

ТРАНСПОРТ

УДК 625.143.482

Д. В. Величко, Д. Г. Шелеметьев, Е. С. Антерейкин, А. А. Николаенко

Анализ технического состояния бесстыкового пути на Западно-Сибирской железной дороге

Надежность технического состояния бесстыкового пути, снижение затрат на его эксплуатацию обеспечиваются внедрением современных технологий при укладке пути и в значительной степени определяются качеством проведения ремонтных работ.

Полигон бесстыкового пути Западно-Сибирской железной дороги к 2016 г. достиг 82 % от общей протяженности (динамика прироста за последний год составила 2 %). По Транссибирской магистрали этот показатель равен 97 %, по Среднесибирской магистрали – 92 %. На дороге в эксплуатации находятся 530 пар плетей длиной до перегона и 609 пар длиной до блок-участка при общем количестве 3 022 пары плетей.

Начиная с 2003 г. на всех участках капитального ремонта бесстыковой путь укладывается только плетями длиной в перегон. С 2004 г. на участках среднего ремонта проводился комплекс работ, предусматривающий ликвидацию уравнильных пролетов бесстыкового пути, уложенного в предыдущие годы, что позволило увеличить среднюю длину плети с 602 до 2 394 м (прирост за последний год составил 83 м).

За последние годы среди укладываемых скреплений с упругими клеммами наблюдается тенденция увеличения безболтовых скреплений, в том числе с шурупно-дюбельным прикреплением. Кроме того, для оперативного анализа разработана автоматизированная система учета и управления текущим содержанием объектов бесстыкового пути.

На Западно-Сибирской железной дороге разработана и внедрена стратегия развития путевого комплекса на основе эффективных конструкций пути (железобетонное подрельсовое основание и упругие рельсовые скрепления) в виде бесстыкового пути с рельсовыми плетями длиной в перегон, с укладкой разделительного слоя, использованием при ремонтах и текущем содержании пути комплексов современных путевых машин и системы учета и управления содержанием.

Ключевые слова: *железнодорожный путь, бесстыковой путь, техническое состояние, средняя длина рельсовой плети, ремонт, текущее содержание.*

Впервые бесстыковой путь как одна из основных конструкций верхнего строения пути при проведении капитальных ремонтов с учетом классности пути (классы 1–4) появляется в Положении о системе ведения путевого хозяйства (далее – Положение), утвержденном 16 августа 1994 г. [1]. Этот нормативно-технический документ допускает равнозначное использование как бесстыкового пути на железобетонных шпалах, так и звеньевое пути на деревянных шпалах. Тип скреплений конкретно не обозначен.

В действующей редакции Положения, утвержденной 31 декабря 2015 г. [2], бесстыковая конструкция пути указывается в качестве основной при проведении капитальных ремонтов и реконструкции пути классов 1–3. Однако предусмотрена возможность применения звеньевое пути на деревянных шпалах при согласовании с Центральной дирекцией инфраструктуры (ЦДИ) ОАО «РЖД». Для пути классов 4, 5 допускается использование бесстыковой и звеньевой конструкции. Промежуточные скрепления для пути классов 1, 2 – с упругой клеммой.

На Западно-Сибирской железной дороге (ЗСЖД) на 1 января 2016 г. полигон эксплуатируемого бесстыкового пути по главным путям увеличился за год на 125,65 км и составил 7 369,23 км пути (81,7 % от общей протяженности главных путей), в том числе по основным направлениям: Московский транспортный узел (ТУ) – Дальневосточный ТУ – 2 297,619 км (97 %), Санкт-Петербургский ТУ – Тайшет – 2 436,849 км (92 %), Кузбасский ТУ – 999,077 км (91 %); итого по основным направлениям – 5 733,54 км (94 %), по прочим направлениям эксплуатируется 1 635,689 км (57 %) бесстыкового пути.

Темпы роста полигона бесстыковой плети на ЗСЖД представлены на рис. 1.

