

УДК 621.778.073

ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРОВ РОЛИКОВ И ИХ УГЛОВ ОХВАТА В КАНАТНОЙ МАШИНЕ НА СВОЙСТВА МЕТАЛЛОКОРДА

О. Ю. Ходосовская

Открытое акционерное общество «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания», г. Жлобин

Ю. Л. Бобарикин, Ю. В. Мартьянов

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

Предложено условие, согласно которому рассчитывается суммарная кривизна канатной машины с учетом охвата роликами металлокорда. Рассмотрен подход по уменьшению суммарной кривизны канатной машины и приближению значения суммарной кривизны к нулю. Определены ролики канатной машины, в наибольшей степени влияющие на суммарную кривизну роликов канатной машины и прямолинейность металлокорда. Предлагаемые диаметры дополнительных роликов апробированы в промышленных условиях с подтверждением эффективности решения.

Ключевые слова: проволока, металлокорд, напряжения, кривизна, прямолинейность.

INFLUENCE OF ROLLER DIAMETERS AND THEIR ANGLES OF COVERAGE IN A ROPE MACHINE ON THE STEEL CORD PROPERTIES

O. Yu. Khodosovskaya

*OJSC “BSW – management company of “BMC” holding”,
Zhlobin, the Republic of Belarus*

Yu. L. Bobarikin, Yu. V. Martyanov

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

A condition is proposed according to which the total curvature of the rope machine is calculated, considering the coverage of the steel cord by the rollers. An approach is proposed to reduce the total curvature of the rope machine and bring the value of the total curvature to zero. The most important rollers of the rope machine that most affect the total curvature of the rollers of the rope machine and the straightness of the steel cord are proposed. The proposed diameters of additional rollers are tested in industrial conditions with confirmation of the effectiveness of the solution.

Keywords: wire, metal cord, stress, curvature, straightness.

В процессе свивки металлокорд подвергается сложным напряжениям, которые приводят к проявлению остаточных напряжений [1]. Для снижения эффекта релаксации остаточных напряжений используются деформаторы, которые состоят из направляющих и деформирующих роликов [2]. Существуют способы для определения оптимального диаметра деформирующего ролика деформатора [3].

Остаточные напряжения влияют на технологические свойства металлокорда, главными из которых являются отклонение от прямолинейности и относительная обрывность. Остаточные напряжения в металлокорде в течение примерно семи суток переходят в пластическую деформацию металлокорда, что проявляется в искажении формы металлокорда при его размотке с катушки перед использованием.

46 Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении

На прямолинейность металлокорда влияют ролики самой канатной машины, через которые проходит проволока в процессе свивки. Исследование влияния диаметров роликов и их углов охвата в канатной машине на свойства металлокорда является актуальной научной задачей.

Цель данной работы – определить влияние диаметров роликов и их углов охвата в канатной машине на свойства металлокорда.

Предлагается принять следующее условие: произведение коэффициента степени проработки металлокорда и суммарной кривизны всех роликов канатной машины равняется нулю. Под кривизной ролика понимается величина, обратная радиусу ролика. Общее выражение имеет вид:

$$K \sum \frac{1}{R} = 0; \quad (1)$$

$$\sum \frac{K}{R} = \frac{K_1}{R_1} + \frac{K_2}{R_2} + \frac{K_3}{R_3} + \dots + \frac{K_n}{R_n} + \frac{K_{\text{доп}}}{R_{\text{доп}}} = 0; \quad (2)$$

$$K = \frac{\alpha}{360}, \quad (3)$$

где K – коэффициент степени проработки металлокорда; $\frac{1}{R}$ – кривизна соответствующего ролика, мм^{-1} ; $K_{\text{доп}}$ – коэффициент степени проработки металлокорда на дополнительном ролике; $R_{\text{доп}}$ – радиус дополнительного деформирующего ролика, мм; α – угол охвата соответствующего ролика, град.

При расчетах по формуле (2) необходимо принять условное направление изгиба проволоки в канатной машине. При проходе по ролику по часовой стрелке принимается положительное значение кривизны, против часовой стрелки принимается отрицательное значение кривизны. Суммарная кривизна должна стремиться или быть равна нулю. Если значение ненулевое, то необходимо добавить ролик, кривизна которого приводила бы значение суммарной кривизны к нулю. В процессе свивки металлокорда напряженно-деформированное эквивалентное состояние металлокорда неравновесное. Размеры используемых роликов на примере канатной машины TD 2/401 представлены в таблице.

