

А.О. Вшивков<sup>1</sup>, И.С. Чернецкая<sup>1</sup>, А.А. Владиков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

## РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОДГОТОВКЕ ЗВЕНЬЕВОГО ПУТИ К ПРОПУСКУ ПОЕЗДОВ ПОВЫШЕННОЙ МАССЫ И ДЛИНЫ НА ВОСТОЧНОМ ПОЛИГОНЕ

**Аннотация.** В статье приводятся результаты расчетов количества пружинных противоугонов для закрепления звеньевого пути от угона в условиях движения тяжеловесных и длинносоставных поездов. Расчеты выполнены по стандартной методике, силовое воздействие от подвижного состава на путь принято по результатам экспериментальных исследований по измерению продольных сил в кривых участках пути при движении тяжеловесных поездов. Учитывая актуальность проблемы угона пути при прохождении тяжеловесных поездов, полученные схемы закрепления пути от угона помогут снизить величину угона и тем самым решить проблему по устранению его последствий. Снижение угона рельсовых нитей приведет не только к повышению надежности железнодорожного пути, но и к снижению эксплуатационных расходов.

**Ключевые слова:** закрепление пути от угона, противоугоны, тяжеловесное движение, длинносоставные поезда, кривые участки пути.

А.О. Vshivkov<sup>1</sup>, I.S. Chernetskaya<sup>1</sup>, A.A. Vladikov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

## DEVELOPMENT OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR PREPARING THE LINK PATH FOR PASSING TRAINS OF INCREASED WEIGHT AND LENGTH ON THE EAST RANGE

**Abstract.** The article presents the results of calculating the number of spring counter-thefts to secure the link track from theft in the conditions of movement of heavy and long trains. The calculations were carried out according to the standard method, the force impact from the rolling stock on the track was taken according to the results of experimental studies on the measurement of longitudinal forces in curved track sections during the movement of heavy trains. Taking into account the urgency of the problem of track hijacking during the passage of heavy trains, the obtained schemes for securing the track from hijacking will help to reduce the amount of hijacking and thereby solve the problem of eliminating its consequences. Reducing the theft of rail lines will not only increase the reliability of the railway track, but also reduce operating costs.

**Key words:** securing the track from theft, anti-theft, heavy traffic, long-train trains, curved track sections.

Обеспечение продольной стабилизации пути в условиях интенсификации работы железных дорог ОАО «РЖД», повышения веса и длины грузовых поездов, осевых нагрузок подвижного состава, грузоподъемности и статической нагрузки грузовых вагонов, скоростей движения поездов является очень актуальной задачей. Обращение тяжеловесных и длинносоставных поездов сопряжено с применением интенсивного пневматического и рекуперативного торможения и сосредоточением на малой длине большого количества единиц тяги. Усложнение условий эксплуатации отражается на стабильности железнодорожного пути, и требует принятия дополнительных мер для недопущения угона [1].

В настоящее время на Восточном полигоне, в том числе и по БАМу, происходит увеличение доли тяжеловесных и длинносоставных поездов. На рис. 1 приведена гистограмма

распределения весов поездов в четном (грузовом) направлении на участке Петровский-Завод – Хилок.

