

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI URGANCH DAVLAT
UNIVERSITETIDA 15-16-SENTABR

“QURILISH VA ARXITEKTURA SOHASIDAGI INNOVATSION
G‘OYALAR, INTEGRATSIYA VA TEJAMKORLIK” MAVZUSIDAGI
RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI ILMIY VA ILMIY-TEXNIK
KONFERENSIYA MATERIALLARI

2-qism

“INNOVATIVE IDEAS, INTEGRATION, AND ECONOMY IN THE
FIELD OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE”
SCIENTIFIC AND PRACTICAL REPUBLICAN CONFERENCE

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ, ИНТЕГРАЦИЯ И
ЭКОНОМИКА В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»

URGANCH-2025

TASHKILIY QO‘MITASI:

RAIS:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti rektori v.v.b.,
professor - **S.U. Xodjaniyazov**

HAMRAISLAR:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti ilmiy ishlar va
innovatsiyalar bo‘yicha prorektori, PhD, dotsent - **Z.Sh. Ibragimov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti xalqaro hamkorlik
bo‘yicha prorektori, f-m.f.d., professor - **G‘.U. Urazboyev**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, Texnika fakulteti
dekani, f-m.f.n., dotsent - **M.Q. Qurbanov**

Toshkent davlat transport universiteti, Avtomobil yo‘llari muhandisligi
fakulteti dekani, t.f.d., professor - **A.X. Urokov**

Xorazm viloyati Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi boshqarmasi, Urganch
tuman bosh arxitektori - **R.B. Matmurotov**

ILMIY KOTIB:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, “Qurilish”
kafedrası dotsenti, PhD - **A.A. Qutlijev**

TASHKILIY QO‘MITA A‘ZOLARI:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti yoshlar masalalari
va ma‘naviy-ma‘rifiy ishlar bo‘yicha prorektori, PhD, dotsent - **D.I. Ibadullayev**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti moliya-iqtisod
ishlari bo‘yicha prorektori - **A.Atajanov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti “Qurilish”
kafedrası mudiri, t.f.n., dots. – **Q.K. Axmedov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti “Arxitektura”
kafedrası mudiri **R.Q. Palvanov**

t.f.d., prof., R. Raximov, t.f.d., prof., B.Raxmonov, t.f.n., dots., K.Kuryozov, i.f.n., dots., N. Sattorov, a.f.n., dots., M. Setmamatov, a.f.f.d., dots., S. Atoshev, a.f.f.d., Sh. Abdullayeva, dots., Sh. Xo‘janiyozov, t.f.f.d., S. Sultanova, A. Atamuratov, A. Seyitniyozova, N. Kariyeva, S. Rajabov, S. Yusufov, A. Sobirov, X. Madirimov, X. Radjabov, I. Bekturdiyev, B. Radjapov, A. Xodjayazov, A. Matkarimov, M. Djumanazarova, R. Nafasov, Sh. Navruzov, Y. Tadjiyev, R. Sovutov, A. Samandarov, L. Yusupova, Sh. Masharipov, H. Bekchanov, D. Shalikarova, S. Nurmuhammedov, I. Matnazarov, Q. Soburov, K. Yuldashev, A. Bobojonov, Sh. Nurimetov, H. Masharipova, S. Qurambayev, M. Ashurova, A. Shomurotov.

ILMIY-TEXNIK ANJUMAN DASTURIY QO‘MITASI:

Rais: “ARXITEKTURA, QURILISH, DIZAYN” ilmiy-amaliy jurnalining bosh muharriri, i.f.d., prof. **Nurimbetov Ravshan Ibragimovich**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universitetida 2025 yil 15-16-sentabr kunlari “Qurilish va arxitektura sohasidagi innovatsion g‘oyalar, integratsiya va tejamkorlik” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya materiallari kiritilgan.

To‘plamga kiritilgan maqolalar mazmuni, ilmiy salohiyati va keltirilgan dalillarning haqqoniyligi uchun mualliflar mas’uldirlar.

ЭЛАСТИК МУҲИТДАГИ ПАРАЛЛЕЛ ҚУВУРЛАРНИНГ КУЧЛАНГАНЛИК – ДЕФОРМАЦИЯЛАНГАНЛИК ҲОЛАТИНИ ТОПИШДА ЧЕКЛИ ЭЛЕМЕНТЛАР

¹Рахмонов Б.С., ²Сафаров У.И

¹Абу Райхон Беруний номидаги Урганч давлат университети

²Тошкент архитектура қурилиш университети

Аннотация

Эластик муҳитда жойлашган паралел қувурларнинг ташқи статик босим таъсиридаги кучланганлик – деформацияланганлик ҳолати масаласи кўрилади. Муҳит эластик ва бир жинсли деб қаралган. Қувур ва уни ўраб турувчи муҳитда ҳосил бўладиган кучланганлик – деформацияланганлик ҳолатини аниқлаш учун чекли элементлар усули (ЧЭУ)ни қўлланилган. Статик кучланганлик – деформацияланганлик ҳолатини аниқлаш учун ЧЭУ асосланган алгоритми ва дастури тузилди (МАС). Олинган назарий натижалар тажриба (экспериментал) натижалар билан солиштирилди. Компютерда олган натижалар таҳлил қилинди.

