

Научная статья
УДК 625.173
doi:10.52170/1815-9265_2026_80_55

Анализ динамики роста эксплуатационных отказов металлокомпозитных стыков в условиях Транссибирской и Среднесибирской магистралей

Екатерина Александровна Мамеева¹, Дмитрий Валерьевич Величко^{2✉},
Владимир Васильевич Щербаков³

^{1, 2, 3} Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Россия

¹ mckatka09@mail.ru

² vdv.nsk@mail.ru ✉

³ vvs@stu.ru

Аннотация. В статье представлена оценка динамики роста отказов изолирующих металлокомпозитных стыков (МКС) в эксплуатационных условиях Транссибирской и Среднесибирской магистралей в пределах Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры. Проведен анализ динамики роста отказов изолирующих стыков на примере дистанций З, К и Кар Среднесибирской магистрали и дистанций Т, Б, Ч и Ка Транссибирской магистрали по I и II путям. В анализе участвовало 24 опытных участка по I пути, 9 опытных участков по II пути на Среднесибирской магистрали и 26 опытных участков по I пути, 19 опытных участков по II пути на Транссибирской магистрали. Данные, необходимые для проведения анализа, взяты из годовых отчетов по бесстыковому пути (за период 2020...2024 гг.).

Получены зависимости изменения доли отказов изолирующих стыков МКС от пропущенного тоннажа (0...1 200 млн т) в особо грузонапряженных условиях железных дорог Сибири, в пределах Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры.

Определены средние значения доли отказов изолирующих стыков МКС нарастающим итогом по Среднесибирской и Транссибирской магистралям. Рассчитана интенсивность изменения доли отказов изолирующих стыков МКС от интервала пропущенного тоннажа, которая составила по Транссибирской магистрали: для I пути – 6,7 % на 100 млн т и для II пути – 5,9 % на 100 млн т; по Среднесибирской магистрали: для I пути – 5 % на 100 млн т и для II пути – 1,5 % на 100 млн т.

Проведена сравнительная оценка уровней и интенсивностей отказов металлокомпозитных стыков по I и II путям Среднесибирской и Транссибирской магистралей.

Ключевые слова: железнодорожный путь, металлокомпозитный стык, изостык, МКС, отказ, пропущенный тоннаж, срок службы

Для цитирования: Мамеева Е. А., Величко Д. В., Щербаков В. В. Анализ динамики роста эксплуатационных отказов металлокомпозитных стыков в условиях Транссибирской и Среднесибирской магистралей // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2026. № 3 (80). С. 55–65. DOI 10.52170/1815-9265_2026_80_55.

Original article

Analysis of the growth dynamics of operational failures of metal composite joints in the conditions of the Trans-Siberian and Central Siberian Railways

Ekaterina A. Mameeva¹, Dmitry V. Velichko^{2✉}, Vladimir V. Shcherbakov³

^{1, 2, 3} Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia

¹ mckatka09@mail.ru

² vdv.nsk@mail.ru ✉

³ vvs@stu.ru

Abstract. The article presents an assessment of the growth dynamics of failures of insulating metal-composite joints (MCJ) in the operational conditions of the Trans-Siberian and Central Siberian Railways within the West Siberian Directorate of Infrastructure. The analysis of the growth dynamics of failures of insulating joints was carried

out on the example of the Z, K, and Kar distances of the Central Siberian Railway and the T, B, Ch, and Ka distances of the Trans-Siberian Railway on the I and II tracks. The analysis included 24 experimental sections on track I, 9 experimental sections on track II on the Central Siberian Railway, and 26 experimental sections on track I and 19 experimental sections on track II on the Trans-Siberian Railway. The data required for the analysis was taken from the annual reports on the continuous track (in the period 2020...2024).

The changes in the failure rate of the insulating joints of the continuous track were obtained as a function of the tonnage passed (0...1 200 million tons) in the particularly heavy-duty conditions of the Siberian railways, within the West Siberian Directorate of Infrastructure.

The average values of the share of failures of insulating joints were determined on a cumulative basis for the Central Siberian and Trans-Siberian Railways. The intensity of change in the share of failures of insulating joints from the interval of carried tonnage was calculated, which amounted to: for the Trans-Siberian Railway: for track 1 – 6.7% per 100 million tons and for track 2 – 5.9% per 100 million tons; for the Central Siberian Railway: for track 1 – 5% per 100 million tons and for track 2 – 1.5% per 100 million tons.

The average values of the failure rate of the insulating joints of the continuous track were determined.

Keywords: railway track, metal composite joint, insulated joint, MKS, failure, missed tonnage, service life

For citation: Mameeva E. A., Velichko D. V., Shcherbakov V. V. Analysis of the growth dynamics of perational failures of metal composite joints in the conditions of the Trans-Siberian and Central Siberian Railways. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2026;(80):55–65. (In Russ.). DOI 10.52170/1815-9265_2026_80_55.

Введение

Изолирующие металлокомпозитные стыки (МКС) на железнодорожных путях представляют собой конструкции, предназначенные для обеспечения электрической изоляции и соединения рельсовых цепей [1, 2]. Эти стыки используются, чтобы предотвратить прохождение электрического тока между блок-участками, что особенно важно в системах с электрической тягой и сигнализацией.

Металлокомпозитные материалы обладают хорошими механическими свойствами, которые помогают уменьшить нагрузку на стыки и повышают общий срок службы рельсов [3, 4]. Однако с увеличением пропущенного тоннажа возрастает эксплуатационное воздействие на изолирующие стыки, что может привести к их ускоренному износу и отказам [5–8].