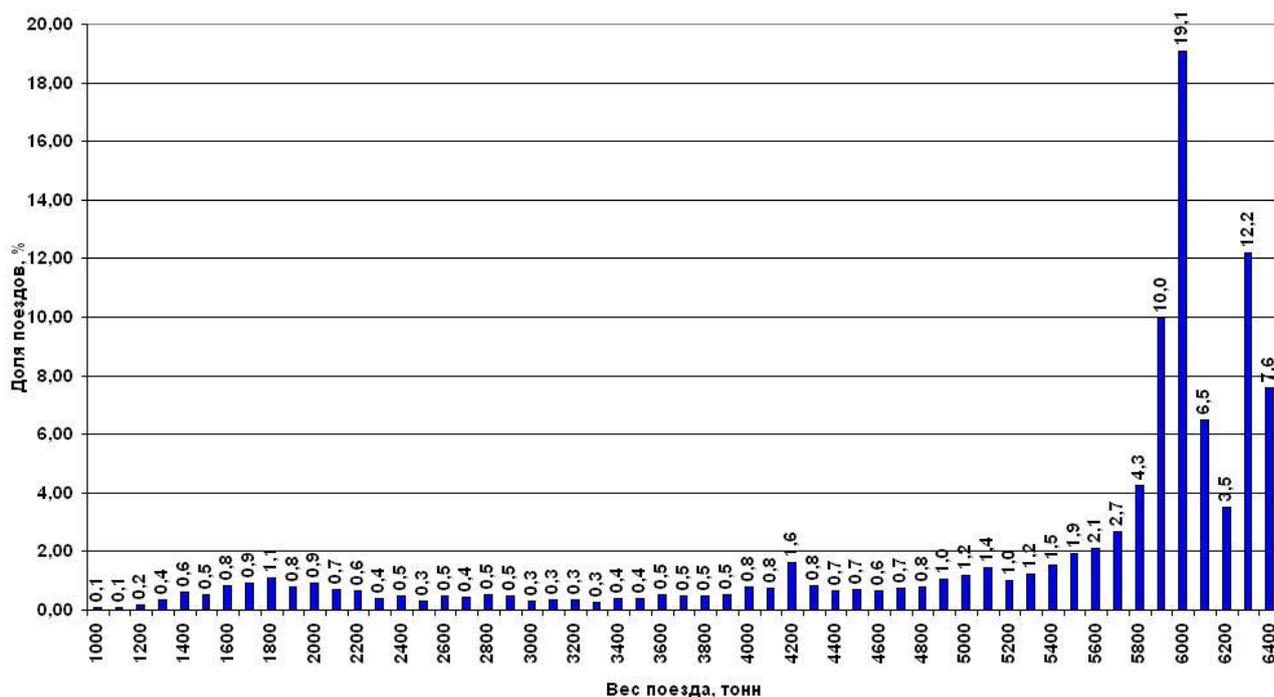


Рис. 1. Распределение весов поездов в четном направлении участка Петровский-Завод – Хилок

Данное распределение получено на основе статистической обработки фактических весов поездов, взятых из исполненного графика движения поездов (АСУ ГИД). Из приведенной гистограммы видно, что доля поездов весом 5 тыс. тонн и более составляет 76,7 % от общего количества грузовых поездов, в том числе поездов весом от 5000 до 6000 тонн - 27,8 %, а поездов весом 6 тыс. тонн и более 48,9 %.

Анализ источников [2,3] показал, что в 2003 году доля поездов массой 6000 тонн и выше составляла 30 %. То есть по сравнению с 2003 годом в 2020 году количество поездов массой 6000 тонн и более увеличилось в 1,6 раза.

Несмотря на то, что полигон укладки бесстыкового пути за последние годы значительно увеличился, доля звеньевоего пути остается достаточно высокой. На Восточном полигоне доля звеньевоего пути составляет 21 % от развернутой длины главных путей. Особенно высока эта доля на участках БАМа, в местах большого земляного полотна, горноперевальных участках [4].

Для выявления влияния изменившихся условий эксплуатации на угон пути в кривых участках были проведены экспериментальные исследования по определению величины и направления действия максимальных погонных угоняющих сил. На основе полученных данных произведены расчеты количества противоугонов, для закрепления кривых участков пути при интенсивном движении тяжеловесных поездов. Расчеты производились по методике приведенной в [5] по известной зависимости

$$\frac{n_{np}}{n} \geq \frac{(\rho' + \rho_{mp})l_u}{Q_u + mql_u + \rho'l_u(1 - \alpha)}$$

Отношение  $n_{np}/n$  представляет собой долю шпал (из их полного количества на рельсовом звене), которые должны были включены в противоугонную систему для обеспечения стабилизации пути, на котором проявляются остаточные продольные подвижки.

Значение  $\alpha$  может колебаться от 1, если противоугол полностью выключился из работы, до 0,6-0,8, при значительном нажатии скобы на шпалу. При расчетах требуемого числа противоуголов, необходимых для закрепления пути от угона, большое значение имеют качество и состояние балласта. При сильно загрязненном углем, рудой и другими сыпучими грузами щебне, при его увлажненном состоянии расчетное значение коэффициента  $m$  реально может быть 0,15-0,20. В табл. 1 приведены результаты расчетов значений отношения  $n_{пр}/n$ , и соответствующее им число пар пружинных противоуголов на звене длиной 25 м, необходимых для закрепления пути от угона для принятых исходных данных.

