

3. ГОСТ 12.2.002-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности».
4. ФГБУ Владимирская МИС: [Электронный ресурс]. В., 2020. URL: <http://vladmis.ru/>.
5. Дрямов С.Ю. Контроль обеспечивает качество техники / С.Ю. Дрямов, А.В. Стадник // Сельский механизатор. – 2020 - № 8. – С. 12-14.

УДК 625.143

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ К ИССЛЕДОВАНИЮ РЕЛЬСОВОГО КРЕПЛЕНИЯ

*Александрова Маргарита Юрьевна, доцент кафедры механики,
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»*

*Солдусова Екатерина Александровна, доцент кафедры процессов и
аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Приведен численный и аналитический расчет усовершенствованной конструкции рельсового крепления для заземления опоры контактной сети (РК-65). Определены усилия в месте контакта рельс–пружина. Результаты расчета используются для определения надежности и ресурса контактного элемента.*

***Ключевые слова:** рельсовое крепление, метод конечных элементов, надежность*

Элементы рельсового крепления для заземления подвержены динамическим нагрузкам высокой интенсивности. Для определения надежности и ресурса конструкции необходимо проектное исследование на жесткость и усталость.

В работе исследовалась усовершенствованная конструкция рельсового крепления для заземления опоры контактной сети (РК-65), схема которой представлена на рисунке 1, а.

Упругая часть крепления должна позволять производить монтаж рельсового соединения, при этом по месту контакта «упругая часть скобы - рельс» должно обеспечиваться необходимое усилие.

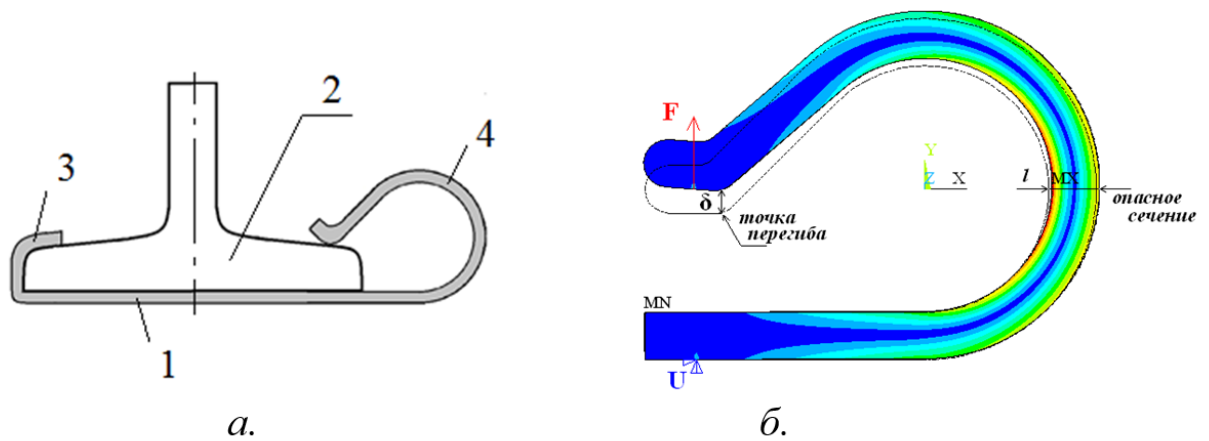


Рис.1. Усовершенствованная модель рельсового крепления:
 а) рельсовое крепление: скоба 1, рельс 2, замок 3, упругая часть 4;
 б) схема нагружения модели и напряженно деформированное состояние крепления под нагрузкой

Исходными данными расчета являются механические свойства материала и геометрия крепления: модуль упругости $2,1 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона; 0,3; $a=6$ см, $b=0,5$ см, $R=1,55$ см – размеры поперечного сечения и радиус упругой части скобы.

Зависимость между усилием F и вертикальным перемещением δ - натягом в точке контакта определялась расчетным путем по участку упругой части с помощью интеграла Максвелла-Мора [1]. Численный расчет проводился методом конечных элементов в программном комплексе Ansys [2]. Схема нагружения и напряженно деформированное состояние конечно-элементной модели показаны на рисунке 1, б.

