пред.) [и др]. – Минск : БГУ, 2010. – Т. 2. – С. 117–121.

3 **Сосновский, Л. А.** Экспериментальное исследование влияния проскальзывания на изменение характеристик трения при качении / Л. А. Сосновский, В. В. Комиссаров, С. А. Тюрин // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2016. – № 1 (32). – С. 116–125.

УДК 629.46.014.7.004.67

ПОТРЕБНОСТЬ В РЕМОНТНОЙ БАЗЕ ДЛЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕМОНТОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

B. Ф. РАЗОН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

На Белорусской железной дороге Приказом № 15Н от 16.01.2017 г. утверждены Правила технической эксплуатации дороги, устанавливающие планово-предупредительную дифференцированную систему ремонта вагонов, в которой, в том числе, предусмотрены следующие интервалы времени проведения периодического ремонта вагонов (таблица 1).

Таблица 1 – Нормативный срок службы и периодичность плановых видов ремонта вагонов

Род грузового вагона	Норматив- ный срок службы, лет	Деповской ремонт, лет			Капитальный ремонт, лет	
		Первый после постройки	После деповского ремонта	После капиталь- ного ре- монта	После постройки	После капитального ремонта
Крытые Универсальные, включая оборудованные теплоизоляцией	32	3	3	3	13	12
Для перевозки зерна	30	3	3	3	15	–
Для перевозки автомобилей	30	3	3	3	8	8
Для перевозки скота	30	3	2	2	15	–
Платформы Универсальные	32	3	3	3	15	12
Для перевозок большегрузных контейнеров, крупнотоннажных контейнеров и колесной техники	32	3	3	3	17	–
Для перевозки рулонной стали, листовой стали, заготовок, колес, колесных пар	32	3	3	3	17	–
Для перевозки лесоматериалов	32	3	3	3	17	–

Окончание таблицы 1

Род грузового вагона	Норматив- ный срок службы, лет	Деповской ремонт, лет			Капитальный ремонт, лет	
		Первый после постройки	После деповского ремонта	После капиталь- ного ре- монта	После постройки	После капитального ремонта
Полувагоны						
Универсальные модели 12-132-03 на тележках 18-578	22	4	2	2	—	8
Универсальные, глуходонные, с глухим кузовом	22	3	2	2	11	—
Думпкары	22	3	2	2	10	7
Хоппер-дозаторы	25	3	3	3	10	8
Цистерны						
4-осные нефтебензиновые	32	3	3	3	13	12
8-осные нефтебензиновые	32	3	2	2	11	11
Для перевозки кислоты 4- и 8-осные	18	2	2	2	5	5
Для перевозки цемента и других порошкообразных грузов	28	3	2	2	10	10
Для перевозки пропана, аммиака, углеводородных газов	40	2	2	2	10	10

Исходя из установленных интервалов времени схема проведения периодических ремонтов выглядит следующим образом (таблица 2).