Калит сўзлар

Чекли элементлар усули, уч ўлчовли жисм, эластик каталиклар матрицаси, бошлангич деформация вектори, мувозанат шарти

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ТРУБ В ЭЛАСТИЧНОЙ СРЕДЕ С ПОМОЩЬЮ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

¹Рахмонов Б.С., ²Сафаров У.И

¹ Ургенчский государственный университет имени Абу Райхана Беруни

² Ташкентский архитектурно-строительный университет

Аннотация

Рассматривается задача определения состояния напряжения и деформации параллельных труб, расположенных в эластичной среде, под воздействием внешнего статического давления. Среда считается эластичной и однородной. Для определения состояния напряжения и деформации, возникающего в трубах и окружающей их среде, использован метод конечных элементов (МКЭ). Разработан алгоритм и программа на основе МКЭ для определения статического состояния напряжения и деформации (МС). Полученные теоретические результаты были сопоставлены с экспериментальными данными. Результаты, полученные на компьютере, были проанализированы.

Ключевые слова

метод конечных элементов, трёхмерное тело, матрица эластичности, начальный вектор деформации, условие равновесия.

DETERMINATION OF THE STRESS AND STRAIN STATE OF PARALLEL PIPES IN AN ELASTIC MEDIUM USING THE FINITE ELEMENT METHOD

¹*Raxmonov B.S., ²Safarov U.I*

¹*Urgench State University named after Abu Rayhan Beruni*

²*Tashkent Architecture and Construction University*

Abstract.

The problem of determining the stress and strain state of parallel pipes embedded in an elastic medium under external static pressure is considered. The medium is assumed to be elastic and homogeneous. To determine the stress and strain state arising in the pipes and the surrounding medium, the finite element method (FEM) was used. An algorithm and a program based on FEM were developed to determine the static stress-strain state (SSS). The theoretical results obtained were compared with experimental data. The computer-generated results were analyzed.

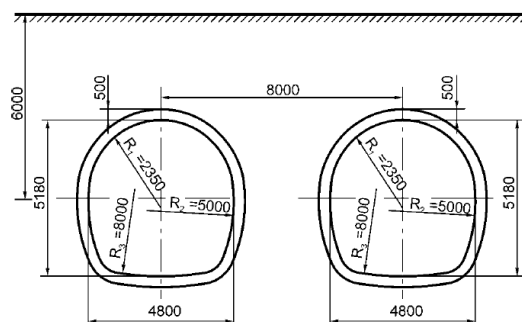
Keywords

finite element method, three-dimensional body, elasticity matrix, initial strain vector, equilibrium condition.

Кириш

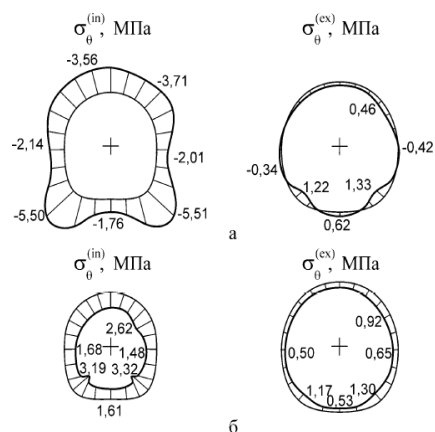
Қувурларни мустаҳкамлигини баҳолашда В.Е. Селезнев томонидан автоматлаштирилган ва чекли элементлар усулига асосланган сонли моделлаштириш концепцияси тавсия этилган ва жаҳонда нефт-газ қувурларини мустаҳкамлигини баҳолашда кенг қўланилади.

Барча тадқиқот усуллари, ўрганилаётган жараёни математик моделлаштиришга боғлиқ ҳисобланади, яъни дифракция майдонини, ҳамда уни мустаҳкамлика таъсирини ўрганиш керак бўлади. Шунинг учун тўлқин динамикасига асосланган тадқиқот усули бўйича қилинган ишларни қисқача таҳлилини келтирамиз. Бу усуллар ёрдамида олинган натижалар янгидан янги ер ости иншоотларни мустаҳкамлигини баҳолашга имкон яратади.



