

TRANSPORT

Научная статья
УДК 625.14
doi:10.52170/1815-9265_2026_78_5

Оценка сроков службы и динамики отказов крестовин стрелочных переводов на Транссибирской магистрали

Дмитрий Валерьевич Величко^{1✉}, Александр Александрович Севостьянов²,
Валерий Степанович Воробьев³

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

¹ vdv.nsk@mail.ru✉

² seva2233@yandex.ru

³ vorobjev@stu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы оценки фактических сроков службы и динамики отказов крестовин стрелочных переводов в суровых эксплуатационных условиях Транссибирской магистрали. Выполнен обзор эксплуатируемых на Транссибирской магистрали (ЗСДИ) различных марок и проектов стрелочных переводов, отдельно по I и II путям. Определено, что 99...100 % марок – 1/11, а также что 74...78 % проектов – 2750 и 13...17 % – 2768.

Выполнена оценка отказов крестовин стрелочных переводов в особо грузонапряженных условиях по I и II путям Транссибирской магистрали. Анализ проводился на основе отчетных материалов за последние 5 лет (с 2020 по 2024 г.) трех дистанций пути (ПЧ К, ПЧ Т, ПЧ Б), расположенных по направлению Омск – Новосибирск.

Выполнена оценка динамики отказов современных новых крестовин (марки 1/11, проектов 2750 и 2768) при их первом сроке службы и старогодных крестовин при их втором сроке службы. В результате проведен сравнительный анализ величины первого и второго сроков службы новых и старогодных крестовин по отказам трех групп крестовин: современные новые (текущего цикла); новые (предыдущего цикла); старогодные (предыдущего цикла, переложенные). Так, например, средняя наработка до отказа крестовин проекта 2750 по I и II путям для современных новых (текущего цикла) крестовин – 133...138 млн т, что на 9 % больше, чем для новых (предыдущего цикла) крестовин – 122...126 млн т.

Проведен сравнительный анализ нормативного и фактического уровней срока службы крестовин стрелочных переводов для суровых эксплуатационных условий Транссибирской магистрали.

Ключевые слова: железнодорожный путь, стрелочный перевод, крестовина, отказ, срок службы, пропущенный тоннаж

Для цитирования: Величко Д. В., Севостьянов А. А., Воробьев В. С. Оценка сроков службы и динамики отказов крестовин стрелочных переводов на Транссибирской магистрали // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2026. № 1 (78). С. 5–12. DOI 10.52170/1815-9265_2026_78_5.

TRANSPORT

Original article

Evaluation of the service life and failure dynamics of crosspieces on the Trans-Siberian Railway

Dmitry V. Velichko^{1✉}, Alexander A. Sevostyanov², Valery S. Vorobyev³

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

¹ vdv.nsk@mail.ru✉

² seva2233@yandex.ru

³ vorobjev@stu.ru

Abstract. The article discusses the assessment of the actual service life and failure dynamics of crosspieces in the harsh operating conditions of the Trans-Siberian Railway. The article provides an overview of the various brands and designs of crosspieces used on the Trans-Siberian Railway (ZSDI), separately for tracks I and II. It is determined that 99...100 % of the brands – 1/11, and that 74...78 % of the projects – 2750 and 13...17 % – 2768.

The article assesses the failures of crosspieces of switch-gates (SP) in particularly heavy-duty conditions on the I and II tracks of the Trans-Siberian Railway. The analysis was conducted based on the reporting materials for the last 5 years (2020–2024) of three track sections located in the direction of Omsk – Novosibirsk.

The dynamics of failures of modern new crosspieces (mark 1/11, projects 2750 and 2768) during their first service life and old crosspieces during their second service life were evaluated. As a result, a comparative analysis of the first and second service lives of new and used crosspieces was conducted based on failures of three groups of crosspieces: modern new (current cycle); new (previous cycle); used (previous cycle, re-laid). For example, the average time before failure of Project 2750 crosspieces on tracks I and II for modern new (current cycle) crosspieces is 133...138 million tons, which is 9% higher than for new (previous cycle) crosspieces – 122...126 million tons.