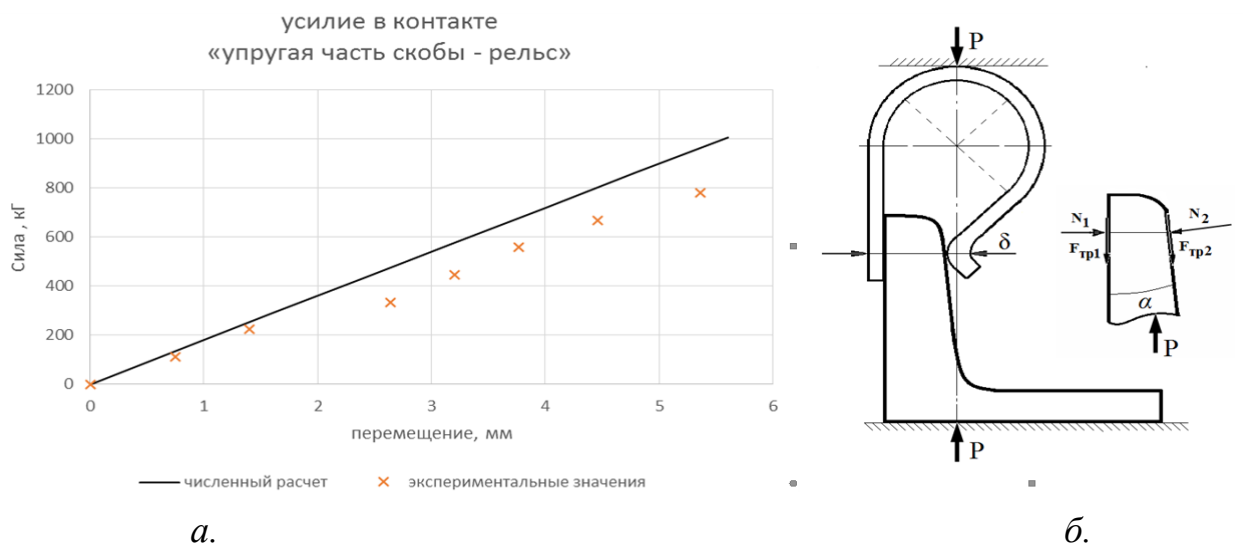


Рис. 2. Результат численного расчета и эксперимента:
 а) схема испытания и усилие крепления $N1$ и $N2$ на наклонной плоскости рельса; б) график зависимости между силой усилием F и перемещением δ модели

На графике, построенном по численным расчетам, перемещению $\delta=4,5$ мм соответствует величина силы 850 кгс (рис. 2, а), что на 6% меньше значения 908 кгс, полученного путем интегрирования вдоль упругой части скобы.

В эксперименте упругая часть скобы вдавливалась силой P в элемент рельса. Усилие в контакте «упругая часть скобы - рельс» определялось из условия равновесия части рельса.

$$\begin{cases} N_1 - N_2 \cos \alpha + F_{mp2} \sin \alpha = 0 \\ P - F_{mp1} - F_{mp2} \cos \alpha - N_2 \sin \alpha = 0 \end{cases}$$

Откуда следует

$$N_2 = \frac{P}{0.9659f + 0.2588 - f(0.2588f - 0.9659f)}$$

При коэффициенте трения $f=0,1$ и угле наклона рельса $\angle \alpha = 15^\circ$ усилие в месте контакта составило $N_2 = 2,23P$.

Значения силы вдавливания P определялись по результатам испытания, которые приведены в таблице. При посадке пружины на рельс ее деформация составляет $\approx 4,5$ мм, которые суммируем с начальным значением $\delta = 21,55$ мм при $P=0$. Получаем $\delta = 26$ мм, $P=300$ кгс. Таким образом, усилие по месту контакта рельс-пружина составляет $N_2=700$ кгс. Значения усилия, полученные экспериментально показаны на графике рисунка 2, а

Таблица

Результаты испытания – зависимость перемещения δ от силы P

P , кгс	0	50	100	150	200	250	300	350	400
δ , мм	21,55	22,30	22,95	24,19	24,75	25,32	26,01	26,91	27,85

На основании изложенного следует считать, что численная модель справедливо оценивает перемещения крепления и усилия в контакте с рельсом. Данный подход позволяет произвести проектный расчет рельсового крепления для заземления.

Библиографический список

1. Дедов, Н.И. Сопротивление материалов: учеб. пособие / Н.И. Дедов [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т, Механика.- 2-е изд., испр. и доп..- Самара, 2019. – 219 с.
2. Бруйка, В.А. Инженерный анализ в ANSYS WORKBENCH: учеб.пособие/ В.А. Бруйка [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара. – 2010. Ч.1. – 270 с.