1- расм. Паралел тоннелларни кўндаланг кесми

Параллел тоннелларнинг қопламаларни ҳисоблашнинг янги аналитик усули сейсмик ҳудудларда қурилган саёз туннеллар учун ишлаб чиқарилган. Ярим текисликдаги ихтиёрий шаклдаги тешикларни мустаҳкамловчи ҳалқаларни кучланиш ҳолати эластиклик назариясининг текис квазистатик масалаларнинг аналитик ечимларини топишга асосланади (1- расм). Бу усул ёрдамида максимал сиқиувчи ва силжиш кучланишларни аниқлаш имконини беради. Параллел тоннел қопламаларида ҳосил бўладиган мумкин бўлган максимал кучланишлар зилзила натижасида ҳосил бўлган юкланиш интенсивлиги пайтида ҳосил бўлади. Ҳисоблаш мисоллари келтирилган. Сонли натижалар 2- расмда келтирилган. Унда асосан контур кучланишларни ўзгариш амплитудаси келтирилган. Бунинг учун муҳитнинг эластиклик модули $E_0=1000\text{МПа}$, Пуассон коэффиценти $\nu_0=0.3$, бетон иншоотни характеристикалари кўйидагича $E_1=E_2=30000\text{МПа}$, $\nu_1=\nu_2=0.20$; $\gamma=0.022\text{МПа}/\text{м}^3$; $T_0=0.5$. Кўндаланг кесим ички контуридаги максимал сиқувчи кучланиш келтирилган. Худди шундай расмни ўнг томонида ташқи контурдаги чўзувчи кучланиш келтирилган. Кўриниб турибдики энг катта кучланишлар ички контурда пайдо бўлар экан.



2 - расм. Паралел тоннелларни кўндаланг кесми кучланишлари.

Сейсмик юкланиш масалани қўйилишида чегаравий шартларда оддий коэффициент ёрдамида ҳисобга олинади. Сейсмик юкланиш стационар тўлқин деб, ер ости иншотига кўндаланг йўналишда тушади ва сейсмик тўлқин муҳитга тарқалиш жараёнида ҳеч қандай деформацияга учрамайди деб қаралган. Бу усул фақат ер ости чуқур кўмилган иншоотларни мустаҳкамлигини фақат эластик деформация соҳасида 20-30% хатолик билан баҳолаш мумкин бўлган. Улар бу усулни қўллашда Г.Н. Савиннинг натижаларидан фойдаланилган. Сейсмик тўлқин узунлиги бир неча баробар кўндаланг кесим ўлчамидан катта бўлса квазистатик усулни қўллаш мумкин дейилган. Лекин неча баробар катта бўлиши, сейсмик тўлқин ҳосил қилувчи ер титрашини неча баллиги ва қандай масофада жойлашгани ҳақида ахборот берилмаган. Контакт босим интенсивлиги муҳит ва тоннелнинг бикрли муносабатига, ҳамда тоннелнинг геометрик ўлчамларига боғлиқлиги ишда кўрсатиб ўтилган. Юқорида келтирилган фаразларнинг ва ҳисобга олинмаган катталикларнинг ер ости иншоотларини сейсмик тўлқинлар юкланишидаги мустаҳкамлигига таъсирини тўлқин динамикасининг усулларида фойдаланиш орқали баҳо бериш мумкин.

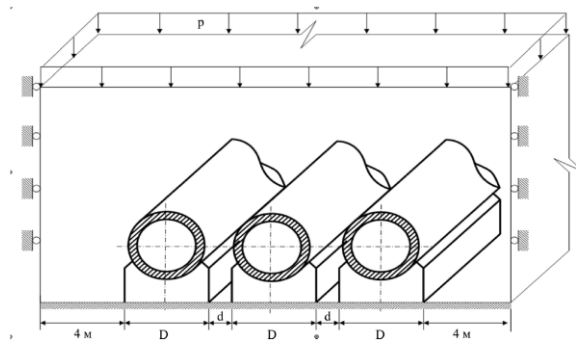
Масаланинг қўйилиши ва ечиш методикаси

Мураккаб иншоотлар системасини ҳисоблашнинг энг кўп тарқалган усули бу чекли элементлар усули (ЧЭУ) ҳисобланади. Унинг ўзига хослиги шундаки, муҳит чекли блоклардан тузилган конструкция ёки кублардан ташкил топган механик система деб қараш мумкин. Элементларнинг ўзаро таъсир системаси деформациясининг умумий тарзда аниқлашга имкон беради. Асосий

ҳисоб схемаси 3-расмда келтирилган. Ушбу элементларнинг ҳар бирининг бикрлик хусусиятлари олдиндан берилган бўлади. Бундай мураккаб структуранинг кучланиш-деформация ҳолатини ЧЭУ ёрдамида аниқлаш мумкин. Усулнинг афзаллиги унинг универсаллигидир: ҳар хил турдаги элементлардан фойдаланиш имконияти, кўриб чиқиладиган майдоннинг мустақиллиги, юқори аниқликдаги элементларни қуришнинг оддий усуллари. Қуйилган масалаларни ечиш учун мумкин бўлган кўчиш принциpidан фойдаланамиз:

$$\delta A = \delta A_1 + \delta A_2 = 0.$$

Бунда δA_1 - ички кучлар бажарган иши, δA_2 – ташқи кучларни бажарган иши (3.2 - расм).