A comparative analysis of the normative and actual service life levels of crosspieces for the harsh operating conditions of the Trans-Siberian Railway has been carried out.

Keywords: Railway track, switchboard, crosspiece, failure, service life, missed tonnage

For citation: Velichko D. V., Sevostyanov A. A., Vorobyev V. S. Evaluation of the service life and failure dynamics of crosspieces on the Trans-Siberian Railway. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2026;(78):5–12. (In Russ.). DOI 10.52170/1815-9265_2026_78_5.

Введение

Стрелочные переводы (СП), в виду конструкционных и эксплуатационных особенностей, испытывают на себе повышенное динамическое воздействие от подвижного состава [1–3]. При этом они состоят из трех основных частей (стрелки, соединительных путей и крестовины), обладающих различными прочностными параметрами, в связи с чем все три указанные части имеют различные уровни нормативного срока службы. Например, нормативный срок службы стрелки – 275 млн т, соединительных путей – 700 млн т, крестовины – 80 млн т.

В соответствии с указанием [4] установлены нормативные сроки службы крестовин обыкновенных стрелочных переводов. Нормативный срок службы крестовин с литым сердечником из высокомарганцевистой стали – 80 млн т, упрочненных – 90 млн т, а гарантийный срок – 60 млн т бр. [5].

В соответствии с Правилами [6] для назначения капитального ремонта стрелочного перевода с железобетонными брусьями $K_{СП}$ основным критерием является нормативный уровень пропущенного тоннажа, который для новых крестовин на главных путях (1...4-го класса) – 350 млн т, для старогодных крестовин (4-го класса) – 200 млн т (табл. 1).

При этом нормативный срок службы всего стрелочного перевода на железобетонных брусьях (на путях специализаций О, Г(И))

устанавливается заводом-изготовителем, но не должен быть менее 700 млн т / 30 лет [6].

В силу особой значимости задач по дальнейшему увеличению срока службы всего железнодорожного пути [7], актуальными являются вопросы по оценке соотношения нормативного и фактического сроков службы элементов СП [8–11], в том числе в суровых эксплуатационных условиях Транссибирской магистрали.

Материалы и методы исследования

Выполнена оценка отказов крестовин СП в особо грузонапряженных условиях по I и II путям Транссибирской магистрали. Анализ проводился на основе отчетных материалов за последние 5 лет (с 2020 по 2024 г.) трех дистанций пути (ПЧ К, ПЧ Т, ПЧ Б), расположенных по направлению Омск – Новосибирск.

Указанное направление Транссибирской магистрали характеризуется особо грузонапряженной эксплуатационной работой по обоим направлениям движения и высокой скоростью движения поездов, в связи с чем вопросы оценки сроков службы крестовин стрелочных переводов в этих условиях представляют существенный интерес.

I и II главные пути Транссибирской магистрали относятся к 1 классу, код группы специализации ОИП. Эксплуатационная характеристика: грузонапряженность по I пути – 100...103,2 млн т-км бр. / км в год; по II пути –

Таблица 1

Основной критерий выбора ремонта стрелочных переводов $K_{СП}$

Класс пути	Нормативный срок службы в зависимости от основания и степени годности металлических частей СП с железобетонными брусьями, млн т (годы)	
	Новые	Старогодные
1...3	350 (30)	–
4	350 (35)	200 (35)
5	По фактическому состоянию	

85,6...87,9 млн т-км бр. / км в год. Серии ведущих локомотивов: грузовых – ВЛ10 и 2ЭС6, пассажирских – ЭП2К. Максимальная скорость движения пассажирских поездов – 100...120 км/ч, грузовых – 80...90 км/ч.

