

PLITALAR EGILISHINING STATIC MASALALARINI YECHISH USULLARIGA OID YONDASHUVLAR

Uzakov Sirojiddin Djuraboyevich

Andijon davlat universiteti

Axborot texnologiyalari va kompyuter injineriingi fakulteti

2-kurs magistri

Annotatsiya: Maqolada plitalar nazariyasi hamda plitalarning egilishi muammosini hal qilishning eng keng tarqalgan usullari, shuningdek deformatsiyalanadigan jismlar nazariyasi muammosi uchun manbalar va drenajlar usulining rivojlanishi va qo'llanilishi haqida batafsil ma'lumot berilgan.

Kalit so'zlar: plita, bukme muammolari, stress-deformatsiyalangan holat, panjara usuli, analitik usul, variatsion usul, klassik yechim.

Аннотация: В статье подробно рассматривается теория пластин и наиболее распространенные методы решения проблемы изгиба пластин, а также разработка и применение метода источников и стоков для задачи теории деформируемых тел.

Ключевые слова: пластина, задачи букме, напряженно-деформированное состояние, метод решетки, аналитический метод, вариационный метод, классическое решение.

Annotation: the article details the most common methods for solving the problem of plate theory as well as the bending of plates, as well as the development and application of the method of sources and drains for the problem of the theory of deformable bodies.

Keywords: slab, bending problems, stress-deformed state, grid method, analytical method, variational method, classical solution.

Hozirgi vaqtda kompyuter texnologiyalarini jadal rivojlantirish va takomillashtirish matematik usullarni amaliyotga joriy etish muammosiga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatmoqda. Shuning uchun kompyuterda osonlikcha amalga oshiriladigan hisoblash matematikasi usullarini takomillashtirish va amalda qo'llash uchun yetarlicha universal dasturiy ta'minot tizimlarini yaratish muhimdir. So'nggi yillarda fan va texnika sohalarida ushbu masalalarga bag'ishlangan juda ko'p sonli ishlar paydo bo'ldi.

Tuzilmalarni hisoblash usullarini takomillashtirishning eng muhim yo'nalishlaridan biri - bu nisbatan kam mashina vaqti bilan yuqori aniqlikda tuzilmalarni statik va dinamik hisoblashning murakkab muammolarini hal qilishga imkon beradigan samarali raqamli-analitik usullarni ishlab chiqishdir. Texnik mahsulotlarining murakkabligi oshishi bilan, ishlab chiqarishning moddiy intensivligi

va mehnat zichligi pasayishi bilan tuzilmalarning mustahkamligi va ishonchligi qiymatiga qiziqish ortib bormoqda, shuning uchun murakkab konturning ingichka plitalarining kuchlanish-deformatsiyalangan holatlarini (N.-D. S.) o'rganish dolzarbdir. Stress holatini sinchkovlik bilan tahlil qilmasdan, bir qator texnik muammolarni hal qilish mumkin emas. Voltaj taqsimotini o'rganish yuqori tezlikda ishlaydigan ichki yonish dvigatellari, bug ' va gaz turbinalari, samolyotlar, zamonaviy dengiz kemalari va boshqa mashina va inshootlarni to'g'ri loyihalash uchun juda muhimdir.

Mashina yoki inshootning tebranuvchi qismlari uchun katta amplituda tebranishlar juda xavfli bo'lishi va ba'zida ularni yo'q qilishga ham olib kelishi mumkin. Buni rezonans va katta amplituda davriy kuchlar ta'sirida kuzatish mumkin. Shuning uchun rezonans ehtimolini istisno qilish kerak, buning uchun siz mashinalar va inshootlarning turli elementlarining tabiiy chastotalarini hisoblashingiz lozim. Bundan tashqari, mumkin bo'lgan dinamik yuklarda strukturaning kuchini o'rganishingiz va buning uchun siz tananing stress-deformatsiyalangan holatlari haqida to'liq tasavvurga ega bo'lishingiz kerak. Masalan, eng katta burilishning kattaligi tashqi dinamik kuchlar ta'sirida strukturaning shakli qanchalik buzilganligi o'lchovi bo'lib xizmat qilishi mumkin. Dizaynning maqsadiga qarab, burilish ruxsat etilgan qiymatdan oshmasligi uchun shartlar qo'yiladi.

