

UO'K 531+538.65

**HARORATNI HISOBGA OLGAN HOLDA MAGNIT-ELASTIK
PLASTINALARNING KUHLANGANLIK-
DEFORMATSIYALANGANLIK JARAYONLARINI MATEMATIK
MODELLASHTIRISH**

Sh.Sh.Safarov

Alfraganus university, doqum, PhD, shohfar@gmail.com

Maqola Gamilton-Ostrogradskiy variatsion tamoyili asosida murakkab konstruktiv shakldagi yupqa magnit elastik plastinalarning geometrik noxiziqli deformatsiyalanish jarayonining matematik modeli ishlab chiqish va hisoblash tajribalarini o'tkazishga bag'ishlanadi. Bunda Kirxgof-Lyav gipotezasidan foydalanib uch o'lchovli matematik model ikki o'lchamli ko'rinishga o'tkazildi. Kinetik va Potensial energiya hamda tashqi kuchlar bajargan Ishning variatsion ko'rinishlarini aniqlashda Koshi munosabatlari, Guk qonuni, Lorens kuchi va Maksvell elektromagnit tenzor ko'rinishidan foydalanildi. Magnit elastik plastinaning deformatsion kuchlanish holatiga elektromagnit maydon ta'sirlari ko'rildi, natijada ko'chishga nibatan boshlang'ich va chegaraviy shartlarga ega bo'lgan, xususiy hosilali differensial tenglamalar sistemasi ko'rinishidagi matematik model hosil bo'ldi. Tenglamani yechish uchun R-funksiya, Bubnov-Galerkin, Nyumark, Gauss, Gauss kvadratlar, va Iterasiya sonli usullaridan foydalanib hisoblash algoritmi ishlab chiqildi. Hisoblash tajribalari magnit elastik plastinaning turli mexanik holatlari, chegaralari qattiq mahkamlangan, bir tomoni sharnir ikkinchi tomoni erkin holatida hisoblash tajribalari o'tkazilib sonli natijalar olindi. O'takazilgan hisoblash natijalarining qiyosiy tahlillari keltirildi.

Kalit so'zlar: *Gamilton-Ostrogradskiy tamoyili, Bubnov Galerkin, Koshi munosabatlari, Guk qonuni, Maksvell elektromagnit tenzori, R-funksiya, Gauss, Iterasiya.*

Bugungi kunda elektromagnit maydonlarning elektr o'tkazuvchanlik va magnit elastiklikning nochiqli nazariyalari, xususan ikki yoki undan ortiq fizik maydonlarning o'zaro bog'liqlik nazariyalariga asoslangan ilmiy tadqiqotlar yuqori sur'atlarda rivojlanmoqda. Yupqa magnit elastik konstruktiv elementlar mashinasozlik, samolyotsozlik, kemasozlik va inshootlar qurish obektlarining muhim tarkibiy elementlarini tashkil etadi. Jahon va yuztimizning ko'plab olimlari yupqa elektro'tkazuvchan jismlarning magnit elastik deformatsiyalanish jarayonlari ustida ko'plab tadqiqotlar olib borishgan. Xususan, D.I. Bardzokas, S.A. Ambarsumyan, G.Ye. Bagdasaryan, M.V. Belubekyan, X.A. Raxmatulin, V.K. Kobulov, B. Kurmanbaev, Sh.A. Nazirov, T. Yuldashev, A.A. Xoljigitov, R.Sh. Indiaminov, F.M. Nuraliev kabi olimlari shular jumlasidandir. O'rganilgan adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, elektromagnit maydon ta'siridagi elektr o'tkazuvchan murakkab konstruktiv shakldagi magnit elastik yupqa plastinalarning geometrik nochiqli deformatsiyalanish jarayonlarini matematik model lashtirish muammolari hozirgi kungacha yetarli darajada o'rganilmagan. Bu esa qo'yilgan masalaning qanchalik muhim va uning ustida tadqiqotlar o'tkazish dolzarbligini belgilaydi.

