

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY
UNIVERSITETINING JIZZAX FILIALI**



KOMPYUTER ILMLARI VA MUHANDISLIK TEXNOLOGIYALARI
mavzusidagi Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami
2026-yil 25-26-sentabr

(1-qism)

JIZZAX-2026

Kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari. Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to'plami – Jizzax: O'zMU Jizzax filiali, 2026-yil 25-26-sentabr. 507-bet.

Xalqaro miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallarida zamonaviy kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari sohasidagi innovatsion tadqiqotlar aks etgan.

Globalashuv sharoitida davlatimizni yanada barqaror va jadal sur'atlar bilan rivojlantirish bo'yicha amalga oshirilayotgan islohotlar samarasini yaxshilash sohasidagi ilmiy-tadqiqot ishlariga alohida e'tibor qaratilgan. Zero iqtisodiyotning, ijtimoiy sohalarni qamrab olgan modernizatsiya jarayonlari, hayotning barcha sohalarini liberallashtirishni talab qilmoqda.

Ushbu ilmiy ma'ruza tezislari to'plamida mamlakatimiz va xorijlik turli yo'nalishlarda faoliyat olib borayotgan mutaxassislar, olimlar, professor-o'qituvchilar, ilmiy tadqiqot institutlari va markazlarining ilmiy xodimlari, tadqiqotchilari, magistr va talabalarining ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari mujassamlashgan.

Mas'ul muharrirlar: DSc.prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M.

Tahrir hay'ati a'zolari: p.f.d.(DSc), prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M., t.f.f.d.(PhD), prof. Abduraxmanov R.A., p.f.f.d.(PhD) Eshankulov B.S., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., p.f.n., dots. Alimov N.N., p.f.f.d.(PhD), dots. Alibayev S.X., t.f.f.d.(PhD), dots. Abdumalikov A.A., p.f.f.d.(PhD) Hafizov E.A., f.f.f.d.(PhD) dots., Norbekova B.Sh. p.f.f.d.(PhD) dots. Sindorov L.K., t.f.f.d.(PhD), dots. Nasirov B.U., b.f.f.d. (PhD) O'ralov A.I., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., t.f.f.d.(PhD) Kuvandikov J.T., i.f.n., dots. Tsoy M.P., Sharipova S.F., Jo'rayev M.M.

Mazkur to'plamga kiritilgan ma'ruza tezislarining mazmuni, undagi statistik ma'lumotlar va me'yoriy hujjatlarning to'g'riligi hamda tanqidiy fikr-mulohazalar, keltirilgan takliflarga mualliflarning o'zlari mas'uldirlar.

3. Brunton S. L., Kutz J. N. Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems, and Control. — Cambridge University Press, 2019.

4. Lasota A., Mackey M. C. Chaos, Fractals, and Noise: Stochastic Aspects of Dynamics. — Springer, 1994.

ЯРИМ ТЕКИСЛИКДА ЎРНАТИЛГАН ҚОВУШОҚ ЭЛАСТИК ҚАТЛАМДА ТЎЛҚИН ТАРҚАЛИШИ

¹Сафаров И.И., ¹Каримов И.М., ¹Ўролов Ў.А., ¹Юлдошева О.О.

¹Тошкент кимё-технология институти legolas0810@mail.ru

Аннотация: Ушбу тезисда ярим текисликдаги қатлам ёки плита динамикаси масалалари, қовушоқ-эластик хоссага эга бўлган қатламли конструкцияларда тўлқин тарқалиш жараёнлари тадқиқ этилган. Ҳаракат дифференциал тенгламалари келтирилиб, гармоник тебранишлар ва хос интеграл усуллари ёрдамида ечиш услубияти баён қилинган.

Калит сўзлар: қовушоқ-эластиклик, қатлам, плита, тўлқин тарқалиши, гармоник тебраниш, Ҳанкел интеграл алмаштириши, частота, дисперсия.

Ярим текисликдаги қатлам ёки плита динамикаси масалалари техникада кенг қўлланилади [2, 5]. Шунинг учун бундай масалаларни ўрганиш жуда долзарб бўлган масалалар соҳасини ифодалайди [2]. Қатламли асос энг аввало, қатламдаги қатламли конструкцияларини бевосита қўллаш системасини ташкил этади [2, 6]. Юқорида келтирилганлардан келиб чиқадики, йўл қопламалари конструкциясининг турли хил динамик бикрлик ва динамик таъсир ҳолатларини акс эттирадиган физик модель амалий аҳамиятга эга бўлади [2].

