



УДК 669.01
DOI: 10.21122/1683-6065-2019-2-72-75

Поступила 15.05.2019
Received 15.05.2019

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА МЕТАЛЛОКОРДЕ ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Н. А. ЗМЕЕВА, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37. E-mail: nhim.plus@bmz.gomel.by

Представлен метод определения остаточного напряжения на металлокорде конструкции 3х0,30. Рассмотрены причины возникновения остаточного напряжения, влияющие на готовую продукцию и определение степени остаточного напряжения химическим методом. Причиной возникновения остаточных напряжений является неравномерная пластическая деформация твердого тела из-за различного изменения в разных местах его длины и объема. Остаточные напряжения металлокорда складываются из напряжений, имеющих в проволоке после волочения, а также напряжений, возникающих в ней при свивке металлокорда.

Важной задачей в рамках технологии изготовления металлокорда, которая стоит перед специалистами ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», является уменьшение остаточных напряжений на всех стадиях изготовления металлокорда. Остаточные напряжения представляют собой дополнительный фактор, влияющий на адгезионную прочность и долговечность адгезионных соединений. Принцип определения остаточных напряжений заключается в удалении покрытия с металлокорда, покрытии краской поперечной половинки каждой нити. Далее нити пропитываются азотной кислотой, и остаточное напряжение на поверхности записывается как разность остаточных напряжений двух половинок проволоки.

Ключевые слова. *Металлокорд, остаточные напряжения, волочение проволоки, деформация, обжатие, химический метод, образец, нити, адгезионная прочность.*

Для цитирования. *Змеева, Н. А. Определение остаточного напряжения на металлокорде химическим методом / Н. А. Змеева // Литье и металлургия. 2019. № 2. С. 72–75. DOI: 10.21122/1683-6065-2019-2-72-75.*

DETERMINATION OF RESIDUAL STRAIN IN STEEL WIRE CORD BY CHEMICAL METHOD

N. A. ZMEEVA, OJSC «BSW – Management Company Holding «BMC», Zhlobin city, Gomel region, Belarus, 37, Promyshlennaya str. E-mail: nhim.plus@bmz.gomel.by

The article presents a method for determining the residual strain in the steel wire cord of construction 3x0,30. The causes of residual strain, the effect on the quality of finished product and the determination of the degree of residual strain by chemical method are considered. The cause of residual strain is uneven plastic deformation of a solid body due to various changes in different places of its length and volume. Residual strain of steel wire cord are made up of stresses existing in the wire after drawing, and the stresses created during the lay of wire.

An important task in the framework of the metal wire cord manufacturing technology, which is faced by specialists at «BMW» – the Management Company of the Holding «BMC» is to reduce residual strains at all stages of metal wire cord manufacturing. Residual strains are an additional factor affecting the adhesive strength and durability of adhesive joints.

The principle of determining the residual strains is to remove the coating from the metal wire cord, paint the transverse halves of each thread. Then the filaments are impregnated with nitric acid, and the residual strain on the surface is recorded as the difference between the residual strains of the two halves of the wire.

Keywords. *Metal wire cord, residual strains, wire drawing, deformation, reduction, chemical method, sample, threads, adhesive strength.*

For citation. *Zmееva N. A. Determination of residual strain in steel wire cord by chemical method. Foundry production and metallurgy, 2019, no. 2, pp. 72–75. DOI: 10.21122/1683-6065-2019-2-72-75.*

В области изучения остаточных напряжений, возникающих в проволоке при волочении, проведено много исследований. Остаточными принято называть напряжения, остающиеся в материале после какого-либо воздействия на него, а затем освобожденного от этого воздействия. Причиной возникновения

остаточных напряжений является неравномерная пластическая деформация твердого тела из-за различного изменения в разных местах его длины и объема.

На величину остаточных напряжений в проволоке наряду с другими факторами наибольшее влияние могут оказывать степень обжата проволоки, скорость волочения и смазка, применяющаяся для этого процесса. Чем выше обжатие, тем больше неравномерность деформации в слоях проволоки [1]. При волочении в поперечном сечении выделяются два слоя: центральный в области растяжения и периферийный в области сжатия. В итоге внутренние слои проволоки наиболее продеформированы в осевом направлении, а периферийные – наименее, что способствует развитию остаточных напряжений и их проявлению в эффекте «памяти формы». Чем выше скорость, тем меньше трение и, следовательно, меньше остаточные напряжения в материале проволоки. Что касается влияния смазки, то, чем она лучше, т. е. чем меньший коэффициент трения она создает на границе поверхности проволоки и волюки, тем меньше будут контактные касательные напряжения, а значит, и растягивающие остаточные напряжения [2].

