

Технология волочения биметаллической медной проволоки с серебряным сердечником

Клубович В.В., В.В.Рубаник, Ю.В.Царенко

ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г.Витебск, ita@vitebsk.by

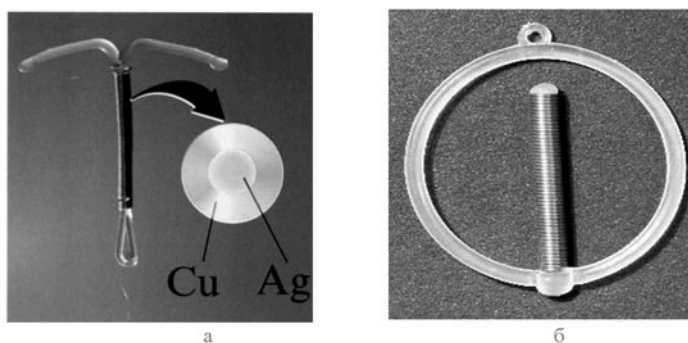
Abstract. *The bimetallic wire copper-silver is applied to manufacturing inwardly uterine contraceptive means. Copper is presented in the form of a cover with the central vein from silver. The core of such wire carries out a skeleton role on which the cover from copper is fixed. Silver is used for maintenance of safety of the patient, owing to biological inertness (at dissolution in operation the copper cover collapses non-uniformly, and, for lack of the central vein, education of fragments which lead to traumas of internal bodies is possible).*

Drawing of a metal wire differs from process of drawing monometallic a number of specific features. On results of deformation of a layered wire make the big impact heterogeneity of a material on section, the size of an external friction and interlaminar coupling, the relative volume maintenance a component in a wire, their modules of hardening and a parity properties etc. At drawing of a bimetallic wire can collapse. The cover, and the core will be saved whole or on the contrary; more often the cover and the core collapse simultaneously. Destruction of monolayers of a bimetallic wire is called by the pressure arising in them which greatness depends on a number of the listed parametres.

Key words: *drawing, bimetallic wire, silver, the core, electro thermal processing, thermal processing, contraceptive means.*

Введение.

Среди комплекса медицинских и социальных мероприятий, направленных на практическую реализацию задач планирования деторождения, существенную роль играют современные противозачаточные средства, одними из наиболее эффективных и распространенных среди которых являются внутриматочные спирали (ВМС). Важным фактором в развитии ВМС явилось наличие контрацептивного действия меди, в связи с чем биметаллическая проволока медь-серебро получила широкое применение для изготовления внутриматочных противозачаточных средств (рис. 1). Медь представлена в виде оболочки с центральной жилой из серебра. Сердечник такой проволоки выполняет роль каркаса, на котором закреплена оболочка из меди. Серебро используется для обеспечения безопасности пациента, вследствие биологической инертности (при растворении в период эксплуатации медная оболочка разрушается неравномерно, и, в отсутствие центральной жилы, возможно образование фрагментов, которые приводят к травмированию внутренних органов).



Фиг. 1. Общий вид композиционной проволоки Cu-Ag (а) внутриматочной спирали (б).

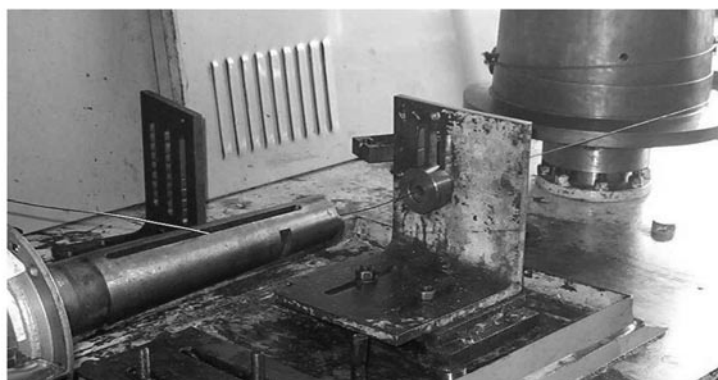
Исследования процессов протекающих на границе медь-серебро представляет как научный интерес, в плане изучения процессов диффузии и образования промежуточного слоя переменного состава, так и практический, как способ получения биметаллической проволоки с заданными физико-химико-механическими свойствами.

Волочение металлической проволоки отличается от процесса волочения монометаллической рядом специфических особенностей. На результаты деформирования слоистой проволоки оказывают большое влияние неоднородность материала по сечению, величина внешнего трения и межслойного сцепления, относительное объемное содержание компонент в проволоке, их модули упрочнения и соотношение прочностных свойств и т.д. При волочении биметаллической проволоки может разрушиться оболочка, а сердечник сохраниться целым или наоборот; чаще оболочка и сердечник разрушаются одновременно. Разрушение монослоев биметаллической проволоки вызывается возникающими в них напряжениями, величина которых зависит от перечисленных параметров.

