

ЭНЕРГИЯ САМАРАДОР КОМПОЗИЦИОН МАГНИТ МАТЕРИАЛЛАРДАН ЭЛЕКТРОТЕХНИКА САНОАТИДА ФЙДАЛАНИШ

Бердиев Усан Турдиевич,

к.т.н., профессор,

Колесников Игорь Константинович

в.б., профессор,

Хасанов Фозил Фарход ўгли

катта ўқитувчи

Тошкент давлат транспорт университети,

Тошкент, Ўзбекистон

АННОТАЦИЯ

Ушбу мақолада энергия тежамкор материалларни электротехника саноатида қўллаш буйича маълумотлар келтирилган. Кейинги йилларда энергия тежамкор технологиялар асосида электромашинасозлик саноатида ҳар хил энергия тежамкор технологияларни қўллаш устида ишлар олиб борилмоқда. Шу ишлардан бири темир қукуни асосда ишлаб чиқилган композицион магнит юмшоқ материаллардан электр машиналар статор ва ротор ўзақларини ва улар асосида энергия самарадорлигига эришиши мумкинлиги масалалари ёритилган.

Калит сўзлар. *Композицион, магнит юмшоқ, тоза металллар, электр қаршилиги, коэрцитив куч, магнит киритувчанлик, ферромагнит, гистерезис, уярма тоқлар, ротор ва статор элементлари, юқори самара.*

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлена информация по использованию энергоэффективных материалов в электротехнической промышленности. В последние годы на основе энергосберегающих технологий ведутся работы по использованию различных энергосберегающих технологий в электротехнической промышленности. Одна из таких работ посвящена вопросу возможности достижения энергоэффективности сердечников статора и ротора электрических машин из композиционных магнитомягких материалов, разработанных на основе железного порошка.

Ключевые слова. *Композитные, магнитомягкие, чистые металлы, электрическое сопротивление, коэрцитивная сила, магнитная проницаемость, ферромагнетик, гистерезис, остаточные токи, элементы ротора и статора, высокий КПД.*

КИРИШ

Кейинги йилларда кўпгина илмий марказларда асосан темир асосидаги магнит юмшоқ булаклардан ва уларни электр изоляцияловчи қоплама билан қоплашга асосланган янги электротехник материалларни, ишлаб чиқиш ва уларни текшириш ва улардан кейинчалик фойдаланиш исрофларнинг анча қисмини уюрма тоқлардаги исрофларни тулик бартараф қилиш мумкинлиги туғрисидаги ишлар билан жадал олиб борилмоқда [1,3].

Шунга асосан, композицион материалларнинг асосий хусусиятлари, яъни магнит сингдирувчанлик, магнит индукцияси, ўта магнитланишдаги исрофлар ва механик хусусиятлари амалда фойдаланиладиган ламинацияланган магнит металлларниқидан афзал бўлиши зарур. Амалда қўлланиладиган материаллардан, масалан электротехник пулатдан электротехник жихозларнинг энергетик параметрларини яхшилашнинг имкони йўқ, шунинг учун янги композицион материалларни ишлаб чиқиш ва уларни электр жихозлар ўзакларини тайёрлашда фойдаланиш асосида магнит майдонни ўзгартириш талаб этилади [2, 3].

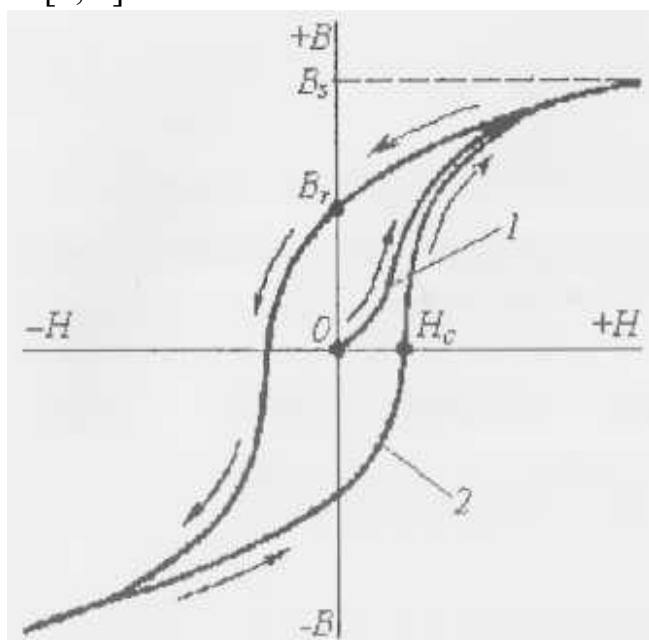
Ҳозирги кунда электр транспорт соҳасида рақобатлашиш учун ўзининг техник ва юриш характеристикалари бўйича инновацион бўлиб қолмасдан нарх соҳасида ҳам сезиларли бўлган автомобиллар ишлаб чиқариш имкон бариши лозим. Шу билан бирга электр машиналар конструкциясини яхшилаш ва ўзгартириш билан унинг параметрлари ҳам статор ва ротор тайёрланган материалларга катта боғлиқ бўлади. Бунинг учун электр машиналар элементларини замонавий технологиялардан фойдаланиш натижасида самарадорликга эришиш мумкин.

