

УДК 539.03

РОЗРАХУНОК ОБОЛОНОК СКЛАДНОЇ ФОРМИ

CALCULATION SHELLS OF COMPLEX SHAPE

Пасічник Р.В., к.т.н., доцент, (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)

Пасічник Р.В., к.т.н., доцент, (Луцький национальный технический университет, г. Луцк)

Виконано пружний розрахунок горизонтальної циліндричної бочки з еліпсоїдальними кришками що опираються на пару однакових жорстких лотків, які не приварені до бочки. Досліджено напружено-деформований стан і втрату стійкості резервуара, наповненого водою.

Выполнен упругий расчет горизонтальной цилиндрической бочки с эллипсоидальными крышками, опертymi на пару одинаковых жестких лотков, не приваренных к бочке. Исследовано напряженно-деформируемое состояние и потеря стойкости резервуара, наполненного водой.

Методика розрахунку базується на застосуванні нової схеми методу скінченних різниць – методу криволінійних сіток. Однією з основних переваг МКС в порівнянні з багатьма іншими методами є покращення швидкості збіжності рішень за рахунок виключення негативного ефекту жорстких зміщень. Крім цього, збірна оболонкова конструкція може розглядатися в цілому, без розділення її на окремі елементи. В зв'язку з чим виключається необхідність введення допоміжних рівнянь, що описують умови спряження елементів. При цьому в місцях з'єднання і на границях розрахункового фрагменту відсутні законтурні вузли, різниці співвідношення залишаються справедливими і в місцях злому серединної поверхні оболонки.

В якості вихідних прийнято рівняння класичної теорії тонких оболонок в інваріантній формі з врахуванням геометричної нелінійності і пластичності матеріалу. Геометрична нелінійність рівнянь зумовлена врахуванням змін кривини серединної поверхні в процесі навантаження і зміною орієнтації векторів внутрішніх зусиль і зовнішньої дії відносної системи координат, зв'язаної з серединною поверхнею недеформованої оболонки, а також врахуванням квадратного члена в виразах компонент-тензора мембранних деформацій. Врахування пластичності матеріалу полягає у використанні співвідношень теорії малих пружно-пластичних деформацій (деформаційна теорія). За допомогою метода продовження по параметру в поєднанні з

методом Ньютона-Кантаровича вирішення нелінійної задачі зводиться до вирішення послідовності лінеаризованих крайових задач. Для розв'язку системи скінченно різницевих рівнянь вибрано метод Гауса. Висока швидкість збіжності цифрових рішень, компактність побудови і універсальність – риси теоретичної основи які в кінцевому результаті визначають ефективність розрахункового процесу.

Об'єктами дослідження можуть бути:

1.) тонкі оболонки складної канонічної форми, в тому числі і збірні, з постійними або змінними геометричними параметрами. Елементи збірної оболонки можуть мати довільну аналітично задану форму, стик може бути як гладким, так і з зломом поверхні по лінії спряження;

2.) оболонки, підкріплені ребрами в одному або обох напрямках. Ребра приймаються в розрахунок дискретно і можуть бути центрально розміщеними відносно серединної поверхні оболонки;

3.) оболонки, ослаблені отворами або вирізані, контури яких співпадають з координатними лініями на поверхні;

4.) оболонки, що опираються на пружну основу.

Пружний розрахунок горизонтального циліндричного резервуара

В різних галузях промисловості для зберігання рідини широко використовуються тонкостінні горизонтальні резервуари, що опираються на два лотка. При цьому поблизу опор в резервуарі виникають колоподібні стискуючі напруження, які найбільші в двох зонах, а саме, в крайній верхній частині лотка і в крайній нижній частині. Вказані напруження в ряді випадків визначають конструкцію резервуара поблизу опор, а наявність стиснутої зони в неприкріпленому лотку не виключає можливості існування в цій зоні місцевого випучування.