В связи с этим актуальной является оценка влияния роста срока службы (пропущенного тоннажа) [9–11] на рост отказов МКС в современных эксплуатационных условиях, в том числе на примере участков Среднесибирской (Средсиб) и Транссибирской (Транссиб) магистралей в пределах Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры (ЗСДИ). Значимость данного вопроса возросла еще и в связи с тем, что важнейшей задачей, поставленной ОАО «РЖД» перед путевым комплексом, является дальнейшее повышение срока службы всей конструкции железнодорожного пути до 2,5 млрд т.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются отказы МКС на семи дистанциях пути (З, К, Кар, Ч, Б, Т, Ка). Всего было выделено на Среднесибирской магистрали – 24 опытных участка по I

пути (555,8 км), 9 участков по II пути (27 км) и на Транссибирской магистрали – 26 участков по I пути (640,1 км), 19 участков по II пути (413,5 км).

По I и II пути главного направления дистанции пути Среднесибирской магистрали относятся к I классу, код группы ОШ, группа ГП; дистанции пути Транссибирской магистрали – к I классу, код группы ОШ. Средний интервал грузонапряженности по Транссибирской магистрали: по I пути – 100...103,2 млн т-км бр. / км в год; по II пути – 85,6...87,9 млн т-км бр. / км в год. Средний интервал грузонапряженности по Среднесибирской магистрали: по I пути – 114,4...127,1 млн т-км бр. / км в год; по II пути – 41,5...48,2 млн т-км бр. / км в год. Максимальная скорость движения пассажирских поездов на дистанциях пути Среднесибирской и Транссибирской магистралей составляет 100...120 км/ч, грузовых поездов – 80...90 км/ч.

Количество изолирующих стыков на каждом опытном участке и протяженность участков приведены в табл. 1 для Среднесибирской магистрали по I и II путям, в табл. 2 – для Транссибирской магистрали по I и II путям.

Данные, необходимые для анализа отказов изолирующих стыков в условиях Среднесибирской магистрали, взяты из годовых отчетов по бесстыковому пути З, К и Кар дистанций пути, в условиях Транссибирской магистрали – из годовых отчетов по бесстыковому пути Т, Б, Ч и Ка дистанций пути (за период 2020...2025 гг.).

Фрагмент данных о параметрах отказов изолирующих стыков для участков Среднесибирской и Транссибирской магистралей приведен в табл. 3.

Таблица 1

Характеристика опытных участков Средсиба

Дистанция пути (ПЧ)	Номер участка	Протяженность участка, км	Количество изостыков, шт.
<i>I путь</i>			
З	1.1 Укл – Шп	27,4	32
	1.2.1.1 Шп – Бат	23,3	28
	1.1.1 Бат – Зар	8,0	12
	1.4 Зар – Сма	24,8	26
	1.5 Сма – Гол	15,6	20
	1.6 Гол – Тяг	23,2	28
	1.6.1.1 Гол – Тяг	22,6	30
	1.7 Тяг – Ал	19,7	26
	1.7.1.1 Тяг – Ал	20,6	30
	1.8 Ал – Арт	22,5	36
Кар	1.2 Кар – Чеб	10,6	26
	1.3 Чеб – Зуб	30,7	42
	1.1 Чеб – Зуб	30,7	42
	1.4 Зуб – Кра	36,8	42
К	1.1 Зуб – Кра	25,3	28
	1.2 Хаб – Урыв	9,3	12
	1.3 Урыв – Пан	30,0	26
	1.1 Урыв – Пан	30,0	26
	1.4 Пан – Све	22,8	26
	1.5.1 Све – Кам	41,4	46
	1.6 Кам – Тар	33,7	40
	1.7 Рям – Лар	14,8	18
	1.8 Лар – Мол	21,7	26
	1.9 Мол – Сред	10,3	12
<i>II путь</i>			
З	2.2.1 Шп – Бат	23,7	28
	2.1 Бат – Зар	9,0	26
	2.7.1 Тяг – Ал	20,5	30
	2.8.1 Ал – Арт	22,4	30
Кар	2.1.1 Рай – Осо	34,7	44
	2.1 Чеб – Зуб	29,5	38
	2.4.1 Зуб – Кра	36,8	42
К	2.1.1 Зуб – Кра	25,3	26
	2.5.1 Све – Кам	41,4	46

При обработке материалов об отказах МКС использовались статистические методы с определением зависимости роста суммы отказов от роста пропущенного тоннажа, а также интенсивности изменения доли отказов МКС от интервала пропущенного тоннажа через каждые 100 млн т, что связано с большим числом опытных участков, имеющих разный уровень начальной наработки тоннажа.

Результаты исследования

Графики зависимости доли отказов изостыков нарастающим итогом от пропущенного тоннажа для участков Среднесибирской магистрали представлены на рис. 1, для участков Транссибирской магистрали – на рис. 2.

На рис. 1 и 2 видно, что на всех участках I и II пути первые отказы изолирующих стыков приходятся на разные значения пропущенного тоннажа и лишь у небольшого количества опытных участков – на значения до 200 млн т; это связано с недостаточным количеством данных за более ранние годы эксплуатации. Следовательно, необходимо оценить среднюю динамику роста доли отказов изолирующих стыков в зависимости от пропущенного тоннажа на участках Среднесибирской и Транссибирской магистралей.