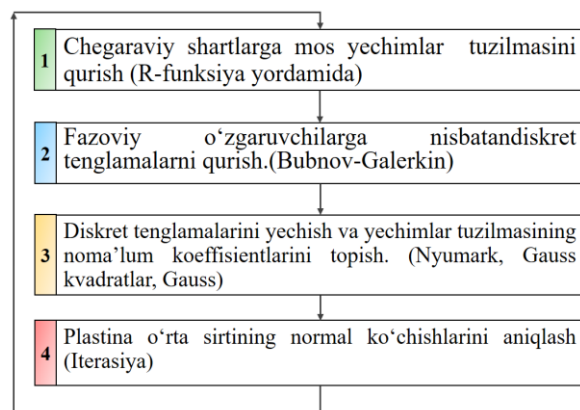
Gamilton-Ostrogradskiy variatsion tamoyili asosida magnit elastik plastinaning geometrik nochiqli deformatsiyalanish jarayonining matematik modelini ishlab chiqildi [1]. Kirxgoff-Lyav gipotezasi yordamida uch o'lchovli matematik model, ikki o'lchovli ko'rinishga o'tkazildi. Koshi munosabati va Guk qonuni yordamida geometrik nochiqli tenzor deformatsiyasi olinadi. Natijada Lorens kuchi hamda Maksvell elektromagnit tenzor ko'rinishidan foydalanildi [2] magnit elastik plastinaning elektromagnit maydon kuchlar ishlab chiqildi. Natijada elektromagnit maydon kuchlari ta'sirida geometrik nochiqli deformatsiyalanish jarayonini ifodalovchi umumlashgan matematik model ishlab chiqildi [5].

$$\left\{ \begin{aligned} & -\rho h \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial N_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial N_{xy}}{\partial y} + N_x + R_x + q_x + T_{zx} = 0, -\rho h \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \frac{\partial N_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial N_{xy}}{\partial x} + N_y + R_y + q_y + T_{zy} = 0, \\ & -\rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 M_{xx}}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 M_{yy}}{\partial y^2} + N_{xx} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + N_{yy} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + N_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + \\ & + \left(\frac{\partial N_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial N_{xy}}{\partial y} \right) \frac{\partial w}{\partial x} + \left(\frac{\partial N_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial N_{xy}}{\partial x} \right) \frac{\partial w}{\partial y} + N_z + R_z + q_z + T_{zz} = 0. \end{aligned} \right.$$

(1)

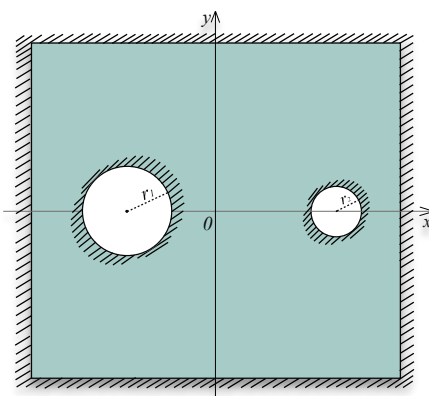
Boshlag'ich shartlar va chegaraviy shartlar:

$$\left\{ \begin{aligned} & \rho h \frac{\partial u}{\partial t} \delta u \Big|_t = 0, \rho h \frac{\partial v}{\partial t} \delta v \Big|_t = 0, \rho h \frac{\partial w}{\partial t} \delta w \Big|_t = 0, (N_{xx} + N_{px} + N_{Tx}) \delta u \Big|_x = 0, (N_{xy} + N_{py} + N_{Txy}) \delta v \Big|_x = 0, \\ & M_{xx} \delta \frac{\partial w}{\partial x} \Big|_x = 0, M_{xy} \delta \frac{\partial w}{\partial y} \Big|_x = 0, M_{yy} \delta \frac{\partial w}{\partial y} \Big|_y = 0, M_{xy} \delta \frac{\partial w}{\partial x} \Big|_y = 0, (N_{yy} + N_{Fy} + N_{Tyy}) \delta v \Big|_y = 0, \\ & \left[N_{xx} \frac{\partial w}{\partial x} + N_{xy} \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial M_{xx}}{\partial x} - \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} + N_{Pz} + N_{Tzx} \right] \delta w \Big|_x = 0, \left[N_{yy} \frac{\partial w}{\partial y} + N_{xy} \frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\partial M_{yy}}{\partial y} - \frac{\partial M_{xy}}{\partial x} + N_{Fz} + N_{Tyz} \right] \delta w \Big|_y = 0. \end{aligned} \right.$$