По итогам 2015 г. полигон бесстыкового пути по Транссибирскому и Среднесибирскому направлениям увеличился на 32,568 км и составил 4 735 км (97 % Транссибирского хода и 92 % Среднесибирского хода). Протяженность бесстыкового пути на станционных путях составляет 591 км пути (17 % от общей протяженности станционных путей).

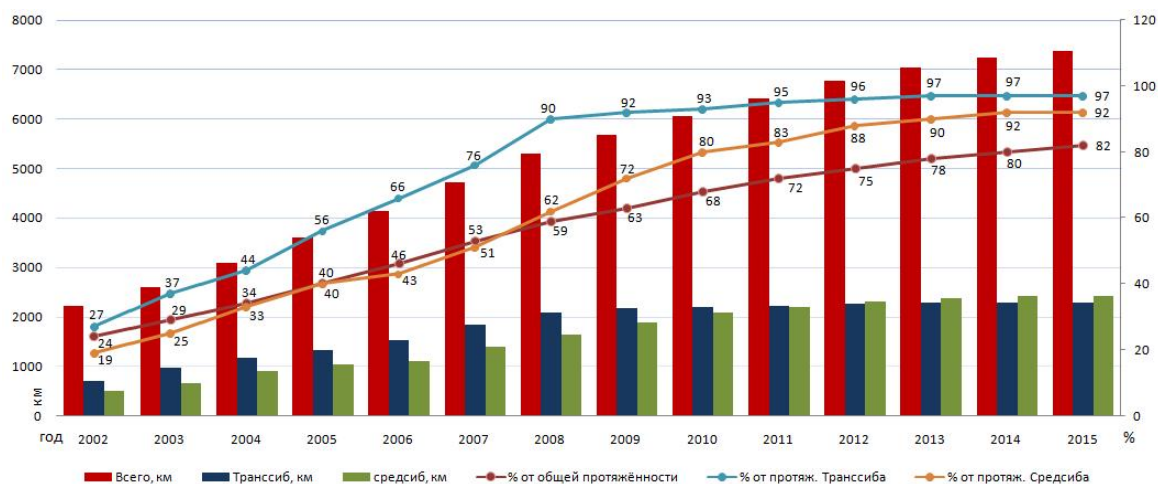


Рис. 1. Динамика увеличения полигона эксплуатации бесстыковой плиты на Западно-Сибирской железной дороге

Общее количество пар плетей на главных путях дороги – 3 022, средняя длина плиты на дороге – 2 394 м. Процесс нарастания средней длины плиты показан на рис. 2.

В эксплуатации находятся 530 пар плетей длиной до перегона общей протяженностью 5 418,6 км пути и 609 пар плетей длиной до блок-участка общей протяженностью 803,75 км пути.

В настоящее время разработаны различные типы промежуточных рельсовых креплений для бесстыкового пути. Каждый из них имеет свои особенности, что определяет сферы применения, учитывающие показатели надежности и технико-экономической эффективности [3, 4].

Промежуточные рельсовые крепления, применяющиеся на бесстыковом пути, должны обеспечивать нагрузки, действующие на узел крепления [5]:

- горизонтальных продольных сил – 14 кН;
- боковых сил в прямых и в кривых радиусом 500 м и более – не менее 50 кН, в кривых радиусом менее 500 м – не менее 100 кН.

При укладке бесстыкового пути каждый узел креплений должен обеспечивать нормативное прижатие рельса к основанию не менее 20 кН. Это достигается затяжкой болтов и шурупов промежуточных креплений крутящим моментом в соответствии с требованиями таблицы.

Монорегулятор креплений АРС-4 при укладке бесстыкового пути должен быть установлен на третью позицию.