МУҲОКАМА ВА НАТИЖАЛАР

Электроэнергетика саноатида асосан электр қаршилиги паст ёки юқори бўлган металллар ва қотишмалардан фойдаланилади. Масалан, ўтказгичлар, улар электр қаршилиги имкони борича паст металллардан, яъни тоза металллар – алюминий, мис, кумуш ва темирдан тайёрланади, электр печлари ва асбобларининг қиздириш элементлари, шунингдек, турли хил элементлар, реостатлар ва бошқаларни тайёрлаш учун эса, аксинча, электр қаршилиги юқори бўлган материаллар – қотишмалар кўпроқ ишлатилади. Бунинг сабаби шуки, қотишмалардаги қаттиқ эритмалар шу қотишмаларнинг электр қаршилигини ошириб юборади, тоза металлларда эса қаттиқ эритмалар бўлмайди. Аслида электр қаршилиги юқори бўлган қотишмалар қаттиқ эритмалар ҳосил қилувчи металллардан тайёрланиши керак [1,3]. Ферромагнит қотишмалар учун энг муҳим тавсиялар қолдиқ магнит индукцияси (B), коэрцитив кучи (H_c) ва магнит киритувчанлиги ($\mu=B/H$) ҳисобланади. Коэрцитив кучи ва магнит киритувчанлиги катталигига кўра, ферромагнит

қотишмалар икки турга бўлинади: 1-магнит жихатидан қаттиқ қотишмалар; 2-магнит жихатидан юмшоқ қотишмалар [2, 3].

Қаттиқ қотишмаларда коэрцитив куч катта, магнит киритувчанлик эса нисбатан кичик бўлади ва бундай қотишмалар доимий магнитлар учун ишлатилади. Магнит жихатидан юмшоқ қотишмаларда эса, аксинча, коэрцитив куч кичик, магнит киритувчанлик эса юқори бўлади, бундай қотишмалардан трансформаторлар, электр генераторлар ва маторларнинг элементлари ва бошқа ҳар хил деталлар тайёрланади. Шундай металл ва қотишмалар борки, уларнинг магнит киритувчанлиги (μ) ташқи майдоннинг кучланганлигига боғлиқ бўлиб, бир неча минг бирликка етиши мумкин [4, 6]. Ташқи магнит майдони кучланганлиги билан ферромагнит металлдаги магнит индукцияси орасида (1-расм) маълум боғланиш бўлади. Бу қотишмаларнинг асосий тавсифлари магнитланиш эгри чизиғида кўрсатилган магнит хоссалари ҳисобланади. 1-расм. Ферромагнит металлларнинг магнитланиш эгри чизиғлари: 1-гистерезис сиртмоғи; 2-бирламчи эгри чизиғининг умумий кўриниши. Магнит жихатидан қаттиқ қотишмаларнинг аксича, магнит жихатидан юмшоқ қотишмалар мувозанат ҳолатига имкони борича яқинлаштирилиши, уларда йирик доналар ҳосил қилиниши, қотишма кристалл панжарасини ўзгартирувчи манбаларга барҳам берилиши керак [1, 3].



1-расм. Ферромагнит металлларнинг магнитланиш эгри чизиғлари: 1-гистерезис сиртмоғи; 2-бирламчи эгри чизиғининг умумий кўриниши.

Магнит жихатидан юмшоқ қотишмаларда коэрцитив куч қийматининг кичик бўлиши билан бирга, заиф, ўртача ва кучли магнит майдонларида магнит киритувчанлиги юқори, ўзгарувчан ток билан магнитлашда гистерезисга ва уюрма тоқларга (Фуко тоқларига) кетадиган исрофлар кам бўлиши керак. Магнит жихатидан юмшоқ қотишмалар учун энг зарарли қўшимчалар углерод,