С учетом данных, представленных на рис. 1 и 2, на которых имеет место неполное наслаивание результатов (графиков отказов от срока службы по участкам одного пути), предлагается методика определения средней поинтервальной интенсивности отказов: для каждого участка

Таблица 2

Характеристика опытных участков Транссиба

ПЧ	Номер участка	Протяженность участка, км	Количество изостыков, шт.
<i>I путь</i>			
Т	1.1 Тат – Каб	25,4	40
	1.2 Каб – Чан	24,5	32
	1.2.1.1 Каб – Чан	24,5	32
	1.3 Чан – Кар	14,5	30
	1.4 Кар – Теб	34,2	48
	1.5 Теб – Кир	30,7	42
	1.6 Кир – Бар	9,2	12
Б	1.1 Бар – Кир	13,0	22
	1.2 Тру – Бар	25,5	58
	1.3 Кож – Тру	32,3	48
	1.4 Уби – Кож	20,9	32
	1.5 Кар – Уби	50,0	58
Ч	1.1 Кар – Кок	21,2	32
	1.2.1 Кок – Чул	23,2	46
	1.3 Чул – Дуп	41,1	52
	1.1 Чул – Дуп	41,1	52
	1.4.1 Дуп – Коч	39,8	52
	1.5 Коч – Чик	15,2	30
	1.1.1 Сыр – Мос	18,5	24
Ка	1.2.1 Кор – Сыр	12,8	18
	1.3 Кал – Кор	28,9	40
	1.4 Вал – Кал	13,5	24
	1.4.1 Вал – Кал	13,5	24
	1.5.1 Кол – Вал	25,1	34
	1.6.1 Кал – Кор	22,8	28
	1.7 Тат – Кар	18,7	24
<i>II путь</i>			
Т	2.1.1 Тат – Каб	30,0	30
	2.2.1 Каб – Чан	25,0	32
	2.1 Чан – Кар	12,8	26
	2.4.1 Каб – Теб	33,1	42
	2.5.1 Теб – Кир	30,1	42
	2.6.1 Кир – Бар	9,6	16
	2.1.1 Кир – Бар	13,9	24
Б	2.2.1 Бар – Тру	23,5	42
	2.1 Тру – Кож	16,5	24
	2.5.1 Уби – Кар	41,4	60
	2.2.1 Кок – Чул	23,5	42
Ч	2.3 Чул – Дуп	40,7	48
	2.4.1 Дуп – Коч	35,1	36
	2.6.1 Чик – Обь	3,0	8
	2.1.1 Мос – Сыр	18,5	26
Ка	2.2.1 Сыр – Кор	12,5	20
	2.4 Кал – Вал	13,4	24
	2.4.1 Кал – Вал	13,4	24
	2.7.1 Кар – Тат	17,5	22

следует зафиксировать значения доли отказов изостыков на каждый интервал (100 млн т пропущенного тоннажа), чтобы более наглядно проследить рост доли отказов изолирующих стыков на каждые последующие 100 млн т, получив средние значения интенсивности изменения доли отказов изостыков отдельно по I и II пути.

На каждом из рис. 1 и 2 отдельно демонстрируется динамика отказов МКС по различным участкам (перегонам) в единых эксплуатационных условиях (грузонапряженность, скорость, осевая нагрузка, небольшая доля кривых, отсутствие кривых малого радиуса), основным явным отличием является срок

Таблица 3

Пример данных о параметрах отказов МКС по I пути

ПЧ	Номер участка	Год укладки	Пропущенный тон- наж, млн т	Количество отказов МКС, шт.	Всего МКС на участке, шт.	Доля отказов МКС, %	Доля отказов МКС нарастающим ито- гом, %	Длина участка, км	Выход МКС, шт./км	Выход МКС нараст- ающим итогом, шт./км
Средсиб										
3	1.1 Укл – Шп	2016	203	1	32	3,13	3,13	27,4	0,04	0,04
		2017	404	1	32	3,13	6,25	27,4	0,04	0,07
		2016	414	2	32	6,25	12,50	27,4	0,07	0,15
		2017	531	1	32	3,13	15,63	27,4	0,04	0,18
		2016	536	1	32	3,13	18,75	27,4	0,04	0,22
		2017	654	1	32	3,13	21,88	27,4	0,04	0,26
	1.2.1.1 Шп – Бат	2021	50	1	28	3,57	3,57	23,3	0,04	0,04
		2021	272	1	28	3,57	7,14	23,3	0,04	0,09
		2021	282	1	28	3,57	10,71	23,3	0,04	0,13
		2021	293	1	28	3,57	14,29	23,3	0,04	0,17
		2021	306	1	28	3,57	17,86	23,3	0,04	0,21
Транссиб										
Т	1.1 Тат – Каб	2014	172	4	40	10,00	10,00	25,4	0,16	0,16
		2014	280	3	40	7,50	17,50	25,4	0,12	0,28
		2014	401	1	40	2,50	20,00	25,4	0,04	0,31
		2014	402	3	40	7,50	27,50	25,4	0,12	0,43
		2014	487	6	40	15,00	42,50	25,4	0,24	0,67
		2014	531	3	40	7,50	50,00	25,4	0,12	0,79
		2014	535	1	40	2,50	52,5	25,4	0,04	0,83
Т	1.2 Каб – Чан	2011	264	1	32	3,13	3,13	24,5	0,04	0,04
		2011	287	1	32	3,13	6,25	24,5	0,04	0,08
		2011	380	3	32	9,38	15,63	24,5	0,12	0,20
		2011	487	1	32	3,13	18,75	24,5	0,04	0,24
		2011	495	2	32	6,25	25,00	24,5	0,08	0,33
		2011	603	1	32	3,13	28,13	24,5	0,04	0,37
		2011	724	1	32	3,13	31,25	24,5	0,04	0,41
		2011	725	3	32	9,38	40,63	24,5	0,12	0,53
		2011	752	1	32	3,13	43,75	24,5	0,04	0,57
		2011	850	2	32	6,25	50,00	24,5	0,08	0,65
		2011	853	2	32	6,25	56,25	24,5	0,08	0,73
		2011	854	3	32	9,38	65,63	24,5	0,12	0,86
		2011	855	2	32	6,25	71,88	24,5	0,08	0,94
		2011	920	1	32	3,13	75,00	24,5	0,04	0,98
		2011	950	2	32	6,25	81,25	24,5	0,08	1,06

