

11. Kim W., Safonov V.P., Shalaev V.M., Armstrong R.L. Fractals in Microcavities: Giant coupled, multiplicative enhancement of optical responses // Phys. Rev. Lett. – 1999. – Vol. 82, № 24. – P. 4811–4814.
12. Anger P., Bharadwaj P., Novotny L. Enhancement and quenching of single-molecule fluorescence // Phys. Rev. Lett. – 2006. – Vol. 96. – P. 113002–113005.

Аюбекова А.Е., Изимов С.А., Каппар С.С., академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, физика-техникалық факультеті, РТК-312 тобының студенттері;

Роговая К.С., академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, физика-техникалық факультеті, МТФ-22 тобының магистранты;

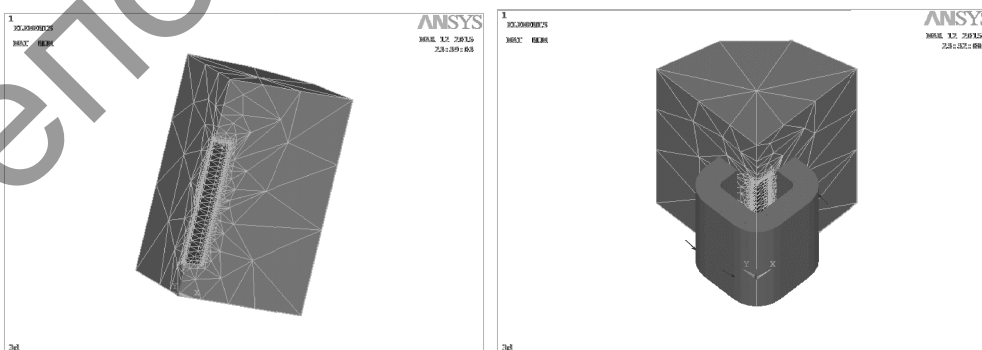
Танскожанова А.Р., академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, физика-техникалық факультеті, МТФК-15 тобының магистранты;

Оспанов А.Е., Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, энергетика, автоматика және телекоммуникация факультеті, ЭЭ-13-4 тобының студенті
(*Ғылыми жетекшісі – к.т.н., доцент Айкеева А.А.*)

ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ЖҮЙЕНІҢ ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫ МОДЕЛІ

Имитациялық модельдеудің этапы 3D-модельдеу және оның симметриялы екенін ескере отырып, шешім электромагниттің төрттен бір қимасына жүргізілді, ол бірінші квадрант түрінде көрсетілген, Жұмыс жазықтығында металл болат өзекше және оны қоршаған ауа жазықтығы көрсетілген. Болат өзекше бір объект- параллелепипед, ол өзекшенің және өзекше мен орам арасындағы ауа кеңістігінің параметрлерін беру арқылы салынған. Екі параллелепипедті (өзекше және ауа кеңістігінің облысы) салғанда олар бір біріне қабаттасып, бір элементке бірігеді. Өзекше мен ауа кеңістігінің облысын біріктіріп тұрған ауа кеңістігі цилиндрдің төрттен бірімен көрсетілген. Ауа үшін магниттік өткізгіштік параметрі, ал өзекше үшін вектор параметрлері магнит индукциясы B мен магнит өрісінің кернеулігі H беріледі. Өзекшенің қима ауданын бөлу үшін SOLID96 элементі қолданылады [1,2]. Бұл элемент тек 3D-модельдері үшін ғана қолданылады. Электромагниттердің төрттен бір қимасын имитациялайтын облысты құрастыру үшін үш төбе координаттары арқылы параллелепипед салынады. Сыртқы ортаны (ауаны) имитациялайтын облыс цилиндр сегменті болып табылады. Келесі этапта модель облысы элементтерін ақырғы элементтерге бөледі. Бөлу кезінде элементтер көп болған сайын соғұрлым есептің шешімі дұрыс болатынын ескерген жөн. Облыстарды ақырғы элементтерге бөлу 1 суретте көрсетілген.