3-расм. Ҳисоб схемаси.

Чекли элементлар усули қўлланганда, уч ўлчовли жисм учун қўйидаги муносабат ўринли бўлади (3- расм):

$$\iiint \{\sigma\}^T \{\delta \epsilon\} dx dy dz = \iiint \{q\}^T dx dy dz + \iint \{p\}^T \{\delta u\} dS. \quad (1)$$

Бу ҳолат қўйидагича бўлади :

$$\iiint \{\sigma\}^T \{\delta \epsilon\} dx dy dz = \iiint \{\delta u\}^T dx dy dz + \iint \{p\} \{\delta u\}^T dS.$$

Ҳажмий, сирт кучлари ва кўчишлар қўйидагича бўлади :

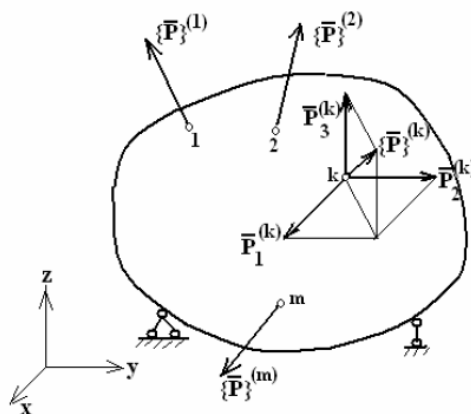
$$\{q\} = \{x, y, z\}^T, \quad (2)$$

$$\{p\} = \{p_x, p_y, p_z\}^T, \{u\} = \{u_1, v_1, w_1\}^T.$$

Мувозанат шарти (3.1) материални хосасисга боғлиқ эмас, муносабат чизиқли ва чизиқсиз ҳолат учун ўринли бўлади. Агар бошланғич деформация мавжуд бўлса, чизиқли эластик муҳит ва қувур учун физик муносабат қўйидаги кўринишни эгаллайди :

$$\{\sigma\} = [D]\{\epsilon\} - [D]\{\epsilon_0\}, \quad (3)$$

Бунда $[D]$ - эластик каталиклар матрицаси, $\{\epsilon_0\}$ - бошланғич деформация вектори.



4-расм. Ташки кучлар таъсири схемаси

Чекли элементлар жараёни учун вариацион усуларни турлича ёндашувларидан фойдаланилади. Кўрилатган ёндашувда кўчишлар майдони тўлиқ соҳа учун эмас, балки кўрилатган элемент чегарасида берилиши зарур. Кўчишлар x , y , z координаталар даражаси орқали ифодаланган кўп ҳад кўринишда берилади:

$$\{u\}=[A]\{\alpha\},(4)$$

бунда $[A]$ - элиментларни координатасига боғлиқ матрица, $\{\alpha\}$ - кўп ҳад коэффициентларини ифодаловчи вектор. Кўп ҳад коэффициентларини миқдори элементларнинг эркинлик даражасига боғлиқ. Коэффициентларни ўзи тугун нуқталарни кўчиши билан боғлиқ. Агар элементнинг тугундаги кўчиш векторини $\{u_n\}$ деб белгиласак, у ҳолда кўчиш майдони кўйидагича боғланиш билан аниқланади

$$\{u\}=[\phi]\{u_n\}.$$

Деформация ва кўчиш орасидаги муносабатдан фойдалансак, кўйидагича муносабатни оламиз

$$\{\epsilon\}=[B]\{u_n\}(5)$$

Бу ерда $[B]$ матрица, деформацияни тугун нуқтасини кўчишлари билан боғлайди ва кейинчалик ҳисоблашларда аҳамиятга эга ҳисобланади (3.1-расм). Кучланишлар вектори кўйидаги (3) ва (5) муносабатлар орқали кўйидагича аниқланади

$$\{\sigma\}=[D][B]\{u_n\}-[D]\{\epsilon_0\} \quad (6)$$

Юқорида келтирилган (3.1) тенгликни ўнг ва чап томонини алоҳида алоҳида кўриб чиқамиз. Тенгликни кучланишларни тугун деформациялар орқали ифодаласак, у ҳолда (3.5) формула орқали деформацияни кўчиш