Средняя длина плиты, км

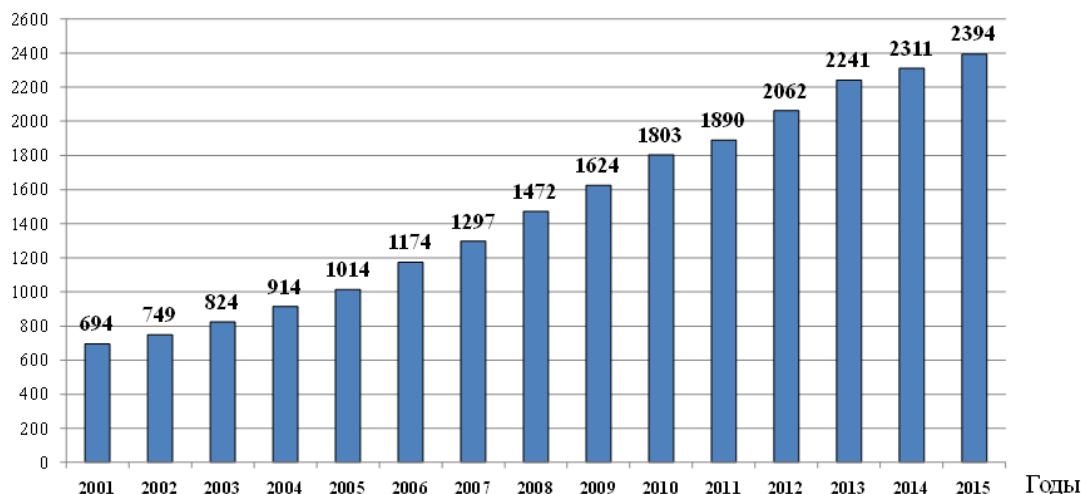


Рис. 2. Динамика роста средней длины плиты

Нормы затяжки болтов и шурупов при укладке бесстыкового пути и допускаемого ее понижения в процессе эксплуатации

Показатель	Крутящий момент, Н·м, при типах креплений				
	КБ-65		ЖБР-65	ЖБР-65Ш, ЖБР-65ПШ, ЖБР-65ПШ	W-30
	Клеммный болт	Закладной болт			
Затяжка болтов и шурупов при укладке бесстыкового пути	150	120	180–200	220–250	300–350
Допускаемое понижение затяжки болтов и шурупов в процессе эксплуатации	100	70	120	150	200

На Западно-Сибирской железной дороге эксплуатируется девять видов креплений (КБ-65, КН-65 [6, 7], ЖБР-65, ЖБР-65Ш, ЖБР-65ПШ, W-30, APC, CM-1, ЖБР-65УБП), доля каждого из которых равна:

- APC – 0,5 % (29,879 км);
- ЖБР-65Ш – 20,4, % (1781,55 км), ЖБР-65ПШ – 0,8 % (58,891 км), ЖБР-65 – 2,4 % (173,4 км), CM-1 – 0,1 % (14,194 км), ЖБР-65УБП – 0,1 % (1,3 км);
- КН-65 – 1,4 % (94,41 км);
- W-30 «Фоссло» – 1,3 % (177,95 км);
- КБ-65 – 72,9 % (5032,43 км).

Процентное соотношение применяемых на ЗСЖД типов промежуточных креплений показано на рис. 3.

С учетом эксплуатационных параметров работы креплений на сети дорог выработаны рациональные сферы применения существующих креплений:

- APC (анкерное) – прямые и кривые радиусом 350 м и более без ограничения по грузонапряженности;
- ЖБР-65Ш (бесподкладочное шурупно-дюбельное) – прямые участки пути и кривые радиусом более 650 м без ограничения по грузонапряженности;
- ЖБР-65ПШ (с металлической подкладкой шурупно-дюбельное) – кривые участки пути радиусом менее 650 м без ограничения по грузонапряженности;
- ЖБР-65ПШ (с полимерной подкладкой шурупно-дюбельное) – кривые участки пути

