

Студентка гр. 104615 Цандер М. А.
 Научные руководители – Григорьев С.В., Сачава Д.Г.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Белорусский металлургический завод (БМЗ) разрабатывает и производит латунированную проволоку для сверх- и ультравысопрочного металлокорда. Качество высокопрочной проволоки в значительной мере определяется уровнем качества волоочильного инструмента (волок), используемого при производстве проволоки.

Волоки в большинстве случаев изготавливают из твердых сплавов на основе карбида вольфрама с Co связкой. Уровень качества волок в свою очередь определяется эксплуатационными свойствами твердых сплавов.

Наиболее распространенным критерием оценки эксплуатационных свойств волоочильного инструмента является стойкость его при волочении. Под стойкостью волоочильного инструмента подразумевается свойство волоки противостоять изменению формы, размеров и качества поверхности канала волок под действием протягиваемой проволоки. Одним из основных показателей качества волок, вытекающими из условий их эксплуатации, является трещиностойкость, так как волоки склонны к растрескиванию под действием термических или механических ударов.

Трещиностойкость - свойство материала работать в условиях инициирования и развития трещин в материалах под действием напряжений. Высокая стойкость волок и снижение усилия волочения достигаются применением для волок специальных материалов, достижением оптимальной формы и качественной обработки канала волок, а также применением соответствующей смазки.

Для изготовления волок тонкого волочения на БМЗ в основном используются твердые сплавы H3M и YL05. В таблице 1 представлены характеристики данных сплавов.

Таблица 1- Характеристики сплавов H3M и YL05

Фирма изготовитель порошковой смеси	Марка твердо- госплава	Содержание химических ком- понентов, %			Физико-механические свойства	
		Co	WC	легирующие компоненты	Твердость, HV	Средняя величина зерна α -фазы, мкм
SANDVIK Hard Materials	H3M	3,5	96,25	Cr ₃ C ₂ - 0,25	1852	1,6
COMBITRADE	YL05	3,7	94,3	TaC+NbC- 2,0	1852	1,6

Трещиностойкость изучалась на волоках для волочения проволоки на диаметр 0,3мм.

Расчеты показывают, что наибольшая концентрация напряжений в канале волоки приходится на место начала деформации проволоки в рабочем угле и переходе от рабочего угла в цилиндрическую часть волоки. Высокая концентрация напряжений приводит к образованию дефектов: кольца износа и появлению трещин.

Кольцо износа – это радиальная канавка, которая обычно развивается в волоке с самого начала её эксплуатации. Кольцо имеется почти в каждой изношенной волоке. Образование его объясняется наличием мягкой кобальтовой фазы. Трещины приводят к линейному нарушению сплошности твердого сплава в рабочей зоне волоки вдоль или поперек ее оси.

Возникающие в волоке напряжения воздействуют на твердый сплав в направлении волочения и поэтому способствуют возникновению трещин лишь определенного типа (либо продольных, либо поперечных).

Продольные трещины проходят вдоль оси волоки. Если хоть одна такая трещина обнаружена, то наличие, по меньшей мере, еще одной трещины можно предположить. Такие трещины возникают, когда сила, требуемая для деформации проволоки, больше, чем прочность материала волоки. Вероятность их появления возрастает с уменьшением рабочего угла, а также с ростом величины единичного обжатия.

Разрушение при растяжении начинается с кольцевой трещины, которая в большинстве случаев зарождается на “дне” кольца износа. Такие трещины трудноопределимы на ранней стадии развития из-за маскирующего эффекта кольца износа. Если такая трещина возникла, она развивается до полного разрушения волоки.

Разрушение при сдвиге подобно разрушению при растяжении, но имеет форму конуса. Его иногда называют “вырванная задняя часть”. Это происходит, обычно, из-за ухудшившихся условий волочения.

Еще один случай разрушения волоки представляет собой выкрашивание выходной зоны. Он отличается от приведенных выше примеров тем, что этот дефект локализуется на пересечении цилиндрической части волоки и выходного конуса. Выкрашивание выходной зоны иногда вызывается включениями или сварными швами на проволоке. Оно также может быть вызвано неправильной геометрией выходного конуса. Острый угол в выходной части калибровочного цилиндра также представляет собой слабый участок и легко выкрашивается.

