

## КОНТАКТ МАСАЛАЛАРИ ЕЧИШДАГИ АСОСИЙ УСУЛЛАР ВА ВОСИТАЛАР

*Алмардонов Ойбек Махматқулович*

*ҚарМИИ катта ўқитувчиси*

[qmii-oybek.almardonov@mail.ru](mailto:qmii-oybek.almardonov@mail.ru)

**Аннотация:** Ушбу мақолада эластиклик назарияси учун муҳим аҳамият касб этадиган Контакт масалалари ечишдаги асосий усуллар ва воситалар уларнинг тенгламалари, ҳамда ечимлари келтириб ўтилган.

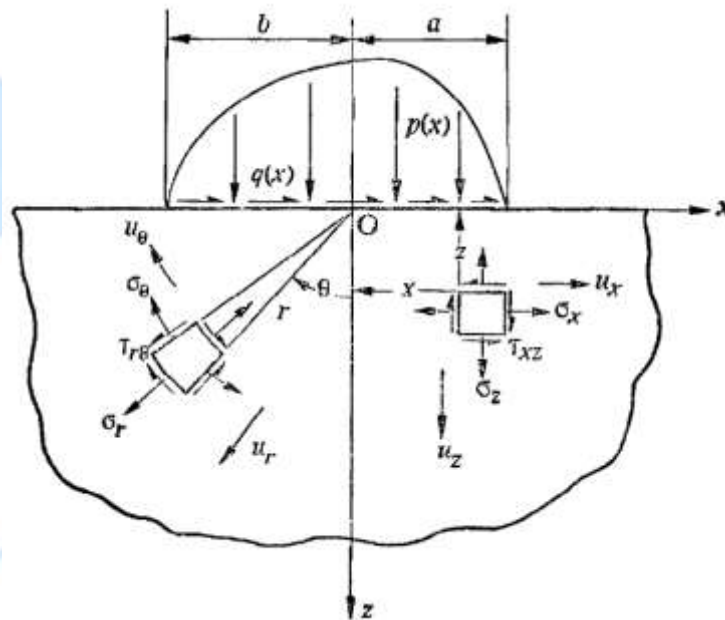
**Калит сўзлар:** эластик ярим текислик, деформация, кучланиш, кўчиш компоненталари, чегаравий шартлар, контакт зона.

Контакт масалаларини ечишда эластик ярим текисликни тўғри чизик кесмаси бўйлаб қўйилган кучлар таъсиридаги кучланганлик ҳолати муҳим аҳамият касб этади.

Ташқи геометрияси мос келмайдиган эластик жисмларни ўзаро таъсири масалаларида таъсир юзасининг ўлчовлари жисмларнинг ўлчовларидан анча кичик деб қаралади. Бу эса жисмларнинг ўлчовлари анча катталигини ҳисобга олганда ўзаро таъсир юзасидаги кучланишлар жисмларнинг чегарасидан анча узоқда жойлашган нуқталарда уларнинг конфигурацияларига боғлиқ бўлмайди, яъни жисмлардан бирини ярим эластик муҳитлардан иборат деб қараш мумкин. Масаланинг бундай қўйилиши асосан эластиклик назариясининг “контакт масалаларида” қўлланилади ва чегаравий шартларни соддалашишига, эластиклик назариясининг математик усулларини қўллаш имкониятини беради. Эластик ярим фазони эни чекли, узунлиги етарлича катта бўлган йўлгага қўйилган кучланишлар таъсиридаги кучланганлик ҳолатини кўриб чиқамиз (1-расм).

Кирилган координата системасида  $Ox$  текислик эластик ярим фазонинг чегараси билан устма-уст тушади,  $Oz$  ўқи эса ярим фазонинг ичига қараб йўналган. Кучланиш фазосининг эни  $a+b$  бўлиб,  $Oy$  ўқи бўйлаб йўналган. Бундан ташқари, ярим эластик фазо текис деформация ҳолатида деб қаралади, яъни  $\varepsilon_y = 0$ .

Шундай қилиб, ярим эластик фазонинг кўндаланг қирқимида  $z=0$ ,  $-b \leq x \leq a$  қисмида  $p(x)$  нормал ва  $q(x)$  урунма кучланишлар таъсир қилади ва кўндаланг қирқимининг ички нуқталарида  $\sigma_x, \sigma_z, \sigma_{xz}$  кучланишларни, деформация тензори компоненталарини ва  $U_x, U_z$  кўчиш компоненталарини топиш талаб қилинади.



