

де $[\sigma]$ – допустима величина напруження для матеріалу ущільнюючого елемента.

Підібрати товщину оболонки, при якій буде забезпечуватися умова (10), зручно за ітераційною формулою

$$h^{(n+1)} = h^{(n)} \sqrt{\frac{\max_{0 \leq X \leq 1} \sigma_{\text{екв}}^{(n)}}{[\sigma]}}$$

Одержані залежності дозволяють виконувати проектний розрахунок ущільнюючих елементів у вигляді циліндричних оболонок в порівняно простій формі без додаткових теоретичних або довідкових матеріалів. Забезпечення необхідної міцності при мінімальній жорсткості дає змогу максимально використати ефект податливості ущільнюючого елемента для надійної герметизації ущільнення, компенсації відхилень форми та розміщення ущільнюючих поверхонь, амортизації динамічних навантажень.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кармугин Б.В., Кисель В.Л., Лазебник А.Г. *Современные конструкции малогабаритной пневмоарматуры.* – Киев: Техника, 1980. – 295 с.
2. А.с. 1613779 (СССР); *Разъемное соединение трубопроводов / Л.И. Гурняк, Д.Ю. Мочернюк* – опубл. 15.12.90, Бюл. №46.
3. А.с. 642552 (СССР); *Уплотняющее устройство клапана / Л.И. Гурняк, Г.Г. Стратиневский* – опубл. 15.01.79, Бюл. №2.
4. Кричкер И.Р., Мендельсон Д.А. *Вопросы расчета затвора с тонкостенным цилиндрическим обтюратором.* – В кн.: *Арматуростроение.* Л.: ЦКБА, 1977, с.13-19.
5. Бояришинов С.В. *Основы строительной механики.* – М.: Машиностроение, 1973. – 456 с.
6. *Расчет на прочность деталей машин: Справочник / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Йосилевич* – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.

УДК 629.7.067.8: 614.842.6

В.С. Бабенко, к.т.н.; Є.С. Базілів (Філія Академії наук пожежної безпеки України)

ВИКОРИСТАННЯ ПРОЦЕСУ РЕКУПЕРАЦІЇ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ

Стаття розглядає деякі напрямки вирішення проблеми евакуації людей під час екстремальних ситуацій у будівлях підвищеної поверховості. З цієї метою досить перспективними для використання на практиці є канатно-спускові пристрої, але жоден з них на сьогоднішній день не має тієї властивості, що, по закінченню спуску людини на рівень землі, він самостійно повертається на вихідну позицію – відповідний поверх висотної будівлі. Представники Філії Академії наук пожежної безпеки України по південно-східному регіону (м. Дніпропетровськ) проводять роботи над принципово новою системою евакуації із багатоповерхових будівель “інерційним парашутом”, що може використовуватись під час спуску людей багаторазово і значно мобільніше за інші канатно-спускові рятувальні пристрої.

Дана стаття розглядає досить важливу і актуальну проблему, що є загальною для всіх країн світу, - проблему евакуації людей під час екстремальних ситуацій у будівлях підвище-

ної поверховості, в т.ч. і на пожежах. Оскільки висотні будівлі мають підвищену пожежну небезпеку, обумовлену висотою будівлі, великою протяжністю поверхів, насиченістю вентиляційними комунікаціями, наявністю горючих матеріалів в конструкціях, оздобленні, теплоізоляції, меблях, вбудованому обладнанні.

Вирішення цієї проблеми здійснюється багатьма способами: за допомогою автопідйомників, автодрабин, фасадних ліфтів, спеціалізованих мобільних рятувальних систем, літальних апаратів, канатно-спускових пристроїв, рукавно-рятувальних систем, стрибкових рятувальних пристроїв тощо. Але кожна із вказаних систем має недоліки:

- фасадні ліфти вимагають масштабної реконструкції будівель та споруд;
- автодрабини та автопідйомники для будівель висотою більше 16 поверхів задля забезпечення необхідної міцності та стійкості стають дуже громіздкими за габаритами;
- висотні рятувальні комплекси на базі автодрабин є дуже складними за своєю будовою, дорогими та використовуються для об'єктів обмеженої висоти;
- спеціальні рятувальні пристрої (наприклад, комбінація підвісної канатної дороги та пасажирського ліфта) вимагають попередньої установки на будівлях спеціальних силових консолей і використовуються для об'єктів обмеженої висоти;
- рятувальні гелікоптери використовуються в нашій країні вкрай обмежено та й, до того ж, майже на всіх покрівлях висотних будівель відсутні спеціальні майданчики для вказаної техніки;
- рукавно-рятувальні пристрої мають обмежену висоту використання;
- при використанні стрибкових рятувальних пристроїв (натяжних рятувальних поло-тен і пневматично-стрибкових рятувальних пристроїв) велика ймовірність травматизму людей.