службы (пропущенный тоннаж), влияние которого и оценивается в статье. Имеющие место различия в динамике отказов по отдельным участкам одного и того же пути могут быть связаны с отдельными локальными особенностями (отступления по ГРК пути, условия торможения), а также с отличиями качества текущего содержания пути разными путевыми бригадами.

Интенсивность изменения доли отказов изолирующих стыков для отдельных участков Среднесибирской магистрали представлена в табл. 4 и 5, Транссибирской магистрали – в табл. 6 и 7.

На рис. 3 показаны зависимости между интенсивностью изменения доли отказов изолирующих стыков нарастающим итогом и пропущенным тоннажем для I и II путей Среднесибирской и Транссибирской магистралей.

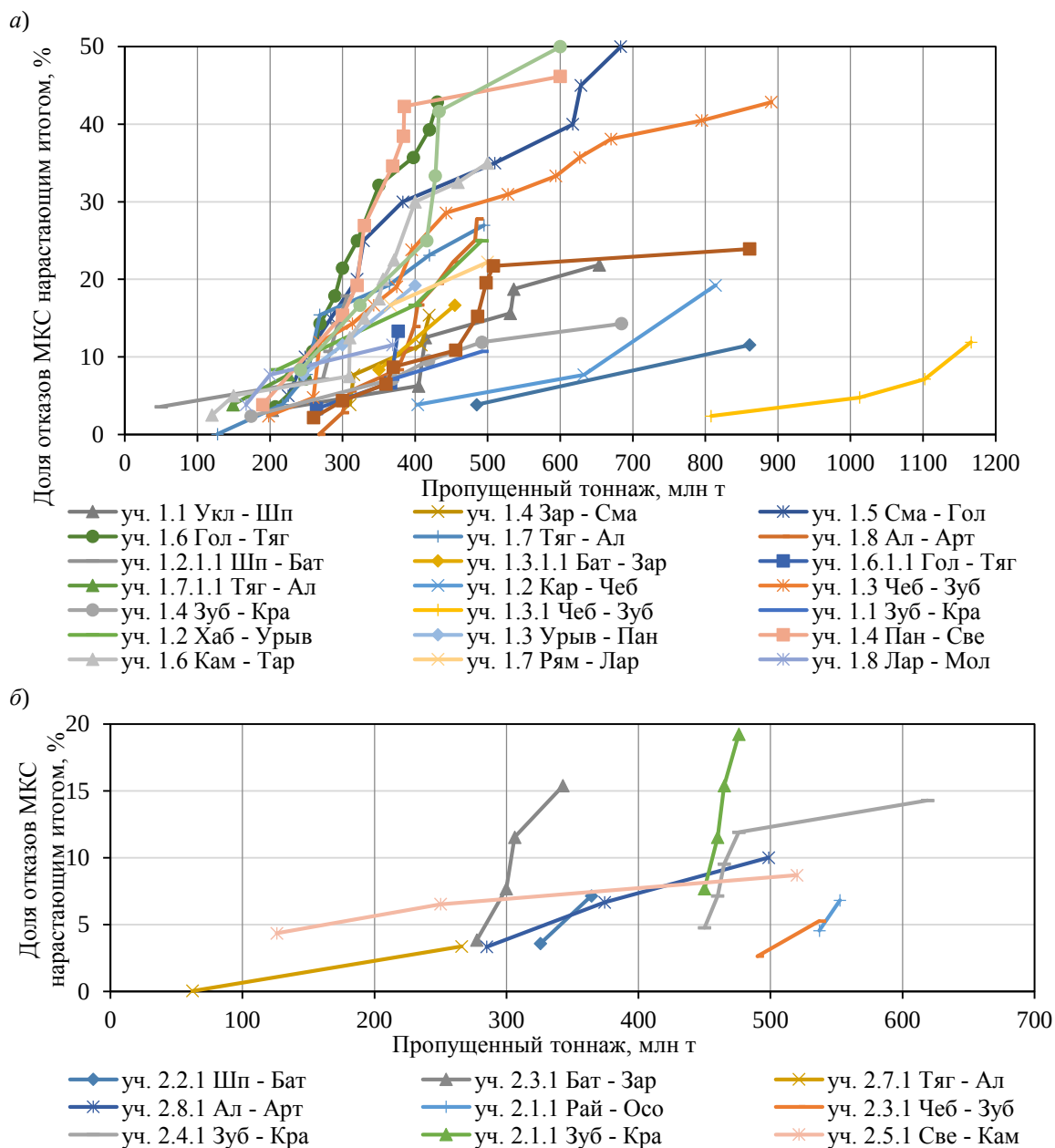


Рис. 1. Изменение доли отказов изостыков на участках Средсибиря:
а – I путь; б – II путь

По I пути Среднесибирской магистрали в диапазоне пропущенного тоннажа 150...750 млн т интенсивность изменения доли отказов изостыков колеблется в пределах 1,7...10,4 % на 100 млн т, в среднем – 4,9 % на 100 млн т; по II пути – в диапазоне пропущенного тоннажа 50...550 млн т – 0,7...2 % на 100 млн т, со средним значением 1,5 % на 100 млн т.

