

МИНИСТЕРСТВО УКРАИНЫ ПО ВОПРОСАМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ПО
ДЕЛАМ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЧС УКРАИНЫ
АКАДЕМИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УКРАИНЫ

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

2003

МАТЕРИАЛЫ

VI

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Харьков – 2003

ми была рассчитана, сконструирована и использована афокальная система линз, позволившая уменьшить диаметр сечения луча до 1 мм в длинной зоне расходимости ОКГ без ее увеличения. Это позволило расположить измерительные ячейки по схеме де Кудра (рис. 1) и обеспечить постоянную погрешность измерительной и эталонной кювет друг относительно друга.

ЛИТЕРАТУРА

1 Тютюник В.В. Молекулярно-оптический мониторинг среды возгорания. Анализ газов и проблемы пожарной безопасности // Проблемы пожарной безопасности. Сб. научн. тр. – Харьков: ХИПБ МВС Украины, 1999. – Вып.5. – С. 196–203.

УДК 621.873.01

*Є. В. Харченко, Національний університет "Львівська політехніка",
А. М. Петренко, ЛІПБ МНС України*

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ДВОСЕКЦІЙНОЇ СТІЛИ КОЛІНЧАТОГО ПІДЙІМАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Пропонується методика розрахунку частот і форм вільних коливань дво-секційної стріли колінчастого підйімального пристрою. Секції стріли розглядаються як прямі стержні, параметри поперечних перерізів яких змінюються східчасто. Рівняння руху механічної системи побудовані на основі неklasичної теорії стержнів С. П. Тимошенка.

В пожежній справі широко застосовуються колінчасті підйімальні пристрої, що характеризуються компактністю та зручністю транспортування і експлуатації [1, 4]. Актуальне для промисловості завдання піднесення технічного рівня технічних засобів пожежної безпеки безпосередньо пов'язане з необхідністю вдосконалення методів розрахунку і проектування згаданих підйімально-транспортних машин. Як відомо [3, 5], несучі конструкції таких технічних засобів сприймають значні динамічні навантаження, зумовлені не лише перехідними режимами роботи привідних систем, а й дією навісного вібраційного обладнання [6]. Для того, щоб уникнути резонансних режимів роботи колінчастого підйімального пристрою, постає потреба розроблення методики визначення частот і форм вільних коливань механічної системи дво-секційної стріли. Розв'язанню цієї задачі на основі застосування неklasичної теорії стержнів С. П. Тимошенка присвячується дана стаття.

Пропонується математична модель вільних коливань стрілової конструкції, яку здебільшого виготовляють у вигляді двох шарнірно з'єднаних між собою тонкостінних або стержневих довгомірних секцій змінного поперечного перерізу. Для спрощення розрахунку з деяким наближенням розглядаємо їх як прямі стержні кусково-сталого поперечного перерізу. Розрахункова схема стріли зображена на рис. 1, де l_1, l_2, \dots, l_6 – довжини ділянок секцій, в межах яких параметри поперечного перерізу вважатимемо сталими; m_1, m_2, m_3 – маси кріпильних вузлів, визначені з урахуванням зведених мас елементів гідроциліндрів; m_4 – маса люльки з вантажем; c_w – жорсткість гідроциліндра для піднімання нижньої секції стріли, що відповідає переміщенню опорного вузла в напрямі, перпендикулярному до осі секції; c_ϕ – жорсткість шарнірного вузла, котрим з'єднані секції, в обертальному напрямі; α_1, α_2 – кути нахилу осей секцій стріли до гори-

зонталі; x_1, x_2, \dots, x_6 – поздовжні координати ділянок секцій, початки яких розташовані в точках O_1, O_2, \dots, O_6 відповідно; w_1, w_2, \dots, w_6 – прогини ділянок секцій; y – переміщення верхньої секції стріли в поздовжньому напрямі.

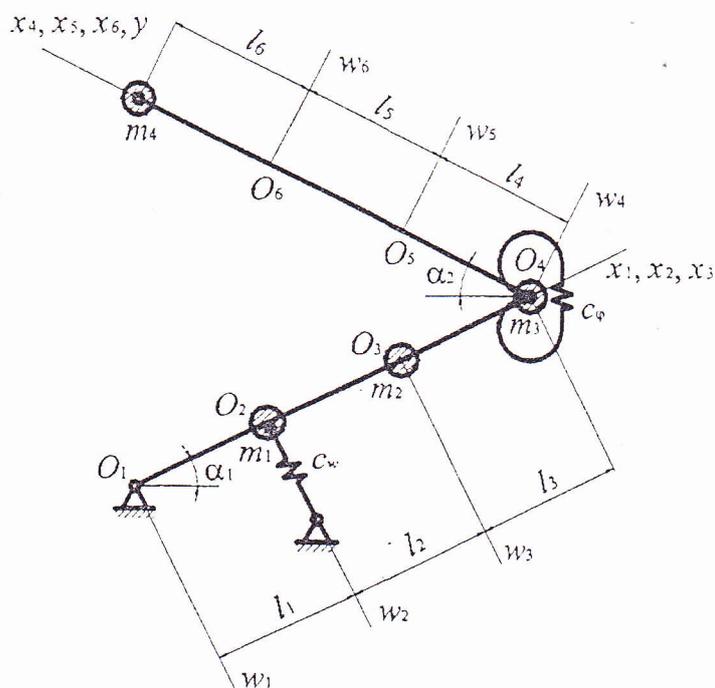


Рисунок 1 – Розрахункова схема двосекційної стріли колінчастого підйомального пристрою