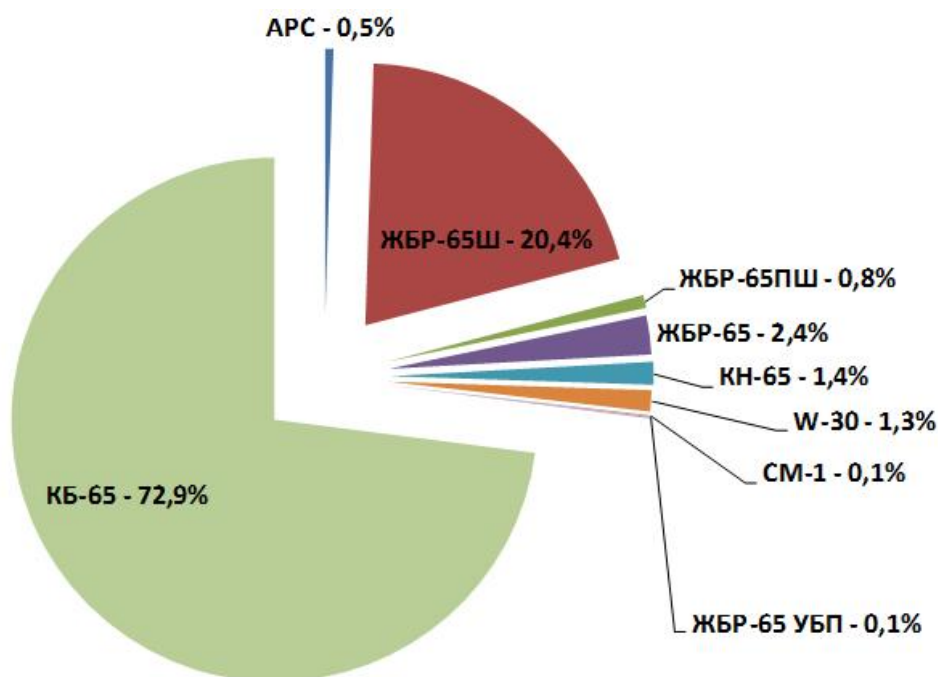


Рис. 3. Доля креплений на Западно-Сибирской железной дороге

радиусом 350 м и более, но окончательное решение пока не принято (по результатам эксплуатационных испытаний);

- W-30 «Фоссло» (бесподкладочное шурупно-дюбельное) – прямые участки пути и кривые радиусом более 650 м.

В последние годы наметилась тенденция расширения полигона укладки безболтовых скреплений, в частности с шурупно-дюбельным прикреплением. Это связано с уменьшением трудозатрат при сборке и текущем содержании пути, а также с уменьшением количества металлических частей скреплений и, как следствие, уменьшением стоимости изделия.

Известно, что до 60 % трудозатрат на содержание бесстыкового пути приходится на уравнильные пролеты. Кроме того, в целом по сети на бесстыковом пути с длиной плетей до перегона в 10 раз ниже выход рельсов, в 2 раза снижена дефектность скреплений, а также увеличены межремонтные сроки [8].

С целью снижения эксплуатационных затрат на содержание бесстыкового пути на дороге отработана технология сварки плетей до длины блок-участка и перегона, ликвидации мест временного восстановления. Начиная с 2003 г. на всех участках капитального ремонта бесстыковой путь укладывается только плетями длиной в перегон. С 2004 г. на участках среднего ремонта проводится комплекс работ, предусматривающий ликвидацию уравнильных пролетов бесстыкового пути, уложенного в предыдущие годы, что позволило увеличить среднюю длину плети с 602 до 2 394 м. Внедряемая система организации текущего содержания бесстыкового пути позволяет не только улучшить его состояние, но и повысить его надежность.

Несмотря на проводимую работу, ежегодно утверждаемые планы ЦДИ по сварке плетей машинами ПРСМ и методом АЛТС [9], направленные на ликвидацию мест временного восстановления, явно недостаточны, что приводит к их увеличению.