По I пути Транссибирской магистрали в диапазоне пропущенного тоннажа 50...1 150 млн т интенсивность изменения доли отказов изостыков находится в пределах 1,4...12,6 % на 100 млн т при среднем значении 6,7 % на 100 млн т; по II пути – в интервале пропущенного тоннажа 150...1 150 млн т – 1,2...9,8 % на

100 млн т, со средним значением 5,9 % на 100 млн т.

Для того чтобы отследить среднюю динамику роста доли отказов изостыков нарастающим итогом, необходимо по средним значениям из табл. 8 и 9 построить графики зависимости доли отказов изолирующих стыков нарастающим итогом от пропущенного тоннажа. Значения средней доли отказов изостыков нарастающим итогом по I и II пути в условиях Среднесибирской магистрали представлены в табл. 8, Транссибирской магистрали – в табл. 9.

На рис. 4 в качестве примера для I пути Транссиба приведено соотношение среднего

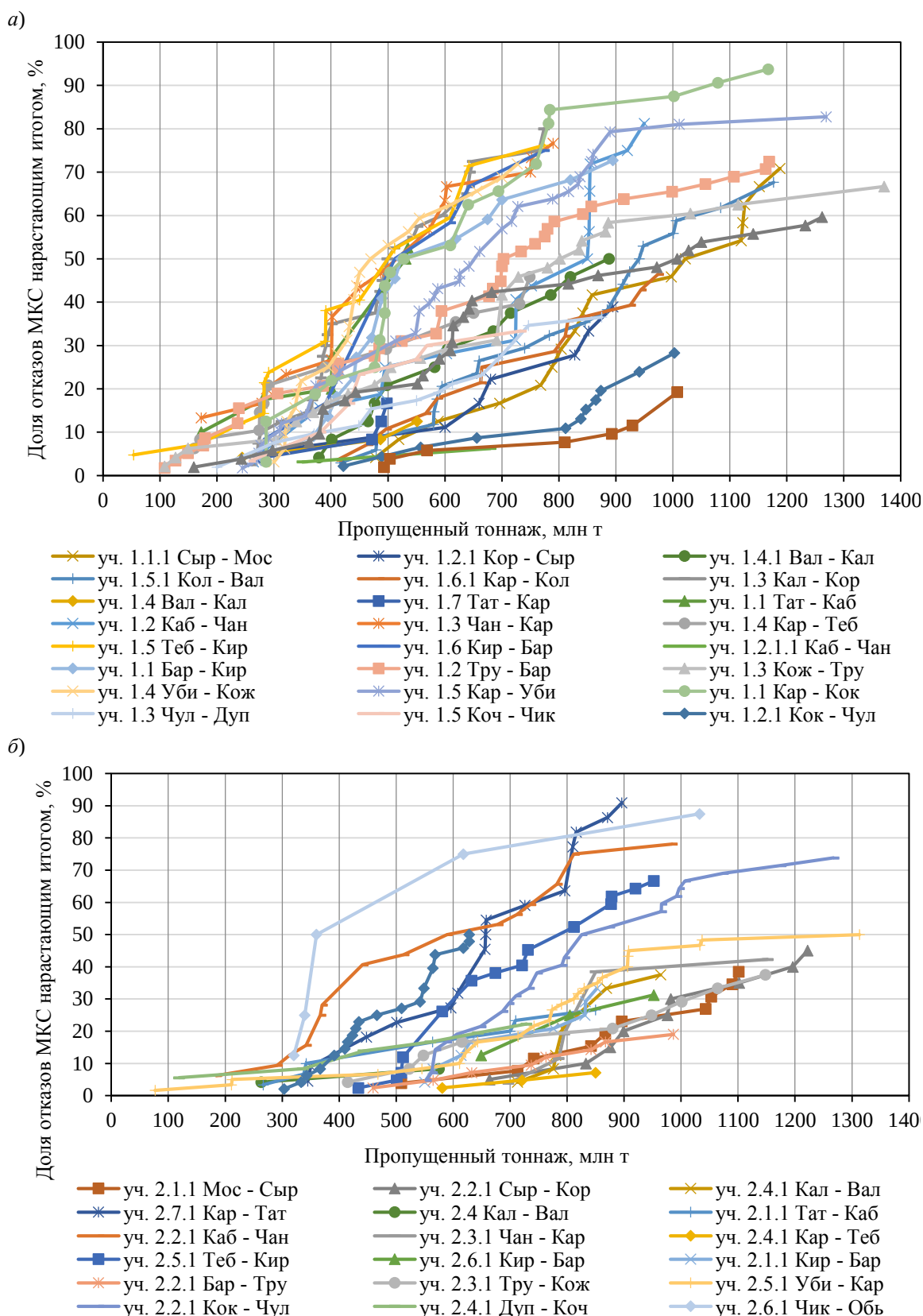


Рис. 2. Изменение доли отказов изостыков на участках Транссиба:
а – I путь; б – II путь

значения доли отказов МКС и ряда участков, на которых первые отказы изолирующих стыков приходятся на значения начала наработки тоннажа до 200 млн т. Для большей наглядно-

сти средние значения доли отказов изостыков нарастающим итогом по Среднесибирской и Транссибирской магистралям объединены и представлены на рис. 5.