Досить перспективними для рятування людей з висотних будівель є канатно-спускові рятувальні пристрої (далі - КСРП). В цю групу входить велика кількість пристроїв та пристосувань – від найпростіших гальмівних шайб до складних механізмів-автоматів.

КСРП по режиму регулювання швидкості спуску умовно можна розділити на дві підгрупи:

- А – з автоматичним регулюванням;
- Б – з ручним.

Пристрої групи А випускаються за кордоном у великій кількості та асортименті. Їх ціна – від декількох сотень до декількох тисяч доларів США. Найбільш часто в цих пристроях використовуються відцентрові гальмівні муфти. Висота їх використання, в залежності від призначення, від 5 до 100 м. Найчастіше їх використовують в будівельній і монтажній практиці. Як засіб рятування при пожежах, їх стаціонарно монтують в громадських будівлях. На пожежних автомобілях вони не вивозяться.

КСРП підгрупи Б найчастіше використовуються в пожежній охороні західних країн для саморятування пожежних, а нерідко, і для рятування людей з висоти. Пристрої даного типу забезпечують безпечну швидкість спуску людей по синтетичному канату. Це широка гама фрикційних пристосувань, починаючи від найпростіших гальмівних шайб вартістю в декілька доларів і закінчуючи пристроями, обладнаними обгінними муфтами, спеціальними канатами, кронштейнами і т.п. вартістю в декілька сотень, а інколи і тисяч, доларів. В спорядженні нашого пожежного функцію подібного фрикційного гальмівного механізму виконує пожежний карабін із рятувальною мотузкою. В цій якості він програє за всіма показниками навіть найпростішим спеціалізованим пристроям.

Але, на жаль, жоден з названих КСРП по закінченні спуску людини на рівень землі самостійно не повертається на вихідну позицію (відповідний поверх висотної будівлі). З огляду на цю проблему, спеціалісти Філії Академії наук пожежної безпеки України по південно-східному регіону (м. Дніпропетровськ) працюють над концептуально новим підходом щодо

використання пристроїв колективного та індивідуального рятування людей з висоти на базі КСРП. Вони працюють над принципово новою системою евакуації із багатоповерхових будівель - "інерційний парашут" (рис. 1), що може використовуватись під час спуску людей багаторазово і значно мобільніше за інші КСРП. Але про все по-черзі.

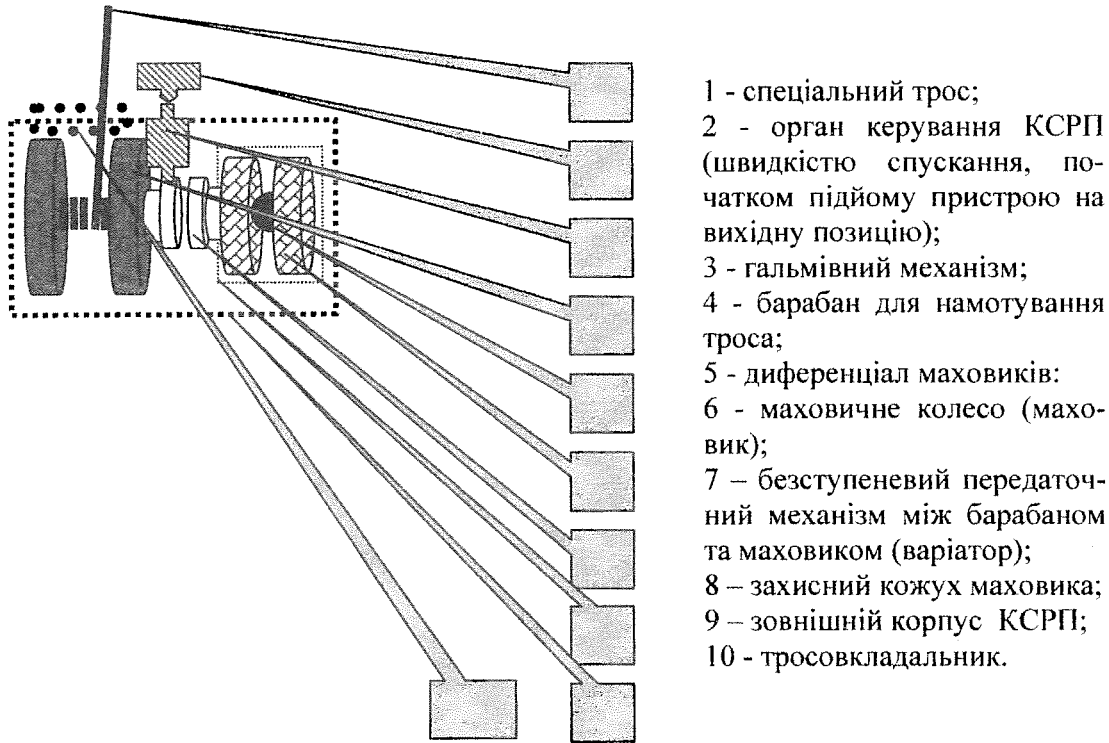


Рис. 1. Принципова схема "інерційного парашута"