Бир неча йил давомида магистрал йўл конструкцияларида динамик диагностика усуллари ёрдамида олинган кўплаб тажриба маълумотларига таяниб, ишчи гипотезани шакллантириш мумкин: мос физик модель бўлиб, нефтьгаздаги эквивалент қатлам хизмат қилиши мумкин, умумий динамик бикрлик ва конструкция ишининг турли ҳолатларини акс эттира олади [2].

Агар қатламнинг эркин сирти $M(t) = Me^{i\Omega t}$ буралувчи гармоник ўзгарувчи момент билан силжитувчи кучланишларнинг чизиқли тақсимооти бўйича доиравий текисликда юкланганда, тегишли ҳаракат тенгламаси, Ҳанкел интеграл алмаштириши қўлланилиб эркин сирт ҳамда қатлам ва ярим фаза чегарасидаги чегаравий шартлар бажарилгандан сўнг, тангенциал кўчишлар u_s кўйидаги кўринишда олинди [1, 3]:

$$u_s = \frac{2Me^{i\Omega t}}{\pi a^2 G} \int_0^\infty H_i J_1(\eta) J_1\left(\frac{r}{h}\eta\right) d\eta \quad (1)$$

$$\text{бу ерда: } H_i = \frac{\varepsilon(A_i^* e^{\xi_i^* \frac{z}{h}} - B_i^* e^{-\xi_i^* \frac{z}{h}})}{(1+i\delta)_i(A_i^* + B_i^*)}, \quad H_i^* = \frac{\varepsilon(A_i^* e^{\xi_i^* \frac{z}{h}} + B_i^* e^{-\xi_i^* \frac{z}{h}})}{(1+i\delta)_i(A_i^* + B_i^*)} \quad [1];$$

$$A^* = \left[\varepsilon \frac{(1+i\delta)}{(1+i\delta)_i} - \xi_i^* \right] e^{-\xi_i^* \frac{h}{h}}, \quad B^* = \left[\varepsilon \frac{(1+i\delta)}{(1+i\delta)_i} + \xi_i^* \right] e^{\xi_i^* \frac{h}{h}} \quad [1];$$

$$\xi^* = \sqrt{\eta^2 - \frac{\Omega^2}{1+i\delta}}, \quad \xi_i^* = \sqrt{\eta^2 - \frac{\Omega^2}{\psi(1+i\delta)_i}}, \quad \varepsilon = \frac{G}{G_1}, \quad \psi = \frac{c}{c_1} \quad [1].$$

Интеграл остидаги функциялар ҳақиқий ўзгарувчининг комплекс функциялари бўлиб, интеграллаш соҳасида узилишга эга эмас ва хосмас интеграллар яқинлашувчидир [1, 9]. Улар ҳисоблаш машиналари (ЭХМ) ёрдамида сонли усулда ҳисобланиши мумкин [3]. Аналогик усулда, юқоридагидек, қатламли ярим фазадаги масса тебраниши учун муносабатларни, амплитуда-частота характеристикаларини ёки механик импеданс функцияларини келтириб чиқариш, ёки импульсли юкланишдаги динамик реакцияни ечиш мумкин [3, 4].

Ишқаланиш таъсирисиз ярим фаза билан контактда бўлган плитанинг силжиш ва ротацион инерциялар таъсирини ҳисобга олган ҳолдаги ҳаракат дифференциал тенгламаси қуйидаги кўринишга эга [2, 8]:

$$\Delta w - \left(\frac{1}{c_s^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \frac{1}{c_R^2} \frac{\partial^4}{\partial t^4} \right) \Delta w + \frac{ch}{D^*} \frac{\partial^4 w}{\partial t^4} = \frac{p}{D^*} - \frac{q}{D^*} \quad (2)$$

бу ерда: p — плитанинг вертикал юкламаси, q — ярим фазонинг вертикал реакцияси, c_s, c_R — кўндаланг ҳамда сиртқи кучланиш тўлқинларининг комплекс тезликлари, D^* — плитанинг комплекс бикирлиги [2, 10].

Гармоник тебраниш учун ва ҳажм ҳамда шакл ўзгаришларида бир хил реологик параметрлар фараз қилинганда тенгламалар қуйидагича берилади [1, 3]:

$$c_s = \sqrt{\frac{E(1+i\delta)}{c(1-\mu^2)}}, \quad c_R = \sqrt{\frac{\psi G(1+i\delta)}{c}}, \quad D^* = \frac{Eh^3(1+i\delta)}{12(1-\mu^2)}$$

бу ерда: $\psi = [0,87 + 1,12\mu]/(1+\mu)^2, \delta$ — плита материалининг сўниш параметри, μ — Пуассон коэффиценти, E, G — плита учун комплекс эластиклик модуллариининг ҳақиқий қисмлари, h — плита қалинлиги [1].

