

УДК 519.6:512.66

Голомоза М.В.¹, Козленко О.В.², Міхеєва Н.В.¹

¹ Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського м. Києва

² Національний технічний університет України «КПІ» ім. Ігоря Сікорського»

ГЕОМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЗЕРВУАРА ПАЛИВОЗАПРАВНИКА

У роботі розглянуто вплив геометричної форми цистерни паливозаправника на положення центра мас рідини та її поведінку під час руху. Особливу увагу приділено питанням стійкості транспортного засобу, бо зміщення центра мас і коливання рідини є ключовими факторами, що впливають на безпеку перевезення пального.

Актуальність дослідження полягає в тому, що паливозаправники є об'єктами підвищеної небезпеки, а їх нестійкість може призводити до аварій, витоку нафтопродуктів та негативних екологічних наслідків. Однією з причин цього є коливання рідини в цистерні, при русі з прискоренням, або при різких поворотах, що спричиняє зміщення центра мас і створює додаткові динамічні навантаження.

Метою моєї роботи було дослідити кілька геометричних форм цистерни та знайти найоптимальнішу, тобто при якій центр мас буде найнижчим. У роботі використано методи аналітичного та геометричного моделювання, а також графічний аналіз залежностей.

У дослідженні розглянуто три моделі цистерн: циліндричну, прямокутну та трапецієподібну. Для забезпечення коректного порівняння всі моделі мають однаковий об'єм.

Під час руху з прискоренням рідина перебуває в неінерціальній системі відліку, внаслідок чого її вільна поверхня нахилиється, а центр мас зміщується. Це призводить до появи додаткових навантажень і зниження стійкості транспортного засобу.

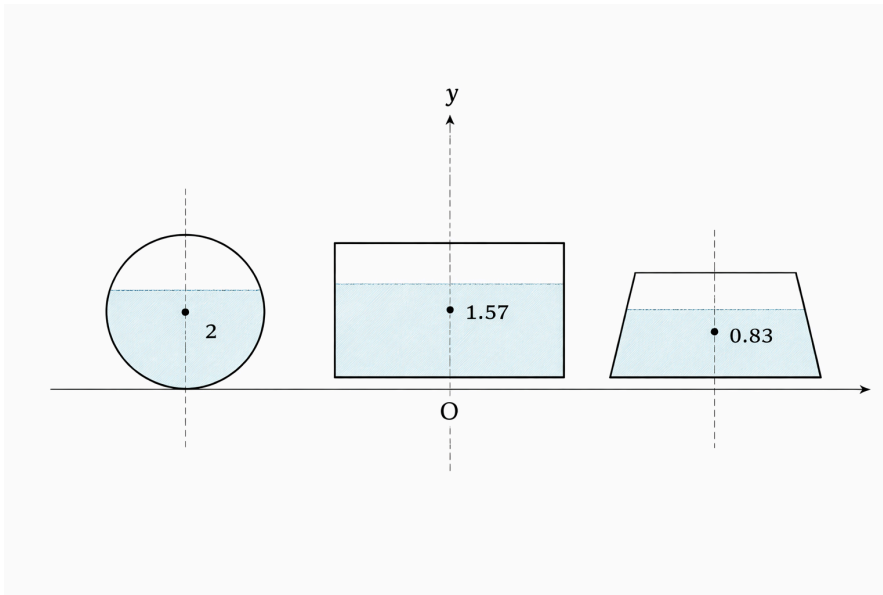


рис.1. Положення центру мас рідини у різних геометричних формах

Розрахунки показали, що при однаковому об'ємі положення центра мас суттєво залежить від форми цистерни: для циліндричної воно є найвищим (≈ 2 м), для прямокутної — нижчим ($\approx 1,57$ м), а для трапецієподібної — найнижчим ($\approx 0,83$ м)(рис.1). Це свідчить про перевагу трапецієподібної форми з точки зору стійкості.

Дослідження залежності положення центра мас від рівня заповнення показало (рис.2), що для прямокутної цистерни ця залежність є лінійною, тоді як для трапецієподібної - більш плавною та стабільною. Це означає, що зміни рівня рідини менше впливають на стійкість у випадку трапецієподібної форми.

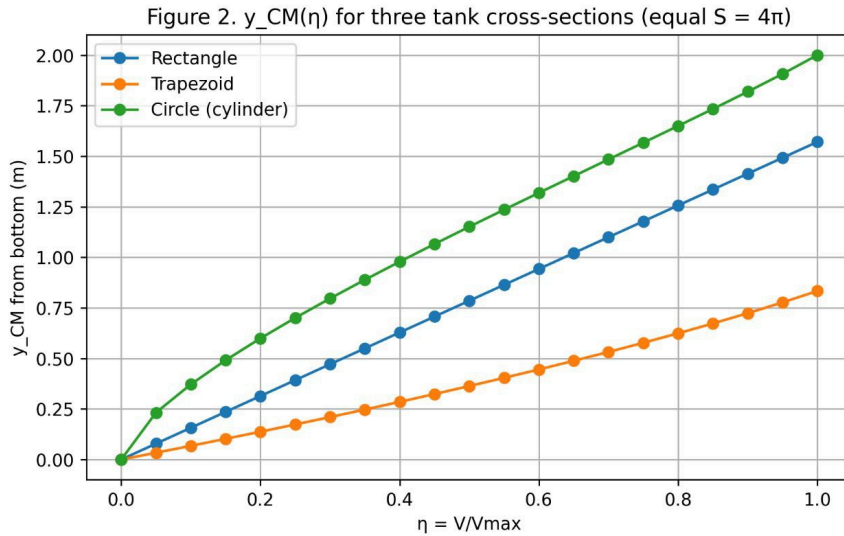


рис.2 графік залежності центра мас від частки заповнення

Крім того, встановлено, що нахилені стінки трапецієподібної цистерни сприяють гасінню хвиль рідини, зменшуючи їх амплітуду. Це додатково підвищує стабільність руху транспортного засобу.

Проте, трапецієподібна форма цистерни має і певні недоліки. Така конструкція є більш складною у виготовленні порівняно з традиційною циліндричною, потребує більшої кількості ребер жорсткості для забезпечення міцності, а також ускладнює досягнення повної герметичності через наявність кутових з'єднань. Це може підвищувати вартість виробництва та технічного обслуговування резервуара.

У результаті дослідження підтверджено, що геометрична форма резервуара суттєво впливає на поведінку рідини. Найбільш ефективною серед розглянутих є трапецієподібна форма, оскільки вона забезпечує нижче положення центра мас і зменшує коливання рідини. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення конструкцій паливозаправників з метою підвищення їх безпеки та ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Centroids of Plane Areas [Електронний ресурс] // Engineering ToolBox.

– Режим доступу:

https://www.engineeringtoolbox.com/centroids-areas-d_2174.html

(центри мас простих плоских фігур)

2. Geometric Shapes – Areas [Електронний ресурс] // Engineering ToolBox. – Режим доступу:
https://www.engineeringtoolbox.com/area-geometric-figures-d_1250.html
(довідкові формули площ геометричних фігур)
3. Engineering Statics: Centroids [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://engineeringstatics.org/Chapter_07-centroids.html
(теоретичні основи визначення центра мас і центроїда)
4. Альтман Е. І. Гідравліка : навчальний посібник [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://card-file.ontu.edu.ua/bitstream/123456789/16965/1/ALTMAN_E.I._GIDRAVLIKA.pdf