Таблица 4

**Интенсивность изменения доли отказов МКС нарастающим итогом на участках Средсиба,
% на 100 млн т**

Номер участка	Пропущенный тоннаж, млн т						
	100...200	200...300	300...400	400...500	500...600	600...700	700...800
1.1 Укл – Шп	–	1,6	1,4	8,7	5,7	–	–
1.3 Чеб – Зуб	–	11,1	10,5	6,0	3,8	4,8	1,9
1.5.1 Све – Кам	–	–	5,1	10,2	2,6	0,6	0,6
...	...	...	...	...	...	...	...
<i>Среднее</i>	1,7	7,6	10,4	6,3	3,1	3,1	2,7

Таблица 5

**Интенсивность изменения доли отказов МКС нарастающим итогом по II пути Средсиба,
% на 100 млн т**

Номер участка	Пропущенный тоннаж, млн т					
	0...100	100...200	200...300	300...400	400...500	500...600
2.7.1 Тяг – Ал	0,7	1,5	1,2	–	–	–
2.8.1 Ал – Арт	–	–	–	3,2	2,8	–
2.5.1 Све – Кам	–	–	1,2	0,8	0,8	–
...	...	...	...	...	...	...
<i>Среднее</i>	0,7	1,5	1,2	2,0	1,8	1,8

Таблица 6

**Интенсивность изменения доли отказов МКС нарастающим итогом по I пути Транссиба,
% на 100 млн т**

Номер участка	Пропущенный тоннаж, млн т										
	0–100	100–200	200–300	300–400	400–500	500–600	600–700	700–800	800–900	900–1 000	1 000–1 100
1.5 Теб – Кир	5,8	3,4	15,2	14,1	11,5	8,9	14,6	–	–	–	–
1.2 Тру – Бар	1,5	8,5	8,8	4,1	7,1	8,1	10,1	9,7	5,5	2,1	3,4
1.3 Кож – Тру	1,9	5,1	1,2	8,8	7,0	5,1	10,9	9,7	8,8	1,5	2,2
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Среднее</i>	3,1	5,7	7,4	8,4	12,6	7,2	8,3	7,5	9,8	4,7	4,2

Таблица 7

**Интенсивность изменения доли отказов МКС нарастающим итогом по II пути Транссиба,
% на 100 млн т**

Номер участка	Пропущенный тоннаж, млн т										
	100–200	200–300	300–400	400–500	500–600	600–700	700–800	800–900	900–1 000	1 000–1 100	1 100–1 200
2.2.1 Каб – Чан	–	3,9	22,6	9,8	7,2	4,8	15,9	5,7	–	–	–
2.5.1 Уби – Кар	1,2	2,5	0,5	1,2	2,5	8,2	11,0	10,5	6,7	2,6	0,5
2.4.1 Дуп – Коч	–	1,3	3,8	3,5	2,8	3,2	–	–	–	–	–
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>Среднее</i>	1,2	2,6	7,8	6,3	8,0	6,7	7,8	9,8	6,2	5,1	2,9

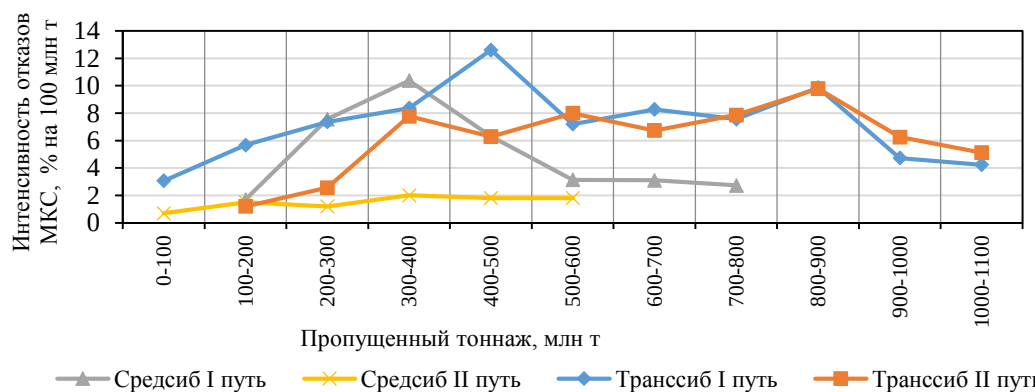


Рис. 3. Интенсивности изменения доли отказов МКС от интервала пропущенного тоннажа по I и II пути Среднесибирской и Транссибирской магистралей

Таблица 8

Доля отказов изолирующих стыков по I и II пути Средсиба нарастающим итогом, %

Номер пути	Пропущенный тоннаж, млн т								
	0	100	200	300	400	500	600	700	800
I	–	0,0	1,7	9,2	19,6	25,9	29,1	32,2	34,9
II	0,0	0,7	2,2	3,4	5,4	7,2	9,0	–	–

Таблица 9

Доля отказов изолирующих стыков по I и II пути Транссиба нарастающим итогом, %

Номер пути	Пропущенный тоннаж, млн т												
	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000	1 100	1 200
I	0,0	3,1	8,7	16,1	24,5	37,1	44,3	52,5	60,1	69,9	74,7	78,9	80,3
II	–	0,0	1,2	3,8	11,5	17,8	25,8	32,5	40,4	50,2	56,5	61,6	64,4