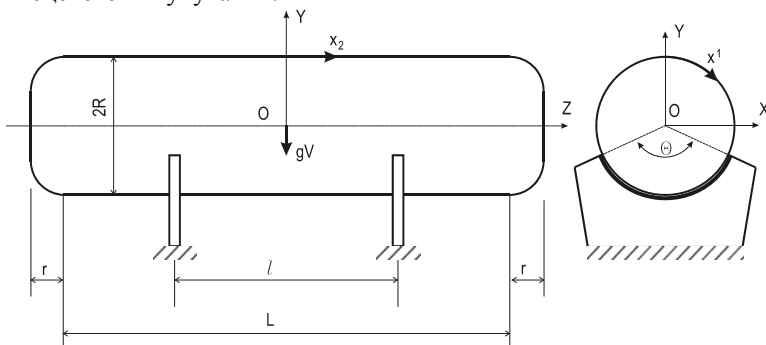


Рис 1. Розрахункова схема горизонтального циліндричного резервуара з еліптичними кришками

Виконано пружний розрахунок горизонтальної циліндричної бочки з еліпсоїдальними кришками що опираються на пару однакових жорстких

лотків, які не приварені до бочки. Досліджено напружено-деформований стан і втрату стійкості бочки, в зоні опор, наповненої водою.

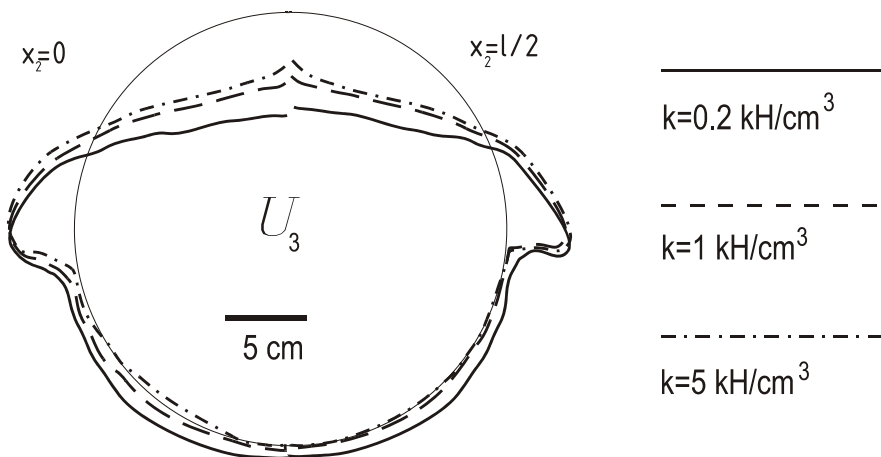


Рис.2. Епюра U_3

Внаслідок симетрії поверхні і завантаження бочка деформується симетрично відносно площин XOY , YOZ . Врахування симетрії геометрії та навантаження дозволяє при розрахунку обмежитися розглядом чвертини бочки.

1. Кэнтин Г. Смещения криволинейных конечных элементов как жесткого целого // Ракетная техника и космонавтика. – 1970. – Т.8, №7. – С. 1251-1255.
2. Тимошенко С. П., Войновский-Кригер С. Пластины и оболочки. – М.: Наука, 1966. – 635 с.
3. Фондер Г. А., Клаф Р. В. Явное добавление смещений тела как жесткого целого в криволинейных конечных элементах // Ракетная техника и космонавтика. – 1973. – Т.3, №3. – С. 62-72.
4. Пасічник Р.В., Самолянов І.І. Згин однопорожнинного гіперболоїда. // Машинознавство. – 2000 р. – №6-7. – С. 22-27.
5. Самолянов І.І., Пасічник Р.В. Стійкість оболонок від'ємної гаусової кривини // Наукові нотатки. – Луцьк: Вид-во Луцького державного технічного університету. – 2000. – С. 229-240.
6. Рассказов О.О., Пасічник Р.В. Розрахунок градирні на дію власної ваги. // Вісник Національного транспортного університету та Транспортної академії України. – К., 2002. – Випуск 7. – С. 450-453.
7. Пасічник Р.В. Розрахунок градирні на стійкість.// Наукові нотатки ЛДТУ. – Луцьк, 2006. – Випуск 19. – С. 115 – 120.