Tuzilmalarning aksariyat qismlari dinamik yuklarni boshdan kechiradigan ingichka plitalardan iborat. Mashinalarning aylanadigan yoki vaqti-vaqti bilan harakatlanadigan qismlari mavjud bo'lgan joyda, ko'pincha majburiy tebranishlar mavjud. N.-D. S. parametrlari bunday hollarda plitalar elastiklik nazariyasining analitik usullaridan foydalanish natijasida, faqat ma'lum yuk cheklovlari bilan va chegara konturining oddiy shakli uchun olinishi mumkin. Ushbu muammoni har qanday mahkamlash bilan murakkab konfiguratsiyani o'zboshimchalik bilan dinamik yuklashda hal qilishga imkon beradigan universal raqamli-analitik usul hali mavjud emas. Shuning uchun plastinka tebranishining turli muammolarini hal qilishning universal usullarini ishlab chiqish muammosi juda dolzarbdir.

Keng adabiyotlar plitalarni hisoblashga bag'ishlangan. Model chegara muammolarini hal qilishning ko'plab usullari ishlab chiqilgan, xususan, mexanikaning chiziqli chekka muammolarini hal qilishning eng universal analitik va raqamli usullaridan biri bo'lgan manbalar va drenajlar usuli (Cape) ishlab chiqilmoqda.

Plitalarning stress-deformatsiyalangan holatini o'rganish elastiklikning texnik nazariyasining chekka muammolarini hal qilishning umumiy usullari asosida amalga oshiriladi va yuqori tartibli qisman differensial tenglamalarni birlashtirishga qisqartiriladi. Plitalarni bukme muammolari shunchalik murakkab va xilma-xilki, ularni echish uchun matematik fizikaning deyarli barcha asosiy usullari turli darajadagi samaradorlik bilan ishlatilgan.

Plitalarni hisoblash nazariyasiga bag'ishlangan ko'plab ishlarning mavjudligiga qaramay, bukme muammosi hali ham qo'shimcha o'rganishni talab qiladi va muammo hozirgi paytda dolzarb bo'lib qolmoqda.

Plitalarni bukme muammosini hal qilish usullari 3. Konchikovskiy, L.S Leybenzon, A.I. Lure va P.F Papkovichlarning tadqiqot ishlarida analitik va raqamli usullar bilan hal qilinishi va ba'zi oddiy plastinka bukme muammolari uchun boshqa ishlar klassik yechimlarni olishi o'rganilgan [1].

Klassik yechim-bu bigarmonik funksiyani cheksiz qator shaklida ifodalash, uning koeffitsientlari chegara shartlaridan aniqlanadi. Bunday holda, har doim ham mumkin bo'lmagan plastinkada ishlaydigan yukni qator yordamida taxmin qilish kerak bo'ladi.

Plitalarning egilishini o'rganishda analitik usullarning asosiy qismini tashkil etuvchi turli xil variatsion usullar Ritz usuli, Bubnov-Galerkin usuli, Vlasov-Kantorovich usullari qo'llanilgan. Bu usullarni o'rganishimiz uchun S.G Mixlin, Ya.A Pratusovich, Z Konchikovskiyning asarlariga murojaat qilishimiz mumkin. Variatsion usullar bo'yicha birinchi fundamental asarlar D. Reley, V. Ritz, I. G. Bubnova, S. P. Timoshenko, V. G. Galerkin, E. Treffz va boshqalar nomlari bilan bog'liq.

Ushbu usul yordamida Z Konchikovskiy, A.P Solovev, S.A Sorokinlar plitalar statistikasi va dinamikasining bir qator muhim vazifalarini hal qilishgan. Biroq, murakkab shakl va o'zboshimchalik bilan chegara sharoitida variatsion usullardan foydalanish qiyin. Qiyinchilik, birinchi navbatda, berilgan chegara shartlarini aniq qondiradigan koordinata funksiyalari tizimini yaratish zarurati, ikkinchidan, algebraik tenglamalar tizimini tuzishda katta hajmdagi hisob-kitoblarda yotadi. Bu holat hal qilinadigan vazifalar sinfining torayishiga sabab bo'ladi [2].

Kompyuter texnologiyalarining jadal rivojlanishi tufayli taxminiy raqamli usullarga tobora ko'proq e'tibor qaratilmoqda.

Raqamli usullardan eng ko'p qo'llaniladigani qirrali-bu cheklangan farqlar usuli (panjara usuli). So'nggi yillarda cheklangan elementlar usuli yanada samarali ekanligi bilan mashhur bo'ldi.