Прогноз наличия мест временного восстановления на 2016 г. составлял 14 000 мест. При запланированных планах в ходе капитальных работ планируется ликвидировать 297 мест, в том числе при модернизации – 251

место, при среднем ремонте – 468 мест, при смене плетей по боковому износу – 400 мест.

На 2016 г. службой пути было запланировано машинами ПРСМ сварить 1 200 стыков, алюминотермитным способом – 1 800 стыков. Учитывая прирост мест дефектов (на 2 399 и 5 790 мест соответственно), вырезанных на бесстыковом пути за 2015 г., запланированные объемы сварки оказались недостаточными. Для снижения темпа прироста мест временного восстановления службе пути необходимо было запланировать сварку стыков всеми видами сварки не менее 8 000 стыков в год.

Результаты работы по ликвидации временно восстановленных мест на ЗСЖД с 2001 по 2015 г. представлены на рис. 4.

После проведения капитальных работ в период зимней укладки 2015–2016 гг. силами путевой машинной станции возникла потребность перезакрепить 45 пар общей протяженностью 34,25 км, уложенных вне оптимальной температуры закрепления, из них 39 пар плетей на 29,8 км уложенных при отрицательной температуре. При текущем содержании силами ПЧ требовалось перезакрепить 122 плети протяженностью 54,67 км, в том числе 20 плетей на 7,93 км, уложенных при отрицательной температуре, при смене плетей по боковому износу, контрольно-непригодных рельсов, а также 371 плеть на 160,07 км, потерявшую температуру закрепления и выявленную до проведения ревизии бесстыкового пути. Количество перезакрепленных и потерявших температуру закрепления плетей за 2012–2015 гг. представлено на рис. 5.

Кроме вышеназванных мероприятий по улучшению состояния бесстыкового пути, в рамках перевода программного обеспечения мониторинга температурной работы, планирования и контроля за выполнением работ по содержанию бесстыкового пути из комплекса АСУ-П в единую корпоративную автоматизированную систему управления инфраструктурой (ЕКАСУИ) ООО «Нейтронные системы» разработала систему учета и управления текущим содержанием объектов бесстыкового пути (ЕКАСУИ БП).

Основными задачами ЕКАСУИ БП являются:

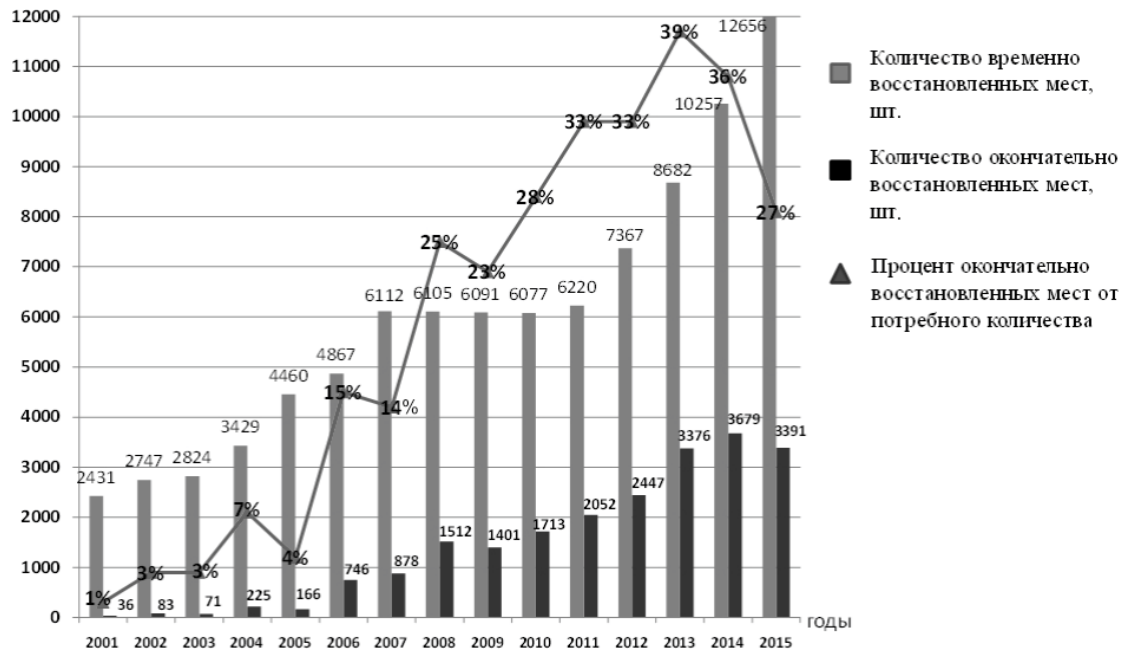


Рис. 4. Динамика ликвидации временно восстановленных мест

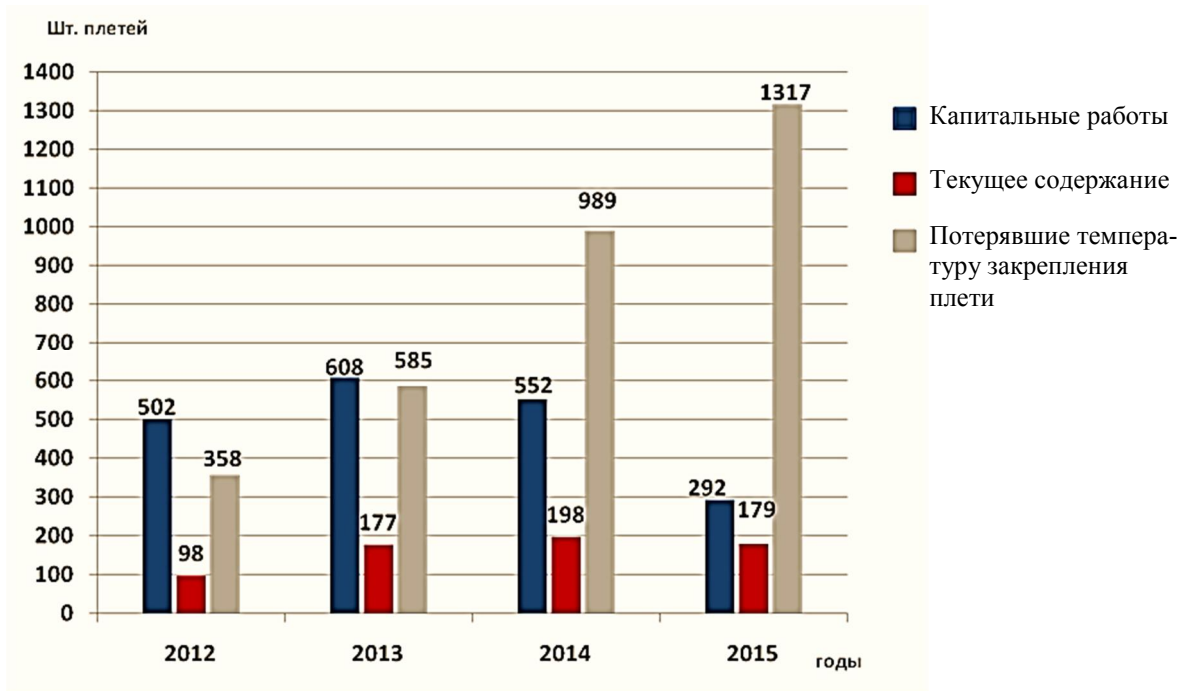


Рис. 5. Выполнение перезакрепления плетей бесстыкового пути

– сокращение временных затрат сотрудников ПЧ, ДИЦДМ и службы пути на ведение учетных и отчетных документов по содержанию объектов бесстыкового пути;

– повышение качества и достоверности информации об объектах бесстыкового пути;

– обеспечение актуальности и целостности данных об объектах бесстыкового пути.