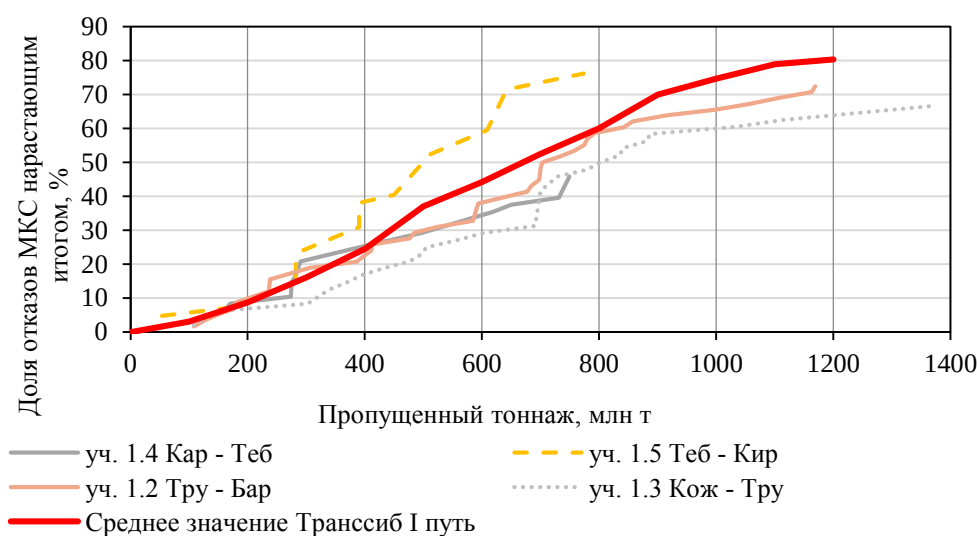


Рис. 4. Среднее значение доли отказов МКС по I пути Транссиба

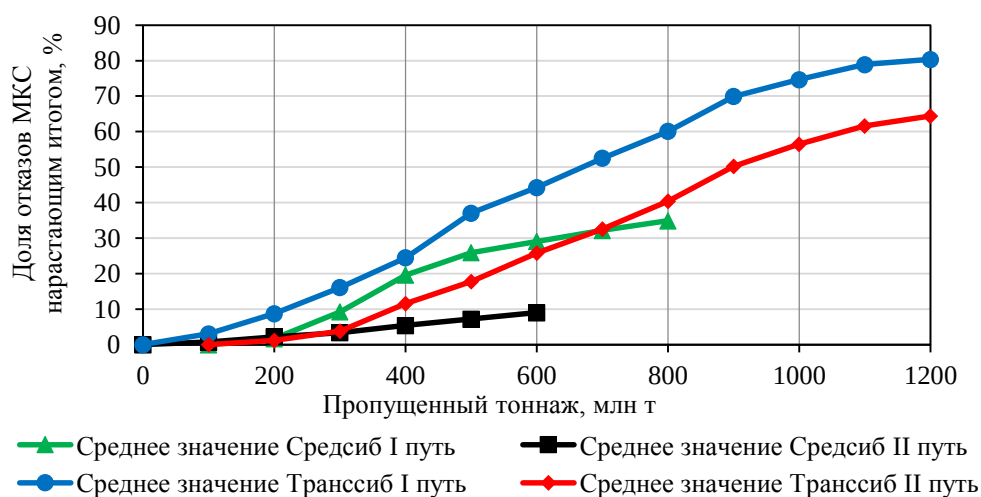


Рис. 5. Средние значения доли отказов МКС нарастающим итогом

Полученные результаты являются новыми (для условий Транссиба и Средсиба) и могут быть использованы для последующего анализа соотношений срока службы изостыков и срока службы всей конструкции пути для обеспечения

оптимального соотношения, анализа надежности изостыков и уровня ее дальнейшего повышения при совершенствовании конструкции МКС для снижения затрат на техническое обслуживание железнодорожного пути.

Выводы

Анализ зависимости средних значений доли отказов изостыков нарастающим итогом от пропущенного тоннажа демонстрирует различия в динамике роста их доли отказов:

- на Транссибирской магистрали: по I пути – 16,1 % (300 млн т), 44,2 % (600 млн т), 69,9 % (900 млн т), 80,3 % (1 200 млн т); по II пути – 3,8 % (300 млн т), 25,8 % (600 млн т), 50,2 % (900 млн т) и 64,4 % (1 200 млн т);

- на Среднесибирской магистрали: по I пути – 9,3 % (300 млн т), 29,1 % (600 млн т); по II пути – 3,4 % (300 млн т), 9 % (600 млн т).

Определена средняя интенсивность роста доли эксплуатационных отказов металлоком-
позитных стыков:

- на Транссибирской магистрали: по I пути – 6,7 % на 100 млн т; по II пути – 5,9 % на 100 млн т;

- на Среднесибирской магистрали: по I пути – 5 % на 100 млн т; по II пути – 1,5 % на 100 млн т.

Предложена методика определения средней поинтервальной (от срока службы) интенсивности отказов при использовании неполного наслаивания друг на друга графиков отказов от срока службы (по разным участкам одного пути с различным уровнем начальной наработки тоннажа): для каждого участка необходимо зафиксировать значения доли отказов изостыков на каждый интервал (100 млн т пропущенного тоннажа), чтобы проследить рост доли отказов изолирующих стыков на каждые последующие 100 млн т и за весь срок эксплуатации, получив средние значения интенсивности изменения доли отказов изостыков отдельно по I и II пути.