Таблица 1

**Расчет числа дополнительных противоуголов для закрепления пути от угона при различных конструкциях пути**

Радиус кривой, м	Максимальная погонная угонающая сила, кН/м	Коэффициенты		$n_{пр}/n$	Расчетное число пар противоуголов
		$\alpha$	$m$		
300	27,57	0,4	0,15	0,833	43
			0,2	0,714	38
		0,8	0,15	0,843	46
			0,2	0,722	40
400	26,28	0,4	0,15	0,794	40
			0,2	0,681	34
		0,8	0,15	0,803	40
			0,2	0,688	34
500	24,99	0,4	0,15	0,755	38
			0,2	0,647	32
		0,8	0,15	0,764	38
			0,2	0,654	33
600	23,71	0,4	0,15	0,716	36
			0,2	0,614	31
		0,8	0,15	0,725	36
			0,2	0,621	31
624	23,4	0,4	0,15	0,707	35
			0,2	0,606	30
		0,8	0,15	0,716	36
			0,2	0,613	31
700	22,42	0,4	0,15	0,677	34
			0,2	0,581	29
		0,8	0,15	0,686	34
			0,2	0,587	29

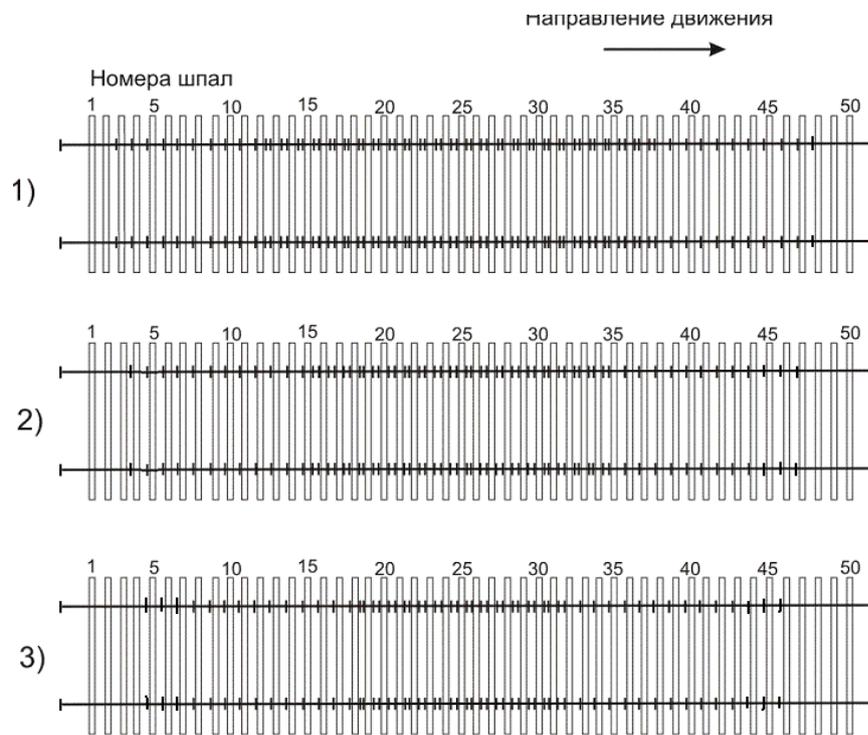
Расчеты выполнены для пути на деревянных шпалах, модуле упругости пути 25 МПа и осевой нагрузке 240 кН/ось.

Кроме того, поскольку во временных технических указаниях по применению смешанной рельсошпальной решетки отсутствуют сведения по нормам закрепления от угона, произведен расчет числа противоуголов для смешанной решетки с учетом снижения их числа за счет применения 22 скреплений типа КБ на звене длиной 25 м.

Расчет числа противоуголов, приведенный в табл. 1, производился по наружной нити кривой т.к. максимальные угонающие силы согласно экспериментальных исследований [6] действуют именно по этой нити.

