

– формирование схемы нагружения рельсового узла транспортной нагрузкой;  
– определение параметров расчетной сетки для модели составной шпалы;  
– прочностной расчет с анализом схемы нагружения, в результате которого программа не выдала предупреждений о превышения прочностных пределов, что говорит о возможности конструкции выдержать нагрузку от подвижного состава без потери надежности. Таким образом, можно предположить, что модель является адекватной и возможно переходить к практическим экспериментам (рисунки 4 и 5).



Рисунок 4 – Изготовление крайних элементов с выпиливанием «паза»



Рисунок 5 – Составление крайнего и среднего элементов после их выпиливания

#### Список литературы

- 1 Сембина, Г. К. Моделирование как средство проектирования сложных систем / Г. К. Сембина // Механика и технологии. – 2015. – № 1 (47). – С. 94–100.
- 2 ГОСТ 78-2014. Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. Общие технические условия. – Введ. 2016-03-01. – Минск : Государственного комитета по стандартизации Респ. Беларусь, 2016. – 18 с.

УДК 625.144.2

### ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКОВ

*В. В. РОМАНЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*А. Б. КАПИТОНЕЦ*

*Белорусская железная дорога, г. Минск*

*В. Д. МАКАРЕВИЧ*

*Белорусская железная дорога, г. Орша*

Оценка состояния геометрического положения рельсовой колеи – предмет изучения результата сложных механических процессов, которые происходят на пути при воздействии на него подвижного состава. Горизонтальные составляющие силового воздействия подвижного состава на путь разделяются на поперечные и продольные, первые из которых стремятся сдвинуть рельсошпальную решетку (РШР) в плане, а вторые – относительно балласта вдоль оси пути. Боковое давление вызывается поворотом состава при вписывании его в криволинейные участки, особенно это присуще кривым малого радиуса. Изменение геометрии рельсошпальной решетки положения относительно своей оси в плане приводит к появлению так называемых углов в плане.

Диагностика состояния пути в плане при его текущем содержании ведется либо при помощи путеизмерительных вагонов, либо ручным способом. На Белорусской железной дороге (БЖД) принят способ измерения стрел изгиба, измеренных от середины хорды длиной 20 м в точках через 10 м [1].

При сходе подвижного состава в кривой измерение стрел изгиба согласно [2] требуется производить от середины хорды длиной 20 либо 10 метров, при этом допуски на содержание регламентируют результаты, полученные только при измерении от середины хорды длиной 20 м.

Кривизна отступления угла в плане изменяется бессистемно, поэтому измерение одного и того же участка хордами разной длины могут дать различные результаты. По измеренной величине стрелы изгиба определяется радиус кривой, соответственно, различные результаты могут исказить расчетную величину радиуса.

Геометрические параметры рельсовой колеи должны обеспечивать безопасное движение колесных пар и минимизировать их силовое воздействие на путь. Так как полностью ликвидировать си-

ловое воздействие подвижного состава на путь невозможно, а даже минимальное воздействие способно изменить геометрию рельсовой колеи, в криволинейных участках постоянно происходят отклонения от кривизны, которые необходимо постоянно оценивать и мониторить.

Для оценки состояния геометрии рельсовой колеи при текущем содержании, а также после транспортных происшествий и событий, связанных с нарушением безопасности движения поездов, основными параметрами являются:

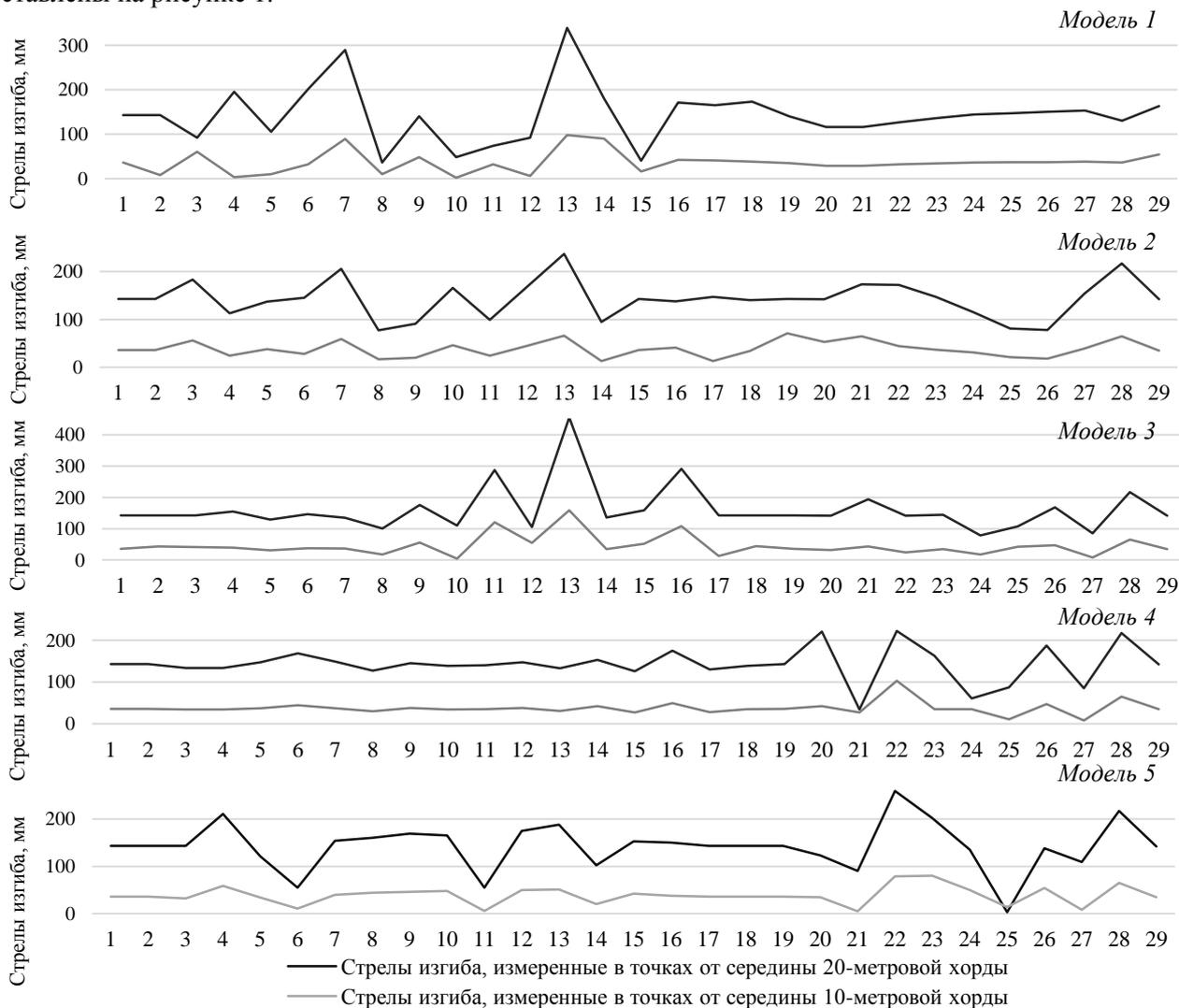
- линия прямая, круговая кривая, переходная кривая;
- характеристика кривой: радиус, длина переходной кривой, величина возвышения наружного рельса.

