

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРОГНОЗНОЙ ОБРЫВНОСТИ МЕТАЛЛОКОРДА

**Ю. В. Мартьянов**

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Показатель обрывности металлокорда является основным фактором, сдерживающим рост производительности при производстве металлокорда. Прогнозирование моделируемых процессов или объектов является хорошим предикативным методом оценки. Прогнозирование возможно путем представления некоторого процесса в виде функции. При этом в модель вводятся постоянные, описывающие специфику поведения процесса. Коэффициенты характеризуют непосредственно процесс без уточнения физического смысла [1].

Цель: разработать метод определения величины прогнозной обрывности металлокорда.

В исследованиях используется метод обработки опытных данных промышленного производства.

Для математического описания вероятности возникновения обрыва проволоки в процессе свивки необходимо установить взаимное влияние комплекса механических свойств проволоки, условий свивки и других факторов. Установлено, что из

всего комплекса механических свойств именно пластические свойства оказывают существенное влияние на обрывность металлокорда.

Известно, что чем выше значение модуля упругости проволоки, тем больше обрывов при ее свивке и хуже технологичность производства металлокорда. Причиной этому являются остаточные напряжения, которые при высоком модуле упругости возрастают интенсивнее в деформированном металле. Тогда достижение предела текучести деформируемого металла происходит при меньшей степени упругой деформации. Вероятность обрыва увеличивается с ростом модуля упругости, и эта связь имеет прямо пропорциональный характер при равенстве остальных механических свойств.

Известно, что пластические свойства тонкой проволоки можно оценивать по произведению  $\sigma_b$  и  $\delta$ . Объяснением этому служит изменение величины площади фигуры под линией, описывающей соотношение «напряжение–деформация». Тогда чем выше относительное удлинение при неизменном пределе прочности, площадь фигуры будет увеличиваться. Физический смысл этого явления заключается в том, что площадь фигуры под линией, описывающей соотношение «напряжение–деформация», является работой, необходимой для деформирования проволоки до разрушения.

Увеличение упругих свойств тонкой проволоки приводит к увеличению ее обрывов при свивке. Увеличение пластических свойств, выраженных произведением  $\sigma_b$  и  $\delta$ , приводит к снижению обрывов.

Принципиальная диаграмма растяжения металла для оценки энергии деформирования представлена на рис. 1.

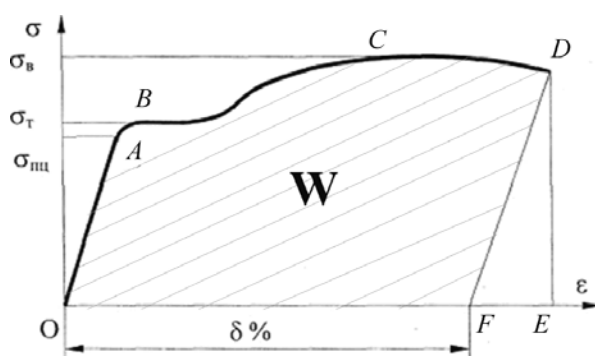


Рис. 1. Принципиальная диаграмма растяжения металла

Принципиальный подход к определению относительной обрывности металлокорда можно описать формулой

$$B = \frac{E}{\sigma_b \delta}, \quad (1)$$

где  $B$  — относительная обрывность металлокорда, обр./т;  $E$  — модуль упругости Юнга, Па;  $\sigma_b$  — предел прочности, Па;  $\delta$  — относительное удлинение при растяжении, %.

В процессе свивки в металлокорд в проволоке происходит накопление деформации. Величина накопленной деформации свиваемой проволоки  $\epsilon_{св}$  будет зависеть от диаметра проволоки, конструкции металлокорда и условий свивки металлокорда на канатной машине. При этом  $\epsilon_{св}$  не должна превышать величину  $\delta$ , характеризующую максимально допустимую величину деформации проволоки при свивке.

Тогда чем больше отношение  $\varepsilon_{св}$  к  $\delta$ , тем меньше в проволоке запаса пластических свойств и выше вероятность возникновения обрыва проволоки при свивке в металлокорд. При отношении  $\varepsilon_{св} / \delta = 1$  происходит обрыв со 100%-й вероятностью.

Для корректировки математической зависимости необходимо корректировать ее с помощью различных коэффициентов. Тогда формула для оценки прогнозной величины обрывности принимает вид:

$$B = \frac{E\varepsilon_{св}}{\sigma_{в}\delta} \cdot \frac{K_c K_v K_{констр}}{K_N}, \quad (2)$$

где  $K_c$  – коэффициент, учитывающий содержание углерода в стали;  $K_v$  – коэффициент, учитывающий скорость волочения;  $K_{констр}$  – коэффициент, учитывающий конструкцию металлокорда;  $K_N$  – коэффициент, учитывающий объем выпуска металлокорда.

Механические свойства тонкой проволоки, необходимые для расчетов, представлены в табл. 1. Коэффициенты для расчета прогнозной обрывности металлокорда представлены в табл. 2.

*Таблица 1*

**Механические свойства тонкой проволоки**

Металлокорд	Параметры тонкой проволоки			
	Модуль упругости Юнга, (E) МПа	Временное сопротивление при разрыве, ( $\sigma_v$ ) МПа	Относительное удлинение при растяжении, ( $\delta$ ) %	Деформация свивки, ( $\varepsilon_{св}$ ) %
2x0,30 НТ	205700	3235,57	2,27	2,19
2+1x0,30 НТ	205700	3235,57	2,27	2,13
2+2x0,30 SHT	202600	3376,13	2,64	2,53
3+2x0,35UT	190320	3725,33	2,54	1,97
4+3x0,35UT	190320	3725,33	2,54	2,14

*Таблица 2*

**Коэффициенты для расчета прогнозной обрывности металлокорда**

Металлокорд	Коэффициенты			
	$K_c$	$K_v$	$K_{констр}$	$K_n$
2x0,30 НТ	1	0,34e <sup>0,21V</sup>	1,3	4logN
2+2x0,30 SHT	1		1,4	
3+2x0,35UT	2		2,25	
4+3x0,35UT	2		3,7	

Относительная погрешность расчетной величины в сравнении с реальным уровнем обрывности составляет не более 16 %.

В результате исследований процессов свивки и тонкого волочения высокоуглеродистой проволоки установлена взаимосвязь между обрывностью тонкой проволоки в процессе свивки и ее механическими свойствами, формируемыми в процессе тонкого волочения.

Получена эмпирическая зависимость обрывности проволоки при свивке металлокорда. Она учитывает влияние механических свойств высокоуглеродистой проволоки: модуля упругости Юнга  $E$ , предела прочности на разрыв  $\sigma_B$ , относительного удлинения при растяжении  $\delta$ , деформации свивки  $\varepsilon_{св}$ , а также конструкции металлокорда  $K_{констр}$ , марки стали  $K_c$ , объема выпуска металлокорда  $K_N$ .

Модель позволяет прогнозировать уровень обрывности проволоки при изменении ее механических свойств в условиях процесса тонкого волочения.

#### Л и т е р а т у р а

1. Определение причин обрывности металлокорда при свивке : отчет о НИР / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; рук. Ю. Л. Бобарикин. – Гомель, 2016. – 51 с. – № ГР 20141914.