Асосий динамик масала бўлиб a радиусли доиравий текисликда плитани гармоник ўзгарувчи нормал юклаш ҳисобланади, масалан, $Pe^{i\Omega t}$ кучи билан тенг тақсимланган нормал юклама учун [2, 5]. Ханкел интеграл алмаштиришини қўллашда ва контакт шартини қаноатлантиришда (яъни плитанинг вертикал эгилиши ярим фаза сиртининг вертикал эгилиши билан бир хил бўлиши керак), плитанинг динамик эгилишини қуйидаги кўринишда оламиз [1, 9]:

$$w(r, t) = \frac{Pe^{i\Omega t}}{Ga} \frac{6(1-\mu)}{\pi} \int_0^\infty \frac{J_1\left(\frac{\xi}{h}a\right)J_0\left(\frac{\xi}{h}r\right)}{(1+i\delta)F(\xi, \beta)} d\xi \quad (3)$$

бунда [1]:

$$F(\xi, \beta) = \xi^4 - \beta^2 \left(\frac{1-\mu}{2} + \frac{1}{1+i\delta} \right) \xi^2 + \frac{(1-\mu)}{2\psi} \frac{\beta^4}{(1+i\delta)^2} - \frac{6(1-\mu)\beta^2}{1+i\delta} - 6(1-\mu) \frac{G_1}{G} F_1(\xi, \beta)$$

$$F_1(\xi, \beta) = (1+i\delta)_i \left[\left(2\xi^2 - \varepsilon_1 \frac{\beta^2}{1+i\delta_i} \right) - 4\xi^2 \sqrt{\xi^2 - \varepsilon_1^2 \frac{\beta^2}{1+i\delta_i}} \sqrt{\xi^2 - \varepsilon_2^2 \frac{\beta^2}{1+i\delta_i}} \right]$$

(2), (3), (4) тенгламаларда ξ ўлчамсиз тўлқин сонини, $\beta = \omega h / c_2$ — ўлчамсиз частотани билдиради [1].

$$\varepsilon_1 = c_2 / c_1 = \sqrt{G / G_1} \sqrt{\frac{E_1(1-\mu_2)}{c_1(1+\mu_1)(1-2\mu_2)}}, \quad \varepsilon_2 = \frac{c_2}{c_{2i}}$$

δ_i — ярим фаза материалининг сўниш параметри, E_1, G_1 — ярим фаза материали учун эластиклик модуллари ҳақиқий қисмлари [1, 3]. Плитанинг эгувчи моменти M қуйидаги тенглама бўйича аниқланади [2, 8]:

$$M(r) = \frac{P e^{i\Omega t}}{a} \int_0^\infty M(\xi, \beta) \left[J_0\left(\frac{\xi}{h} r\right) - (1-\mu) \frac{h}{r} J_1\left(\frac{\xi}{h} r\right) \right] J_1\left(\frac{\xi}{h} a\right) d\xi$$

$$M(\xi, \beta) = \frac{1}{\pi} \left[\xi^2 - \frac{\beta^2}{\psi(1+i\delta)} \frac{G_1}{G} \frac{F_1(\xi, \beta)}{F(\xi, \beta)} - \frac{1}{6\psi(1-\mu)} \right]$$

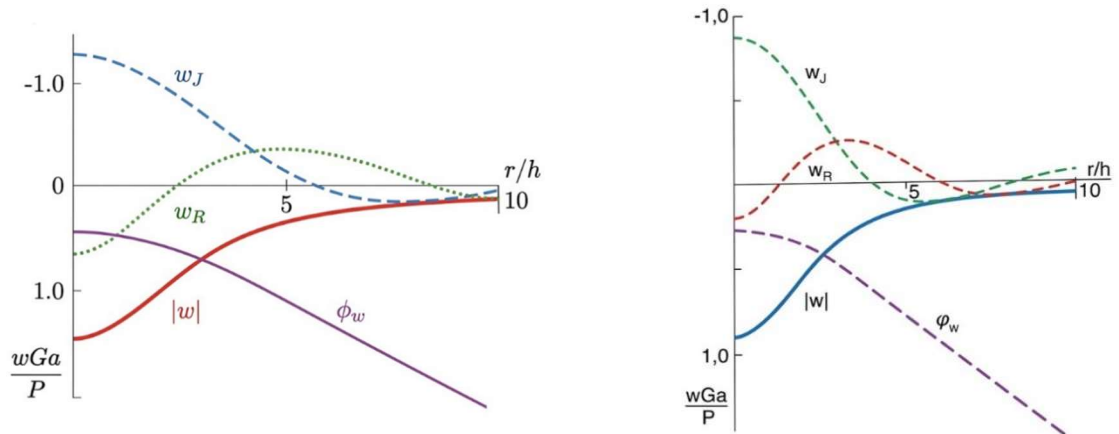
Плитанинг кўндаланг кучи Q учун қуйидаги тенгламага эгамиз [2]:

$$Q = \frac{P}{a} e^{i\Omega t} \left[-\frac{6(1-\mu)}{\pi} \left(\beta^2 + \frac{G_1}{G} F_1(\xi, \beta)(1+i\delta) \right) + \frac{1}{a\xi^2(1+i\delta)F(\xi, \beta)} \right] J_1\left(\frac{\xi}{h} a\right) J_0\left(\frac{\xi}{h} r\right) d\xi \quad (5)$$

ва негиз реакцияси учун [2, 5]:

$$q = -\frac{P}{ah} \frac{6(1-\mu)}{\pi} \frac{G_1}{G} e^{i\Omega t} \int_0^\infty \frac{F_1(\xi, \beta)}{F(\xi, \beta)} J_1\left(\frac{\xi}{h} a\right) J_0\left(\frac{\xi}{h} r\right) d\xi$$

Плитанинг ҳолат вектори учун муносабатлардаги хосмас интегралларни сонли интеграллаш ёрдамида ҳисоблаш мумкин [3, 9].

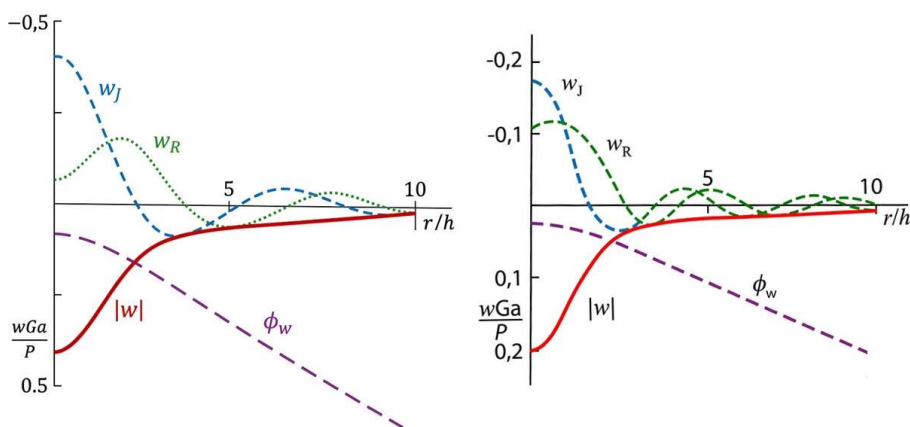


1-расм — Қовушоқ-эластик ярим фазадаги плитанинг динамик эгилишлари (тўлқин узунлиги ва фаза тезлиги ҳисоби билан).

1,а,б-расмлар ҳар хил частотаси β да плита эгилишлари, бир вақтнинг ўзида тўлқин узунлиги Λ ва фаза тезлиги c ҳисоби билан бирга келтирилган [3]. Фаза тезликлари плитадаги эгилишиниш тўлқинларининг дисперсион эгри чизиғини аниқ кузатиб боради, аммо $\beta = 3,0$ частотада фаза тезлиги қийматларининг асосий дисперсион эгри чизиқдан юқорироқ шаклларнинг дисперсион эгри чизиғи қийматларига ўтиши юз беради [3, 4]. Ярим фаза

реакцияси q , эгувчи моментлар M ва кўндаланг кучлар Q ўзгаришлари кечиши $\beta = 0,20$ қиймати учун 2-а ва 2-б расмларда tasvirlangan [3]. Динамик эгилишларининг — ҳақиқий қисми w_R , мавҳум қисми w_I , абсолют қиймати $|w|$ ва фаза бурчаги ϕ_w нинг частотага β боғлиқ ҳолда ўзгариши 2-расмда келтирилган [3]. Ҳисобланган графиклар қуйидаги характерли параметрларга мос келади:

$$G_1 / G = 0,02; a / h = 1; \varepsilon_1 = 6,518; \varepsilon_2 = 3,12; \mu = 0,30; \mu_1 = 0,35; \delta = 0,10 \quad [1, 3].$$



2-расм — Қовушоқ-эластик ярим фазадаги плитанинг тўлқин узунлиги ва фаза тезлиги қийматлари бўлган динамик эгилишлари.