Plitalarni hisoblashda panjara usulini qo'llash bo'yicha fundamental tadqiqotlar P. M. Varvak tomonidan olib borilgan va "Развитие и приложение метода сеток к расчету пластинок" nomli monografiyasida keltirilgan. Farq usullarining asosiy taqdimotlari esa L.V Kantorovich, V.I Kro'lov va R Kurant asarlarida keltirilgan va konvergentsiyalar I.A Nishenko ishlarida o'rganilgan. Elastiklik nazariyasini muammolarga qo'llashga kelsak, bu asosan G. Markus, Sh. E. Mikeladze, L. A. Lusternik, D. Yu. Panov va boshqalarning asarlarida ishlab chiqilgan [3].

Cheklangan elementlar usulining rivojlanishiga A. A. Samara, G. I. Marchuk, A. N. Tixonov, D. V. Vaynberg, P. M. Varvak, S. G. Godunov va boshqa ko'plab olimlar hissa qo'shganlar. Hozirgi vaqtda elektron mashinalardan foydalanish munosabati

bilan farq usullari jadal rivojlandi, chunki ushbu usullarning hisoblash algoritmlarini avtomatlashtirish boshqalarga qaraganda osonroq. Muammoni eng to'liq va keng qamrovli o'rganishga faqat kompyuterdan samarali foydalanish bilangina erishiladi. A. B. Birkan va A. S. Volmirning ishlari bu yo'nalishda boshlang'ich bo'lgan.

Shuni ta'kidlash kerakki, murakkab shakl va o'zboshimchalik bilan chegara sharoitlari bo'lgan hududlarda panjara usuli va cheklangan elementlar usuli algoritmik va mantiqiy jihatdan juda noqulay bo'lib chiqadi.

Plitalarni bukme muammosiga integral tenglamalar usulini qo'llash chekka muammolarning kengroq sinflarini, shu jumladan boshqa usullar bilan echim topish deyarli mumkin bo'lmagan muammolarni hal qilishga imkon beradi. Integral tenglamalar yordamida boshqa usullarga nisbatan murakkabroq shakldagi mintaqalar uchun chekka muammolarni hal qilish uchun samarali algoritmlarni yaratish mumkin. Va chegara muammosini hal qilish masalalari ko'rib chiqilayotgan integral tenglamalar turi uchun belgilangan tegishli mezonlarni tekshirishga qisqartiriladi. Integral tenglamalar usulining algoritmi kompyuterda murakkab hisoblash jarayonlarini avtomatlashtirish uchun ham qulaydir. Ushbu usul yordamida ko'plab izchil va bir-biriga bog'langan sohalar uchun yagona tadqiqot sxemasini olish mumkin. Ko'pgina hollarda, chekka muammolarni bir o'lchovli integral tenglamalarga kamaytirish, nazariy tahlil va hisoblashni ancha osonlashtiradi.

Matematik elastiklik nazariyasining ba'zi chegara muammolarining elliptik tipdagi differensial tenglamalar tizimini yechishga tatbiq etilgan chiziqli integral tenglamalar nazariyasi Volterr, I. Fredxolmning fundamental asarlarida garmonik funktsiya uchun klassik Dirichlet muammosini o'rganish bilan qurilgan va G. Laurechell, R. Markolong, G. Vayl, R. Kurant tomonidan ishlab chiqilgan.

Birinchi marta integral tenglamalar matematik fizika tenglamalarining chegara muammolarining mavjudligi va hal qilinishi bilan bog'liq nazariy tadqiqotlarda (A. I. Volpert, Ya. B. Lopatinskiy, A. E. Tovmosyan va boshqalar) o'rganilgan. Elastiklik nazariyasi, plitalar va qobiqlarning murakkab va amaliy muhim muammolarini hal qilish N. I. Musxelishvili, V. A. Foka, A. I. Luri asosiy tadqiqotlarida keltirilgan [4].

Elastiklikning matematik nazariyasi muammolarini integral yoki integral-differensial tenglamalarga qisqartirish asosan murakkab o'zgaruvchan funktsiyalar nazariyasi usullari, potensial nazariya usullari, shuningdek kompensatsion yuk usullari yordamida amalga oshiriladi.

Murakkab o'zgaruvchan funktsiya nazariyasi yordamida muammoni Koshi tipidagi integrallarning zichligi uchun integral tenglamalarga kamaytirish mumkin. Plastinka egallagan maydon polinom yordamida birlik doirasiga ko'rsatilganda yechimni analitik shaklda olish mumkin. Ushbu usul yordamida N. I. Musxelishvili birinchi bo'lib, siqilgan konturli plastinka misolida, egiluvchanlik muammosini tekis

elastiklik nazariyasining birinchi asosiy muammosiga kamaytirish mumkinligini ko'rsatdi.