Целью модификации ЕКАСУИ в части функциональности планирования работ по те-

кущему содержанию объектов бесстыкового пути является автоматизация управления процессами планирования и выполнения работ, что позволяет решить следующие задачи:

– повышение прозрачности бизнес-процессов с точки зрения планирования и учета затрат при производстве работ по текущему содержанию объектов бесстыкового пути;

– доступность объективной информации о деятельности подразделений эксплуатацион-

ной инфраструктуры для принятия управленческих решений;

– возможность принятия решений в рамках системы управления жизненным циклом объектов бесстыкового пути.

На дороге данная система вводилась в работу с декабря 2015 г., а полный переход завершен в феврале 2016 г.

В границах каждой дистанции пути оборудованы учебные полигоны по бесстыковому пути для повышения уровня профессиональных знаний технологии работ и практических навыков.

В период высоких температур работа вагонов-путеизмерителей организована во второй половине дня в часы действия максимальных температур. При выявлении отступлений по рихтовке 3-й и 2-й степени с ростом амплитуды более 10 мм ограничивается скорость движения поездов. При выявлении данных неисправностей начальник вагона-путеизмерителя выдает отрывной талон под подпись начальнику дистанции пути, в суточный срок после устранения неисправностей копия отрывного талона предоставляется в отдел диагностики состояния пути ДИЦДМ для учета устранения неисправностей.

На ЗСЖД запрещено производство работ по выправке пути комплексами машин на неподготовленных участках, а также без оформления акта готовности. В период высоких температур запрещены работы, связанные с нарушением устойчивости пути, а также работы на участках с плетями бесстыкового пути, имеющими смещения относительно контрольных рисков более 10 мм на 100 м пути [10].

С 2015 г. оценка состояния бесстыкового пути производится диагностическим комплексом ЭРА, оборудованным системами измерения неровностей рельсовых нитей в плане, сдвижек на «маячных» шпалах, геометрических размеров балластной призмы.

Ежеквартально на основании рейтинга, разработанного и сформированного специалистами отдела бесстыкового пути центра диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры, проводится анализ состояния бесстыкового пути и разрабатываются мероприятия по выводу дистанции пути из зоны риска.

Выводы

1. На Западно-Сибирской железной дороге полигон бесстыкового пути по главным путям ежегодно увеличивается и на 1 января 2016 г. составляет 7 369,23 км пути (81,7 % от общей протяженности главных путей).

2. Расширяется полигон укладки безболтовых скреплений с упругими клеммами, определены сферы их рационального применения. Однако протяженность бесстыкового пути с клеммно-болтовым скреплением КБ-65 еще составляет значительную часть пути – 72,9 %.

3. На всех участках капитального ремонта бесстыковой путь укладывается плетями длиной в перегон, а при проведении среднего ремонта ликвидируются уравнильные пролеты. Средняя длина плети составляет 2 394 м.

4. Явно недостаточна проводимая работа по сварке плетей машинами ПРСМ, АЛТС, что приводит к ежегодному увеличению количества мест временного восстановления. Для снижения прироста мест временного восстановления службе пути необходимо дополнительно запланировать сварку стыков всеми видами сварки не менее 8 000 стыков в год. При наличии в плети более 10 мест временного восстановления необходима смена плети. Также требуется обеспечение адресного выполнения работ по сварке стыков при текущем содержании пути машинами ПРСМ и методом АЛТС, а также адресность шлифовки рельсов рельсошлифовальным поездом.

5. Ежегодно увеличивается количество плетей, потерявших температуру закрепления по разным причинам, на 2015 г. их количество составило 1 317 шт.