Модельдеудің келесі сатысында орам параметрлерін беру болып табылады, олар: орам саны, ішкі радиус, сыртқы радиус, орамдағы тоқ, орам қалыңдығы және тоқ бағыты көрсетіледі, ол электромагниттердің полюстерін анықтау үшін қажет. Осы жағдайда тоқ бағыты сағат тіліне бағыттас, яғни төменде оңтүстік полюспен, ал үстінде солтүстікпен орналасқан. Нәтижесінде алынған шығаруға дайын модель 1 суретте көрсетілген, мұнда ораммен оралған болат өзекшенің төрттен бірі көрсетілген. Модель элементін көрсету үшін орам толығымен көрсетілген.



Сурет 1. Электромагнит моделі

Электромагниттік әсерінен болатын тартылу күшін Максвелл формуласымен анықтауға болады, ол магнит өрісін талдаудан алынған, полюстің бетіне әсер етеді [2,58]. Егер жұмыс саңылауындағы өріс тең және полюстер қанықпаған болса, онда электромагнит үшін Максвелл тендеуі келесі түрде болады:

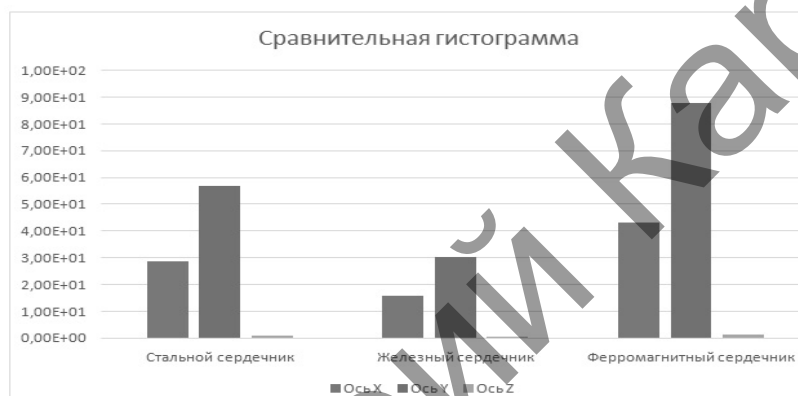
$$P = \frac{1}{2\mu_0} B_0^2 S = \frac{1}{2} \frac{\Phi_0^2}{\mu_0 S}$$

мұнда B_0 (Тл) - индукция; Φ_0 (Вб) – жұмыс саңылауындағы магниттік өріс; S (м²) – полюс ауданы.

Шешу нәтижесінде электромагниттің тарту күшін анықтадық. Электромагниттік тарту күшін анықтау электромагниттік көтергіш қондырғы элементтерінің күштік өзара әсерлесуін талдау үшін қажет. Бұл модель қондырғының әр түрлі параметрлерінде виртуалды эксперименттер жүргізу үшін қажет. Ол физикалық модельге кететін шығындарды айтарлықтай үнемдейді.

Болат өзекшесі бар модельден басқа экспериментте тағы екі нұсқа қарастырылды: ферритті материалдан жасалған өзекше және темір өзекше. Есептеу магниттік сипаттамалардың әр түрлі көрсеткіштерінің шарттарына байанысты жүргізілді.

Талдау жүргізі мен үш түрлі өзекшені есептеу нәтижесінде салыстырмалы гистограмма құрастырылды, ол 2 суретте көрсетілген [3,30]. Біздің жағдайда тартылыс күші төртке көбейтіледі, себебі септеу электромагниттің төрттен бір бөлігіне жасалды.

