

## **ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТНЫХ ПОДРЕЛЬСОВЫХ ПРОКЛАДОК НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Комаровский Н.В. (аспирант)**

*Белорусский государственный университет транспорта (БелГУТ), г. Гомель, Республика Беларусь*

Научный руководитель – **Гегедеш М.Г.**

*(к.т.н., доцент кафедры «Техническая физика и теоритическая механика» БелГУТа)*

**Аннотация:** в работе на основе компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния изделий в инженерном программном комплексе ANSYS выполнен анализ прочностных характеристик подрельсовых прокладок из стандартной резиновой смеси и композитной, включающей стекловолокна. Определено, при какой доле заполнения исходного материала стекловолоконными нитями возможно достичь улучшения прочностных характеристик подрельсовых прокладок.

**Ключевые слова:** железнодорожные пути, подрельсовая прокладка, композитный материал, напряженно-деформированное состояние, компьютерное моделирование.

### **Введение**

Железнодорожный транспорт играет важную роль в социальной и производственной инфраструктуре любого государства. Надежность и прочность железнодорожных путей являются ключевыми факторами для безопасности пассажиров и грузов. Подрельсовые прокладки выполняют важную функцию в предотвращении повреждений и обеспечении устойчивости движения поездов. Их материал может варьироваться в зависимости от условий эксплуатации. На низкоскоростных линиях применяются каучуковые прокладки, обладающие высокой прочностью. На высокоскоростных линиях предпочтение отдается полиуретановым прокладкам с высокой износостойкостью.

Кроме того, для производства подрельсовых прокладок могут использоваться и другие материалы, каждый из которых должен соответствовать стандартам качества и безопасности, требованиям к прочности и долговечности, указанным в [1-2].

### **Результаты и обсуждение**

Сравнительно новой разработкой в области железнодорожной инфраструктуры являются композитные подрельсовые прокладки [3], состоящие из различных материалов, таких как стекловолокно и полимеры. Они обеспечивают высокую прочность, устойчивость к износу и легкий вес. Выбор материала зависит от конкретных требований и условий эксплуатации. Работы также проводились по анализу прочностных характеристик подрельсовых прокладок, включая изделия на основе каучука и стекловолокна, а также из резины, полученной из переработки изношенных шин.

Цель текущего исследования заключается в сравнении прочностных характеристик подрельсовых прокладок с различной долей стекловолоконного наполнителя, используя компьютерное моделирование в ANSYS. Модель включает прокладку, аналогичную изделию ЦП-356, подвергающуюся воздействию прессы с максимальной силой нажатия 90 кН. Схема нагружения подрельсовой прокладки приведена на рисунке 1, б.

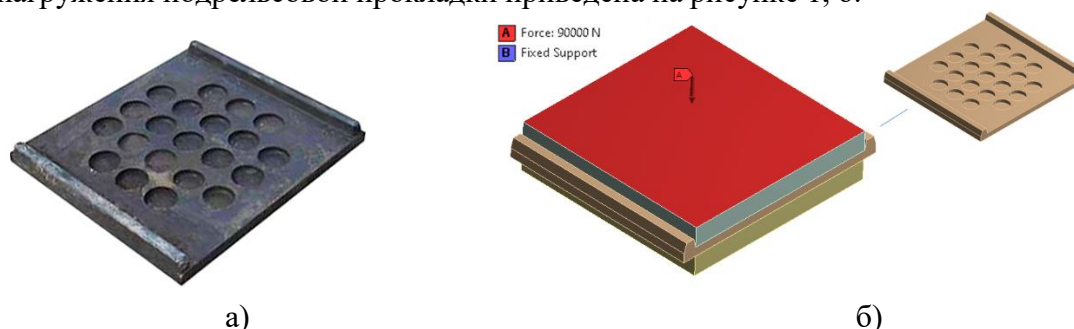


Рисунок 1 – Внешний вид изделия ЦП-356 (а) и его схема нагружения (б)

Прочностные характеристики (модуль упругости  $E$  и коэффициент Пуассона  $\mu$ ) использованных материалов: прочная резина:  $E = 5$  МПа,  $\mu = 0,5$ ; стеклонити:  $E = 73$  ГПа,  $\mu = 0,35$ .

Анализ напряженно-деформированного состояния подрельсовой прокладки проводился для 0–25 % заполнения исходной резиновой смеси стекловолоконными нитями. Резина является полимером с высокой эластичностью. При добавлении в резиновую смесь стекловолокон до 25 % эластичные свойства конечного изделия сохраняются, так как стекловолокна хорошо гнутся без разрушения, в том числе, при циклических нагрузках.

Результаты расчета нормальных напряжений в подрельсовой прокладке в направлении действия прессы приведены на рисунке 2. При введении стеклонитей происходит резкое снижение нормальных напряжений в изделии: на 60,12 % при 1 % наполнителя в резиновой смеси, на 57,61 % – при 2 % стекловолокон по сравнению с прокладкой из стандартного материала (рисунок 1, а). При добавлении в резиновую смесь 2–25 % стеклонитей нормальные напряжения изменяются незначительно.



Рисунок 2 – Результаты расчета нормальных напряжений в прокладке

### **Заключение**

Максимальные осевые деформации в направлении действия прессы для изделия с характеристиками, соответствующими резине, при единичном сжатии составляют 1,29 мм, что соответствует результатам испытаний, проведенных на испытательной машине TIME WDW-300 E, и подтверждает корректность используемой компьютерной модели. При введении в состав резиновой смеси 1 % нитей максимальные осевые деформации снижаются на 94 % и составляют 0,077 мм.

Таким образом, использование композитного материала для изготовления подрельсовых прокладок, включающего резиновую смесь и стекловолоконные нити, значительно улучшает прочностные характеристики изделий, что, в свою очередь, позволяет сократить число ремонтов подрельсовых оснований и повысить безопасность эксплуатации железнодорожных составов.

### **Литература**

1. О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта. Технический регламент (ТР ТС 003/2011): утв. решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 № 710: с изм. и доп. – М., 2011. – 52 с.
2. ГОСТ 34078-2017. Прокладки рельсовых скреплений железнодорожного пути. Технические условия.
3. Бондалетова, Л. И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л. И. Бондалетова, В. Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.