Таблица 2 – Проведение плановых видов ремонта вагонов за срок их службы

Род грузового вагона	Деповской ремонт		Капитальный ремонт	
	Годы проведения с начала эксплуатации	Количество за срок службы	Годы проведения с начала эксплуатации	Количество за срок службы
Крытые				
Универсальные, включая оборудованные теплоизоляцией	3, 6, 9, 12*, 16, 19, 22, 28, 31**	9	13, 25	2
Для перевозки зерна	3, 6, 9, 12, 18, 21, 24, 27	8	15	1
Для перевозки автомобилей	3, 6***, 11, 14***, 19, 22, 25, 28	8	8, 16	2
Для перевозки скота	3, 5, 7, 9, 11, 13, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29**	13	15	1
Платформы				
Универсальные	3, 6, 9, 12, 18, 21, 24, 30****	8	15, 27	2
Для перевозок большегрузных контейнеров, крупнотоннажных контейнеров и колесной техники	3, 6, 9, 12, 15***, 20, 23, 26, 29	9	17	1
Для перевозки рулонной стали, листовой стали, заготовок, колес, колесных пар	3, 6, 9, 12, 15***, 20, 23, 27, 30****	9	17	1
Для перевозки лесоматериалов	3, 6, 9, 12, 15***, 20, 23, 27, 30****	9	17	1
Полувагоны				
Универсальные модели 12-132-03 на тележках 18-578	4, 6, 10, 12, 14, 18, 20	7	8, 16	2
Универсальные, глуходонные, с глухим кузовом	3, 5, 7, 9, 13, 15, 17, 19, 21**	9	11	1
Думпкары	3, 5, 7, 9*, 12, 14, 16*, 19, 21**	9	10, 17	2
Хоппер-дозаторы	3, 6, 9*, 13, 16***, 21, 24**	7	10, 18	2
Цистерны				
4-осные нефтебензиновые	3, 6, 9, 12*, 16, 19, 22, 28, 31**	9	13, 25	2
8-осные нефтебензиновые	3, 5, 7, 9, 13, 15, 17, 19, 21*, 24, 26, 28, 30	13	11, 22	2
Для перевозки кислоты 4- и 8-осные	2, 4*, 7, 9*, 12, 14, 16	7	5, 10	2
Для перевозки цемента и других порошкообразных грузов	3, 5, 7, 9, 12, 14, 16, 18, 22, 24, 26	11	10, 20	2
Для перевозки пропана, аммиака, углеводородных газов	2, 4, 6, 8, 12, 14, 16, 18, 22, 24, 26, 28, 32, 34, 36, 38	16	10, 20, 30	3

*Деповской ремонт за 1 год до капитального ремонта.

**Деповской ремонт за 1 год до окончания нормативного срока службы.

***Деповской ремонт за 2 года до капитального ремонта.

****Деповской ремонт за 2 года до окончания нормативного срока службы.

Анализируя данные таблицы 1, следует обратить внимание на наличие несогласованности между сроками проведения периодических ремонтов и сроком службы вагонов, что отражено в таблице 2:

– выполнение капитального ремонта до наступления установленного срока деповского ремонта;

– выполнение последнего деповского ремонта до окончания срока службы вагона менее чем установленная периодичность деповских ремонтов.

В вагоносборочных участках депо Белорусской железной дороги принята поточно-бригадная форма организации работ, при которой вагон всё время ремонта пристаивает на одной и той же ремонтной позиции, а специализированные бригады рабочих последовательно переходят от одного вагона к другому, выполняя закрепленные за ними производственные операции. Годовой выпуск вагонов из ремонта при поточно-бригадной форме организации работ, N_r , определяется по формуле

$$N_r = \frac{\Delta_p n_p n_{cm}}{t_p^{cm}}, \quad (1)$$

где Δ_p – количество рабочих дней в году (определяется режимом работы депо и может составлять от 365 до 355 дней); n_p – количество позиций в вагоносборочном участке депо, на которых выполняется ремонт вагонов; n_{cm} – количество смен работы вагоносборочного участка в течение рабочего дня; t_p^{cm} – продолжительность ремонта вагонов, рабочих смен. Обычно для деповского ремонта вагонов – 1 смена, капитального – 2 смены, капитального ремонта с повышенным объемом работ – 3 смены (полувагоны для перевозки цемента и минеральных удобрений).

Исходя из формулы (1) потребное количество ремонтных позиций

$$n_p = \frac{N_r t_p^{cm}}{\Delta_p n_{cm}}. \quad (2)$$

С учетом того, что вагонные депо при плановых видах ремонта вагонов, как правило, работают в односменном режиме продолжительностью 12 часов, формулу (2) можно упростить к виду

$$n_p = \frac{N_r t_p^{cm}}{\Delta_p}. \quad (3)$$

Среднее количество плановых ремонтов вагона в течение одного года

$$K_r = \frac{K_{cl}}{t_{cl}}, \quad (4)$$

где K_{cl} – количество плановых ремонтов одного вагона за весь срок службы (см. таблицу 2); t_{cl} – нормативный срок службы вагона, лет (см. таблицу 1).

