

УДК: 620.18:621.778:669.141.24

Э.В.Парусов^{*}, А.М.Нестеренко^{*}, В.А.Луценко^{*}, А.Б.Сычков^{**}**КРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ
ВКЛЮЧЕНИЙ НА ОБРЫВНОСТЬ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ КОРДОВОЙ
ПРОВОЛОКИ ИЗ СТАЛИ 70**^{*} – *Институт черной металлургии НАНУ, г.Днепропетровск*^{**} – *СЗАО «Молдавский металлургический завод», г.Рыбница*

Разработан критерий деформируемости катанки–проволоки из стали 70 и рассчитан максимально допустимый размер (толщина) недеформирующихся неметаллических включений в проволоке для металлокорда диаметром 0,15 – 0,265 мм.

Материалы настоящей работы получены при проведении исследований в рамках направления «Научные основы формообразования железоуглеродистых сплавов и управления их структурой и свойствами», утвержденного Президиумом НАН Украины.

Известно, что степень чистоты стали по неметаллическим включениям (НВ) влияет на технологическую пластичность, порог хладноломкости, анизотропию свойств, свариваемость и другие показатели служебных свойств металлопроката. Негативное влияние НВ усиливается с уменьшением поперечного сечения проката. В нормативной документации (НД) на катанку и проволоку из качественной углеродистой стали предусматриваются требования к типу, количеству и размерам НВ [1,2].

В частности, ТУ РБ 04778771.039–99 (Республика Беларусь) «Катанка сорбитизированная для металлокорда и бортовой проволоки» нормируют максимально допустимую толщину недеформирующихся и деформирующихся НВ: ≤ 25 и ≤ 30 мкм соответственно. В заводских же технических условиях Белорусского металлургического завода норма для толщины недеформирующихся НВ еще жестче – не более 15 мкм [2]. Согласно [3] коэффициент физической неоднородности или, что то же, критическая относительная площадь НВ, представляющая собой отношение суммарной площади НВ в поперечном сечении микропроволоки ($S_{НВ}$) к площади этого сечения (S_M) – $S_{НВ}/S_M$ при определенных допущениях может использоваться в качестве критерия её обрывности при волочении.

Для оценки допустимого суммарного количества недеформирующихся НВ в поперечном сечении катанки–проволоки из стали 70 приняты следующие обоснованные допущения:

– максимальные прочностные свойства (σ_{max}), нормируемые ГОСТ 14311 на металлокорд (табл.), отвечают стали с предельно низким количеством мелких НВ;

– наличие в металле предельно допустимого количества НВ (рис.) снижает прочностные свойства проволоки до нижних значений временно-го сопротивления разрыву (табл.) нормируемых ГОСТ 14311;

– допустимое по технологическим требованиям и служебным характеристикам суммарное значение S_{HB} должно обеспечивать прочностные характеристики проволоки на уровне средних значений (σ_{cp}) для нормируемых ГОСТ 14311 интервалов.

Исходя из изложенного следует:

$$\sigma_{cp} \cdot S_M = \sigma_{\max} (S_M - S_{HB}); \quad (1)$$

$$\frac{S_{HB}}{S_M} = \frac{(\sigma_{\max} - \sigma_{cp})}{\sigma_{\max}}; \quad (2)$$

$$d_{HB} = \sqrt{\frac{4S_M (\sigma_{\max} - \sigma_{cp})}{\pi \cdot \sigma_{\max}}}; \quad (3)$$

где d_{HB} – допустимый размер (диаметр) НВ.

Таблица. Расчетные значения относительной критической площади НВ и максимально допустимой величины НВ в кордовой проволоке

Диаметр проволоки, мм	Временное сопротивление разрыву, Н/мм ² *	Критическая относительная площадь (S_{HB}/S_M) НВ, %	Максимальный размер единичных НВ при плотности 1580 см ⁻² мелких ($\bar{d}_{HB} = 1,5$ мкм) НВ, мкм
0,150	(2450–3040)/2745	9,7	31,3
0,175	(2350–2940)/2645	10,0	43,4
0,225	(2450–2940)/2695	8,3	54,0
0,265	(2350–2840)/2595	8,6	76,4

* Числитель – минимальное и максимальное значения; знаменатель – среднее значение.

