

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА РОЛИКА ОБРАТНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ДЛЯ КАНАТНОЙ МАШИНЫ В УЗЛЕ НАМОТА МЕТАЛЛОКОРДА

Ю. В. Мартьянов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь.*

Научные руководители: Ю. Л. Бобарикин, С. В. Авсейков

В современных условиях ужесточилось требование к значению прямолинейности металлокорда в связи с ростом степени автоматизации производства шин и резинового полотна. Цель исследования: определить влияние ролика обратной деформации на прямолинейность металлокорда и оптимальный диаметр этого ролика.

Отклонение от нормируемой прямолинейности зависит от неравномерности деформации проволок в процессе свивки и намота, а также от релаксации возникающих напряжений. Для выравнивания распределения напряжений и приближения их к осесимметричному виду рекомендуется использовать специальный дополнительный ролик, который находится на канатной машине непосредственно перед приемной катушкой в узле намота металлокорда. Принцип работы данного ролика заключается в обратном изгибе металлокорда с созданием необходимых осевых смещений проволок. Эти смещения позволят повысить степень равномерности контактного взаимодействия между отдельными проволоками.

Принцип действия ролика обратной деформации, а также схема изгиба металлокорда представлены на рис. 1.

В результате численного моделирования изгиба металлокорда на условном ролике диаметром 80 мм были получены данные по осевым смещениям проволок в металлокорде. На рис. 2 представлен фрагмент металлокорда при изгибе на ролике обратной деформации.

На рисунке видно, что максимальные растягивающие напряжения возникают в области поверхности проволоки металлокорда, местоположение которой определяется контактом проволоки металлокорда с поверхностью ролика обратной деформации (РОД) с одной стороны и с поверхностью второй проволоки с другой стороны. В случае достижения в этой области напряжений, равных пределу текучести, произойдет пластическая деформация металлокорда, что недопустимо. В рассмотренной области величина растягивающих напряжений не должна превышать рекомендуемых напряжений $0,7\sigma_B$. Превышение напряжений выше этого порога вызывает пластические деформации в поверхностных слоях проволоки. Это положение доказано в опытах по волочению проволоки с растяжением. При достижении в поверхностных слоях проволоки максимально допустимых растягивающих напряжений осевое смещение проволок будет максимально. В данной ситуации рекомендуется ограничивать диаметр ролика обратной деформации воздействием на проволоки металлокорда не более $0,7\sigma_B$.

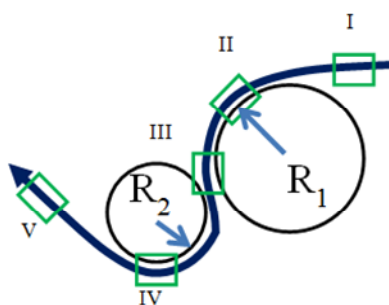


Рис. 1. Схема изгиба металлокорда на ролике обратной деформации перед намоткой на катушку:

R_1 – радиус направляющего ролика; R_2 – радиус ролика обратной деформации; I – фрагмент металлокорда перед изгибом на направляющем ролике; II – фрагмент металлокорда с изгибом на направляющем ролике; III – фрагмент металлокорда между направляющим роликом и роликом обратной деформации; IV – фрагмент металлокорда с изгибом на ролике обратного действия; V – фрагмент металлокорда перед намоткой на катушку

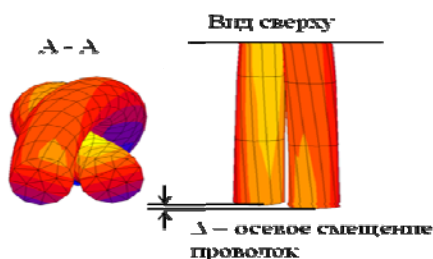


Рис. 2. Осевое смещение проволок в металлокорде при его изгибе на ролике обратной деформации

В результате численного моделирования был построен график для определения оптимального диаметра РОДа для металлокорда конструкции 2x0,30НТ. Данный график представлен на рис. 3.