Характеристики стрелочных переводов по главным путям Транссибирской магистрали (Транссиб), на примере ПЧ К, ПЧ Т, ПЧ Б на 01.01.2025, приведены в табл. 2, 3.

Самой распространенной маркой стрелочных переводов является марка 1/11 – 99...100 %. Наиболее распространенными проектами СП являются 2750 – 74...78 % и 2768 – 13...17 %, соответственно, отказы крестовин именно этих двух проектов СП подробно рассматривались в работе.

Оба проекта стрелочных переводов марки 1/11 (2750 и 2768) применяются на главных путях железнодорожных линий со смешанным грузопассажирским движением поездов и скоростями движения пассажирских поездов по прямому пути до 140 км/ч. Особенности конструкции крестовин: у проекта 2750 – сборная, с рельсовыми усовиками и литым сердечником из высокомарганцевистой стали, с приварными рельсовыми окончаниями;

у проекта 2768 – сборная, с рельсовыми усовиками и литым сердечником из высокомарганцевистой стали, с вкладышно-накладочным окончанием заднего вылета.

При обработке материалов об отказах крестовин стрелочных переводов использовались статистические методы с группировкой данных по одинаковым промежуткам наработанного пропущенного тоннажа, с расчетом значений и долей в каждом из интервалов в среднем за 5 лет и с оценкой среднего срока службы, при этом в работе отдельно рассматривались отказы крестовин при их первом и втором сроке службы.

Результаты исследования

Динамика отказов современных новых крестовин (проектов 2750 и 2768) по I и II путям Транссибирской магистрали с 2020 по 2024 г. приведена и на рис. 1.

Динамика отказов старогодных (переложенных) крестовин по I и II путям Транссибирской магистрали с 2020 по 2024 г. отражена на рис. 2.

Далее выполнен сравнительный анализ новых и старогодных крестовин при их первом и втором сроках службы.

Таблица 2

Характеристика стрелочных переводов Транссиба (по маркам)

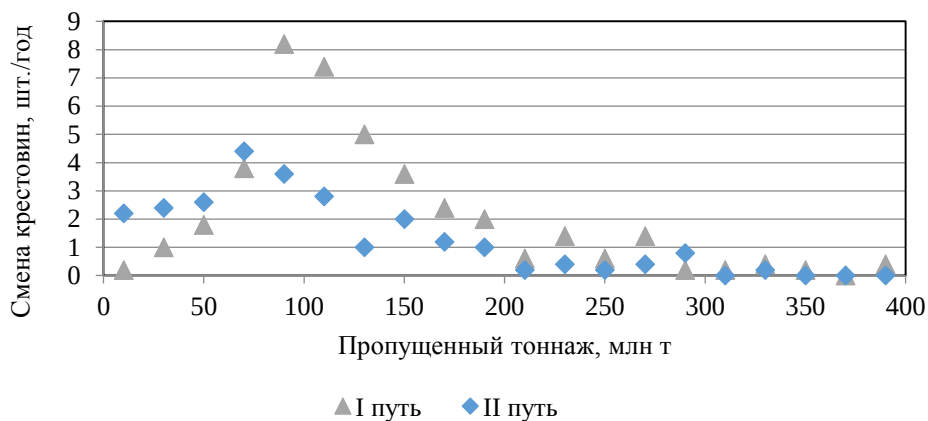
Марка СП	Количество замен, шт.				Доля, %
	ПЧ К	ПЧ Т	ПЧ Б	Всего	
I главный путь					
1/11	38	46	63	147	99,3
1/18	–	–	1	1	0,7
II главный путь					
1/11	36	48	43	127	100

Таблица 3

Характеристика стрелочных переводов Транссиба (по проектам)