Муаммонинг батафсил таҳлили ва тавсифи илмий адабиётларда кенг ёритилган [2, 3, 6]. Чизиқли қовушоқ-эластикликнинг динамик масалаларини ечишга келтирилган ёндашувлар, бизнинг фикримизча, техник татбиқларда динамик қовушоқ-эластикликни ривожлантириб бориш мумкин бўлган йўлни ифодалайди [1, 3]. Динамик қовушоқ-эластикликнинг амалий қўлланилиши нуктаи назаридан энг мақбул шакл — эластикликнинг комплекс модуллари ғояси ёрдамида материалларнинг қовушоқ-эластик таъсирини аниқлаштиришдир [1, 3]. Бундай аниқлаш сонли усуллар ва ҳисоблаш техникасини ривожлантириш ҳамда улардан фойдаланишнинг замонавий йўналишига мос келади ва шу билан бирга, кенг частота ва ҳарорат диапазонида материалларнинг динамик қовушоқ-эластик характеристикаларини аниқлаш имкониятида реал асосга эга [1, 3, 10].

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

[1] Ферри М.Ж. Полимерларнинг қовушоқ-эластиклик хоссалари (Вязоупругие свойства полимеров). — Москва: ИЛ, 1963.

[2] Власов В.Х., Леонтьев Н.Х. Эластик негиздаги балкалар, плиталар ва қобиклар (Балки, плиты и оболочки на упругом основании). — Москва: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1960.

[3] Сафаров И.И., Бозоров М.Б. Динамика вязкоупругих систем. — Тошкент: Фан, 2004.

[4] Ильгамов М.А. Колебания упругих оболочек с жидкостью. — Москва: Наука, 1969.

[5] Аминов В.Н. Динамический расчет конструкций на упругом основании. — Санкт-Петербург: Стройиздат, 1985.

[6] Рашидов Т.Р. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений. – Тошкент: Фан, 1973.

[7] Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. – Москва: Высшая школа, 1983.

[8] Болотин В.В. Динамическая устойчивость конструкций. – Москва: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1956.

ОПТИМАЛЬНЫЕ НЕЯВНЫЕ РАЗНОСТНЫЕ ФОРМУЛЫ ТИПА АДАМСА В ПРОСТРАНСТВЕ СОБОЛЕВА

f.-m.f.f.d., dots. Mirzakabilov Ravshan Narkuziyevich

Джизакский государственный педагогический университет, Джизак, Узбекистан

t.f.n., dots. Mirzakabilov Normurod Xudjakulovich

Джизакский филиал Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека.

e-mail: ravshan.m.n@mail.ru

Аннотация: Построена оптимальная неявная разностная формула в пространстве Соболева. В остальных пунктах вычислена квадрат нормы функционала погрешности оптимальных явных и неявных разностных формул в сопряженном пространстве Соболева. Анализ работы показывает, что неявные формулы дают хорошую сходимость чем явных.

Оптимальная квадратурная формула, пространство гильберта, функционал погрешности, метод Соболева, функция дискретного аргумента, порядок сходимости.

Annotatsiya: An optimal implicit difference formula in Sobolev space is constructed. In the remaining sections, the squared norm of the error functional of optimal explicit and implicit difference formulas in the dual Sobolev space is calculated. Analysis of the work shows that implicit formulas converge better than explicit ones.

Optimal quadrature formula, Hilbert space, error functional, Sobolev method, discrete argument function, order of convergence.

Рассмотрим неявную разностную формулу вида

$$\sum_{\beta=0}^k C[\beta] \varphi[\beta] - h \sum_{\beta=0}^k C^{(1)}[\beta] \varphi'[\beta] \cong 0 \quad (1)$$

с функционалом погрешности

$$l^{н.я6}(x) = \sum_{\beta=0}^k C[\beta] \delta(x - h\beta) + h \sum_{\beta=0}^k C^{(1)}[\beta] \delta'(x - h\beta)$$

в пространстве $L_2^{(2)}(0,1)$.

В этом рассмотрим случай $C[k]=1$, $C[k-1]=-1$, $C[k-i]=0$ $i = \overline{2, n}$, т.е. формулу типа Адамса.