Potensial nazariya usuli elastiklik nazariyasining chegara masalalarini integral tenglamalarga kamaytirish uchun eng ko'p qo'llaniladigan klassik usullardan biridir. Potensial nazariya usuli Betti ishining o'zaro bog'liqligi va yordamchi stress holatini qurish teoremasidan foydalanishga asoslangan. Ushbu usul yordamida chekka muammoni ikkita integral tenglamalar tizimiga qisqartirish mumkin, bunda plastinkadagi kontur kuchlari, momentlar, siljishlar va burilish burchaklari noma'lum bo'lishi mumkin. Elastiklik nazariyasining birinchi chegara muammosini hal qilish uchun birinchi marta potensial usuli va chiziqli integral tenglamalar nazariyasi Fredxolm tomonidan qo'llanilgan. Usulning asosiy g'oyalari Batti, Cheruti va Xertz tomonidan ishlab chiqilgan.

Manbalar va drenajlar usuli shaklning umumiy chiziqli chekka muammosini hal qilish uchun ishlatiladi. Elastiklik nazariyasining chiziqli muammolarini hal qilishga imkon beradigan bu usul H. A. Raxmatulin tomonidan taklif qilingan [5]. Bu yerda ko'rib chiqilayotgan tananing chegarasida berilgan qiymatni qondirish uchun intensivlikni beradigan manba ko'rib chiqiladi. Ma'lumki, fundamental yechim yukni qo'llash nuqtasida o'ziga xos xususiyatga ega, shuning uchun muallif ushbu kuchni belgilangan shartlarni tashkil qilish kerak bo'lgan sirtidan ma'lum masofada joylashtirishni taklif qiladi. Ushbu usul yordamida elastik jismning zarbasi muammosi hal qilindi, bu qattiq siljish haqida yarim doira bo'lib, Raxmatulin asarlarida elastiklik nazariyasining uch o'lchovli statik muammosi uchun ishlatiladi. Yechim oldindan o'rnatilgan ba'zi sirtlarda doimiy ravishda taqsimlangan manbalardan qurilgan. Ular ko'rib chiqadigan halqa va silindrsimon manbalar sirtida normal va tangens yukini beradi. Olingan yechimlarning aniqligi chegaraning oraliq nuqtalarida chegara shartlarini qondirish aniqligi bilan belgilanadi. Ushbu nuqtalardagi yechim algebraik tizimni tuzish uchun tanlangan nuqtalardagi yechimdan sezilarli darajada farq qilishi mumkin. Shuning uchun manbalar usulining barqarorligini kuzatish kerak. Usulning barqarorligi, ular hisob-kitoblarni ko'rsatganidek, manbalarning bezovta qilingan hudud chegarasidan uzoqligiga bog'liq. Minimal masofa tizimni tuzish uchun tanlangan chegaraning ikkita qo'shni nuqtasi orasidagi maksimal masofadan kam bo'lmasligi kerak. Shu bilan birga, manba va tana orasidagi masofa juda katta bo'lmasligi kerak, chunki bu holda manbalarning bezovtalanish maydoniga ta'siri cheksiz kichik plastinkaga ta'sir qiladi va algebraik tizimning konditsionerligi yomonlashadi.

Demak, plitalarning statik egilishining chegara muammolarini raqamli yechishda xususiyatlarni hisobga olish usullarini yuqoridagi olimlarning tadqiqotlaridan foydalanib ishlab chiqishimiz va o'rganishimiz mumkin.

Плитанинг majburiy tebranishlari haqidagi chekka muammoni hal qilish ikki o'lchovli integral tenglamalar tizimini yechishga olib keladi.

Yupqa plitalarning statik va dinamik egri chiziqlarini tavsiflovchi to'liq munosabatlar tizimini yozishga imkon beradigan adabiyotlar o'rganilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. М.М. Мирзаева, А.Х. Пергамент Применение метода источников и стоков при решении краевых задач о вынужденных колебаниях пластин. – Препринт Ин.прикл.матем. им. Келдыша АН СССР, 1990, 117.
2. З. Кончиковский. Плиты. Систематические расчеты. – М.: Стройиздат, 1984. – 481 с.
3. П.М. Варвак. Развитие и приложение метода сеток к расчету пластинок. – Киев: изд.АН УССР, ч. 1,2, 1949, 1952. – 136 с., 115 с.
4. Н.И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: «Наука», 1966, - 707 с.
5. Х.А.Рахматулин. О проблемах теории распространения волн в сплошных средах. – «Вестник моск.ун-та», Матем. Мех., №2, 1970, - с.97-106.