

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА НАНЕСЕНИЯ ОКСИДНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЧАСТИЦЫ ПОРОШКА МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗА

У.Т. Бердиев-т.ф.н. проф., У.Б. Сулаймонов, Ф.Ф. Хасанов, Б.К.
Авазов, К.Т. Каршиев, С.Б. Нуриддинов ассистенты, Ташкентский
Транспортный Университет, Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В данной статье рассмотрен вопрос по широкому внедрению в различных отраслях народного хозяйства обусловили интенсивный рост производства электрических машин. В связи с высоким удельным расходом магнитных материалов при производстве электрических машин, весьма перспективным направлением является разработка безотходной технологии изготовления магнитопроводов и сердечников методами порошковой металлургии. Использование порошковой металлургии, позволяет снизить потери электротехнической стали и исключить многие трудоемкие операции.

Ключевые слова. Электрических машин, порошковой металлургии, магнитомягкие сплавы, исходного порошка, гистерезисные потери, размером зерен, неоднородности структуры, температуру нагрева изделия, габариты и вес, низкочастотного композиционного материала.

IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR DEPOSITION OF AN OXIDE COATING ON METALLIC IRON POWDER PARTICLES

U.T. Berdiev, Ph.D. prof., U.B. Sulaymonov, F.F. Xasanov, B.K. Avazov,
K.T. Karshiev, S.B. Nuriddinov assistants, Tashkent Transport University,
Tashkent, Republic of Uzbekistan

Annotation. This article discusses the issue of widespread introduction in various sectors of the national economy, which led to an intensive growth in the production of electrical machines. Due to the high specific consumption of magnetic materials in the production of electrical machines, a very promising direction is the development of a waste-free technology for the manufacture of magnetic circuits and cores using powder metallurgy methods. The use of powder metallurgy makes it possible to reduce the loss of electrical steel and eliminate many labor-intensive

operations.

Keywords. Electrical machines, powder metallurgy, soft magnetic alloys, initial powder, hysteresis loss, grain size, structure inhomogeneity, product heating temperature, dimensions and weight, low-frequency composite material.

1. Введение (Introduction).

Композиционные материалы с необходимым набором эксплуатационных характеристик широко применяются в узлах различных механизмов. В любых технических применениях используют те или иные свойства твердых тел: электрические, магнитные, оптические, тепловые, механические, коррозионностойкие и т.д. Производство магнитных материалов с низкими потерями энергии при перемагничивании на сегодняшний день является одной из актуальных проблем промышленности. Это связано с тем, что магнитные материалы широко используются в различных электротехнических устройствах (генераторах, электродвигателях, измерительных установках, катушках индуктивности и др.) [1,4,9].

Рациональный выбор методик получения композитов открывает дополнительные возможности их практического применения [5,7]. Для этого при синтезе важно обеспечить контролируемый химический состав и структуру компонентов, что в свою очередь гарантирует требуемые физические и функциональные свойства.

2 Methods.

Как следует из приведенного выше рассмотрения, известные методы капсулирования порошка железа тонким оксидным слоем, а именно механическим наплавлением оксидного слоя, формированием оксидного слоя в результате разложения сульфатов и нитридов металлов и формированием оксидного слоя из газового оксидного слоя, создают некачественное покрытие и являются малоэффективными [10-13].

В связи с этим был предложен комбинированный способ получения оксидных покрытий на поверхности частиц железа [3-6,10]. Предложенный

новый метод основан на комбинированном использовании вышеперечисленных способов.

Методика нанесения изолирующих покрытий на основе оксида фосфора разработана применительно на основе способа изготовления композиционного магнитомягкого материала [4,15], в котором собственно предложена методика добавления в исходный металлический порошок во вращающемся вакуумируемом барабане при давлении 0,15 – 1,5 Па, нагреваемом до температуры расплавления смазки 150-200° С и обработку проводят до получения равномерного распределения смазки в материале в течение 15–30 минут, при этом содержание смазки в композиционном материале составляет от 0,01 до 0,1%.

3 Results and Discussion

Предложенный метод капсулирования порошка железа оксидным слоем является высокоэкономичным методом, практически не изменяющим стоимость последнего, и, с позиций получения заданного состава с заданными магнитными параметрами и удельным электросопротивлением, может быть широко использован в практике для получения МДМ-сплавов с особыми магнитными и электрическими свойствами.

Исходя из требований к исходным порошкам и с учетом одной ценовой категории, в качестве основных выбраны два вида порошков, на которые по разработанной методике наносились оксидные слои: водно – атомизированный порошок Hoganes ASC100.29 (Швеция) и компании LiaoNing (Китай). Чистота по содержанию примесей порошка ASC100.29 – 99,9% и LiaoNing – 98,69%.[6, 8]. Химический состав порошков представлен в таблице 1. По другим сертификационным параметрам порошки идентичны. В качестве сравнения при выполнении международных договоров проводились исследования электромагнитных характеристик на сердечниках, полученных прессованием из готовых промышленных порошков железа известных фирм Atomet 1001HP (Канада) чистотой 99,4% и компании Micrometals (США)

чистотой 99%, на частицы которых самим производителем уже нанесены диэлектрические слои [9, 10, 16].