коменталарини ҳам орқали ҳам ифодалаш мумкин бўлади. Ҳамда $[K]$ деб белгиланган матрица киритсак кўйидаги кўринишдаги муносабатни оламиз:

$$\iiint \{\delta \epsilon\}^T [D] \{\epsilon\} dx dy dz = \delta \{u_n\}^T \iiint [B]^T [D] [B] dx dy dz \{u_n\} = \delta \{u_n\}^T [K] \{u_n\} \quad (7)$$

Бу ерда $[K]$ - матрица бўлиб деформацияланувчи механик системани кичик қисми ҳақида ососий маълумотларни беради. Унга бикрлик матрицаси дейилади. Бу матрица ЧЭУ учун асосий матрица ҳисобланади.

Охирги тенгламани юқорида келтирилган (6) тенгламани (7) га қўйсак, у ҳолда қийин бўлмаган алмаштиришдан сўнг кўйидаги тенгламани оламиз

$$\iiint ([\delta \epsilon]^T [D] \{\epsilon_0\} + \{\delta u\}^T \{q\}) dx dy dz + \iint \{\delta u\}^T \{p\} dS = \delta \{u_n\}^T \iiint [B]^T [D] \{\epsilon_0\} dx dy dz + \delta \{u_n\}^T \iiint [\phi]^T \{q\} dx dy dz + \delta \{u_n\}^T \iint [\phi]^T \{p\} dS. \quad (8)$$

Бу муносабат ёрдамида тугун нуқталардаги келтирилган куч $\{p\}$ -ни топиш мумкин. Шундай қилиб $[\phi]$ маълум бўлган матрица орқали ихтиёрий нуқтани кўчишини тугун нуқталарни кўчиши билан боғлаш мумкин. Худди шундай $[B]$ матрица деформация ва кўчиш орасидаги муносабатни боғлайди. Бикрлик матрицаси $[K]$ ва тугун нуқталарига таъсир этувчи куч (F) кўйидаги кўринишда бўлади:

$$[K] = \iiint [B]^T [D] [B] dx dy dz$$

$$\{F\} = \iiint [B]^T [D] \{\epsilon_0\} dx dy dz + \iiint [\phi]^T \{q\} dx dy dz + \iint [\phi]^T \{p\} dS$$

Ҳар бир элемент учун мувозанат шарти кўйидагича бўлади:

$$[K] \{u_n\} = \{F\} \quad (9)$$

бунда

$$[K] = \begin{bmatrix} [K]_I^{(1)} & \dots & [K]_I^{(k)} & \dots & [K]_I^{(m)} \\ [K]_p^{(1)} & \dots & [K]_p^{(k)} & \dots & [K]_p^{(m)} \\ [K]_m^{(1)} & \dots & [K]_m^{(k)} & \dots & [K]_m^{(m)} \end{bmatrix}$$

Юқорида келтирилган мувозанат шарти ҳар бир элемент учун чиқарилади. Шундай қилиб бу парагрифда статик куч таъсирида ҳосил бўладиган кучланиш деформация ҳолларини ўрганишда чекли элементлар усули қўлланди. Натижада юқори тартибли алгебраик тенгламалар системаси ҳосил бўлди. Бу системалар асосан Гаусс усули ёрдамида ечилади. Компютерда C++ тилида тузилган дастур асосида сонли натижалар олинади. Чекли элементларга асосланган стандарт дастурий таъминотлар етарлича. Лекин диссертацияда ишончли алгоритм ва дастур яратилган.

Ечиш методикаси. Ҳисоб схемаси деганда эластик муҳит ва унга ўрнатилган цилиндр кувурларни статик босим таъсиридаги кучланишлар – деформация ҳолатини топамиз. Бунинг учун кувурлар жойлашган фундамент ҳисобга олинади (3-расм). Кувурлар муҳитга каттиқ маҳкамланган деб қаралади (кувурларни силжиши ва ишқаланиши этиборга олинмайди). Муҳитнинг ташқи контурида қўйидаги шартлар қўйилади (3-расм):

- вертикал чегарада силжиш кучланиши ва горизонтал кўчиш нолга тенг ёки бу чегара эркин;

- пастки чегара вертикал ва горизонтал кўчишлар ҳисобга олинмайди;

- юқоридаги чегарада ташқи юкланишдан озод қилинган ёки сирт кучлари юкланган.

Ажратиб олинган (4-расм) чекли элементга ажратилган соҳа оптимал бўлиши керак. Бу масалани чекли элемент усули билан ечганда асосий рол ўйнайди. Худди шундай чекли элементга ажратилганда тугун нуқталарини белгилаш ҳам муҳим ҳисобланади.