Остаточные напряжения металлокорда складываются из напряжений, имеющихся в проволоке после волочения, а также напряжений, возникающих в ней при свивке металлокорда [3].

Важной задачей в рамках технологии изготовления металлокорда, которая стоит перед специалистами ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», является уменьшение остаточных напряжений на всех стадиях изготовления металлокорда. Остаточные напряжения представляют собой дополнительный фактор, влияющий на адгезионную прочность и долговечность адгезионных соединений.

В последние десятилетия был проведен целый ряд исследований в области разработки новых методов определения остаточных напряжений [4]. Это связано с тем, что исследования напряженно-деформированного состояния требуют большого объема измерительных работ с применением специального оборудования. Задача создания новых методов контроля остаточных напряжений актуальна и сейчас.

На ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» в условиях эксплуатации используется химический метод определения остаточных напряжений для реальных конструкций металлокорда. Такой метод позволяет с достаточно высокой точностью определить степень остаточных напряжений на проволоке. Предложенная методика испытаний не лишена недостатков, таковым является длительность проведения испытаний.

Принцип определения остаточных напряжений заключается в удалении покрытия с металлокорда, покрытии краской поперечной половинки каждой нити. Далее нити пропитываются азотной кислотой, и остаточное напряжение на поверхности записывается как разность остаточных напряжений двух половинок проволоки.

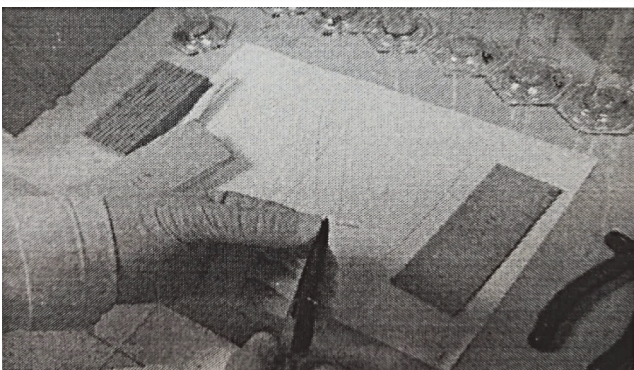
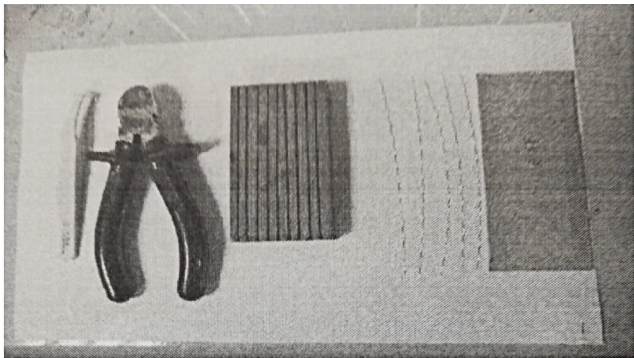


Рис. 1

Проведение анализа включает в себя несколько этапов: подготовка образца, процедура испытания, обработка результатов.

Во время подготовки все нити отделяются от каждого компонента образца, идентифицируются определенным образом. Далее нити надо согнуть под углом 90° и вымачивать в растворе для растворения покрытия корда (рис. 1).

После этого нити промываются дистиллированной водой, просушиваются, помещаются в специальную форму, для того чтобы заблокировать кончики специальными зажимами (рис. 2).

Затем нити окрашивают аэрозольной краской и высушивают в течение одного дня (рис. 3).

Процедура испытания включает в себя погружение проволоки в раствор азотной кислоты при температуре 50 ± 2 °С. Затем проволоки следует промыть, просушить и поместить на фотокопии, сделанные ранее (рис. 4). Измерить расстояние между позициями свободных концов нити до и после выдержки в растворе. Остаточное напряжение для каждой проволоки совпадает с расстоянием, выраженным в миллиметрах. Результат записывается как среднее из трех