олтингугурт, кислород ва азотдир. Бу қўшимчалар ферритда деярли эримаиди ва тегишлича цементит ва сульфид заррачалари, шунингдек, металлмас қўшилмалар тарзида бўлади. Углероднинг зарарли таъсири айниқса катта [4,5]. Бу қўшимчалар миқдори ҳатто жуда оз бўлганда ҳам магнит жиҳатидан юмшоқ материалнинг магнит киритувчанлиги пасайиб, гистерезисга кетадиган исрофларни оширади. Демак, магнит жиҳатидан юмшоқ энг маъқул материал тоза металллар, биринчи навбатда эса техникавий тоза темир, яъни таркибида жуда кам (кўпи билан 0,04%) углерод бўлган пўлатлар киради. Хулоса қилиб айтиш мумкинки, модданинг ферромагнит ҳолатининг характерли хусусияти ташқи магнит майдонни ишлатмасдан ўз – ўзидан магнитланишнинг мавжудлиги. Бироқ, бундай тананинг магнит оқими нолга тенг, чунки индивидуал доменларнинг магнит моментларнинг йўналиши ҳар хил (ёпиқ магнит занжири бўлган домен тузилиши) бўлади [2, 4].

Юқоридагиларга асосан, темир кукунини юпқа қатламли оксид қоплама билан капсуллаш усули ёрдамида оксид қопламаси ёрдамида механик бириктириш билан амалга ошириш натижасида сульфат ва нитрид металлларини ёйиш ва газли оксид қопламасини қўллаш сифатсиз қопламани ҳосил қилади ва бу кам самарали ҳисобланади [4, 5].

Шунга асосан, темир булагги юзасини қоплаш учун комбинациялашган усулда оксидли қопламани олиш усули таклиф қилинади. Таклиф этилаётган бу усулда куриб чиқилган усулларни комбинациялашган усулда фойдаланишдан иборат.

Оксидли фосфор асосида изоляцияловчи қопламани қўллаш усули мазкур ишда фойдаланиш масаласини ҳал қилишда композитли магнит юмшоқ материаллардан тайёрлашга асосланади, бунда бирламчи металл кукунига босими 0,15-1,5 Па бўлган айланувчи вакуумлашган барабанга бириктирувчини 150-200° С эриш температурасигача қизитиш ва бириктирувчини материалга 10-15 минут давомида бир текисда тақсимлангунча айлантирилади, бунда композицион материал таркибининг 0,01 дан 0,1% гача қисмини бириктирувчи ташкил этади [5,6].

Ҳисоблаш ва тажриба маълумотларига кўра, изоляцияловчи қопламанинг қалинлиги ва бирламчи темир кукуни қисми улчамларининг олиндиған композицион материалга боғланишини икки синфга ажратиш мумкин: паси частотали ($f < 1$ кГц) ва юқори частотали ($f > 1$ кГц). Қисмларга ажратилгандан кейин темир қисми юзасига изоляцион қатлам қопланади [5, 6].

Биринчи босқичда бириктирувчи шарли тегирмонда ёки бошқа аралаштиргичда изоляцияланган темир кукунини аралаштириш йўли билан киритилади. Бирикма билан тайёрлаган композицион материал барабан ичига

жойлаштирилади. Бундан кейин вакуум насоси қўшилади, барабан ичидаги ҳавонинг босими материал билан 0,15 – 1,5 Па гача пасайтирилади. Талаб этилган босимга эришилгандан кейин иситгич қўшилади ва 15-30 дақиқа давом эттирилади. Магнит юмшоқ материалнинг совуши иситгични учиргандан кейин вакуумни сақлаган ҳолда амалга оширилади. [6,7].

Мазкур усулнинг мавжудларига нисбатан афзалликлари бириктиргич таркибининг 0,01 -0,1% гача пасайиши ҳисобланади, кейинчалик 7,5 – 7,65 г/см³ зичликдаги магнит юмшоқ композицион материалдан сифатли прессланган ва юқори магнит хусусиятларга эга бўлган буюм олиш учун фойдаланилади [3, 5, 6].

Металл кукунни қисми юзасига фосфор оксидини қоплаш учун тавсия этилаётган усул модификация қилинган. Қоплаш усули ўзига бирламчи металл кукунни аралашманинг берилган миқдори билан олдиндан таркибига ортофосфор кислотани спиртли аралашма билан этил спиртни 40%Н₃Р₀₄ +60% миқдорда аралаштирилади.

Кейинги босқичда тайёрланган кукун изоляцион қопламани тайёрлаш учун реакторга жойлаштирилади. Кукунни қўшимча реакцион аралашма билан реакцион барабанда 10⁵ дан 10⁶ Па гача босимда, 150-200 °С температурада 15-30 дақиқа қайта ишланади. Натижада темир қисми юзасида феррит бирикмалари ва фосфат таркиби буйича мураккаб қоплама ҳосил бўлади. Оксид қопламанинг кимёвий таркиби буйича темир оксидларининг мураккаб тизими FeO, Fe₂O₃ ва фосфор оксиди P₂O₅ ни ташкил этади. Шу билан бирга углерод ва кремнийлардан кўп бўлмаган миқдорларда иштирок этади. Темир қисмидаги изоляция қатламининг қалинлиги кукунни қайта ишлаш вақтига ортофосфорли кислота ва спиртли аралашманинг таркибига ҳам боғлиқ бўлади [3,6].