Список источников

1. Панов В. А. Анализ существующих типов изолирующих стыков // Матрица научного познания. 2021. № 12-1. С. 51–58.
2. Могильников Ю. В., Галинуров Р. З. Оценка надежности изолирующих стыков // Информационные технологии, телекоммуникации и системы управления : сборник докладов. 2016. С. 300–305.
3. Карпущенко Н. И., Величко Д. В. Обеспечение надежности железнодорожного пути и безопасности движения поездов. Новосибирск : Издательство Сибирского государственного университета путей сообщения, 2008. 321 с.
4. Анализ технического состояния бесстыкового пути на Западно-Сибирской железной дороге / Д. В. Величко, Д. Г. Шелеметьев, Е. С. Антерейкин, А. А. Николаенко // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2017. № 3. С. 5–11.
5. Киляков А. С. Снижаем число отказов рельсовых цепей // Путь и путевое хозяйство. 2021. № 5. С. 27–30.
6. Тарасов Е. М., Надежкин В. А. Анализ отказов и эволюция стратегий организационно-технических мероприятий по обслуживанию изолирующих стыков // Вестник транспорта Поволжья. 2023. № 2. С. 73–78.
7. Диагностика изолирующих стыков на основе оценки предотказных состояний / Е. М. Тарасов, А. Е. Тарасова, В. А. Надежкин, И. С. Бредун // Автоматика, связь, информатика. 2025. № 6. С. 2–4.
8. Акимов С. С. Анализ отказов элементов железнодорожного пути на Западно-Сибирской железной дороге // Политранспортные системы : материалы IX Международной научно-технической конференции. Новосибирск : Издательство Сибирского государственного университета путей сообщения, 2017. С. 158–162.
9. Результаты эксплуатации высокопрочных изолирующих стыков «АПАТЭК Р65 МК» за период 1997–2021 гг. / В. Т. Семенов, С. Н. Мелихов, А. Е. Ушаков [и др.] // Путь и путевое хозяйство. 2022. № 3. С. 25–28.
10. Тарасов Е. М., Надежкин В. А. Диагностирование в жизненном цикле изолирующих стыков рельсовых цепей // Транспорт: наука, техника, управление : научный информационный сборник. 2024. № 2. С. 45–50.
11. Смирнов В. А., Гаральд Л., Мартин К. Увеличение срока службы изолирующих стыков с помощью подпальных прокладок // Путь и путевое хозяйство. 2022. № 9. С. 28–31.

References

1. Panov V. A. Analysis of existing types of insulating joints. *Matrix of Scientific Knowledge*. 2021;(12-1):51–58. (In Russ.).
2. Mogilnikov Yu. V., Galinurov R. Z. Assessment of the insulating joints reliability. *Information Technologies, Telecommunications, and Control Systems. Proceedings*. 2016. P. 300–305. (In Russ.).
3. Karpushchenko N. I., Velichko D. V. Ensuring the railway tracks and train safety reliability. *Novosibirsk*; 2008. 321 p. (In Russ.).

4. Velichko D. V., Shelemetyev D. G., Antereykin E. S., Nikolaenko A. A. Analysis of the technical condition of the continuous track on the West Siberian Railway. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2017;(42):5–11. (In Russ.).
5. Kilyakov A. S. Reducing the number of rail circuit failures. *Track and Track Facilities*. 2021;(5):27–30. (In Russ.).
6. Tarasov E. M., Nadezhkin V. A. Analysis of failures and evolution of strategies for organizational and technical measures for the maintenance of insulating joints. *Vestnik Transporta Povolzhya*. 2023;(2):73–78. (In Russ.).
7. Tarasov E. M., Tarasova A. E., Nadezhkin V. A., Bredun I. S. Diagnostics of insulating joints based on the assessment of pre-failure states. *Automation, Communications, and Informatics*. 2025;(6):2–4. (In Russ.).
8. Akimov S. S. Analysis of Failures of railway track elements on the West Siberian Railway. *Polytransport Systems. Proceedings of the IX International Scientific and Technical Conference*. Novosibirsk: The Siberian Transport University Publishing House; 2017. P. 158–162. (In Russ.).
9. Semenov V. T., Melikhov S. N., Ushakov A. E. [et al.]. Results of the APATEK R65 MK high-strength insulating joints operation for the period 1997–2021. *Track and Track Facilities*. 2022;(3):25–28. (In Russ.).
10. Tarasov E. M., Nadezhkin V. A. Diagnostics in the life cycle of insulating joints of track chains. *Transport: science, equipment, management. Scientific Information Collection*. 2024;(2):45–50. (In Russ.).
11. Smirnov V. A., Garald L., Martin K. Increasing the service life of insulating joints using under-sleeper spacers. *Track and Track Facilities*. 2022;(9):28–31. (In Russ.).

Информация об авторах

Е. А. Мамеева – инженер Заринской дистанции пути ЗСДИ.
Д. В. Величко – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» Сибирского государственного университета путей сообщения.
В. В. Щербakov – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инженерная геодезия» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Information about the authors

E. A. Mameeva – Engineer of the Zarinsky Track Distance of the West Siberian Directorate of Infrastructure.
D. V. Velichko – Candidate of Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Track and Track Facilities Department, Siberian Transport University.
V. V. Shcherbakov – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Engineering Geodesy Department, Siberian Transport University.

Статья поступила в редакцию 17.03.2026; одобрена после рецензирования 08.07.2026; принята к публикации 27.08.2026.

The article was submitted 17.03.2026; approved after reviewing 08.07.2026; accepted for publication 27.08.2026.