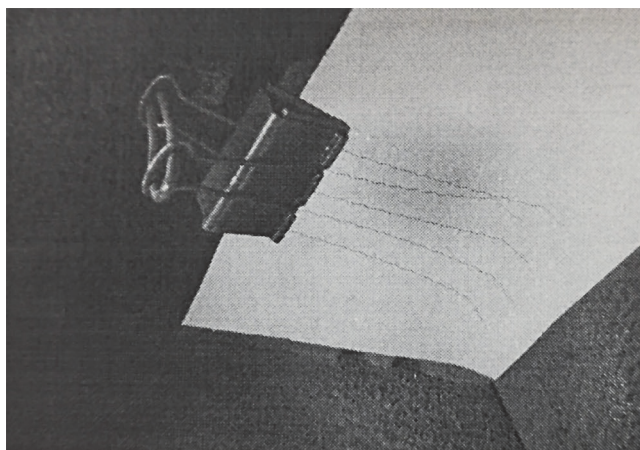


Рис. 2

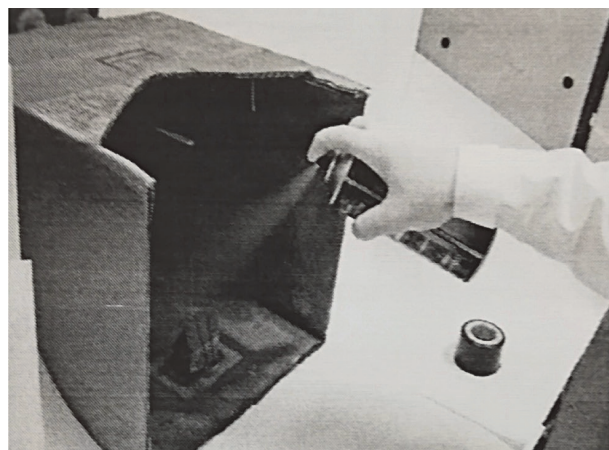


Рис. 3



Рис. 4

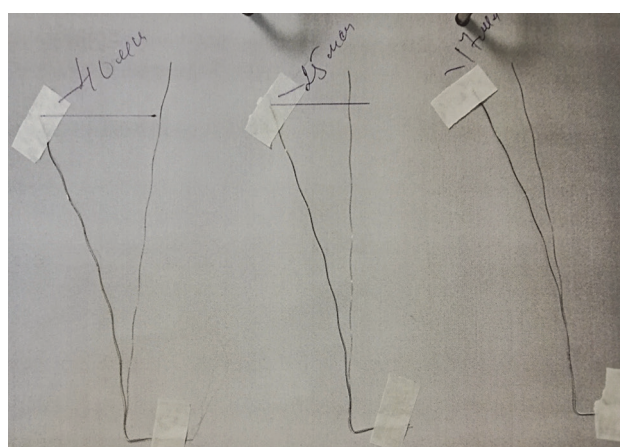


Рис. 5

нитей. Степень остаточного напряжения должна соответствовать следующим показателям: максимум – +10 цель – ниже 0 (рис. 5).

За 2017 г. в лаборатории было проведено 90 испытаний на 10 образцах металлокорда 3х0,30 по определению остаточного напряжения. Данные приведены в таблице.

Таблица

Остаточное напряжение на металлокорде				
испытание	среднее из трех измерений на 1-й нити, мм	среднее из трех измерений на 2-й нити, мм	среднее из трех измерений на 3-й нити, мм	среднее из девяти измерений, мм
1	-38,3	-42,3	-41	-40,5
2	-4,7	-3,3	-5	-4,3
3	-24	-20,7	-18,7	-21,1
4	-15	-24	-35	-24,7
5	-20	-14,5	-8	-14,2
6	-23,3	-22,7	-32,3	-26,1
7	-21	-21,3	-24,3	-22,2
8	-18,3	-27	-29	-24,8
9	-18,3	-15	-30	-21,1
10	-30	-21,7	-38,3	-30

Выводы

Химический метод определения остаточных напряжений на металлокорде дает достоверную оценку степени поверхностного напряжения, что доказано проведенными испытаниями. Отрицательные значения говорят о продукции надлежащего качества в рамках испытаний определенного показателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башкатов А. В. Напряжения и деформации при сварке. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 1999.
2. Перлин И. Л. Теория волочения. М., 1957.
3. Биргер И. А. Остаточные напряжения. М., 1963.
4. Гликман Л. А. Методы определения остаточных напряжений // Тр. Ленингр. инж.-экон. ин-та, Вып. 1960. 30.

REFERENCES

1. **Bashkatov A. V.** *Naprjazhenija i deformacii pri svarke* [Stresses and deformations during welding]. Voronezh, VGTU Publ., 1999.
2. **Perlin I. L.** *Teorija volochenija* [Drag theory]. Moscow, 1957.
3. **Birger I. A.** *Ostatochnye naprjazhenija* [Residual stress]. Moscow, 1963.
4. **Glikman L. A.** *Metody opredelenija ostatochnyh naprjazhenij* [Methods for determining residual stresses]. *Trudy Leningradskogo inzhenerno-jekonomicheskogo instituta = Proceedings of the Leningrad Engineering and Economic Institute*. 1960, vyp. 30.