

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСНИХ ТА ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ РІДИНИ В ПРИЗМАТИЧНИХ ТА ЦИЛІНДРИЧНИХ РЕЗЕРВУАРАХ**

**Стрельнікова О.О., Розова Л.В., Крютченко Д. В.**

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Контейнери та резервуари для зберігання нафти, легкозаймистих і отруйних рідин широко використовуються в різних областях інженерної практики, таких як авіабудування, хімічна і нафтогазова промисловість, енергетичне машинобудування, транспорт. Ці резервуари функціонують в умовах підвищених технологічних навантажень і заповнені нафтою, легкозаймистими або отруйними речовинами. В результаті раптової дії навантажень, викликаних землетрусами, іншими форс-мажорними обставинами, рідина, що зберігається в резервуарах, починає інтенсивні плескання. Тому вивчення динамічної поведінки рідини у резервуарах є актуальною задачею.

В доповіді розглядаються методи розв'язання задач коливань рідини в жорстких резервуарах. Запропоновано чисельний метод для моделювання імпульсу і сейсмічної дії на сховища з рідиною. Припускається, що рідина є нестисливою та ідеальною, а її рух, викликаний дією зовнішнього навантаження, є безвихровим. В цих умовах існують потенціал швидкостей, який задовольняє рівнянню Лапласа. Сформульовано мішану крайову задачу для цього рівняння. При цьому на бічних поверхнях та днищі резервуара задаються умови не протікання, а на вільній поверхні задаються кінематична та динамічна умови. Чисельний розв'язок отримано методом граничних елементів з використанням шматково-лінійної апроксимації невідомої щільності.

Розглянуті періодичні та імпульсні навантаження в призматичних та циліндричних резервуарах, а також навантаження, яке викликано дією сейсмічної хвилі. У випадку призматичних резервуарів аналітично отримані вирази для власних форм та частот коливань. Для циліндричних резервуарів форми коливань отримані за допомогою методу інтегральних рівнянь. Це дало змогу провести дослідження коливань рідини у циліндричному резервуарі за наявності внутрішніх горизонтальних перегородок.

Для аналізу вимушених коливань рідини в резервуарах під дією імпульсних та сейсмічних навантажень, невідомі функції розкладено в ряди за формами вільних коливань. Знайдено аналітичні розв'язки цих систем за допомогою методів операційного числення.

Отримані чисельні результати за допомогою яких знаходяться частоти періодичної сили, які є найбільш небезпечними при транспортуванні резервуару. Проаналізовано рівень підйому рідини в жорстких резервуарах під дією горизонтального періодичного, імпульсного та сейсмічного навантажень. Проаналізовано вплив наявності перегородки в резервуарі на максимальне значення підйому рідини.