

УДК 623.437.422

ANSYS ДАСТУРИЙ КОМПЛЕКСИ ЁРДАМИДА БАЛКА ЧЎЗИЛИШИ ВА ЭГИЛИШИНИ ҲИСОБЛАШ

доц. Г.К.Убайдуллаев

Тошкент давлат транспорт университети

катта ўқитувчи Х.Ж.Жуманиязов

Тошкент давлат транспорт университети

ассистент С.Р.Шадиев

Тошкент давлат транспорт университети

Аннотация: В статье представлен расчет балки на удлинение и изгиб с использованием аналитического метода и метода конечных элементов (МКЭ), а также сравнительный анализ полученных результатов.

Ключевые слова: Деформация, сечение, стержень, удлинение, молоток, момент.

Annotation: The article presents the calculation of beam elongation and bending using the analytical and finite element method (FEM), as well as a comparative analysis of the obtained results.

Keywords: Deformation, section, rod, elongation, hammer, moment.

Аннотация: Мақолада балка чўзилиши ва эгилиши аналитик ҳамда чекли элементлар усули (ЧЭУ) ёрдамида ҳисоби, шунингдек, олинган натижаларнинг ўзаро солиштирма таҳлили келтирилган.

Калит сўзлар: Деформация, кесим, стержен, чўзилиш, балка, момент.

Балка чўзилишини ҳисоблаш

1.1. Балка чўзилишини аналитик усулда ҳисоблаш.

Кўндаланг кесим юзасининг радиуси $R = 10$ мм, узунлиги $l = 200$ мм бўлган балкани $F = 10000$ Н куч таъсирида чўзилишга аналитик усулда ҳисоби:

Текис кесимлар гипотезасига кўра, деформацияда балканинг кўндаланг кесимлари бир-бирига параллел сурилади. Демак, кўндаланг кесимларда бир текис тарқалган нормал кучланишлар σ таъсир қилади. Нормал кучланишларни аниқлаш учун балканинг кесиб олинган қисми мувозанат шартини кўриб чиқамиз. Кесимдаги ички зўриқишларнинг тенг таъсир этувчиси N статика тенгламаларидан топилади[1]:

$$N - F = 0 \text{ ёки } N = F, \text{ бунда } N = \int A \cdot \sigma \, dA$$

$N = \sigma \cdot A$ эканлигини ҳисобга олиб, балканинг кўндаланг кесимларида чўзилиш ва сиқилишдаги нормал кучланишларни топамиз:

$$\sigma = \frac{N}{A} \text{ ёки } \sigma = \frac{F}{A} \text{ бунда}$$

N - бўйлама куч; A - кўндаланг кесим юзаси.

$$A = \pi R^2 = 3,14 \cdot 100 = 314 \text{ мм}^2 = 314 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Чўзилишда балка узунлигининг узайиши $\Delta l = l_1 - l$.

бунда l - стерженнинг дастлабки узунлиги, l_1 - стерженнинг деформациядан кейинги узунлиги. Сиқилишда Δl мутлақ бўйлама қисқариш деб аталади.

Мутлақ узайиш дастлабки узунлигига нисбати *нисбий бўйлама деформация* ε дейилади. $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$

Гук қонунига кўра, кўпчилик материаллар учун кичик узайишлар чегарасида кучланиш билан деформация орасида чизиқли боғланиш мавжуд:

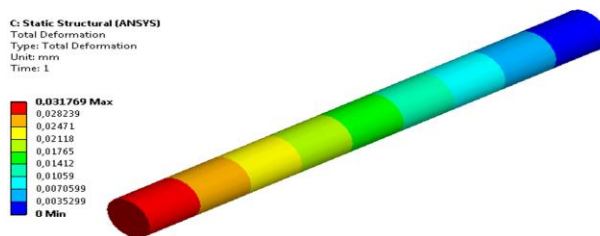
$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

E - бўйлама эластиклик модули; пўлат учун $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot A} = \frac{10000 \cdot 0.2}{2 \cdot 10^{11} \cdot 314 \cdot 10^{-6}} = 3,18 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 0,0318 \text{ мм}$$

1.2. ANSYS дастурида балка чўзилишини ЧЭУ ёрдамида ҳисоблаш.

ANSYS дастурида балка чўзилишга ҳисобланганда $\Delta l = 0,031769$ мм натижа олинди [2].



2-расм. ANSYS дастурида ҳисобланган балка модели.

Олинган натижаларнинг ўзаро солиштирма таҳлили 1-жадвалда кўрсатилган.