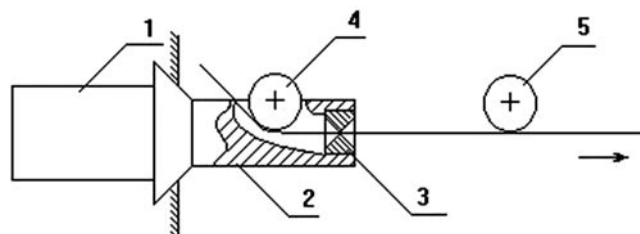
Целью данной работы является разработка технологии изготовления биметаллической проволоки с сердечником из серебра с улучшенными физико-механическими свойствами для производства внутриматочных спиралей.

Используемая нами технология предусматривает предварительное изготовление серебряной проволоки диаметром, необходимым для обеспечения заданного соотношения между диаметром композиционной проволоки и диаметром сердечника из драгоценного металла. Для изготовления проволоки применяли серебро в виде гранул высокой степени чистоты 99,999 %. Отливка расплава серебра производится в стальные или чугунные изложницы. Далее слиток серебра прокатывали и подвергали волочению до получения проволоки необходимого диаметра, обычно 0.3 мм.

Эффективность использования ультразвуковых колебаний при волочении труднодеформируемых металлов и сплавов убедительно показана в работах [1]. Как известно, использование ультразвуковых колебаний (УЗК) в процессе обработки металлов давлением ведёт к снижению статического напряжения и тем самым позволяет снизить усилия деформирования и увеличить единичные обжатия за проход, упрощает технологическую цепочку сократив количество переходов. Источником ультразвуковых колебаний служил магнито-стрикционный преобразователь ПМС15А-18 (фиг.2), питаемый от генератора УЗГ2-4М. Волоку с помощью резьбового соединения крепили в пучности смещений волновода продольных колебаний. Схема волочения проволоки представлена на фиг.3. Амплитуда смещений на торце волновода составляла 10 мкм.



Фиг.2. Ультразвуковой волочильный стан.



Фиг. 3. Схема волочения биметаллической проволоки с ультразвуком: 1 – магнито-стрикционный преобразователь; 2 – концентратор; 3 – волновод; 4 – волока; 5 – отражатели.

Сборка заготовки осуществлялась на диаметре медной трубки 3,0 мм. Использовалась трубка чистой не ниже 99,97 % Cu. Далее проводится промывка внутреннего отверстия медной трубки азотной кислотой с це-

лью очистки ее от окислов и загрязнений, для удаления остатков кислоты операция завершается промывкой водой и последующей сушкой.

После заправки серебряной проволоки в медную трубку с сопутствующей очисткой заправляемой проволоки производится ее фиксация на острильной машине заправленной проволоки с одного конца медной трубки. Затем производится волочение трубки с закрепленной проволокой на стане крупномерного волочения до получения композиционной проволоки.

Конечный диаметр биметаллической проволоки составлял $0,35 \pm 0,01$ мм, пластические свойства которой должны обеспечивать без разрушения перегиб на стержень $\varnothing 2$ мм на суммарный угол 720° .

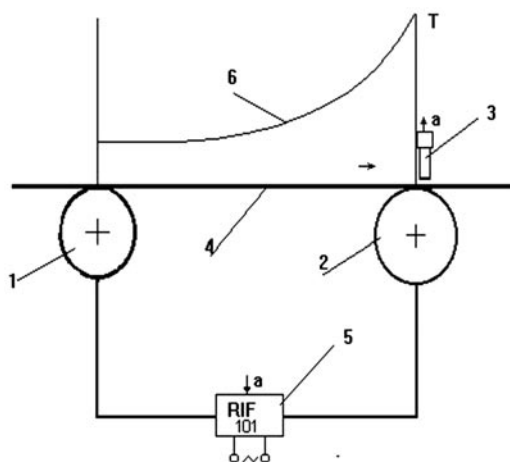
Волочение биметаллической проволоки проводили с суммарными обжатиями более 80 %, при единичных обжатиях 18—15 %. При больших единичных обжатиях приводит чрезмерное упрочнение оболочки и появление обрывов. Для биметаллической проволоки с серебряным сердечником наиболее характерным видом брака является его обрыв внутри медной трубки.

После волочения с суммарными обжатиями более 80 % проводили термическую обработку проволоки при 600°C на проход через муфельную печь, а также с использованием электроконтактного нагрева.