Из приведенных в таблице расчетных данных можно заключить, что величина S_{HB}/S_M практически не зависит от диаметра микропроволоки. Следовательно, среднюю величину S_{HB}/S_M , составляющую ~ 9,0%, можно считать критерием обрывности микропроволоки диаметром 0,150; 0,175; 0,225 и 0,265 мм. Полученные расчетные значения $S_{HB}/S_M = 8,3 - 10,0\%$ превосходят приведенные в [3] значения $S_{HB}/S_M \leq 2 - 5\%$, которые, вероятно были установлены на основании статистического анализа причин обрывности микропроволоки. Наблюдаемое различие расчетных и экспе-

риментальных данных обусловлено тем, что при расчетах не учтены динамические силы, возникающие при волочении проволоки.

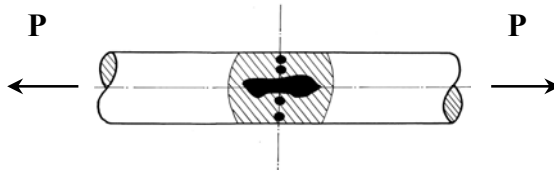


Рисунок. Единичное и мелкие ($d_{cp}=1,5$ мкм при плотности 1580 см^{-2}) недеформирующиеся НВ в расчетном сечении проволоки для металлокорда, растяжимой с усилием P

В таблице приведены также максимально допустимые размеры единичных НВ для микропроволоки диаметром 0,150; 0,175; 0,225 и 0,265 мм, которые были рассчитаны при условии наличия в катанке–проволоке мелких ($\bar{d}_{NB}=1,5$ мкм) недеформирующихся НВ плотностью 1580 см^{-2} .

По уровню расчетные значения близки к наблюдаемым на практике в обрывах микропроволоки из стали 70. Выполненным в [4] анализом обрывности при свивке кордовой проволоки диаметром 0,18 и 0,25 мм из стали 70 и диаметром 0,30 мм из стали 80 установлено: в незначительной доле обрывов (от 0,5 до 5 % от общего числа) могут обнаруживаться крупные НВ размером 70–100 мкм; устойчиво низкий уровень обрывности в случае проволоки диаметром 0,18 и 0,25 мм из стали 70 наблюдался при размерах НВ меньше 20–30 мкм, а в случае проволоки диаметром 0,30 мм из стали 80 – меньше 10–20 мкм. Из приведенных данных следует, что при динамическом нагружении проволоки её технологичность при волочении и свивке металлокорда может быть обеспечена при меньших размерах НВ, чем следует из расчета.

Следует, однако, отметить, что согласно требованиям спецификаций Пирелли N.02.B.001 и N.02.B.002 в полях А и В треугольника Пирелли НВ в катанке из стали 70 должны иметь размер (толщину) не более 30 мкм. Эта величина достаточно хорошо согласуется с полученным расчетным значением 31,3 мкм для микропроволоки минимального диаметра 0,15 мм (табл.) Произведенное сопоставление нормативных размеров НВ в катанке и в микропроволоке является допустимым, поскольку в результате проведенного нами анализа установлено, что недеформирующиеся НВ в стали 70 при переделе катанки в микропроволоку практически не видоизменяются. Наряду с отмеченными особенностями влияния динамики сил при волочении микропроволоки из стали 70 следует отметить и то обстоятельство, что выполненные расчеты могут быть справедливы только в том случае, когда структурные факторы микропроволоки не вызыва-

ют дополнительного неблагоприятного влияния на её технологическую пластичность.

Рекомендации по допустимым размерам НВ учтены при разработке изменений к ТУ У 14–4–470–2000 «Катанка сорбитизированная для металлокорда».

1. Парусов В.В., Нестеренко А.М., Парусов Э.В. и др. Современные требования к качеству катанки для металлокорда // Стальные канаты: Научн.тр. Одесса: Астропринт, 2003. – с.104– 116.
2. Паршиков А.Н., Исаков С.А., Гуляев М.П./ Трансформация неметаллических включений в стали для металлокорда при обработке низкоосновным шлаком // Сталь, № 11, 1998г., с. 31–32.
3. Белалов Х.Н. Формирование свойств канатной проволоки // Стальные канаты: Науч.тр.Одесса: Астропринт, 2001. – с.105–116
4. Исаков С.А., Бердикулова Л.А., Кудрявцева Т.М./ Исследование неметаллических включений в обрывах проволоки, возникающих при свивке металлокорда // Литье и металлургия. – 1999. – №3. – с.47–54.