

**ВИРІШЕННЯ СУЧАСНИХ ЗАДАЧ ДИНАМІКИ ГІДРОМЕХАНІЧНИХ І ВІБРОЗАХИСНИХ СИСТЕМ***Інститут технічної механіки**Національної академії наук України і Державного космічного агентства України,  
вул. Лешко-Попеля, 15, 49005, Дніпро, Україна; e-mail: skh@ukr.net*

Метою даної статті є огляд основних результатів вирішення сучасних завдань динаміки рідинних ракетних двигунів (РРД), поздовжньої стійкості рідинних ракет-носіїв (РН), динаміки віброзахисних систем, газодинаміки лопаткових машин і динаміки гідравлічних систем з кавітуючими місцевими гідравлічними опорами. Представлено такі результати вирішення зазначених завдань. Проведено математичне моделювання спільних поздовжніх і поздовжньо-згинальних коливань конструкції живильних трубопроводів і рідини в гідравлічних системах з кавітуючими насосами РРД. Виконано математичне моделювання процесу запуску маршового РРД з допалюванням генераторного газу. Проведено числове дослідження впливу демпфірування коливань окремих динамічних ланок корпусу рідинної РН на поздовжню стійкість і амплітуди поздовжніх коливань РН. Розроблено методику теоретичних прогнозів динамічних навантажень на конструкції верхніх ступенів рідинних РН і космічних апаратів (КА) в процесі виведення їх на робочі орбіти. Виконано теоретичний прогноз поздовжньої стійкості нових рідинних ракет космічного призначення тандемної і пакетної схеми компоновання на етапі їх ескізного проектування. Запропоновано нову пневматичну систему захисту КА «Січ-2М» від поздовжніх вібраційних навантажень при його виведенні на робочі орбіти. Розроблено конструкцію віброзахисної системи для операторів транспортних засобів різного призначення для захисту від ударних і знакозмінних навантажень. Розвинено сучасні методи аеродинамічного удосконалення форми міжлопаткових каналів компресорів авіаційних газотурбінних двигунів. Виконано числове моделювання нестационарної течії рідини в гідравлічній системі з кавітуючою дисковою діафрагмою. Вирішено актуальні проблеми подрібнення твердих речовин в рідкому середовищі на основі розробки і створення експериментальної кавітаційно-імпульсної установки для отримання тонкодисперсних середовищ і досліджень гідродинаміки нових технічних пристроїв з кавітуючими елементами.

**Ключові слова:** *рідинна ракетна рушійна установка, рідинний ракетний двигун, динаміка, стійкість, віброзахисна система, газодинаміка лопаткових машин, математичне моделювання.*

1. Пилипенко В. В., Задонцев В. А., Довготько Н. И., Григорьев Ю. Е., Манько И. К., Пилипенко О. В. Динамика жидкостных ракетных двигательных установок и продольная устойчивость жидкостных ракет-носителей. Техническая механика. 2001. № 2. С. 11–37.
2. Долгополов С. И. Полуэмпирический способ определения коэффициента инерционного сопротивления жидкости, обусловленного обратными течениями на входе в шнекоцентробежный насос. Техническая механика. 2014. № 2. С. 36–42.
3. Долгополов С. И. Определение параметров кавитационных автоколебаний в гидравлической системе при совместных продольных колебаниях конструкции трубопровода и жидкости. Техническая механика. 2014. № 3. С. 79–86.
4. Долгополов С. И. Влияние нелинейных характеристик сифона на параметры кавитационных колебаний при совместных продольных колебаниях конструкции трубопровода и жидкости. Техническая механика. 2015. № 3. С. 30–38.
5. Пилипенко О. В., Прокопчук А. А., Долгополов С. И., Хоряк Н. В., Николаев А. Д., Писаренко В. Ю., Коваленко В. Н. Математическое моделирование и анализ устойчивости низкочастотных процессов в маршевом ЖРД с дожиганием генераторного газа. Вестник двигателестроения. 2017. № 2. С. 34–42.
6. Пилипенко О. В., Прокопчук А. А., Долгополов С. И., Писаренко В. Ю., Коваленко В. Н., Николаев А. Д., Хоряк Н. В. Особенности математического моделирования низкочастотной динамики маршевого ЖРД с дожиганием генераторного газа при его запуске. Космічна наука і технологія. 2017. Т. 23, № 5. С. 3–12.
7. Хоряк Н. В., Долгополов С. И. Особенности математического моделирования динамики газовых трактов в задаче об устойчивости низкочастотных процессов в жидкостных ракетных двигателях. Техническая механика. 2017. № 3. С. 30–44.
8. Николаев А. Д. Определение параметров колебаний топлива в баках космических ступеней ракет-носителей перед повторными запусками маршевого двигателя при малых уровнях заполнения. Техническая механика. 2013. № 3. С. 10–20.
9. Николаев А. Д., Башлий И. Д., Свириденко Н. Ф., Хоряк Н. В. Определение параметров движения границы раздела сред «газ – жидкость» в топливных баках космических ступеней на пассивных участках полета ракет-носителей. Техническая механика. 2017. № 4. С. 26–40.
10. Колесников К. С. Продольные колебания ракеты с жидкостным ракетным двигателем. М.: Машиностроение, 1971. 260 с.
11. Натанзон М. С. Продольные автоколебания жидкостной ракеты. М.: Машиностроение, 1977. 208 с.