Проект СП	Количество замен крестовин, шт.				Доля, %
	ПЧ К	ПЧ Т	ПЧ Б	Всего	
I главный путь					
2750	36	33	46	115	77,7
2768	–	6	14	20	13,5
2799	2	7	3	12	8,1
2870	–	–	1	1	0,7
Итого	38	46	64	148	100
II главный путь					
2750	34	35	25	94	74,0
2768	-	6	15	21	16,5
2799	2	7	3	12	9,5
Итого	36	48	43	127	100

а)



б)

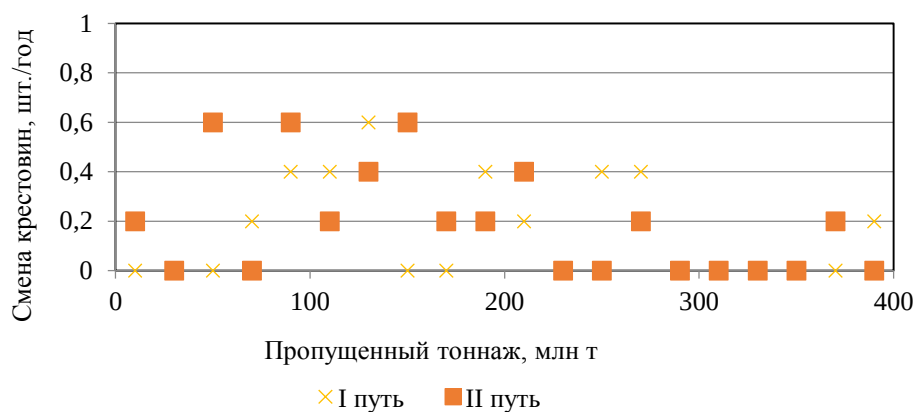


Рис. 1. Динамика отказов новых крестовин проектов 2750 (а) и 2768 (б) по I и II путям Транссиба

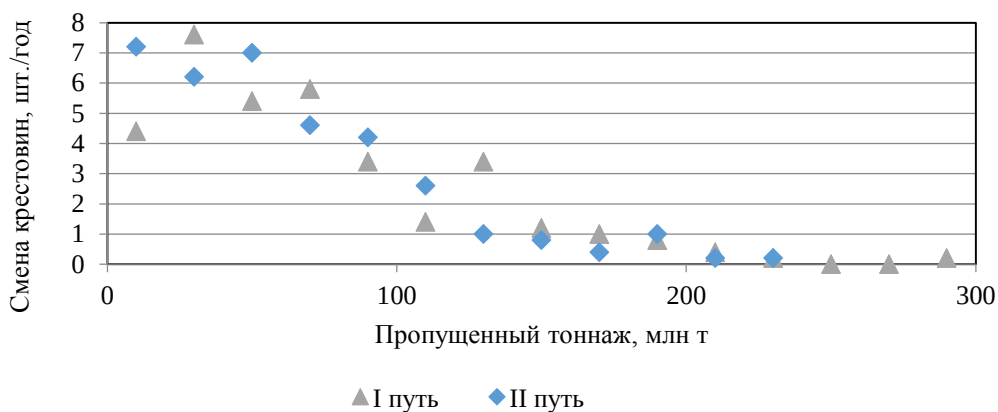


Рис. 2. Динамика отказов старогодных крестовин проекта 2750 (2-й срок службы) по I и II путям Транссиба

Отдельно рассматриваются три группы отказов крестовин:

- современные новые (текущего цикла) крестовины;
- новые (предыдущего цикла) крестовины;
- старогодные (предыдущего цикла) крестовины (переложенные).

Средний тоннаж наработки новых (текущего и предыдущего циклов) и старогодных крестовин до отказа приведен на рис. 3, 4.