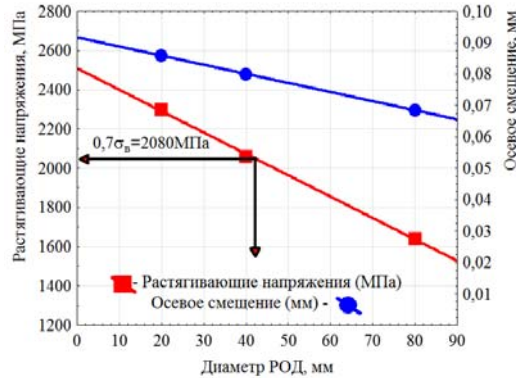


Рис. 3. Определение минимально допустимого диаметра РОДа для металлокорда 2x0,30НТ

Чтобы пользоваться данным графиком, необходимо знать предел прочности проволок металлокорда. Вычислив $0,7\sigma_b$ и уменьшив полученное значение на 5–7 %, необходимо найти полученное значение на оси ординат и провести горизонтальную линию до пересечения с графиком. Далее от пересечения провести вертикальную линию и опустить ее на ось абсцисс. Таким образом можно найти необходимый диаметр ролика обратной деформации для эффективного улучшения и повышения прямолинейности металлокорда.

С целью исключения необходимости выполнения численного моделирования для каждой конструкции металлокорда было найдено аналитическое решение этой задачи. Схема аналитического решения представлена на рис. 4. При решении задачи изгиба металлокорда на ролике обратной деформации были приняты следующие допущения: металлокорд принимается сплошным телом; сила натяжения $F = \text{const}$; максимальные изгибающие напряжения находятся в «заделке».

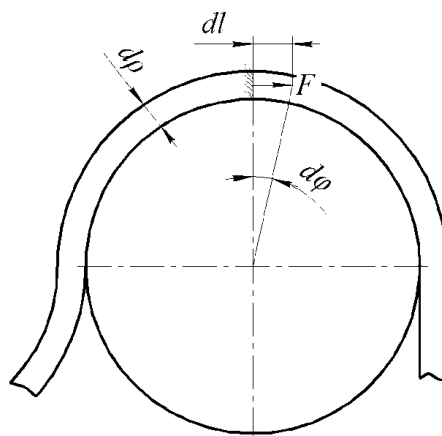


Рис. 4. Схема для аналитического решения задачи изгиба металлокорда на РОД

Полученное выражение имеет вид:

$$\sigma = \iint \frac{F \sin(\varphi) \operatorname{tg}(\varphi) \left(\frac{D_{\text{РОД}}}{2} + \rho \right)}{0,1\rho^3} d\rho d\varphi,$$

где F – сила натяжения металлокорда при намотке на катушку, Н; $D_{\text{РОД}}$ – диаметр РОД, мм; ρ – диаметр металлокорда, мм.

Полученное аналитическое решение и численное моделирование для металлокорда 2×0,30НТ показано на рис. 5.

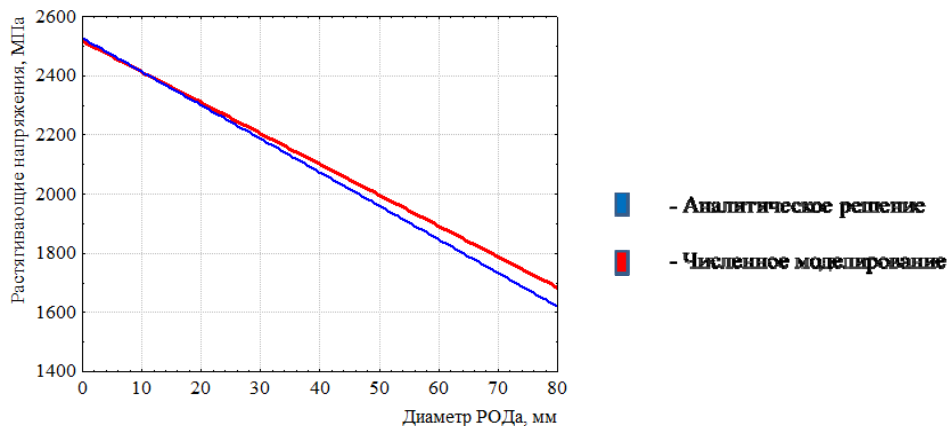


Рис. 5. Аналитическое решение и численное моделирование задачи изгиба металлокорда 2×0,30НТ на РОД

Аналитическое решение имеет расхождение с математическим моделированием в численных значениях менее 10 %. Исходя из этого, можно считать решение аналитической задачи верным и пригодным для применения диаметров роликов обратной деформации для разных конструкций металлокорда.