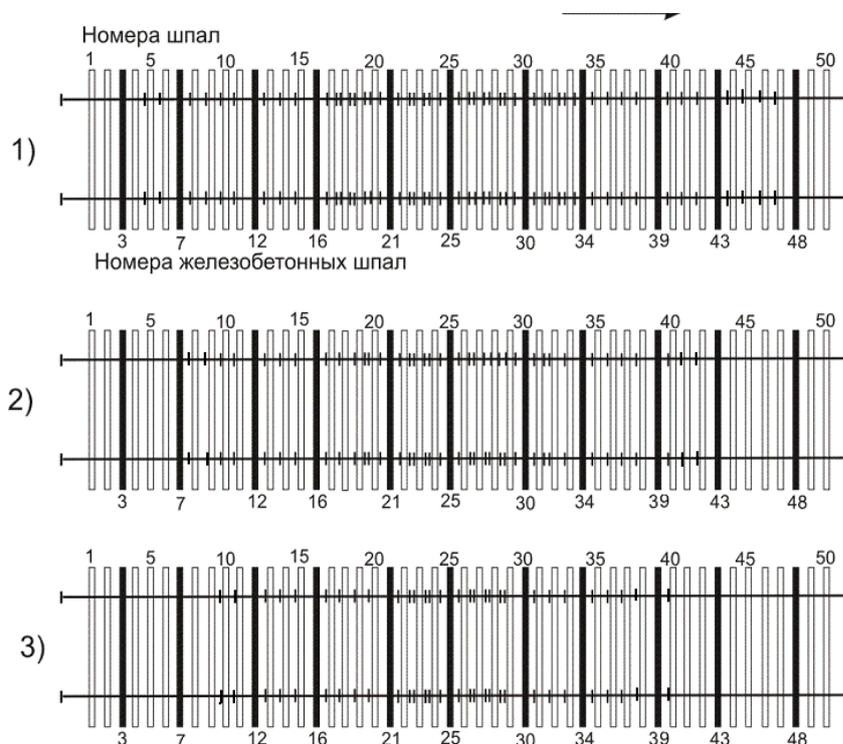
На рис. 2-3 приведены рекомендуемые схемы закрепления двухпутных участков от угона в кривых при различных конструкциях верхнего строения пути. Для надежного закрепления пути от угона при интенсивном движении тяжеловесных поездов необходимо устанавливать на звено длиной 25 м не менее 46 пар противоуголов при скреплении типа ДО [7].

На рис. 2-3 в скобках дробью показано число пар противоуголов в направлении движения (числитель), и против движения поезда (знаменатель).



**Рис. 2. Рекомендуемые схемы закрепления пути на двухпутных участках**

- 1) – схемы закрепления кривых  $R < 400$  м (46/26);
- 2) – схемы закрепления кривых  $400 \leq R < 600$  м (44/20);
- 3) – схемы закрепления кривых  $600 \leq R < 950$  м (42/14).



**Рис. 3. Рекомендуемые схемы закрепления пути на двухпутных участках при смешанной рельсошпальной решетке:**

- 1) – схемы закрепления кривых  $R < 400$  м (34/14);
- 2) – схемы закрепления кривых  $400 \leq R < 600$  (28/10);
- 3) – схемы закрепления кривых  $R \geq 600$  (24/6).

**Вывод:** Полученные данные хорошо согласуются с опытом дистанций пути и отражают требования к закреплению пути от угона на линиях с высокой грузонапряженностью. Учитывая актуальность проблемы угона пути при прохождении тяжеловесных поездов, приведенные схемы закрепления пути от угона помогут снизить величину угона и тем самым решить проблему по устранению последствий угона. Снижение угона рельсовых нитей приведет не только к повышению надежности железнодорожного пути, но и к снижению эксплуатационных расходов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ресельс А.П. Проблемы эксплуатации кривых участков пути при организации тяжеловесного движения на Восточном полигоне [Текст] / А.П. Ресельс, Е.В. Филатов // Вестник транспорта Поволжья. – Самара: Изд-во СамГУПС. – 2019. – № 6. – с. 42–48.
2. Филатов Е.В. Особенности угона железнодорожного пути в кривых участках и разработка мероприятий по его предотвращению : диссертация кандидата технических наук. Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, 2004.
3. Филатов Е.В. Угон железнодорожного пути в кривых участках [Текст] / Е.В. Филатов, В.А. Покацкий; под. ред. В.А. Покацкого – Самара : СамГУПС, 2009. – 131 с.
4. Ресельс А.П. Экспериментальное определение боковых сил в системе «колесо-рельс» при движении поездов по горно-перевальному участку [Текст] / А.П. Ресельс, Е.В. Филатов, Д.А. Ковенькин и др. // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2020. №1 (65). С. 75-84.
5. Альбрехт, В.Г. Угон железнодорожного пути и борьба с ним [Текст] / В.Г. Альбрехт, А.Я. Коган. – М.: Транспорт, 1996. – 160 с.
6. Филатов Е.В. Экспериментальное определение сил давлений на противоугоны при проходе поездов в кривых участках пути [Текст] / В.А. Покацкий, Е.В. Филатов, Д.А. Ковенькин и др. // Проблемы путевого хозяйства Восточной Сибири : Сб. науч. тр. – Иркутск : ИрГУПС, 2004. Вып 2. – С. 30 – 38.
7. Покацкий В.А. Разработка технических решений по обеспечению продольной стабилизации пути в кривых участках [Текст] / В.А. Покацкий, Е.В. Филатов, Т.В. Фартусова // Транспортные проблемы Сибирского региона : Сб. науч. тр. – Иркутск : ИрИИТ, 2001. Часть 2. – С. 98 – 108.