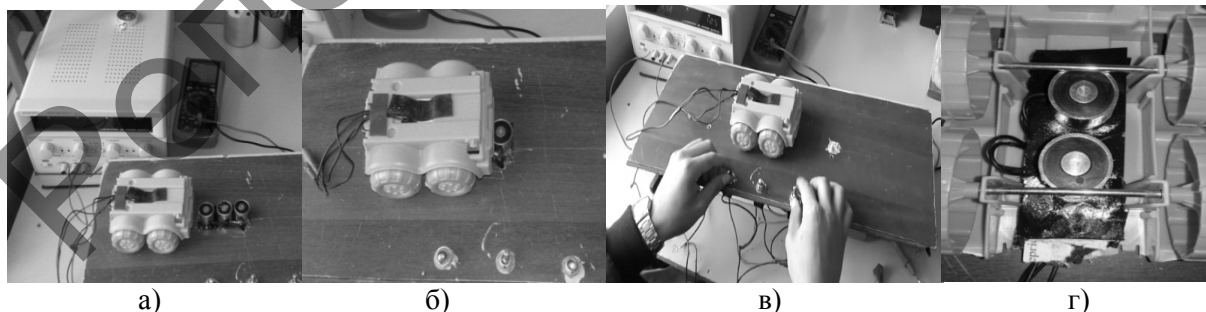


Сурет 2. Салыстырмалы гистограмма

Электромагниттердің параметрлерін сатылы түрде өзгерте отыра, бірнеше эксперименттер жүргізілді және электромагниттік тартылу күшінің өзгерісі зерттелді. Бұл жұмыс электромагниттік көтергіш қондырғының скипындағы электромагниттер мен бағыттаушы құрылғыдағы электромагниттердің өзара әсерлесуінің моделін құрастырудың бірінші этапы болып табылады.

Зерттеу кезінде левитациялық жүйенің бірнеше эксперименталды стендтері жасалды. Эксперименттер электромагниттердің үш түрін, яғни ферритті өзекшемен, болат өзекшелі және zue1-P25/20 модельді электромагниттерді қолдану арқылы жүзеге асты.

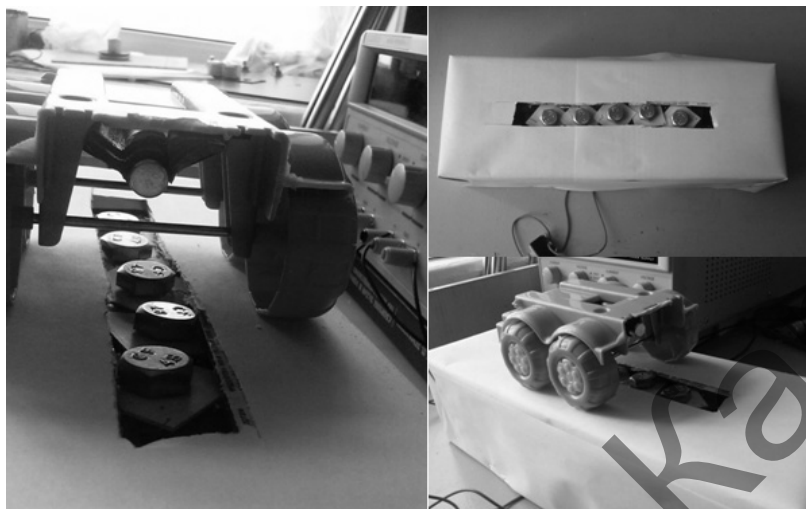
Бірнеше эксперименттер жүргізілді, нәтижесінде скип (арба) моделінің горизонталь бағытта қозғалысы жүзеге асты, ол 3 суретте көрсетілген.