Размеры используемых роликов на канатной машине

Наименование	Обозначение	Значение диаметра, мм	Кривизна, мм^{-1}	Угол охвата ролика, град
Питающая катушка	R_1	135	0,0148	360
Обводной ролик	R_2	40	0,05	44
Обводной ролик	R_3	40	-0,05	55
Обводной блок	R_4	43	0,0465	25
Обводной блок	R_5	43	0,0465	25
Обводной ролик	R_6	40	0,05	55

Наименование	Обозначение	Значение диаметра, мм	Кривизна, мм ⁻¹	Угол охвата ролика, град
Обводной ролик	R_7	38	0,0536	25
Обводной ролик	R_8	36	-0,055	25
Профилирующий ролик	R_9	3,125	0,64	10
Обводной ролик	R_{10}	36	-0,055	39
Обводной ролик	R_{11}	30	0,066	25
Обводной ролик	R_{12}	40	-0,05	55
Обводной блок	R_{13}	43	-0,0465	25
Обводной блок	R_{14}	43	-0,0465	25
Обводной ролик	R_{15}	56	0,0357	55
Ролики торсионного блока	R_{16}	56	0,0357	190
Тяговый кабестан	R_{17}	134	0,0149	190
Тяговый кабестан	R_{18}	134	0,0149	175
Направляющий ролик к рихтовальному устройству	R_{19}	100	-0,02	30
Направляющий ролик к рихтовальному устройству	R_{20}	100	-0,02	35
Ролик рихтовального устройства	R_{21}	14	-0,1428	140
Направляющий ролик намоточного устройства	R_{22}	100	0,02	290
Направляющий ролик намоточного устройства	R_{23}	195	0,01	180
Направляющий деформирующий ролик	$R_{доп}$	–	0	–
Деформирующий ролик	R_n	–	0	–
Приемная катушка	R_{24}	167,5	0,0119	360

Принимается, что ролики торсионного устройства имеют суммарную кривизну, равную нулю. Торсионное устройство в расчет не принимается.

Согласно таблице и выражению (2) суммарная кривизна с учетом угла охвата роликов составляет 0,0428 мм⁻¹. При использовании направляющего деформирующего ролика $R_{доп}$ диаметром 84 мм, а деформирующего ролика R_n диаметром 44 мм суммарная кривизна с учетом угла охвата роликов составляет 0,0415 мм⁻¹, что приблизительно на 30 % лучше, чем без использования дополнительных роликов.

Выполнен эксперимент по свивке металлокорда с использованием деформирующего ролика. Для определения влияния деформирующего ролика на прямолинейность металлокорда было проведено исследование при изготовлении металлокорда конструкции 2 × 0,30НТ. На канатной машине типа ТД 2/401 изготовили 3 катушки металлокорда: одна катушка с использованием деформирующего ролика диаметром 56 мм, одна катушка с использованием деформирующего ролика диамет-

ром 44 мм без дополнительной настройки канатной машины, одна катушка с использованием деформирующего ролика диаметром 44 мм с дополнительной настройкой канатной машины.

Оценка прямолинейности металлокорда производилась с учетом релаксации остаточных напряжений в течение семи суток. Съём данных осуществлялся сразу после наработки – через одни сутки, через трое суток и через семь суток.

В случае свивки с использованием деформирующего ролика диаметром 56 мм значительное изменение прямолинейности металлокорда (в 3–4 раза) происходило в течение первых суток выдержки металлокорда на приемной катушке. Релаксация остаточных напряжений в течение трех суток также проходила со значительным изменением прямолинейности металлокорда. Прямолинейность металлокорда по истечении семи суток составила 60 мм. Это в 6 раз выше значения прямолинейности металлокорда при съеме с приемной катушки канатной машины.

В случае свивки с использованием деформирующего ролика диаметром 44 мм также происходило изменение значения прямолинейности металлокорда, но с меньшей интенсивностью: после трех суток выдержки прямолинейность металлокорда в среднем составила 34–37 мм, а через семь суток – 38–40 мм. Наличие дополнительной настройки канатной машины незначительно улучшает результат (< 5 %).

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования деформирующего ролика диаметром 44 мм для повышения прямолинейности металлокорда.

Исследовано влияние диаметров роликов и их углов охвата в канатной машине на свойства металлокорда. Предложено положение для повышения свойств металлокорда, которое основано на определении суммарной кривизны всех роликов канатной машины с учетом их угла охвата. При использовании рекомендуемых диаметров дополнительных роликов суммарная кривизна роликов канатной машины на 30 % ближе к нулевому значению, чем без использования дополнительных роликов.

Экспериментальные значения прямолинейности металлокорда, полученные с применением деформирующего ролика диаметром 44 мм на канатной машине TD 2/401, показали работоспособность предложенного положения в определении оптимального диаметра деформирующего ролика канатной машины для улучшения свойств металлокорда.

Л и т е р а т у р а

1. Бобарикин, Ю. Л. Тонкое волочение и свивка в металлокорд стальной латунированной проволоки / Ю. Л. Бобарикин, М. Н. Верещагин, Ю. В. Мартьянов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 304 с.
2. Бобарикин, Ю. Л. Исследование влияния изгиба металлокорда перед намотом на его прямолинейность после намота / Ю. Л. Бобарикин, Ю. В. Мартьянов, А. В. Веденеев // Современные методы и технологии создания и обработки материалов : сб. науч. тр. : в 3 кн. / ФТИ НАН Беларуси ; редкол.: А. В. Белый (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Кн. 3: Обработка металлов давлением. – 137 с.
3. Бобарикин, Ю. Л. Способы повышения прямолинейности металлокорда / Ю. Л. Бобарикин, Ю. В. Мартьянов // Современные методы и технологии создания и обработки материалов : сб. науч. тр. : в 3 кн. / ФТИ НАН Беларуси ; редкол. : А. В. Белый (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – Кн. 3: Обработка металлов давлением. – 129 с.