12. Pilipenko V. V. Providing the LPRE – Rocket Structure Dynamic Compatibility. 29<sup>th</sup> Joint Propulsion Conference and Exhibit: Report (Monterey, June 28-30, 1993). Monterey, 1993. AIAA 93-2422.
13. Пилипенко В. В., Задонцев В. А., Натанзон М. С. Кавитационные автоколебания и динамика гидросистем. М.: Машиностроение, 1977. 352 с.
14. Пилипенко В. В. Кавитационные автоколебания. Киев: Наук.думка, 1989. 316 с.
15. Хоряк Н. В. Влияние диссипации энергии колебаний жидкого топлива в баках и конструкционного демпфирования жидкостной ракеты-носителя на ее продольную устойчивость. Техническая механика. 2013. № 3. С. 21–33.
16. Хоряк Н. В., Николаев А. Д., Долгополов С. И. Влияние демпфирования колебаний жидкого топлива в баках на амплитуды продольных колебаний жидкостной ракеты. Авиационная техника и технология. 2014. № 7/114. С. 34–40.
17. Николаев А. Д., Хоряк Н. В., Серенко В. А., Клименко Д. В., Ходоренко В. Ф., Башлий И. Д. Учет диссипативных сил при математическом моделировании продольных колебаний корпуса жидкостной ракеты. Техническая механика. 2016. № 2. С. 16–31.
18. Науменко Н. Е., Соболевская М. Б., Сирота С. А., Николаев А. Д., Башлий И. Д. Нелинейные колебания свободной поверхности жидкости в горизонтально расположенном цилиндрическом баке. Техническая механика. 2015. № 4. С. 92–102.
19. Хоряк Н. В. Определение параметров динамического гасителя продольных колебаний корпуса жидкостной ракеты-носителя. Техническая механика. 2014. № 3. С. 58–70.
20. Хоряк Н. В., Николаев А. Д., Долгополов С. И. Теоретическая оценка эффективности динамического гасителя продольных колебаний жидкостной ракеты-носителя. Авиационная техника и технология. 2015. № 9/126. С. 26–31.
21. Башлий И. Д., Николаев А. Д. Математическое моделирование пространственных колебаний оболочечных конструкций с жидкостью с использованием современных средств компьютерного проектирования и анализа. Техническая механика. 2013. № 2. С. 18–25.
22. Башлий И. Д. Определение напряженно-деформированного состояния конструкции топливного отсека космической ступени при продольных колебаниях жидкостной ракеты-носителя. Техническая механика. 2014. № 1. С. 26–36.
23. Николаев А. Д., Хоряк Н. В., Башлий И. Д., Пирог В. А., Ходоренко В. Ф. Математическое моделирование пространственных колебаний верхней ступени жидкостной ракеты-носителя с маршевым двигателем в карданном подвесе. Техническая механика. 2014. № 2. С. 24–35.
24. Мелашич С. В. Интеллектуальная система аэродинамического проектирования и оптимизации компрессорных венцов газотурбинных двигателей. Техническая механика. 2013. № 2. С. 72–79.
25. Рублевский Е. Ю., Плакуций Д. А., Письменный В. И., Кваша Ю. А. Численное исследование двухступенчатого вентилятора. Вестник двигателестроения. 2013. № 2. С. 169–176.
26. Мелашич С. В., Болотова Н. В. Параметрическое описание лопаток компрессорных венцов авиационных газотурбинных двигателей. Техническая механика. 2013. № 3. С. 42–49.
27. Мелашич С. В. Применение искусственной нейронной сети для решения обратной задачи газодинамики компрессорных решеток. Техническая механика. 2014. № 1. С. 46–51.
28. Мелашич С. В., Кваша Ю. А. Численное моделирование трансзвукового турбулентного течения в рабочем колесе осевого компрессора. Техническая механика. 2014. № 3. С. 15–22.
29. Мелашич С. В. Решение обратных задач газодинамики плоских компрессорных решеток на основе численного моделирования турбулентных течений. Техническая механика. 2015. № 2. С. 65–72.
30. Мелашич С. В. Обоснование целесообразности применения стохастических методов при решении задач аэродинамической оптимизации формы компрессорных венцов газотурбинных двигателей. Техническая механика. 2015. № 3. С. 39–45.
31. Мелашич С. В. Расчет напряженно-деформированного состояния лопатки компрессорного венца с использованием платформы численного моделирования OpenFOAM. Техническая механика. 2017. № 2. С. 51–60.
32. Кваша Ю. А., Зиневич Н. А. Аэродинамическая оптимизация формы лопаток спрямляющего аппарата компрессорной ступени. Техническая механика. 2016. № 3. С. 35–42.
33. Кваша Ю. А., Зиневич Н. А. Аэродинамическая оптимизация формы лопаток направляющего аппарата сверхзвуковой компрессорной ступени. Техническая механика. 2017. № 4. С. 18–25.
34. Болотова Н. В., Кваша Ю. А. Численное моделирование кавитационных автоколебаний в гидравлической системе за дисковой диафрагмой. Техническая механика. 2013. № 1. С. 61–67.
35. Пилипенко О. В. Разработка горелочных устройств для эффективного факельного сжигания водоугольного топлива. Техническая механика. 2015. № 4. С. 23–33.

Отримано 08.08.2018,  
в остаточному варіанті 28.09.2018