1-расм.

Юқорида келтирилганидек, бундай масала чегарада

$$\begin{cases} x < -b \\ x > a \end{cases}, \quad \overline{\sigma_z} = \overline{\tau_{xy}} = 0,$$

ва  $-b \leq x \leq a$  соҳада  $\overline{\sigma_z} = -p(x)$ ,  $\overline{\tau_{xz}} = -q(x)$  шартларни қаноатлантирувчи бигармоник

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}\right) = 0, \quad (1)$$

тенгламани қаноатлантирувчи  $\varphi(x, z)$

$$\sigma_z = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}, \quad \sigma_x = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}, \quad \tau_{xy} = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y}, \quad (2)$$

функцияни аниқлашга келтирилади. Бундан ташқари, масаланинг қўйилишига кўра, “контакт зонадан” етарлича узокликда ( $x \rightarrow \infty, z \rightarrow 0$ ) кучланишлар  $\sigma_x \rightarrow 0, \sigma_z \rightarrow 0, \tau_{xy} \rightarrow 0$  шартларни қаноатлантириши зарур.

Аниқ масалаларни ечишда кўп ҳолларда (штамп масалаларида) чегарада кучланишлар ўрнига штамп геометриясидан келиб чиққан ҳолда  $\overline{U_x}(x)$  ва  $\overline{U_x}(x)$  кўчишлар берилди ёки штамп остида сирпаниш йўқ бўлса,

$$q(x) = \pm \mu p(x),$$

( $\mu$ -сирпанишдаги ишқаланиш коэффициентини) агар сирпаниш бор бўлса  $q(x) = 0$  шартлар ҳисобга олинади.

Штамп масаласида муаммонинг қўйилишига ва моҳиятига қараб, асосан қуйидаги чегаравий шартлар қўйилади:

Юқорида келтирилган умумий назарияда ярим текисликнинг айрим соҳасига қўйилган кучланишлар остидаги кучланганлик ҳолатини кўриб чиқдик. Аммо кўпгина ҳолларда контакт масалаларида чегарада кучланишлар билан

биргаликда кўчишлар ҳам берилди яъни аралаш чегаравий масала қаралади. Бундай ҳолни асосан штамп масалаларида кўплаб учратиш мумкин.

Аралаш чегаравий шартлар кўп ҳолларда қуйидаги тўртта кўринишда бўлади.

1. Ярим текисликнинг чегарасида нормал  $p(x)$  ва урунма  $q(x)$  кучланишлар берилди.

2. Ярим текисликнинг чегарасида  $\bar{u}_z(x)$  нормал кўчиш ва урунма  $q(x)$  кучланиш ёки  $\bar{u}_x(x)$  урунма кўчиш ва нормал  $p(x)$  кучланиш берилди. Бундай чегаравий шартлар ўзаро таъсирга киришувчи сиртлар орасида ишқаланиш кучлари мавжуд бўлмаган ҳолларга мос келади ва сиртларнинг геометрик профилидан келиб чиқади.

3. Ярим текисликнинг чегарасида  $\bar{u}_z(x)$ ,  $\bar{u}_x(x)$  нормал ва тангенциал кўчишлар берилди, яъни икки сиртнинг бир-бирига нисбатан сирпаниши йўқ деб қаралади.

Бу ҳолда икки сирт орасидаги ишқаланиш кучлари етарлича катта бўлади ва чегарадаги нормал ва урунма кучланишларни аниқлаш керак бўлади.

4. Чегарадаги нормал кучланиш берилиб нормал ва урунма кучланишлар орасида  $q(x) = \pm \mu p(x)$  боғланиш ҳисобга олинади. Бунда  $\mu$  – ишқаланиш коэффициентини.

#### Фойдаланилган адабиётлар:

1. Джонсон К. “Механика контактного взаимодействия”. Москва. МИР. 1989.
2. Hardy S., Baronet C.N., Tordion G.V. Elastoplastic indentation of a half-space by a rigid sphere.-J.Numerical Methods in Engng., 1971, 3, p.451.
3. Аргатов И.И., Назаров С.А. Метод срачиваемых разложений для задач с малыми зонами контакта // Механика контактных взаимодействий. М.:Физматлит, 2001. С. 73-82
4. Алмардонов О.М. “Эгри чизиқли штамп масаласи”-Математика, механика ва информатика фанларининг ривожиди истеъдодли ёшларнинг ўрни илмий амалий тезислари тўплами. Тошкент-2014. 6-бет