Олинган тақрибий ечимнинг берилган тақсимоатга мос келадиган аниқ ечимга яқинлашишини баҳолаш учун ҳисоблаш соҳасини янада аниқроқ тақсимлашни амалга ошириш керак. Кейин иккала бузилишга мос келадиган ечимларни солиштириш керак. Агар улар бир-биридан олдиндан белгиланган ҳисоблаш аниқлигидан каттароқ қиймат билан фарқ қиладиган бўлса, у ҳолда майдоннинг янада аниқ бўлинишни амалга ошириш талаб этилади. Шунини таъкидлаш керакки, кувурларнинг контактларида зич жойлашиши билан "якка нуқталар" пайдо бўлади, уларнинг кичик бир атрофини чекли элементлар сонини ошириб ҳисоблаш талаб этилади. Ҳар қандай бузилишни ўрганиш учун зарур ҳисоб-китобларнинг олиб бориш талаб этилади. Каттиқ думалоқ цилиндрисимон кувурларда, масалан темир-бетон кувурларда тупроқ босимини аниқлашда адабиётлар бағишланган. ЧЭУ ёрдамида вертикал ва горизонтал тупроқ босими барча нуқталарда аниқланади. Грунтнинг ўз оғирлиги бўйича тугун нуқталарга тақсимланиши ва уни кувурларга таъсирини кўриб чиқамиз. Кучланишлар - деформация ҳолатини тугунлар бўйича тақсимлаймиз: берилган учбурчакли чекли элементнинг ҳар бир тугунига катталиги бўйича пастга қараб

йиғилган куч қўйилади. Грунтнинг ушбу элемент билан чегараланган қисмининг оғирлиги, тугунлар сонига бўлинади. Фиктив юк юқори чегаранинг тугунлари бўйлаб йиғилган кучлар шаклида тақсимланади. Агар таъсир матрицаларини (ёки Грин функцияси) олиш керак бўлса, у ҳолда юқори чегаранинг ҳар бир тугунида кетма-кет қўлланилган битта йиғилган куч учун ҳисоб-китобларни амалга ошириш керак. Тупроқ материалларини, қувурларни ва бошқа қўшимчаларни моделлаштириш эластик константалар (E, ν) ва солиштирма оғирликнинг мос келадиган қийматлари ёрдамида амалга оширилади. Бу қувурларни таянчларини ва пойдеворнинг грунтнинг мувозанатига таъсир кўрсатади. МАС дастури бир нечта қувурларни муҳитга ётқизилганда уларда ҳосил бўладиган кучланиш – деформация ҳолатини аниқлашга имкон беради. Дастур C++ тилида ёзилган. Бу пакет грунтни турли бир жинсли бўлмаслик хусусиятлари, грунт ва иншоотни ўзаро таъсирини, ҳамда қувурларнинг контури формасини ҳисобга олиш каби имкониятларга эга. Бу дастурга қўйилган масалаларни ечиш учун қўйидаги бошлангич шарт берилади:

KE - уч бурчак элементлар сони; KT – ажратиб олинган ҳисоблаш соҳадаги тугунлар сони; NG – чегарада нол катталиклар берилган тугунлардаги номаълумлар сони; KS - ҳисоблаш соҳасидаги бир жинсли бўлмаган соҳалар сони; $NN(3, KE)$ ва $NN(6, KE)$ - элементларни ҳисобга олувчи массив; $XY(2, KT)$ – ҳисоблаш соҳасидаги координат тугунлар массиви; $GU(NG)$ - нол чегаравий катталиклар берилган глобаль номаълумлар тартибини ифодаловчи массив; $ZN(KE)$ - грунт элементларига тегишли индекслар массиви; $GM(KS)$ – турли бир жинсли бўлмаган элементларни ўз оғирлигини ҳисобга олувчи массив; $GKM(KS)$ - турли бир жинсли бўлмаган элементларни силжиш модулини ҳисобга олувчи массив; $KGM(KS)$ – турли бир жинсли бўлмаган элементларни ҳажмий сиқилишини ҳисобга олувчи массив. Дастур учун қўйидаги бошлангич параметрлар киритилади:

N – ажратиб олинган ва чекли элементларга ажратилган соҳадаги тугунларни тартиб рақамлари; U – тугундаги горизонтал кўчиш тартиб рақамлари; V - тугундаги вертикал кўчиш тартиб рақамлари; $BER(3)$ –