Средняя наработка до отказа новых (текущего и предыдущего цикла) крестовин проекта 2750:

- по I пути для современных новых (текущего цикла) крестовин – 133 млн т, что на 9 %

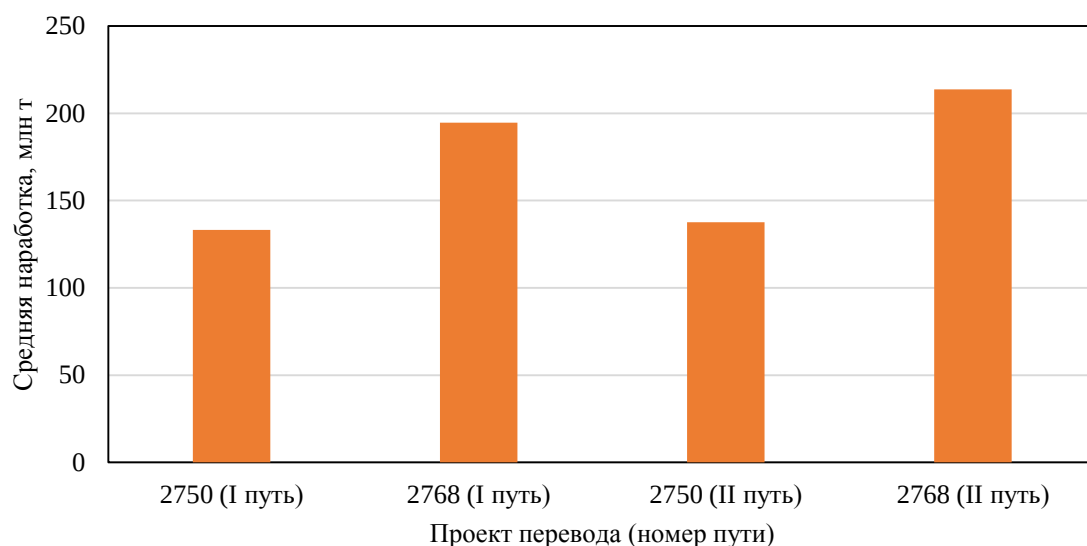


Рис. 3. Средняя наработка тоннажа до замены современных новых (текущего цикла) крестовин на Транссибирской магистрали

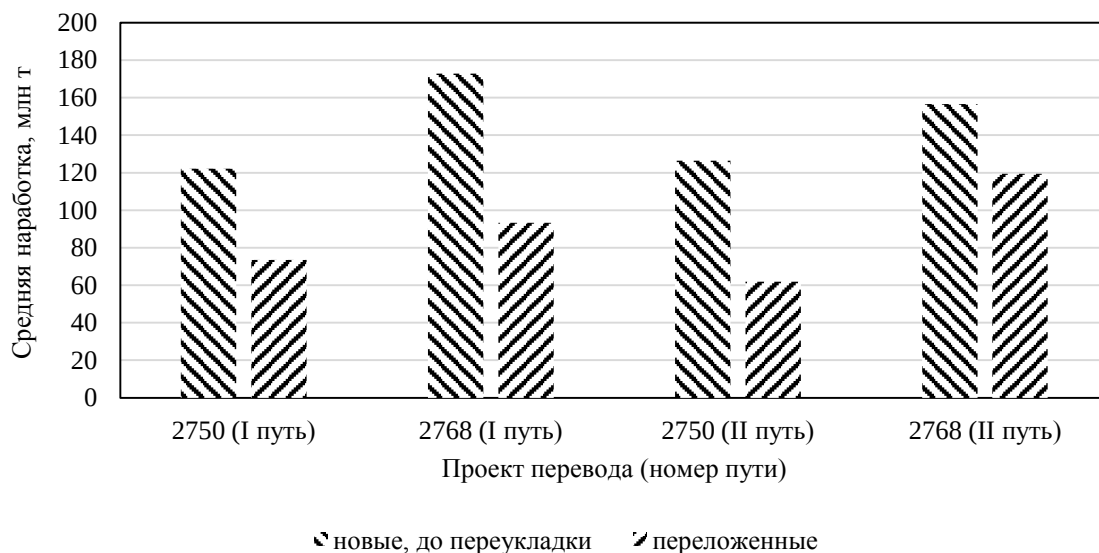


Рис. 4. Средняя наработка тоннажа до замены новых (предыдущего цикла) и старогодных (предыдущего цикла) крестовин

больше, чем для новых (предыдущего цикла) крестовин – 122 млн т;

– по II пути для современных новых (текущего цикла) крестовин – 138 млн т, что на 9 % больше, чем для новых (предыдущего цикла) крестовин – 126 млн т.