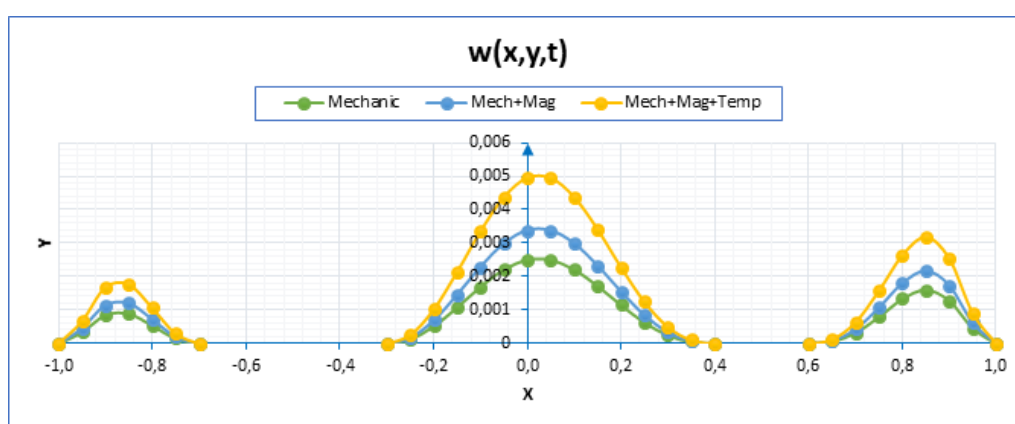


1-rasm. Tenglamani yechishning hisoblash algoritmi.

R-funksiya yordamida nosimmetrik bo'lgan murakkab soha (1-rasm) uchun chegaraviy tenglamasi qurildi. Mazkur nosimmetrik murakkab shakldagi magnit elastik plastinaning (2-rasm) tashqi kuchlar ta'siri ostida koordinata o'qi bo'ylab egilishining sonli natijalar hamda grafik tasviri 3-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Nosimmetrik yupqa plastina chegaralari qattiq mahkamlangan holatidagi tasviri



3-rasm. Murakkab konfiguratsiyali magnitlastik nosimmetrik yupqa plastina chegaralari qattiq mahkamlangan holatidagi koordinata o'qidagi grafik tasviri

Yupqa plastinaga mexanik kuchlar ta'siri hamda mexanik kuchlarga magnit maydon kuchlar ta'siri ham qo'shib hisoblash ishlari olib borildi (1-jadval, 3-rasm), va hisoblash tajribalar xulosasi shuni ko'rsatadiki ularning o'zaro farqi 18.4% ni tashkil qildi [5].

Xulosa

Haroratni hisobga olgan holda murakkab shaklli magnito-termo-elastik yupqa plastinaning geometrik noxiziqli deformatsiyalanish jarayonlarini ifodalovchi matematik model ishlab chiqilgan. Matematik modeldagi noma'lum koeffitsientlarni topish uchun hisoblash algoritmi ishlab chiqilgan. Matematik

modelning noma'lum koeffitsientlari qattiq mahkamlangan va mentli yupqa plastinka chegaralari holatlari uchun topildi. Olingan raqamli natijalar asosida elektromagnit maydon kuchlarining yupqa plastinkaga ta'siri o'rganildi va ularning qiyosiy tahlili taqdim etildi. Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, magnit maydon kuchi nozik magnit elastik plitalarga ta'sir qiladi. Bu magnit maydon kuchi plastinkaning deformatsiya jarayoniga bevosita ta'sir qilishini isbotlaydi.

Adabiyotlar

1. Kabulov V.K. Algorithmization in the theory of elasticity and deformation theory of plasticity Tashkent Science 1966. 392 p.
2. Ambartsumyan S.A., Belubekyan M.V. Some problems of electromagneto elasticity of plates. – Erevan: 1991.–144 p.
3. Kurpa L.V. Metodom R-funksi dlya resheniya lineynykh zadach izgiba i kolebaniy pologix obolochek. Xarkov NTU XPI 2009. 391s.
4. Nuraliev F.M., Safarov Sh.Sh., Artikbaev M.A. Deformatsiyalangan mangnitelastik plastinaning matematik modeli va hisoblash algoritmi. Informatika energetika muammolari Tashkent 5/2020. C 38-49.