деформация тензоти компонентлари массиви (EP, EY, GXY); HAP (3) - массив бўлиб, кучланишлар компонентаси (SX, SY, TXY) ни ҳисобга олади. Юқоридагиларга асосланиб блок схема келтирилган [44м], у турли хил ҳисоблашларни амалга оширувчи под программалардан ташкил топган. Баъзи бир подпрограммалар ҳақида тўхтаб ўтамиз. **МА - подпрограммаси.** Бу подпрограмма бикрлик матрицасини ҳосил қилади, яъни бикрлик матрицасидаги диагонал атрофидаги полосани кенглигини ҳосил қилади. У қўйидаги подпрограммаларга обрашаты қилади:

CHP (KE, MM, KT, M2, M) ва CH (KE, MM, KT, M2, M) - булар МАСнинг подпрограммаси. Бу подпрограммадаги катталиклар нимани ифодалаши қўйида келтирилган: KE - ҳисоблаш соҳасидаги учбурчак элементлар сони;

NN (3, KE) ҳисоблаш соҳаси учун массив бўлиб [МК (3, KE) - СН учун]соҳа учун фойдаланилади; KT - ҳисоблаш соҳасидаги тугунлар сони; M2 – номаълумлар сони; N — бикрлик матрицасидаги полоса кенглиги. Функция ва подпраграммаларга қўйилган шартлар : МА1 подпрограммаси. Бу подпрограмма орқали узелларнинг координаталари, учбурчакли элементнинг жойлашиши, бурчак элементларни координаси каби геометрик катталиклар ҳосил қилинади. Бу ерда иккинчи тартибли уч бурчакли дискретизациядан фойдаланилади. Бу подпрограмага обрашаты қилиш: МА1 (KE, NN, XY, KT). Дастурнинг параметирлари қўйидагича маънога эга :KE – элементлар сони; NN (6, KE) - ҳисоблаш соҳаси элементларининг тугунларини ифодаловчи массив; XY (2, KT) – тугунларни координаталарини ифодаловчи массив; KT – ҳисоблаш соҳасидаги тугунлар сонини ифодаловчи катталик .

CONST - подпрограммаси. Бу подпрограмма уч бурчакли элемент тартиб номерларига боғлиқ эластик параметирларни танлаб олади. Подпрограммага обрашаты қилиш қўйидагича

CONST (IN, ZN, KE, NE, GM, G, KGM, KG, GKM, GK, KS). Подпрограмма таркибидаги белгилашлар қўйидагича маънога эга : IS - элемент материалини белгиси ёки тури; ZN (KE) - индекислар массиви бўлиб, элементларни қайси соҳага тегишли эканлигини билдиради; KE – ҳисоблаш соҳасидаги элементлар

сони; KE – кўриладиган элемент тартиб тақами; GM (KS) элементларни ўз оғирлигини ҳисобга олувчи матрица; G - оғирлик. Киритиладиган ахборотлар деганда грунтдан ажратиб олинган бўлак, ва қувур ўлчамлари, улар орасидаги масофалар, грунт ва қувурнинг физик-механик хусусиятлари, ташқи босим ва шунга ўхшаш каталиклар берилди. Ўрганилаётган соҳани чекли элементларга бўлиш GRID подпрограммаси ёрдамида автоматик тарзда амалга оширилади. Бу жараёда ўрганилаётган соҳани кўп соҳалардан тузилганлиги ҳам ҳисобга олинади. Фазовий масала ечилганда ажратилган соҳа тетраэдрларга бўлиб олинган. GRID подпрограммаси ажратилган соҳани тугунлар нуқтани ва элементларни тартибга солади. Чагаравий шартлар BOUND подпрограммаси орқали амалга оширилади. Қўйилган масала эластиклик назариясининг фазовий масаласига олиб келиниб ечилади. Юқорида келтирилганидек алгебраик тенгламалар системаси олинади. Бу олинган система Гаусс усли орқали ечилади. Олинган дастур грунт ва уни таркибига кирган қувурларни геометрик ўлчамлари ва уларнинг физик - механик хоссаларини ҳисобга олиб кучланиш - деформация ҳолатини ҳисоблайди. Бу юқорида келтирилган муносабатлар MAC дастури асосида ечилади. Дастурни ишлаш вақти олиннадиган элементлар сонига боғлиқ. Олинган аналитик ва сонли натижалар (ЧЭУ) солиштирилди. Улар орасидаги фарқ 1-2% фоиздан ошиб кетмайди. Экспериментал ва сонли натижалар орасидаги фарқ 20% гача бўлади. Тест масалаларни фарқи 20% ошмаслиги адабиётларда келтирилган.