Средняя наработка до отказа новых (текущего и предыдущего цикла) крестовин проекта 2768:

– по I пути для современных новых (текущего цикла) крестовин – 195 млн т, что на 13 % больше, чем для новых (предыдущего цикла) крестовин – 173 млн т;

– по II пути для современных новых (текущего цикла) крестовин – 214 млн т, что на 36 % больше, чем для новых (предыдущего цикла) крестовин – 157 млн т.

При этом средняя наработка до отказа новых (предыдущего цикла) и старогодных (предыдущего цикла) крестовин проекта 2750:

– по I пути для новых (предыдущего цикла) крестовин – 122 млн т, что на 65 % больше, чем для старогодных (предыдущего цикла) крестовин – 74 млн т;

– по II пути для новых (предыдущего цикла) крестовин – 126 млн т, что на 103 %

больше, чем для старогодных (предыдущего цикла) крестовин – 62 млн т.

Средняя наработка до отказа новых (предыдущего цикла) и старогодных (предыдущего цикла) крестовин проекта 2768:

– по I пути для новых (предыдущего цикла) крестовин – 173 млн т, что на 86 % больше, чем для старогодных (предыдущего цикла) крестовин – 93 млн т;

– по II пути для новых (предыдущего цикла) крестовин – 157 млн т, что на 32 % больше, чем для старогодных (предыдущего цикла) крестовин – 119 млн т.

Выводы

На основании проведенного исследования можно заключить следующее:

1. Выполнен обзор современного состояния стрелочного хозяйства при эксплуатации в сложных условиях Транссибирской магистрали (ЗСДИ). Определены актуальные технические параметры различных марок и проектов стрелочных переводов, отдельно по I и II путям: самой распространенной маркой СП является марка 1/11 – 99...100 %. Наиболее распространенными проектами СП являются проект 2750 – 74...78 % и проект 2768 – 13...17 %.

2. Выполнена оценка отказов крестовин СП (марки 1/11, проектов 2750 и 2768) в особо грузонапряженных условиях по I и II путям Транссибирской магистрали. Анализ проводился на основе отчетных материалов за последние 5 лет (с 2020 по 2024 г.) трех дистанций пути (ПЧ К, ПЧ Т, ПЧ Б), расположенных по направлению Омск – Новосибирск.

Проведен сравнительный анализ величины первых сроков службы новых крестовин по отказам двум групп: современные новые (текущего цикла) крестовины; новые (предыдущего цикла) крестовины.

Средняя наработка до отказа новых (текущего и предыдущего цикла) крестовин проекта 2750: по I пути для современных новых (текущего цикла) крестовин – 133 млн т, что на 9 % больше, чем для новых (предыдущего цикла) крестовин – 122 млн т; по II пути для современных новых (текущего цикла) крестовин – 138 млн т, что на 9 % больше, чем для новых (предыдущего цикла) крестовин – 126 млн т.

Средняя наработка до отказа новых (текущего и предыдущего цикла) крестовин проекта 2768: по I пути для современных новых

(текущего цикла) крестовин – 195 млн т, что на 13 % больше, чем для новых (предыдущего цикла) крестовин – 173 млн т; по II пути для современных новых (текущего цикла) крестовин – 214 млн т, что на 36 % больше, чем для новых (предыдущего цикла) крестовин – 157 млн т.