Значение количества ремонтов вагона в течение одного года, $N_{r,v}$, можно рассматривать как годовую программу ремонта, привязанную к одному вагону

$$N_{r,v} = K_r = \frac{K_{cl}}{t_{cl}}. \quad (5)$$

Подставив выражение $N_{r,v}$ из формулы (5) в выражение (2), получим потребное количество ремонтных позиций для одного вагона:

$$n_{p,v} = \frac{K_{cl} t_p^{cm}}{\Delta_p t_{cl}}. \quad (6)$$

Значения, рассчитанные с использованием зависимости (5), колеблются в пределах от 0,00113 до 0,00094. Поскольку оперировать с такими малыми величинами затруднительно, расчет выполним применительно к 1000 вагонов. Результаты расчета показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет потребности в ремонтных позициях для выполнения плановых видов ремонта грузовых вагонов в расчете на 1000 вагонов

Род грузового вагона	Нормативный срок службы, лет	Количество ремонтов за весь срок службы		Количество ремонтных позиций		
		Деповской ремонт	Капитальный ремонт	Деповской ремонт	Капитальный ремонт	Всего
Крытые						
Универсальные, включая оборудованные теплоизоляцией	32	9	2	0,79	0,35	1,14
Для перевозки зерна	30	8	1	0,75	0,19	0,94
Для перевозки автомобилей	30	8	2	0,75	0,38	1,13
Для перевозки скота	30	13	1	1,22	0,19	1,41
Платформы						
Универсальные	32	8	2	0,70	0,35	1,06
Для перевозок большегрузных контейнеров, крупнотоннажных контейнеров и колесной техники	32	9	1	0,79	0,18	0,97
Для перевозки рулонной стали, листовой стали, заготовок, колес, колесных пар	32	9	1	0,79	0,18	0,97
Для перевозки лесоматериалов	32	9	1	0,79	0,18	0,97
Полувагоны						
Универсальные модели 12-132-03 на тележках 18-578	22	7	2	0,90	0,51	1,41
Универсальные, глуходонные, с глухим кузовом	22	9	1	1,15	0,26	1,41
Думпкары	22	9	2	1,15	0,51	1,66
Хоппер-дозаторы	25	7	2	0,79	0,68	1,46
Цистерны						
4-осные нефтебензиновые	32	9	2	0,79	0,35	1,14
8-осные нефтебензиновые	32	13	2	1,14	0,35	1,50
Для перевозки кислоты 4- и 8-осные	18	7	2	1,10	0,63	1,72
Для перевозки цемента и других порошкообразных грузов	28	11	2	1,11	0,60	1,71
Для перевозки пропана, амиака, углеводородных газов	40	16	3	1,13	0,42	1,55
В среднем по всем типам вагонов				0,93	0,37	1,30

С учетом того, что на полигоне Белорусской железной дороги возможно обращение вагонов, находящихся в собственности различных предприятий и организаций в количестве около 50 тысяч, потребность в ремонтных позициях для выполнения их деповского и капитального ремонтов составит $1,3 \cdot 50 = 65$ позиций.

Список литературы

1 Гизатуллина, В. Г. Разработка методики для расчета показателей и коэффициентов производительности труда на предприятиях вагонного хозяйства / В. Г. Гизатуллина, В. Ф. Разон, О. В. Воробей // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель 25–26 ноября 2021 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 97–98.

2 Гизатуллина, В. Г. Анализ трудоемкости ремонта грузовых вагонов в депо белорусской железной дороги / В. Г. Гизатуллина, В. Ф. Разон, А. Н. Кальницкий // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель 25–26 ноября 2021 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 98–100.

3 Гизатуллина, В. Г. Основные подходы к выбору норм времени отдельных видов работ для их использования при определении производительности труда на предприятиях вагонного хозяйства / В. Г. Гизатуллина, В. Ф. Разон, Н. В. Здановская // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель 24–25 ноября 2022 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 97–98.

4 Гизатуллина, В. Г. Расчет производительности труда на предприятиях вагонного хозяйства / В. Г. Гизатуллина, В. Ф. Разон, Н. В. Здановская // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель 24–25 ноября 2022 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 99–100.

5 Разон, В. Ф. Методика оценки производственной мощности колесных цехов вагоноремонтных заводов / В. Ф. Разон // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа (Гомель 16–17 ноября 2023 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 77–78.

6 Разон, В. Ф. Методика оценки производственной мощности колесно-роликовых участков вагонных депо Белорусской железной дороги / В. Ф. Разон // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа (Гомель 16–17 ноября 2023 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 79–80.