Кейинчалик металл кукунига зарур бўлган ҳар хил қалинликдаги қопламани олиш учун қоплаш жараёни 2, 3 ва 4 марталаб такрорланади. Металл кукунини оксид қатлами билан қоплаш учун таклиф этилаётган капсулалаш усули юқори самарали усул ҳисобланади, амалда охириги қиймати ўзгармайдиган ва берилган таркибдаги қопламани олиш учун муҳим магнитли ва электр хусусиятли керакли магнит МДМ қотишмалар олиш учун амалиётда кенг қулланилиши мумкин [5].

Тажриба асосида олинган материаллар электротехник пулатни алмаштириш имконини беради ва сезиларли даражада таклиф этилаётган электр моторлари параметрларини сезиларли даражада яхшилади ва масса-габарит ўлчамларини камайтиради, исрофларни ва жихознинг нархини пасайтиради.

ASC100.29 кукунни асосида тайёрланган композицион магнит юмшоқ материални ишлаб чиқиш буйича Ўзбекистон республикаси ва Белорус

республикалари ўртасидаги халқаро лойиҳалар асосида Беларус миллий фанлар академиясининг “Материалшунослик” илмий тадқиқот институти ва Тошкент давлат транспорт университетлари ўртасида олиб борилган амалий аҳамиятга эга бўлди.

ХУЛОСА

Кейинги йилларда олиб борилган ишлар натижасида олинган янги композицион материаллар асосида бир қанча ишларнинг тажриба намуналари ишлаб чиқилди. ASC100.29 кукуни асосидаги композитдан фойдаланган фойдаланиб илмий-техник махсулотлар ишлаб чиқариш бўйича шартномалар бажарилмоқда [5, 6]. Умуман, кичик қувватли электр моторлар элементларини ишлаб чиқиш учун узак материаллари юқори аниқликда тайёрланган бўлиши ва юқори магнит хусусиятга эга бўлиши лозим. Ротор ва статор элементларини аниқ формасини олишда пресс шакл учун UV-LIGA технологияси ишлаб чиқилган. Ротор ва статор магнит материаллари сифатида темир кукуни асосида тайёрланган композицион магнит юмшоқ материал ва магнит юмшоқ материалдан тайёрланган матрицалар биргаликда жойлаштирилди [5]. Олинган материалларнинг электромагнит характеристикалари кўп қутбли ва юқори қайта улаш частотали электр машиналар яратиш имконино беради, бу ўз навбатида масса габарит улчамларини яхшилайди.

Ишни бажариш давомида олинган маълумотлар кейинчалик, берилган характеристикадаги янги магнит юмшоқ материаллар олишда ва янги турдаги юқори самарага эга бўлган электротехник қурилмаларни технологиясини яратиш имконини беради.

REFERENCES

1. Говор Г.А., Вечер А.К., Бердиев У.Т., Пирматов Н.Б., Карабаев А., Хасанов Ф.Ф. Магнитно-мягкие материалы на основе железа используемые в электромашиностроение, Вестник ТашИИТа, 2019 г. №3, стр 212-218.
2. Vetcher A., Govor G., Demidenko O., Popescu A. M., Constantin V., Berdiev U., A composite magnetic material with insulating anticorrosive coatings. VI-International scientific conference material science “Nonequilibrium phase transformations”, 07-10 September, 2020, Varna, Bulgaria. –p
3. Говор Г.А., Михневич В.В., Митюк В.И., Бердиев У.Т., Пирматов Н.Б., Бердиёров У. Магнитно-мягкие материалы на основе железа. 76-77 стр. Проблемы и перспективы инновационной техники и технологий в аграрно-пищевом секторе. // Сборник научных трудов Международной научно и научно-технической конференции. –Ташкент. ТашГТУ, 2020.

4. Berdiyev, U., Berdiyev, U., & Toshpulatova, M. (2022, June). Problems and tasks of creating energy-saving electric machines. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2432, No. 1, p. 020002). AIP Publishing LLC.
5. Berdiyev, U. T., Sulaymonov, U. B., & Hasanov, F. F. (2022). MAGNETIC PROPERTIES OF SOFT MAGNETIC COMPOSITES USED IN ELECTROMECHANICAL ENGINEERING. *ANNALI D'ITALIA Ученые: Global Science Center LP*, (31), 124-128.
6. Berdiyev, U., Vechev, A., & Khasanov, F. (2021). Investigation of the frequency characteristics of composite iron powders with insulating oxide coatings. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 05014). EDP Sciences.