Беручи до уваги, що ділянки секцій можуть мати порівняно невелику довжину, рівняння їх руху записуємо з урахуванням деформацій зсуву та інерції обертання поперечних перерізів згідно з теорією стержнів С. П. Тимошенка:

$$EI_i \frac{\partial^2 \varphi_i}{\partial x_i^2} + \kappa_i GA_i \left(\frac{\partial w_i}{\partial x_i} - \varphi_i \right) - I_i \rho_i \frac{\partial^2 \varphi_i}{\partial t^2} = 0; \quad (1)$$

$$\rho_i A_i \frac{\partial^2 w_i}{\partial t^2} - \kappa_i GA_i \left(\frac{\partial^2 w_i}{\partial x_i^2} - \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i} \right) + P_i \frac{\partial^2 w_i}{\partial x_i^2} = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, 6), \quad (2)$$

де $\varphi(x_i, t)$ – кут нахилу дотичної до зігнутої осі стержня від дії згинального моменту; E, G – модулі пружності матеріалу першого та другого роду; ρ_i – густина матеріалу; A_i, I_i – площа та екваторіальний момент інерції поперечного перерізу стержня; κ_i – коефіцієнт, що характеризує вплив деформації зсуву; t – час.

Згинальний момент та силу, що виникають у перерізі, перпендикулярно до нездеформованої осі стержня, з урахуванням деформацій згину і зсуву записуємо як

$$M_i = -EI_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i}; \quad F_i = \kappa_i GA_i \left(\frac{\partial w_i}{\partial x_i} - \varphi_i \right) - P_i \frac{\partial w_i}{\partial x_i}.$$

Математична модель динамічного процесу включає рівняння руху ділянок секцій

стріли (1), (2) та відповідні крайові умови, що характеризують особливості закріплення несучої металоконструкції та особливості взаємодії її ділянок. Розрахунок гармонічних коливань виконується шляхом розділення змінних у рівняннях руху та в граничних умовах. З метою спрощення та систематизації обчислювального процесу застосовуємо матричний метод початкових параметрів.

Розроблена методика аналізу вільних коливань двосекційної стріли колінчастого підйимального пристрою дає можливість значно підвищити точність визначення власних частот і форм механічної системи, особливо, за наявності ділянок секцій незначної довжини. Вона може бути застосована як з метою вдосконалення конструкції пристрою на стадії проектування, так і з метою покращання режимів експлуатації підйимально-транспортних машин.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Александров М. П. Подъемно-транспортные машины. Изд. 4-е. – М.: Высшая школа, 1972. – 504 с.
- 2 Билерман В. Л. Теория механических колебаний. – М.: Высшая школа, 1980. – 408 с.
- 3 Комаров М. С. Динамика грузоподъемных машин. – М.: Машгиз, 1962. – 267 с.
- 4 Пожарная техника. В 2-х ч. Ч.2. Пожарные автомобили/А. Ф. Иванов, П. П. Алексеев, М. Д. Безбородько и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 286 с.
- 5 Харченко Є. В., Петренко А. М. Модальний аналіз двосекційної стріли колінчастого підйимального пристрою//Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – 2002. – №2. С 32–39.
- 6 Шевченко А. Ф., Колесник Н. П. Динамические модели грузоподъемных кранов с навесным вибрационным технологическим оборудованием//Подъемно-транспортная техника. 2002. – №1–2. – С. 93–100.

УДК 614.843.001

*Н.Г. Шкарабура, ЧИПБ им. Героев Чернобыля МЧС Украины,
В.Д. Захматов, НТУ «Киевский политехнический институт»*

ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА ИМПУЛЬСНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ЗАЩИТЕ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Рассмотрены требования к пожарной технике, обеспечивающей противопожарную защиту объектов нефтегазовой промышленности

Актуальной проблемой нефтегазовой отрасли является устаревший морально и технически парк пожарных машин: не менее 80 % по всей отрасли, причем более 50 % пожарных машин давно окончили положенный срок службы и по действующим техническим нормам непригодны к дальнейшей эксплуатации. Небольшое количество современных пожарных машин лишь незначительно улучшает общее положение в отдельных случаях тушения пожаров.

Еще в конце 80-х годов на основе анализа пожаров нефтегазовой отрасли ведущими учеными пожарной охраны СССР, США, Англии, Франции, Германии был сделан вывод о малой эффективности традиционной пожарной техники для защиты нефтегазового комплекса и необходимости создания специальной пожарной техники, отвечающей следующим требованиям:

– подача огнетушащих составов до 100 л/с и более на расстояние не менее 100 м и высоту до 70 м;

– эффективное распыление огнетушащих составов;

– малое время тушения и высокая степень защиты пожарных.

В 90-е годы в рамках выполнения этих требований созданы и испытаны