а) бастапқы жағдайлағы скип моделінің қозғалысы б) ортадағы скип моделінің қозғалысы, в) соңындағы скип моделінің қозғалысы г) скиптың төменгі жағында орналасқан электромагниттер

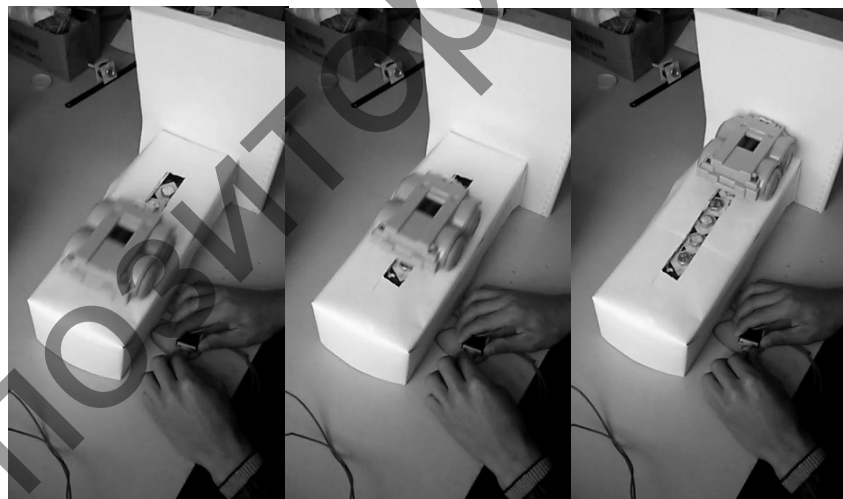
Сурет 3. Горизонталь бағыттағы скип моделінің қозғалысы

Стендтің төменгі платформасында, сонымен қатар скип моделінің (арба) төменгі бөлігінде полярлықтары кезектескен электромагниттер орналасқан. Арбада және платформада орналасқан электромагниттер полярлықты ауыстырған кезде платформадағы арба қозғалуы керек деген мақсатпен орналасқан. Бұл экспериментте *zye1-P25/20* модельді электромагнит қолданылған. Сонымен қатар тағы екі түрлі электромагниттермен эксперимент жүргізілген, олар ферритті өзекшесі және болат өзекшесі бар электромагнит, ол 4 суретте көрсетілген.



Сурет 4. Эксперименталды модель

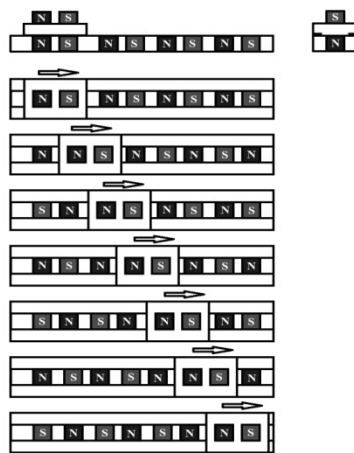
Платформада оңтүстік және солтүстік полюстері кезектескен болат өзекшесі бар электромагнит орналасқан. Скип моделінде неодимді магнит орналасқан. Экспериментальды модельдың қозғалу этаптары 5 суретке сәйкес келеді.



а) бастапқы жағдайлағы скип моделінің қозғалысы б) ортадағы скип моделінің қозғалысы, в) соңындағы скип моделінің қозғалысы г) скиптың төменгі жағында орналасқан электромагниттер