Промеры стрел изгиба, полученные при так называемой съемке, позволяют выявить нарушения кривизны и выполняются по наружной нити кривой. Для съемки кривая разбивается на участки длиной 10 м (при величине хорды  $a = 20$  м) и 5 м (хорда  $-a = 10$  м), в каждой из этих точек измеряется стрела изгиба  $f$  – перпендикуляр от середины хорды до внутренней грани наружной нити кривой.

По результатам съемки кривой определяются разности в смежных стрелах изгиба  $\Delta f$ , а также радиус кривой в каждой измеренной точке как  $R = 8a^2 : f$ .

Для теоретического исследования были смоделированы пять кривых радиусом 350 м посредством системы автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD. Каждая модель характеризуется наличием отступлений случайного характера, а именно: только внутрь кривой либо наружу, частично внутрь, частично наружу.

Для каждой модели выполнена съемка кривой от середины хорды длиной 20 и 10 м, соответственно в точках через 10 и 5 м. В результате были измерены стрелы изгиба  $f_{10}$  и  $f_{20}$ , которые представлены на рисунке 1.



В идеально правильной кривой, при отсутствии даже незначительных отклонений, конфигурация кривизны будет одинаковой не зависимо от того, каким образом выполняются измерения. Анализ графиков позволяет установить несовпадение порядка изменения кривизны, а именно:

- в модели 1: в точке 3 изменение кривизны зафиксировано в разные стороны; на участке 12–15 для промера с хордой 20 м зафиксирован более «острый» угол, а также *s*-образная кривизна;
- в модели 2 – для промера с хордой 20 м на участке 23–28 выявлено более резкое изменение кривизны;
- в модели 4 – на участке 19–23 наблюдается несовпадение изменения кривизны;
- в модели 5 – на участке 23–26 зафиксирован более «острый» угол с изменением сторонности кривизны.

Таким образом, при оценке измерений от хорды 10 метров изменения кривизны не совпадают с измерениями от хорды 20 метров, что говорит о необходимости дополнительного анализа иных параметров, так как невозможно гарантировать приоритетности измерений одного из способов.

#### Список литературы

- 1 СТП 09150.56.010-2005. Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221 Н. – Введ. 2006-07-01. – Минск : Белорусская железная дорога, 2006. – 290 с.
- 2 Приказ 370 Н. Об организации работы по обеспечению безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта на Белорусской железной дороге : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 29.11.2021. – Введ. 2022-01-01. – Минск : Белорусская железная дорога, 2021. – 160 с.

УДК 625.142.4

### ОЦЕНКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ СОСТАВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ ШПАЛ

*В. В. РОМАНЕНКО, П. В. КОВТУН*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*А. О. ВЛАСЕНКО*

*Белорусская железная дорога, г. Минск*

Подрельсовое основание на Белорусской железной дороге (БЖД) представляет собой железобетонные и деревянные шпалы, железобетонные и деревянные переводные и мостовые брусья. Распределение полигона деревянного и железобетонного основания в зависимости от сферы применения представлено [1] на рисунке 1.



Рисунок 1 – Распределение подрельсового основания по состоянию на 01.01.2023 года:  
а – на главных путях; б – на станционных путях; в – на путях необщего пользования

Всю деревянную продукцию, применяемую в качестве подрельсового основания, для нужд БЖД производит ОАО «Борисовский шпалопродиточный завод» (БШПЗ). Для изготовления шпал БШПЗ приобретает лесоматериалы (сосна либо ель 1, 2, 3-го сортов) в виде бревен длиной от 5,5 до 6,0 метров диаметром от 26 см и более.

Согласно [2] шпалы изготавливают трех типов, от которых зависят размеры поперечного сечения. Длина шпалы для всех типов составляет 2,75 м, таким образом, из бревна возможно изготовить две шпалы длиной 2,75 м, при этом остатки бревен отсутствуют либо незначительны по величине.