3. Сравнение проектов 2750 и 2768 показало, что средние наработки до отказа современных новых (текущего цикла): по I пути для проекта 2750 – 133 млн т, что в 1,4 раза меньше, чем для проекта 2768 – 195 млн т; по II пути для проекта 2750 – 138 млн т, что в 1,5 раза меньше, чем для проекта 2768 – 214 млн т.

Также определено, что средние наработки до отказа новых (предыдущего цикла) крестовин: по I пути для проекта 2750 – 122 млн т, что в 1,4 раза меньше, чем для проекта 2768 – 173 млн т; по II пути для проекта 2750 – 173 млн т, что в 1,1 раза больше, чем для проекта 2768 – 157 млн т.

4. Выполнена оценка динамики отказов крестовин (марки 1/11, проектов 2750 и 2768) при их первом сроке службы и старогодных крестовин при их втором сроке службы: новые (предыдущего цикла) крестовины; старогодные (предыдущего цикла) крестовины.

Средняя наработка до отказа новых (предыдущего цикла) и старогодных (предыдущего цикла) крестовин проекта 2750: по I пути для новых (предыдущего цикла) крестовин – 122 млн т, что на 65 % больше, чем для старогодных (предыдущего цикла) крестовин – 74 млн т; по II пути для новых (предыдущего цикла) крестовин – 126 млн т, что на 103 % больше, чем для старогодных (предыдущего цикла) крестовин – 62 млн т.

Средняя наработка до отказа новых (предыдущего цикла) и старогодных (предыдущего цикла) крестовин проекта 2768: по I пути для новых (предыдущего цикла) крестовин – 173 млн т, что на 86 % больше, чем для старогодных (предыдущего цикла) крестовин – 93 млн т; по II пути для новых (предыдущего цикла) крестовин – 157 млн т, что на 32 % больше, чем для старогодных (предыдущего цикла) крестовин – 119 млн т.

5. Проведен сравнительный анализ нормативного и фактического уровней срока службы крестовин стрелочных переводов в суровых эксплуатационных условиях Транссибирской

магистральной. Средний срок службы новых крестовин для самого распространенного проекта СП 2750 составляет в среднем по I пути – 122...133 млн т, по II пути – 126...138 млн т, что

в особо грузонапряженных условиях Транссибирской магистрали соответствует 1...1,5 годам службы, т. е. в 1,5...1,7 раза больше нормативных сроков службы крестовин – 80 млн т.

Список источников

1. Глюзберг Б. Э., Калачев А. М., Королев В. В. Повышение эксплуатационных качеств крестовин стрелочных переводов за счет изменения их геометрии в контакте «колесо-рельс» // Наука и техника транспорта. 2004. № 1. С. 70–81.
2. Карпущенко Н. И., Величко Д. В. Обеспечение надежности железнодорожного пути и безопасности движения поездов : монография. Новосибирск : Изд-во Сиб. гос. ун-та путей сообщения, 2008. 321 с.
3. Карпущенко Н. И., Комардинкин Р. А. Обеспечение безопасности при проезде поездов по стрелочным переводам на особогрузонапряженных участках // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2022. № 3. С. 31–39.
4. О введении нормативных сроков службы стрелочных переводов : указание Министерства путей сообщения Российской Федерации от 19.12.2002 № С-1241у. Москва, 2002. 6 с.
5. ГОСТ 7370–2015. Крестовины железнодорожные. Технические условия : приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 сентября 2015 г. № 1399-ст : введ. в действие 2016-07-01. Москва : Стандартинформ, 2015. 61 с.
6. Правила назначения ремонтов железнодорожного пути : распоряжение ОАО «РЖД» от 17.12.2021 № 2888р. Москва, 2021. 270 с.
7. Карпущенко Н. И., Комардинкин Р. А. Параметры жизненного цикла стрелочных переводов проекта 2750 на железобетонных брусках // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2020. № 4. С. 239–248.
8. Сосков А. Г. Эксплуатация крестовин в условиях тяжеловесного движения на Западно-Сибирской дороге // Путь и путевое хозяйство. 2021. № 10. С. 2–4.
9. Вихт Н. С., Юдин О. Г., Величко Д. В. Современное состояние стрелочного хозяйства при эксплуатации в особогрузонапряженных условиях // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. 2024. № 2. С. 25–35.
10. Карпущенко Н. И., Комардинкин Р. А. Оценка долговечности стрелочных переводов на железобетонных брусках // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2020. № 2. С. 12–20.
11. Трегубчак П. В. Разработка крестовин стрелочных переводов для условий тяжеловесного и интенсивного движения : специальность 2.9.2 «Железнодорожный путь, изыскания и проектирование железных дорог» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Трегубчак Павел Владимирович. Москва, 2024. 150 с.

