

АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ТРИШАРОВОЇ ОБОЛОНКИ З ЛЕГКИМ ЗАПОВНЮВАЧЕМ, ЯКА ПІДКРІПЛЕНА РЕБРАМИ ЖОРСТКОСТІ

Ємел'янова Т.А., к.т.н., ст.викладач

Херсонський державний аграрний університет, м. Херсон, e.tatyana.2014@ukr.net

Сурьянінов М.Г., д.т.н., проф., Калініна Т.О., к.т.н., доц.,

Балдук П.Г., к.т.н., проф.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

В роботі розглядається аналіз стійкості пологих та кругових тришарових оболонкових конструкцій з легким трансверсально-ізотропним заповнювачем, підкріплених ребрами жорсткості в поздовжньому та поперечному напрямках.

Побудовано розрахункові моделі та розроблено алгоритми дослідження стійкості тришарових оболонок наступних типів: пологої тришарової оболонки, яка підкріплена поздовжніми (рис. 1) та поперечними (рис.2) ребрами жорсткості; кругової тришарової оболонки, яка підкріплена поздовжніми (рис.3) та поперечними (рис.4) ребрами жорсткості [1,2,3,4].

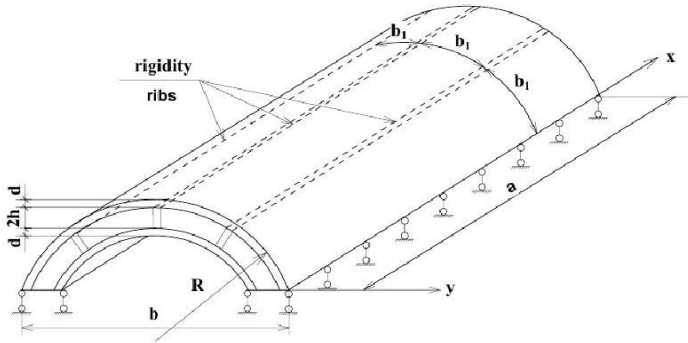


Рис. 1. Схема пологої тришарової оболонки, підкріпленої поздовжніми ребрами жорсткості

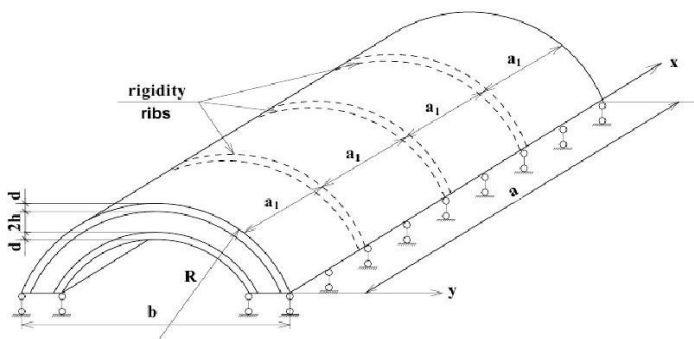


Рис. 2. Схема пологої тришарової оболонки, підкріпленої поперечними ребрами жорсткості

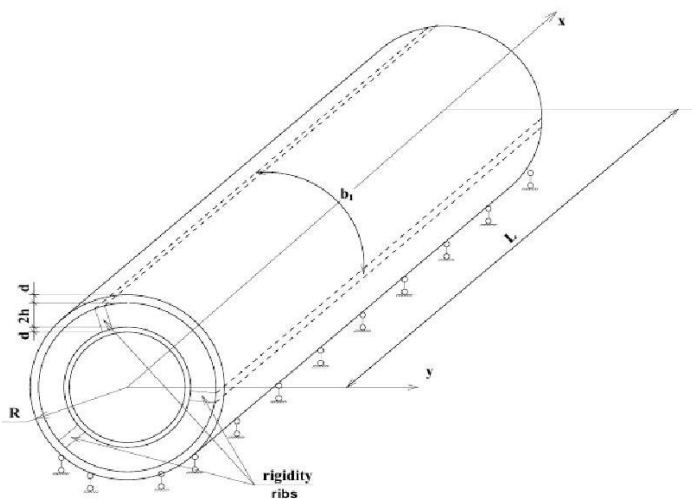


Рис. 3. Схема кругової тришарової оболонки, підкріпленої поздовжніми ребрами жорсткості

При проектуванні підкріплених тришарових оболонок з легким заповнювачем ребра жорсткості слід розташовувати таким чином, щоб отримати підвищені значення пружних параметрів заповнювача. Це забезпечить місцеву стійкість зовнішніх шарів.

З метою визначення доцільності введення ребер жорсткості, в роботі виконаний чисельний аналіз стійкості підкріплених тришарових оболонки з заповнювачем із пінопласту типу ФК ($\mu = 0,4$) трьох типів. Матеріал несучих шарів оболонки дюраль Д-16Т, товщиною $\delta = 0,1$ см ($E=6,9 \cdot 10^5$ кг/см², $V=158 \cdot 10^3$ кг/см, $\mu = 0,33$).