Хулоса: Бир неча каторли қувурлар бир-биридан $d = 3.0 D$ масофада жойлашган бўлса қувурларда грунтнинг максимал юкланадиган статик босими (σ_{max}) бирта қувурга қараганда ташқи қувурда 10% ва ўртадаги қувурга 20% кам бўлар экан. Бундай ҳолда, σ_{max} қиймати d параметрининг ўсиши билан ортиб борар экан. Максимал босим $d=0$ да минимал (қувурлар яқин жойлашган) ва максимал $d=3,0D$ да битта қувур учун мос келадиган қийматга тўғри келади. Тупроқнинг Пуассон коэффициентини ν ортиши билан босим σ_{max} камаяди. σ_{max} нинг энг катта қиймати пойдеворга, энг кичики - қопламанинг катта бурчагига

эга профилли асосга таянишга тўғри келади. Ташқи кувур ва ўрта кувур ($\sigma_{\max}$) босими ва тортлар сонига амалда боғлиқ эмас.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Александров А.А., Гумеров Р.А. Технология оценки напряженно-деформированного состояния трубопровода по данным оперативной информации геофизической службы Российской академии наук // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2013. № 4(51). С. 105–115.
2. Андреева Е.В. Расчетные модели подземного трубопровода при воздействии поперечных сейсмических воздействий // Магистральные и промысловые трубопроводы: проектирование, строительство, эксплуатация, ремонт: сб. науч. тр. / РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2007. № 2. С. 49–54.
3. Антонов Н.А. Определение перемещений поверхности полупространства при воздействии на него волнового пакета, излучаемого цилиндрической полостью // Городская научно-практическая конференция-выставка, посвященная 85-летию МГСУ-МИСИ «Современные технологии в строительстве. Образование, наука, практика»: сб. секц. науч. тр. / Моск. гос. строит. ун-т. — М.: МГСУ, 2006 г. — с. 30-36.
4. Айнбиндер, А.Б. Расчет магистральных трубопроводов на прочность и устойчивость: справочное пособие [Текст] / А.Б. Айнбиндер, А.Г. Камерштейн. М.: Недра, 1982. – 341 с.
5. Кулдашов Н.У., Жўраев Ў.Ахмедов М.Ш., Ишмаматов М. Динамические напряженно – деформированные состояния параллельных цилиндрических труб при сейсмических возмущениях. “Глобаллашув даврида математика ва амалий математиканинг долзарб масалалари” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами, II-қисм., Тошкент-2021 й., 1-2 июн, 78-83 бетлар
6. Mistumasa Midorrikawa, Izuru Okawa, Masanori Iiba, Masaomi Teshigawara. Performance-based seismic design provisions newly introduced to the building

- standard law of Japan. Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.4, No.3 (Special Issue), 2004, p. 162 - 173.
7. Motohide Tada, Tomonori Fukui, Masayoshi Nakashima, Charles W. Roeder. Comparison of Strength Capacity for Steel Building Structures in the United States and Japan. Earthquake Engineering and Engineering Seismology Volume 4, Number 1, 2003, p. 37 - 49.
 8. T.D. Ngo, M.D. Nguyen, D.B. Nguyen, A review of the Current Vietnamese Earthquake Design Code, Special Issue of the Electronic Journal of Structural Engineering (EJSE): Earthquake Engineering in the low and moderate seismic regions of Southeast Asia and Australia, pp. 32-41, 2008.
 9. Penzien J. Seismically induced racking of tunnel linings. Journal of Earthquake Eng. Structural Dynamics, 29, 2000, p. 683–691.
 10. Jingpei Li, Yongwei Tan, Fayun Liang. A Modified Analysis Method for the Nonlinear Load Transfer Behaviour of Axially Loaded Piles. KSCE Journal of Civil Engineering Vol. 16, No. 3 / March 2012:325-333.
 102. Hashash, Y.M.A., Hook, J.J., Schmidt, B., Yao, J.I-C.. Seismic design and analysis of underground structure. Tunn. Undergr. Sp. Technol. 16, 2001, 247–293
 11. [Safarov I.](#), Teshayev M., [Toshmatov E.](#), [Boltaev Z.](#), [Homidov F.](#) Torsional vibrations of a cylindrical shell in a linear viscoelastic medium// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 883(1), 012190.
 12. Semenov A.A. Model of deformation stiffened orthotropic shells under dynamic loading // Journal of Siberian Federal University. Mathematics and Physics. 2016. 9(4). Pp. 485–497.

Қурилиш объектларини реконструкция қилиш самарадорлигига

таъсир этувчи омиллар

*т.ф.д., проф. Ганиев К.Б.¹ СамДАҚУ¹,
PhD Ходжаева Ш.² докторант (ТАҚУ)²*

Аннотация

Мақолада қурилиш объектларини реконструкция қилиш жараёнига таъсир этувчи омиллар таҳлил қилинган. Қурилиш объектлари ҳаётий цикли