### REFERENCES

1. Resels A.P. Problems of operation of curved track sections when organizing heavy-log traffic at the Eastern polygon [Text] / A.P. Resels, E.V. Filatov // Bulletin of transport of the Volga region. - Samara: Publishing house of SamGUPS. - 2019. - No. 6. - p. 42-48.
2. Filatov E.V. Features of theft of a railway track in curved sections and the development of measures to prevent it: dissertation of the candidate of technical sciences. Irkutsk State Transport University, Irkutsk, 2004.
3. Filatov E.V. Theft of a railway track in crooked sections [Text] / E.V. Filatov, V.A. Pokatsky; under. ed. V.A. Pokatsky - Samara: SamGUPS, 2009. -- 131 p.
4. Resels A.P. Experimental determination of lateral forces in the "wheel-rail" system during the movement of trains along the mountain-pass section [Text] / A.P. Resels, E.V. Filatov, D.A. Kovenkin et al. // Modern technologies. System analysis. Modeling. 2020. No. 1 (65). S. 75-84.
5. Albrecht, V.G. Theft of a railway track and the fight against it [Text] / VG Albrecht, A.Ya. Kogan. - M.: Transport, 1996. - 160 p.
6. Filatov E.V. Experimental determination of pressure forces on anti-theft when trains pass in curved track sections [Text] / V.A. Pokatsky, E.V. Filatov, D.A. Kovenkin et al. // Problems of track facilities in Eastern Siberia: Sat. scientific. tr. - Irkutsk: IrGUPS, 2004. Issue 2. - P. 30 - 38.
7. Pokatsky V.A. Development of technical solutions to ensure longitudinal stabilization of the track in curved sections [Text] / V.A. Pokatsky, E.V. Filatov, T.V. Fartu-owl // Transport problems of the Siberian region: Sat. scientific. tr. - Irkutsk: IrIIT, 2001. Part 2. - P. 98 - 108.

### **Информация об авторах**

*Вшивков Антон Олегович* – аспирант кафедры «Путь и путевое хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [antonvschivkov@yandex.ru](mailto:antonvschivkov@yandex.ru)

*Чернецкая Ирина Сергеевна* – старший преподаватель кафедры «Путь и путевое хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [Chernetskaya\\_IS@irgups.ru](mailto:Chernetskaya_IS@irgups.ru)

*Владиков Артём Александрович* – студент факультета «Строительство железных дорог», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [bane2624@gmail.com](mailto:bane2624@gmail.com)

### **Authors**

*Vshivkov Anton Olegovich* - postgraduate student of the Department "Track and track facilities", Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: [antonvschivkov@yandex.ru](mailto:antonvschivkov@yandex.ru)

*Chernetskaya Irina Sergeevna* - Senior Lecturer of the Department of "Track and Track Facilities", Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: [Chernetskaya\\_IS@irgups.ru](mailto:Chernetskaya_IS@irgups.ru)

*Vladikov Artyom Aleksandrovich* - student of the faculty "Construction of railways", Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: [bane2624@gmail.com](mailto:bane2624@gmail.com)

### **Для цитирования**

ВШИВКОВ А.О. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОДГОТОВКЕ ЗВЕЗДОВОГО ПУТИ К ПРОПУСКУ Поездов ПОВЫШЕННОЙ МАССЫ И ДЛИНЫ НА ВОСТОЧНОМ ПОЛИГОНЕ [Электронный ресурс] / А.О. Вшивков, И.С. Чернецкая, А.А. Владиков // «Молодая наука Сибири»: электрон. науч. журн. – 2021. - № 1(11). – Режим доступа: <http://mnmv.irgups.ru/toma> свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### **For citation**

Vshivkov A.O. DEVELOPMENT OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR PREPARING THE LINK PATH FOR PASSING TRAINS OF INCREASED WEIGHT AND LENGTH ON THE EAST RANGE [Electronic resource] / A.O. Vshivkov, I.S. Chernetskaya, A.A. Vladikov // "Young Science of Siberia": electron. scientific journals – 2021. - № 1(11). – Access mode: <http://mnmv.irgups.ru/toma/> free. - Title from the screen. - Yaz. Rus