

Рисунок 2 – Схема комплексных мер по переводу стрелочных переводов с деревянного основания на железобетонное

Стоимость комплекта деревянных брусьев выше стоимости комплекта железобетонных, при этом срок службы железобетонных брусьев в разы больше деревянных. Старогодные железобетонные брусья с путей более высокого класса возможно перекладывать на пути более низкого класса с меньшей грузонапряженностью и скоростями движения, где эти брусья будут эксплуатироваться до полного исчерпания ими ресурса.

Преимущества такого подхода организации путевых работ очевидно, оно ведет к снижению трудовых затрат на текущее содержание и, как следствие, повысит качество технического состояния стрелочных переводов и предотвратит введение ограничений скорости движения поездов.

Список литературы

- 1 Об утверждении Концепции развития путевого хозяйства Белорусской железной дороги на 2022–2030 гг. : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 28.12.2021 № 404Н. – Введ. 2021-12-28. – Минск : Белорусская железная дорога, 2021. – 16 с.
- 2 Типовые технически обоснованные нормы времени на работы по текущему содержанию пути : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 08.04.2020 № 129 Н. – Введ. 2020-08-01. – Минск : Белорусская железная дорога, 2015. – 299 с.

УДК 004.946

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ОПИСАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В. В. РОМАНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

А. А. ГОЛИК, С. О. БАЛОБАН, Н. С. КОЛЕНЧИКОВ

Белорусская железная дорога, г. Осиповичи

Для принятия решения о возможности изготовления составных деревянных шпал требуется проведение исследования, которое предполагает экспериментальное исследование реальных образцов. Такое исследование, несомненно, занимает важное место в процедуре внедрения новой конструкции шпал в производство, однако даже на первоначальной стадии требует материальных затрат. Одним из первоначальных вариантов практического эксперимента для получения предварительных данных о возможности либо невозможности изготовления и дальнейшего использования составных шпал в качестве подрельсового основания, а также конкретизирования способа проведения эксперимента может быть моделирование.

Моделирование является одним из методов теоретических исследований, который включает проектирование необходимых процессов или систем путем построения и изучения их моделей, а также использование этих моделей для определения характера поведения и предположительных характеристик исследуемой системы [1]. Моделирование возможно в системах трехмерного автоматизированного проектирования (САПР), например программного комплекса Autodesk Inventor, которые разрабатываются для исполнения различных инженерных задач.

Функции, которые возможно исполнить с помощью Inventor, позволяют создавать полнофункциональные электронные 3D-макеты изделий и сборок, а также реализовать на них необходимые технические системы и управляющие параметры. При этом процесс выполнения компьютерного

моделирования должен совпадать с предполагаемыми этапами (технологическим процессом) изготовления. Инструментальные средства Inventor обеспечивают полный цикл конструирования, в процессе которого при создании 3D-модели составной деревянной шпалы из отдельных элементов реализуется процедура обеспечения взаимосвязи соответствующих размеров друг с другом для последующей точной сборки общей конструкции в целом.

Рассматриваемая модель предполагает продольное сращивание трех элементов между собой без дополнительного крепления соединением типа «ласточки хвост», состоящего из «шипа», входящего в «паз» (рисунок 1).

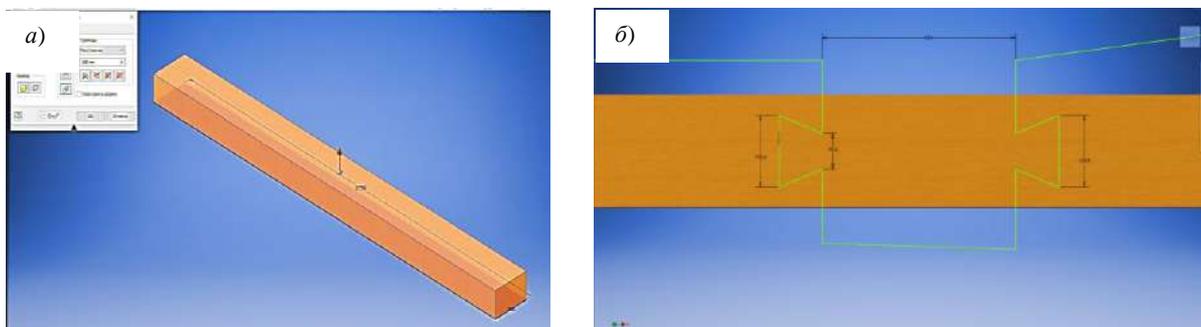


Рисунок 1 – Создание модели составной деревянной шпалы из цельных брусков:
а – модель цельнобрусковой шпалы I типа; б – проектирование соединений

Определение соответствия отдельных элементов на различных частях составной конструкции шпалы базируется на том, как детали узла должны располагаться в сборках, а именно, размер «паза» должен соответствовать размеру «шипа». Технологии конструирования Inventor позволяют определить пространственное расположение и размеры деталей автоматически, при этом точность размеров каждой детали соединения определяется непосредственно в сборках на основе того, как детали соединения стыкуются друг с другом (рисунки 2 и 3).

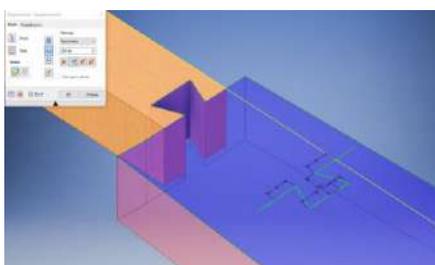


Рисунок 2 – Моделирование крайних блоков

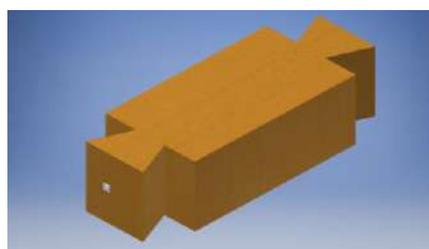


Рисунок 3 – Моделирование среднего блока

Деревянные шпалы для железных дорог изготавливают из сосны либо ели 1, 2, 3-го сортов, соответственно, модели необходимо придать свойства материала [2]. В САПР материалы представляют собой комбинации различных характеристик, которые имитируют природный материал. Выбираются физические компоненты (обладают характеристиками самого материала) и компоненты представлений модели (обеспечивают визуальную реализацию материала, например цвет, текстуру и т. п.).

При разработке 3D-модели деревянной шпалы значения механических показателей, например, модуль Юнга, коэффициент Пуассона и модуль сдвига по каждой из осей X , Y , Z , соответствуют материалу «сосна».

С использованием САПР кроме создания цифровых прототипов будущих конструкций возможно проводить инженерный анализ моделей. Программный комплекс Autodesk Inventor содержит среду прочностного анализа элементов, который базируется на методе конечных элементов, позволяет реализовать проверку моделей без испытания опытных образцов.

Имитация технологического процесса изготовления и поведения шпалы в процессе ее эксплуатации для прогнозирования поведения модели под действием различных сил предоставляет возможность решения задачи по выдерживанию конструкцией нагрузки в конкретных условиях ее эксплуатации. В процессе создания модели составной шпалы было исполнено:

- создание 3D-модели согласно размерам деревянной шпалы I типа;
- выбор материала конструкции, в том числе его прочностные и физические характеристики;

– 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] производится 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-