В отличие от механических напряжений направление воздействия, возникающих при эксплуатации волоки термических напряжений (в результате нагрева при эксплуатации) труднее определимо, поэтому в результате данных напряжений могут появиться трещины различных типов. Трещины, вызываемые термическими напряжениями, могут быть случайны как по размеру, так и по направлению, и обычно их не одна – две, а множество. Вершины трещин, образовавшихся в результате термических напряжений, становятся концентраторами напряжений, и сопутствующие механические напряжения вызывают быстрый рост (развитие) трещин.

Трещиностойкость изменяется при изменении химического состава твердого сплава и изменении размера зерна. При увеличении содержания кобальта и крупнозернистой структуре твердый сплав обладает высоким сопротивлением к развитию продольных трещин. Уменьшение размера зерна карбида приведет к высокой поперечной прочности на разрыв.

Перспективы использования гранулированного нанокompозита FeCoZr-Al₂O₃ для создания магниточувствительных устройств

Аспирантка Касюк Ю.В.

Студент Максименко А.А.

Научный руководитель – Федотова Ю.А.

Белорусский государственный университет

Национальный центр физики частиц и высоких энергий БГУ

г. Минск

Идентификация и изучение свойств новых материалов с улучшенными магнитными свойствами имеет важное значение для разработки усовершенствованных датчиков и приводов. Интерес к исследованию гранулированных нанокompозитов (ГНК) «металл-диэлектрик», содержащих гранулы ферромагнитного сплава (FeCo, FeNi, FeCoZr и др.) распределенные в диэлектрической матрице (SiO₂, Al₂O₃ и др.) связан с возможностью их применения для создания магниточувствительных устройств (сенсоров), эксплуатируемых при высоких частотах. Преимущество использования данных материалов заключается в оптимальном сочетании достаточно высоких значений электросопротивления ρ , малых значений коэрцитивности H_c и высоких значений магнитосопротивления $\Delta\rho/\rho=(\rho(B)-\rho_0)/\rho_0$. Изменяя структуру таких ГНК, можно манипулировать их физическими свойствами и получать материалы с необходимым набором свойств. Транспортные, магнитные и магнитотранспортные свойства ГНК определяются многими факторами. К числу основных факторов можно отнести химический состав диэлектрической матрицы и металлических наночастиц, соотношение металлической и диэлектрической фаз в нанокompозите, магнитная структура наногранул, состояние границы раздела между наногранулами и матрицей [1].

В данной работе изучена взаимосвязь магнитных и магнитотранспортных свойств пленок ГНК (FeCoZr)_x(Al₂O₃)_{1-x}, 33 ат.% < x < 62 ат.%. Понимание подобных связей позволяет определить оптимальный состав нанокompозита для последующего использования при производстве магнитных сенсоров.

Тонкие пленки (~ 4 мкм) гранулированных нанокompозитов (FeCoZr)_x(Al₂O₃)_{1-x} состоящие из наночастиц FeCoZr распределенных в диэлектрической матрице Al₂O₃ с различной концентрацией металлической фазы 33 ат.% < x < 62 ат.% были получены методом ионно-лучевого распыления составной мишени в смешанной атмосфере аргона и кислорода (1·10⁻¹ Па). Осаждение нанокompозитов осуществлялось на ситалловую подложку, которая охлаждалась водой. При таком методе синтеза наногранулы имеют аморфную структуру, т.е. имеют только ближний порядок упорядочения атомов в пространстве. Преимущества, связанные с получением аморфных частиц, заключаются в их низкой магнитной анизотропии, низких потерях при перемagnetивании, высоком значении начальной магнитной проницаемости как на низких (0,1-1 МГц), так и на высоких (5-15 МГц) частотах и в высокой прочности [2]. При конструировании нанокompозитов выбран сложный состав металлических гранул: Fe₄₅Co₄₅Zr₁₀. Это обусловлено необходимостью стабилизации аморфной структуры ферромагнетика при комнатной температуре. С этой целью к ферромагнитным атомам железа и кобальта добавлено 10 % аморфизатора - циркония. Для материала матрицы нанокompозитов выбран Al₂O₃, который является термически стабильными в широкой области температур [3].

Синтез образцов осуществлялся в смешанной атмосфере аргона и кислорода. В этом случае, согласно детальным исследованиям, проведенным на образцах гранулированного нанокompозита