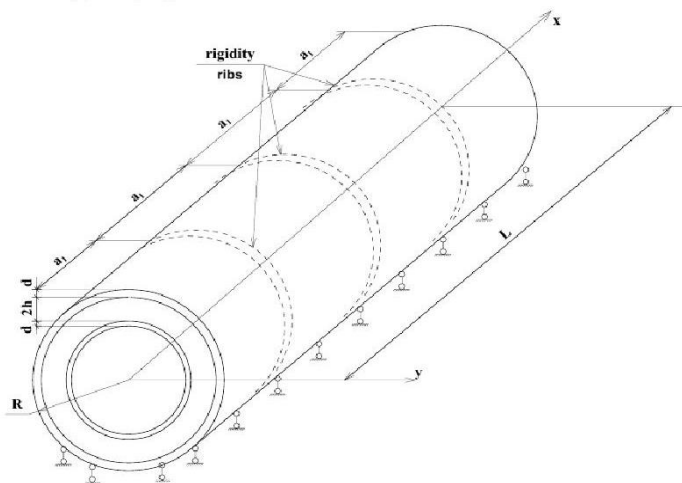


Рис. 4. Схема кругової тришарової оболонки, підкріпленої поперечними ребрами жорсткості

Підкріплення вільно обертої тришарової пологої оболонки одним поздовжнім ребром в цілому підвищує критичне навантаження на 22%, а при підкріпленні трьома поздовжніми ребрами – на 29%, порівняно з оболонкою без ребер жорсткості. Розміри оболонки: $a=60$ см, $b=40$ см, $R=100$ см (рис.1).

Підкріплення вільно обертої тришарової пологої оболонки одним поперечним ребром в цілому підвищує критичне навантаження на 3,7%, а при підкріпленні трьома поперечними ребрами – на 7,4%, порівняно з оболонкою без ребер жорсткості. Розміри оболонки: $a = 60$ см, $b = 40$ см, $R = 100$ см (рис.2).

Підкріплення вільно обертої тришарової кругової оболонки одним поздовжнім ребром в цілому підвищує критичне навантаження на 43%, а при підкріпленні трьома поздовжніми ребрами – на 54%, порівняно з оболонкою без ребер жорсткості. Розміри оболонки: $L=60$ см, $R=20$ см (рис.3).

Підкріплення вільно обертої тришарової кругової оболонки одним поперечним ребром в цілому підвищує критичне навантаження на 5,1%, а при підкріпленні трьома поперечними ребрами – на 9,4%, порівняно з оболонкою без ребер жорсткості. Розміри оболонки: $a = 60$ см, $R = 20$ см (рис.4).

Отримані кількісні залежності параметрів втрати стійкості від фізико-механічних властивостей матеріалів та розмірів тришарової підкріпленої оболонки. Встановлено, що зі збільшенням числа ребер критичне навантаження та критична жорсткість ребер підвищується; зі збільшенням відношення сторін оболонки критична жорсткість ребер збільшується, а критичне навантаження зменшується; зі збільшенням згинальної жорсткості ребер критичне навантаження збільшується до певної межі, після чого залишається постійними і рівними критичному навантаженню оболонки, замкненої між ребрами. Слід зазначити, що найбільш доцільно підкріплювати зазначені тришарові оболонки, які працюють в умовах поздовжнього стиску, ребрами жорсткості, нормальними до зовнішніх шарів і розташованими в площині згину оболонки вздовж стискаючого навантаження. При цьому критичне навантаження стиску значно підвищується, тому що залежать від модуля нормальної пружності заповнювача в напрямку, нормальному до зовнішніх шарів.

- [1] Mykola Surianinov, Tetiana Yemelianova, Dina Lazarieva. Analytical and computer research of stability of three layer shells, supported by stiffness ribs. International Journal of Engineering and Technology (IJET). Vol 7 No 4 2018. p. 6797-6800. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.24672
- [2] Ємельянова Т.А. Моделирование стійкості тришарової пологої оболонки з легким заповнювачем, яка підкріплена поздовжніми ребрами жорсткості. «Вісник» Херсонського національного технічного університету. Херсон, 2011. №3(42). С. 200 – 203.
- [3] Емельянова Т.А. Исследование устойчивости трехслойной круговой оболочки с легким наполнителем, подкрепленной продольными ребрами жесткости. Актуальные проблемы архитектуры и строительства: материалы Международной научно-практической конференции, г. Благовещенск, 25 февраля 2014 г. Благовещенск: ДальГАУ, 2014. С.79 – 85.
- [4] Ємельянова Т.А. Дослідження стійкості тришарової кругової оболонки з легким заповнювачем, яка підкріплена кільцевими ребрами жорсткості. Актуальні проблеми інженерної механіки: тези доповідей 5-ї Міжнародної науково-практичної конференції, Одеса, ОДАБА, 22-25 травня 2018 р./під ред. М.Г.Сур'янінова. Одеса: ОДАБА, 2018. С. 81–84.

STABILITY ANALYSIS OF A THREE-LAYER SHELL WITH LIGHTWEIGHT FILLER SUPPORTED BY RIGIDITY RIBS

An analysis of the stability of sloping and circular three-layer shell structures with light transversal-isotropic filler, supported by rigidity ribs in the longitudinal and transverse directions is considered in paper. The quantitative dependences of the parameters of the stability loss on the physical and mechanical properties of the materials and the dimensions of these three-layer supported shells were obtained. The critical loads of freely supported three-layer shells with lightweight filler of four types which supported by one and three ribs in the longitudinal and transverse directions are given. The expediency of introducing rigidity ribs in three-layer shells is substantiated.