References

1. Glyuzberg B. E., Kalachev A. M., Korolev V. V. Improving the performance of crosspieces by changing their geometry in the wheel-rail Contact. *Science and Technology of Transport*. 2004;(1):70–81. (In Russ.).
2. Karpushchenko N. I., Velichko D. V. Ensuring track reliability and train traffic safety. Monograph. Novosibirsk: Publishing House of Siberian Transport University; 2008. 321 p. (In Russ.).
3. Karpushchenko N. I., Komardinkin R. A. Ensuring safety during train passage through turnouts on high-volume sections. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2022;(62):31–39. (In Russ.).
4. On the Introduction of Standard Service Lifespans for Turnouts. Instruction of the Ministry of Railways of the Russian Federation dated 19.12.2002 No. S-1241u. Moscow; 2002. 6 p. (In Russ.).
5. GOST 7370–2015. Railway Crossings. Specifications. The Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated 29.09.2015 No. 1399-st, entered into force on 07.01.2016. Moscow: Standartinform; 2015. 61 p. (In Russ.).
6. Rules for Appointing Railway Track Repairs. Order of Russian Railways dated 17.12.2021 No. 2888r. Moscow; 2021. 270 p. (In Russ.).
7. Karpushchenko N. I., Komardinkin R. A. Life cycle parameters of project 2750 turnouts on reinforced concrete beams. *Modern Technologies. Systems Analysis. Modeling*. 2020;(4):239–248. (In Russ.).
8. Soskov A. G. Operation of frogs under heavy-haul traffic conditions on the West Siberian railway. *Track and Track Facilities*. 2021;(10):2–4. (In Russ.).
9. Vikht N. S., Yudin O. G., Velichko D. V. Current state of turnout facilities during operation under high-tensile conditions. *Fundamental and Applied Issues of Transport*. 2024;(2):25–35. (In Russ.).
10. Karpushchenko N. I., Komardinkin R. A. Durability assessment of turnouts on reinforced concrete beams. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2020;(53):12–20. (In Russ.).
11. Tregubchak P. V. Development of turnout frogs for heavy-haul and intensive traffic conditions. Specialty 2.9.2 ‘Railway track, survey and design of railways’. Dissertation for the Degree of Candidate of Engineering. Tregubchak Pavel Vladimirovich. Moscow; 2024. 150 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Д. В. Величко – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» Сибирского государственного университета путей сообщения.

А. А. Севостьянов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» Сибирского государственного университета путей сообщения.

В. С. Воробьев – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология, организация и экономика строительства» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Information about the authors

D. V. Velichko – Candidate of Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Track and Track Facilities Department, Siberian Transport University.

A. A. Sevostyanov – Candidate of Engineering, Associate Professor of the Track and Track Facilities Department, Siberian Transport University.

V. S. Vorobyev – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Technology, Organization and Economics of Construction Department, Siberian Transport University.

Статья поступила в редакцию 11.09.2025; одобрена после рецензирования 14.10.2025; принята к публикации 16.01.2026.

The article was submitted 11.09.2025; approved after reviewing 14.10.2025; accepted for publication 16.01.2026.