Таблица 1. – Состав распыленного воздухом порошка LiaoNing (Китай) и распыленного водой порошка ASC100.29 (Швеция) [9]

Тип железного порошка	Fe	Mn	Si	C	P
ASC100.29 (Швеция)	99,5	0,08	0,04	0,08	0,01
LiaoNing (Китай)	98,69	0,35	0,1	0,022	0,028

Анализ зависимостей рисунков 2 и 3 позволяет сделать вывод, что электромагнитные характеристики композиционных материалов на основе порошков с частицами, покрытыми оксидными слоями от 1 до 20 нм, отличаются не более, чем на 10-15%, а при дальнейшем увеличении толщины покрытий начинают уменьшаться. С точки зрения технологичности и эффективности процесса обработки порошков целесообразно наносить оксидные покрытия толщиной не более 20 нм. Далее в настоящей работе приведено описание методик и результаты исследования структуры и физических характеристик порошков железа фирмы Hoganes ASC100.29, на частицы которых нанесены оксидные слои толщиной ~ 1 – 3 мкм.

4. Conclusion

Проведенные теоретические расчеты показали, что магнитные параметры сплава будут близки к параметрам магнитомягких сталей при толщине оксидного слоя в таком сплаве в пределах $\delta = 0,001 - 0,2$ мкм. Разработана методика нанесения оксидных слоев на поверхность частиц металлического железа путем комбинирования методов капсулирования, что дает возможность получить заданный состав с заданными магнитными параметрами и удельным электросопротивлением, и может быть широко использован в практике [16, 18].

References

1. Говор, Г.А. Особенности магнитных характеристик новых композиционных материалов на основе порошков железа / Г.А. Говор, А.К. Вечер, К.И. Янушкевич // Перспективные материалы и технологии : под ред. В.В. Клубовича – Витебск, УО «ВГТУ». – Витебск, 2017. – Т. 2, Гл. 15 – С. 278–299.

2. Говор, Г.А. Композиционные магнитомягкие материалы на основе порошков железа и перспективы их применения в технике / Г.А.Говор, А.К. Вечер, В.И. Митюк // *Металлофизика и новейшие технологии*. – 2012. – Т. 34, № 4.– С. 439–444.

3. Магнитомягкие материалы на основе железа, используемые в электромашиностроении / А.К. Вечер, Г.А. Говор, У.Т. Бердиев, Ф.Ф. Хасанов // *Вестник ТашИИТ*. – 2019. – № 3. – С. 212–217.

4. Структура и магнитные характеристики композитов основе капсулированных порошков железа ASC100.29 / Г.А. Говор, М. Пшыбыльски, А.К. Вечер, К.И. Янушкевич, Й. Зукровски, Т.М. Ткаченко // *Вестник Фонда фундаментальных исследований*. – 2020. – № 1. – С. 105–111.

5. Исследование влияния условий синтеза на магнитные характеристики композиционных материалов на основе порошков железа / А.К. Вечер, Г.А. Говор, К.И. Янушкевич, У.Т. Бердиев, Ф.Ф. Хасанов // *Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-техн. наук*. – 2020. – Т. 65, № 1. – С. 17–24.

6. Говор, Г.А. Композиционные магнитомягкие материалы на основе порошков железа и перспективы их применения в технике / Г.А. Говор, А.К. Вечер // *Актуальные проблемы физики твердого тела : сб. докл. Междунар. науч. конф., Минск, 20-23 октября 2009 г. : в 3 т. / редкол.: Н.М. Олехнович (пред.) [и др.] – Минск : Вараксин А.Н., 2009. – Т. 1. – С. 137–140.*

7. Govor, G.A. Special soft magnetic materials on the basis of powders of iron and their Possibility Application in Engineering / G.A. Govor, A.K. Vetcher, V.I. Mitsiuk // *2nd International Conference on Smart Materials and Nanotechnology in Engineering (SMNE 2012) Dubai, United Arab Emirates, July 21-22, 2012-P. 1–6.*

8. Композиционные материалы на основе металлических порошков и их применение в технике / А.К. Вечер, Г.А. Говор, К.И. Янушкевич, М. Пшыбыльски, Й. Зукровски // *VI Конгресс физиков Беларуси : сб. науч. трудов, Минск, 20-23 ноября 2017 г. / Институт физики НАН Беларуси : редкол. С.Я. Килин (гл.ред) [и др.] – Минск, 2017. – С. 241–242.*

9. A U Gapparov, G A Govor, U T Berdiyev, F F Hasanov, and A M Kurbanov. Magnetic-soft materials based on iron for electromechanical engineering, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 614 (2020) 012048.

10. Kurbonovich, Avazov Bobomurod, Nuriddinov Sardor Babayarovich, and Qarshiyev Karimberdi Tavbayevich. "TRANSFORMATOR MOYINI GAZDAN TOZALASHDA KO'CHMA LABARATORIYA MASHINASIDAN FOYDALANISH." (2022): 73-77.

11. Kayumjonovich, T. N., Komissarov, V. V., & Pirmukhamedovich, A. S. (2022). EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS SLIPPING IN A FRICTION PAIR OF STEEL MATERIALS. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 3(6), 1062-1073.