

УДК 539.595

Губська В.В., канд. фіз.-мат. наук
КПІ ім. Ігоря Сікорського, viktoriagubskaia@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ СИСТЕМИ УСІЧЕНИЙ КОНІЧНИЙ РЕЗЕРВУАР – РІДИНА У ЗАРЕЗОНАНСНОМУ ДІАПАЗОНІ ЗМІНИ ЧАСТОТ

У великій мірі інтерес до задач динаміки рідини у резервуарах зумовлений сучасними практичними потребами техніки. Такі транспортні системи як ракети-носії, літаки, цистерни часто використовуються на практиці. У більшості випадків рідина не цілком заповнює баки таких систем і під час транспортування виникають коливання вільної поверхні рідини. При великій відносній масі рідини її хвильові рухи можуть суттєво впливати на динаміку транспортного засобу. Це висуває додаткові вимоги до системи управління і може бути причиною небажаних режимів руху і навіть аварійних ситуацій. Теоретичні і експериментальні дослідження свідчать про те, що моделі, які основані на ідеях лінеаризації процесів, не відбивають багатьох важливих властивостей, і тому їхня достовірність є обмеженою. Ускладнення режимів експлуатації сучасних транспортних засобів і підвищені вимоги до точності їх функціонування призводять до необхідності здійснювати моделювання на основі нелінійного опису динамічних явищ, враховувати повне різноманіття взаємодіючих факторів, що впливають на динамічну поведінку конструкцій із рідиною.

Розглядається задача динаміки рідини з вільною поверхнею в резервуарі у формі оберненого усіченого конуса. Порівнюється рух резервуарів у формі усіченого конуса з радіусом нижньої основи 0,2-0,8 м з кроком 0,2 м. Для дослідження задачі було використано модель [1], яка була протестована для задач динаміки резервуарів із рідиною із вільною поверхнею [2]. Розглянемо випадок, коли частота зовнішнього збурення більша за резонансну і складає $\Omega = 1,2\Omega_0$ резонансної частоти, співвідношення мас резервуару і рідини 0,2. Розглянуто розвиток коливань рідини на стінці бака на періоді до 160 с (приблизно 80 періодів коливань за першою формою).

Для випадку частот коливань більших за резонансну можна зробити такі загальні висновки: зміна середнього значення амплітуди характерна для усіченого конуса з радіусом нижньої основи 0,2, 0,4 і починаючи з 0,6 це значення вирівнюється і зостається практично незмінним, модуляції не характерні для цього випадку, спостерігається істотний вплив вищих форм коливань (супергармоніки та двогорбі піки яскраво виражені). В чистому вигляді вихід на усталений режим коливань не спостерігається. Для поступової зміни радіусу нижньої основи резервуара характерне поступове зменшення максимальних значень амплітуд коливань рідини на стінці. Показано, що підхід в моделюванні, при якому динаміка системи розглядається в рамках моделі сумісного руху, значно більше відповідає реальним інженерним системам.

Список посилань

1. Лимарченко О.С. Нелинейная динамика конструкций с жидкостью./ Лимарченко О.С., Ясинский В.В. — Киев: НТТУ КПИ. – 1997. – 338 с.
2. Лимарченко О.С. Задача про вимушені нелінійні коливання резервуару у формі усіченого конуса, частково заповненого рідиною / Лимарченко О.С., Губська В.В. // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, серія Фізико-математичні науки. – 2012. Т.1, №1. – С.73-76.
3. Лимарченко О.С. Поведінка системи нециліндричний резервуар-рідина у зарезонансному діапазоні зміни частот/ Лимарченко О.С., Слюсарчук Ю. А., Паранькіна О. Ю. // Механіка гіроскопічних систем. – 2018. №36. – С.5-10.