Сурет 5. Горизонталь бағыттағы скип моделінің қозғалысы

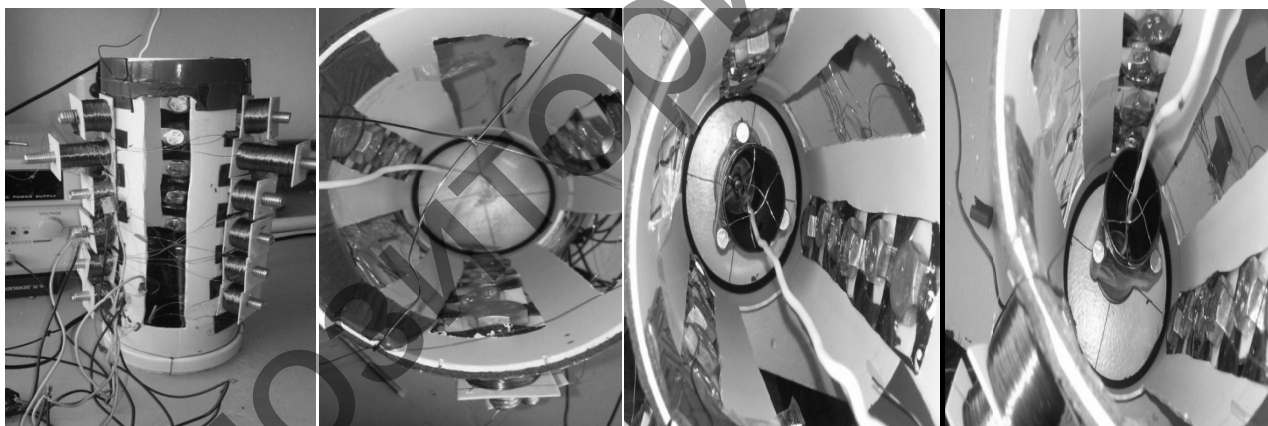
Zye1-P25/20 моделіндегі және болат өзекшелі электромагнит негізінде жасалған эксперименталды модель 6 суреттегі схемаға сәйкес келеді.



Сурет 6. Эксперименталды модель схемасы

Тәжірибе болат өзекшелі электромагнитті қолданған кезде, ферриттің өзекшесі бар электромагнитке қарағанда скип моделінің жылдамдығы жоғары болатынын көрсетті. Бірақ ферритті өзекшенің тарту күші жоғары болғанымен, тәжірибе болат өзекшені қолданған кезде, эксперименталды модельдің (арба) қозғалу жылдамдығы жоғары екенін көрсетті. Мұны болат өзекшелі электромагниттің өзара әсерлесуі, ферритті өзекшелі электромагниттерге қарағанда жоғары екенін көрсетті. 7 суретте скип моделінің вертикаль қозғалысының эксперименталды стенды көрсетілген.

Бұл стендте болат өзекшелі электромагниттер орналасқан үш бағыттаушы құрылғы орналасқан. Ол бір біріне 120 градус бұрышпен орналасқан. Скип ішінде бір бірімен 120 бұрышпен орналасқан неодимді магниттер орналасқан. Олардың полярлығы кезектескен.



Сурет 7. Скиптің эксперименталды моделі

Зерттеу барысында электромагниттің негізгі параметрлерін есептеу қажет болды. Негізгі мақсат ферритті және болат өзекшелі электромагниттердің тарту күшін анықтау болды.

Электромагниттердің негізгі параметрлерін анықтау үшін өзекше мен мыс сымның (катушканың) сипаттамаларын қолдану қажет болды. катушка арқылы электр тоғын өткізген кезде, оның ішінде орналасқан болат (ферритті) өзекше табиғи магниттің қасиеттеріне ие болады. Болат (ферритті) өзекшенің магнитталу дәрежесі одан өтетін магнит ағындарының мәнімен анықталады, тартылатын жүктің максималды массасы (электромагниттің жүк көтеру күші) айтылады, ол катушка арқылы өтетін ток мәніне, орам санына, катушканың температурасына, көтеретін жүктің температурасына, пішініне, химиялық құрамына тәуелді.

Зерттеу барысында болат (ферритті) өзекшесіз катушканың да магниттік қасиеті бар, яғни магниттелген денелерді өзіне тартады, бірақ бірдей ток кезінде тарту күші болат (ферритті) өзекшесі бар катушкаға қарағанда айтарлықтай аз екені анықталды. Бұл ауаның магнитті өткізгіштігі, болат (ферритті) өзекшесіне қарағанда айтарлықтай аз болуымен түсіндіріледі.

Ферритті және болат өзекшесі бар электромагниттердің тарту күші сәйкесінше 1, кестелерде көрсетілген.