Исследование скоростного отжига проводили на проволочных образцах биметаллической проволоки диаметром $0,35 \dots 2,0$ мм. Термообработку выполняли по следующему режиму: нагрев до заданной температуры, естественное охлаждение на воздухе. На фиг.4 представлена схема скоростной электроконтактной обработки биметаллической проволоки на проход. Для регулирования напряжения на токоподводящих контактах использовали прецизионный регулятор температуры РИФ-101, на вход которого подавали напряжение, определяемое амплитудой сигнала фотодиода. В состав регулятора РИФ 101 входит силовой блок, который позволяет регулировать действующее значение напряжения от 0 до 380 В. Это напряжение подавали на понижающий силовой трансформатор, максимальное значение на выходе которого не превышало 42 В [2, 3].

В процессе термической обработки при определенных значениях диаметра заготовки фотодатчик может оказываться частично и полностью в тени от источника излучения. Для устранения этого явления коллиматорному отверстию придавали колебательное движение с амплитудой, значительно превышающей диаметр проволоки и частотой 30 Гц. В этом случае регистрируемый сигнал имел форму сложного колебания, амплитуда которого определялась максимальной температурой нагрева проволоки.

Экспериментально температуру проволоки также определяли оптическим яркостным микропирометром с исчезающей нитью переменного накала ВИМП-015М. При измерениях температуры в диапазоне $400 \dots 600^\circ\text{C}$ использовали микропирометр в комплекте с электронно-оптическим преобразователем. Эффективная длина волны составляла $1,0$ мкм [4].

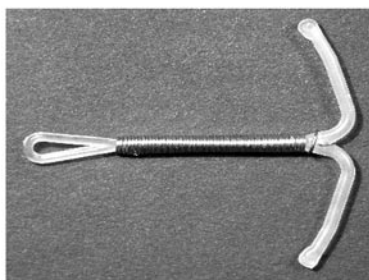


Фиг.4. Схема скоростной электротермической обработки биметаллической проволоки: 1 и 2 – контактные ролики; 3 -датчик температуры; 4- проволока; 5 – регулятор температуры РИФ-101; 6 – кривая распределения температуры в зоне нагрева.

Применение продольных ультразвуковых колебаний позволило увеличить максимальное суммарное обжатие по сравнению с волочением в обычных условиях.

Об эффективности воздействия ультразвука на процесс волочения судили по степени снижения усилия волочения. При обжатиях 10...15 % ультразвуковые колебания позволяют существенно до 50...60 % снизить усилие волочения при скорости 10 м/мин. При обжатии 25 % снижение усилия волочения составляет 30...40 %. Применение ультразвука позволяет увеличить единичные обжатия в 1,5 раза без разрушения сердечника.

С учетом этого был разработан маршрут волочения биметаллической проволоки с суммарными обжатиями между термообработками около 80 %. Такой маршрут является оптимальным с точки зрения получения проволоки с высокими механическими свойствами. В дальнейшем проволоку использовали для изготовления внутриматочных спиралей (фиг.5).



Фиг.5. Общий вид внутриматочной спирали

Внутриматочная спираль представляет собой T – образный якорь, на центральный стержень которого помещена биметаллическая проволока, обладающая медикаментозными свойствами. Медь представлена в виде оболочки площадью 380 мм² с центральной жилой из драгоценного металла (серебра).

Разработанная технология, оборудование и маршруты волочения с промежуточными отжигами позволяют полностью обеспечивать потребности медицинских учреждений республики в биметаллической проволоке для производства внутриматочных спиралей.

Литература

1. Северденко В.М., Клубович В.В., Степаненко А.В.: Ультразвук и пластичность. – Минск, 1976, – 536 с.
2. Клубович В.В., Рубаник В.В., Царенко Ю.В. Волочение проволоки в ультразвуковом поле с электроконтактным нагревом // Тематический сборник научных трудов МИСиС: Интенсификация технологических процессов в ультразвуковом поле – М.: Металлургия, 1986. – С. 77-81.
3. Клубович В.В., Рубаник В.В., Царенко Ю.В. Применение ультразвуковых колебаний при волочении и термообработке композиционных материалов // Тенденции развития технологии машиностроения. Матер. межд. конф. – Зелена Гура, Польша, 1990. – Ч.2. – С. 45-49.
4. Клубович В.В., Рубаник В.В., Царенко Ю.В. и др. Волочение и отжиг стальной проволоки с наложением ультразвуковых колебаний // Применение физических и физико-химических методов в технологических процессах. Тематический сборник научных трудов. – М.: Металлургия, 1990. – С. 98-102.