6. На ЗСЖД выполняется целый комплекс мероприятий, направленный на совершенствование содержания бесстыкового пути: введено новое программное обеспечение ЕКАСУИ БП, составлен рейтинг дистанций по состоянию бесстыкового пути, разработан новый регламент работы вагона-путеизмерителя в период высоких температур, работы на пути диагностического комплекса ЭРА и др.

Библиографический список

1. Положение о системе ведения путевого хозяйства. Утв. приказом МПС РФ от 16 августа 1994 г. № 12-Ц.
2. Положение о системе ведения путевого хозяйства ОАО «Российские железные дороги». Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 31 декабря 2015 г. № 3212р.

3. Карпущенко Н. И., Антонов Н. И. Совершенствование рельсовых скреплений. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2003. 300 с.
4. Бесстыковой путь / В. Г. Альбрехт, Н. П. Виногоров, Н. Б. Зверев и др. М.: Транспорт, 2000. 408 с.
5. Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути. Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 29 декабря 2012 г. № 2788р.
6. Скрепления КН-65 и ГС-65 / Н. И. Карпущенко, И. Я. Пименов, В. А. Отмахов, Н. И. Антонов, Д. В. Величко // Путь и путевое хозяйство. 2003. № 9. С. 30–33.
7. Ермаков В. М. Скрепление для железобетонных шпал: требования, обоснования, оценка // Путь и путевое хозяйство. 2009. № 2. С. 9–16.
8. Ермаков В. М. Эффективность удлинения рельсовых плетей // Путь и путевое хозяйство. 1998. № 5. С. 7–9.
9. Величко Д. В. Экономическая оценка контактной и алюминотермитной сварки рельсов // Актуальные проблемы современной науки: Сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. Ч. 4. Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. С. 93–96.
10. Николаенко А. А., Третьяк П. А., Антерейкин Е. С. Как не допустить выброса бесстыкового пути // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2015. № 4. С. 12–18.

D. V. Velichko, D. G. Shelemetiev, E. S. Antereykin, A. A. Nikolaenko

Analysis of the Continuous Welded Rail Technical State on the West Siberian Railway

Abstract. The reliability of the continuous welded rail technical state, the reduction of the costs for its operation are ensured by the introduction of modern technologies in laying the way and are largely determined by the quality of the repair work.

The polygon of the continuous welded rail track of the West Siberian Railway reached 82 % of the total length by 2016 (the dynamics of growth for the last year was 2 %). On the Trans-Siberian Railway this indicator is 97 %, on the Mid-Siberian main line – 92 %. On the road in operation there are 530 pairs of bars long before the haul and 609 pairs long up to the block section with a total of 3,022 pairs of bars.

Since 2003, in all parts of the overhaul, the continuous welded rail is laid only by lengths in the haul. Beginning in 2004, a series of works were carried out at medium repair sites, which included the elimination of equalization spans of the welded track laid in previous years, which allowed increasing the average length of the whip from 602 m to 2394 m (the increase over the last year was 83 m).

In recent years, among folded fasteners with elastic terminals, there has been a tendency to increase boltless fasteners, including screw-dowel fastening. In addition, for the operational analysis, an automated system for accounting and management of the continuous welded rail, a current content object has been developed.

The West Siberian Railroad has developed and implemented a strategy for the development of a track complex based on efficient track structures (reinforced concrete sub-rail base and elastic rail fastenings), as a continuous welded rail with rail bars of a length in the haul, with laying of the separation layer, using for way repairs and maintenance modern track machines and the system of content accounting and management.

Key words: *railway track; continuous welded rail; technical state; average length of the rail bar; repair; current maintenance.*

Величко Дмитрий Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» СГУПС. E-mail: vdv.nsk@mail.ru

Шелеметьев Дмитрий Геннадьевич – ведущий инженер ДИЦДМ. E-mail: Volens42@yandex.ru

Антерейкин Евгений Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» СГУПС. E-mail: Antereykin@ngs.ru

Николаенко Анатолий Арсентьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» СГУПС.