Кесте 1 – Ферритті өзекшесі бар электромагниттің тарту күші

Марка	M600НН, С 3.5x20	M600НН, С 4x45	M400НН, С.8x63	M2000НМ, С 6x25
Тарту күші Р, Н	7,4	12,5	28,8	6,6

Кесте 2 - Болатөзекшесі бар электромагниттің тарту күші

Марка	M6	M8	M10	M12
Тарту күші Р, Н	6,4	18,8	25,5	25,8

Есептеу нәтижелері ферритті өзекшесі бар электромагниттердің тарту күші болат өзекшелігіне қарағанда жоғары екенін көрсетті. Ферриттер ағындық токтардың аз шығынына ие және барлық магнитті материалдардың ішінде ең жоғары жиіліктерде жұмыс атқара алады. Бірақ қанығу индукциясы төмен. Олардың ерекшелігі параметрлерінің температураға тәуелділігі, сонымен қатар материалдың ескіруі мен уақыт өте келе қасиеттерінің төмендеуі. Әрбір феррит маркасының қолдану аймағы сындық жиілікпен анықталады, егер одан асса шығындар көбейіп, магниттік өткізгіштік төмендейді. Болат стерженьді өзекшелерде құйынды токтар оңтайлы роль атқарады. Осы индуктивтілікте өзекше катушканың беріктілігін жоғарлатады.

Жүргізілген зерттеулер негізінде келесі ғылыми негізделген теориялық және эксперименталды нәтижелер алынды:

1. ANSYS қолданбалы бағдарламасында электромагнит және электромагнит, тұрақты магнит және электромагниттердің электромагниттік күштік әсерлесуін анықтайтын алгоритмдер мен бағдарламалық модульдер құрастырылды.

2. Нәтижесінде электромагнит және тұрақты магнит өзара әсерлесуі анықталды.

3. Электромагниттер параметрлері өзгерісінің электромагниттік өзара әсерлесуге, электромагниттік өріс параметрлеріне әсері зерттелді. Құрастырылған алгоритм бойынша жүргізілген есептеулер нәтижесінде алынған мәліметтерге статикалықпендеу жүргізілді.

4. Электромагниттік жүйенің эксперименталды моделі құрастырылды.

5. ANSYS бағдарламалық ортасында имитациялық модель құрастырылды.

6. Эксперименталды қондырғы құрастырылды.

Қолданылған әдебиеттер:

1. Чигирев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров: Справ, пособие. - М.: Машиностроение-1, 2004. - 512 с.

2. Айкеева А.А., Жәутіков Б.А., Роговая К.С., Жәутіков Ф.Б., Мухтарова П.А. Электромагниттік көтергіш қондырғысының «скип-бағыттаушы құрылғы» жүйесін зерттеу // Вестник Карагандинского университета, серия «Физика», № 4(80)/2015 –Изд-во КарГУ-2015. С.57-61.

3. Aikeeva A.A., Zhautikov B.A., Rogovaya X.S., Zhautikov F.B., Muhtarova P.A. 3-D modeling of elements of skip-electromagnet system // Eurasian Physical Technical Journal. №2(24),2015 –Изд-во КарГУ-2015. С.28-32.

Балгабаева А.Б., академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, биология-географиялық факультет, БО-41 тобының студенті
(Ғылыми жетекші – б.ғ.к., доцент **Турлыбекова Г.К.**)

«БҰЙРАТАУ» МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ САЯБАҒЫНДА МАРАЛДАР САНЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫ

Бұл мақалада торлы қоршаудағы маралдардың «Бұйратау» Мемлекеттік ұлттық табиғы саябағында 2013 – 2015 жылдар арасында санының динамикасы көрсетілген.

Жұп тұяқты аңдар қажетті тағамдар алу көзі болып табылады, жиі өздерінде басқа тұтынушы аз пайдаланатын өсімдіктерді жинайды. Осы топтағы жануарлар көптеген биоценоз құрамына кіреді,