Ҳисоблаш натижаларининг солиштирма таҳлили. 1-жадвал.

Ҳисоблаш усули	Натижа	Аниқлик
Аналитик	0,031847	100%
ЧЭУ (ANSYS)	0,031769	99,7%

2.

Балка

Эгилишини ҳисоблаш

2.1. Балка эгилишини аналитик усулда ҳисоблаш.

Кўндаланг кесим юзаси квадрат $a = 20$ мм, узунлиги $l = 200$ мм бўлган балкага $F = 100$ Н куч таъсирида эгилишига аналитик усулда ҳисоби:

Маълумки, балкага таъсир қилаётган эгувчи куч балка охиридаги нуқтасида энг катта қийматга етади. Вертикал силжишни аниқлаш нуқтасига қўйилган якка кучли балканинг сохта ҳолати танланиб, Мор интегралидан фойдаланилади[1].

$$\Delta l = \int_0^l \frac{M_i M_k}{EI_z} dx$$

Тўсинда битта қисм бўлиб, бунда $0 \leq x \leq l$.

Берилган юкка оид эгувчи момент $M_k = -\frac{q \cdot x^2}{2}$.

Якка кучга оид эгувчи момент $M_i = -1x$ ва $I_z = \frac{a^4}{12}$

Эгувчи моментлар қийматларини интеграл белгиси остига олиб, интеграллашдан сўнг тўсин охиридаги нуқтасидаги букилиши ҳосил қилинади:

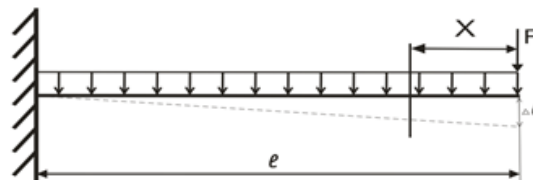
$$\Delta l = \frac{1}{EI_z} \int_0^l (-1x) \left(-\frac{qx^2}{2}\right) dx = \frac{ql^4}{6EI_z} = \frac{Fl^3}{3EI_z} = \frac{4Fl^3}{Ea^4} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 0.2^3}{2 \cdot 10^{11} \cdot (2 \cdot 10^{-2})^4} = 0,1 \text{ мм}$$

2.2.ANSYS дастурида балка чўзилиши ҳисоблаганда $\Delta l = 0,1003$ мм натижа олинди.

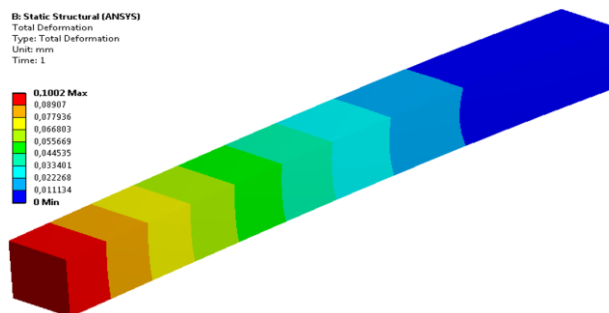
Олинган натижаларнинг ўзаро солиштирма таҳлили 2-жадвалда кўрсатилган.

Ҳисоблаш натижаларининг солиштирма таҳлили. 2-жадвал.

Ҳисоблаш усули	Натижа	Аниқлик
Аналитик	0,1	100%
ЧЭУ (ANSYS)	0,1003	99,7%



3-расм. Куч таъсирида балка Δl га эгилиши.



3-расм. ANSYS дастурида ҳисобланган балка модели.

Шу ўтказилган таҳлиллар асосида қуйидаги хулосага келиш мумкин:

Ҳар иккала жадвалда ЧЭУ (ANSYS) ҳисоблашдаги хатолик фарқи (аналитик усулга нисбатан) 0,3% ни ташкил этди.

Балкани чўзилиш ва эгилишга ҳисоблаш мисолида кўриб чиқилдики, аналитик ҳисоблаш ЧЭУга нисбатан кўпроқ вақт талаб этади. Мураккаб конструкцияларни эса, аналитик тенгламалар асосида ҳисоблаш жуда мураккаб ва катта меҳнат сарфини талаб этади. Шунинг учун ҳар қандай мураккабликдаги конструкцияларни ANSYS дастурий комплекси ёрдамида ҳисоблаш ўринли.

Фойдаланилган адабиётлар

1. М.Т.Ўразбоев “Материаллар қаршилиги асосий курси” Т.: “Ўқитувчи” нашриёти 1973 йил.
2. А. Чигарев, А. Кравчук, А. Смалок “ANSYS для инженеров” М. 2004.