Будь-яке рухоме тіло володіє кінетичною енергією, запас якої пропорційний масі тіла та квадрату швидкості його руху. Сучасний автомобіль, розігнаний до швидкості 60 км/год. пройде по добре улаштованому шляху до власної зупинки біля 1 кілометра; при швидкості 120 км/год. цей шлях становитиме 4 км; а при рекордній для автомобіля швидкості 1000 км/год. - більше 300 км (2). То чому б нам не використати кінетичну енергію КСРП, який разом з евакуйованим об'єктом становитиме достатню масу, при його опусканні до землі?

Робочий процес кожної машини (пристрою, механізму) обов'язково включає розгони та сповільнення. Для машин неперервної дії ці процеси грають незначну роль, оскільки їх робота має характер усталеного режиму. Для пристроїв же циклічної дії – а в даному випадку КСРП можна такими вважати, враховуючи кінематику їх руху ("вверх-вниз-вверх" і т.д.) – процеси розгону та сповільнення складають значну частину робочого циклу. Розглядаючи ці два процеси, можна відмітити, що в першому випадку проходить накопичення кінетичної енергії, в другому – її зменшення (4). Річ у тім, що кінетична енергія при гальмуванні в будь-яких пристроях (не тільки КСРП), витрачається на рух, а також розсіюється (дисипіює) в гальмах. І це дуже нераціонально.

Кінетична енергія будь-якого механізму може бути використана шляхом рекуперативного гальмування. Це такий вид використання кінетичної енергії пристроєм, коли призначена для дисипіювання енергія, шляхом відповідних заходів, витрачається на виконання корисної роботи. Так, у сучасних машин циклічної дії для найбільш ефективних циклів на ви-

конання роботи витрачається біля половини сумарної енергії двигуна (або іншого джерела енергії), а інша половина енергії переходить в кінетичну з наступним її розсіюванням. Використання кінетичної енергії циклічних машин забезпечує досить великий економічний ефект енергії, а відносно КСРП, це економія не тільки енергії, а й часу (пристрій повернеться до вихідного положення самостійно) і, як цілком можливий наслідок, врятовані людські життя при екстремальних ситуаціях у т.ч. на пожежах. Спеціалістами Філії було прийнято оригінальне рішення використати процес рекуперації енергії в канатно-спускових рятувальних пристроях, оскільки вони здатні віддавати акумульовану кінетичну енергію при гальмуванні (сповільненні свого руху) за допомогою невеличкого рекуперативного агрегата, основою якого є маховик (махове колесо), що використовується в якості інерційного акумулятора механічної енергії і який, під час набирання власних обертів, “закачує” в себе енергію. Слід врахувати те, що за щільністю акумульованої енергії маховики не мають собі рівних, тобто на 1 кг акумулюючого пристрою маховики запасують набагато більше енергії, ніж інші акумулятори (електричні, хімічні тощо). Маховик забирає енергію гальмування з наступною віддачею її при підйомі КСРП на вихідну позицію.

Взагалі, рекуперація – це такий фізичний процес, під час якого проходить повернення частини енергії для її повторного використання в тому ж процесі. В даному випадку – для підняття КСРП на вихідну позицію.

Найбільші труднощі в системі рекуперативного гальмування маховиком виникають в приводі, що з’єднує маховик з робочим органом (в даному випадку це буде гальмівний механізм КСРП). Інтенсивне виділення кінетичної енергії рятувальним пристроєм викликає необхідність з’єднання робочого гальмівного органу і маховика безступеневою передачею з досить широким діапазоном регулювання передаточного співвідношення; причому, це регулювання повинно проводитися досить-таки швидко, бо час гальмування, як правило, дуже малий. Безступенева передача КСРП повинна задовольняти вимоги плавної зміни передаточного числа.

Робота пристрою здійснюється таким чином. Людина або група людей, спускаючись з висотної будівлі, збільшує кінетичну енергію маховика, що розкручується. Надалі ця кінетична енергія використовується для підняття КСРП у вихідну позицію. Як бачимо, система є напівавтоматичною, що дозволяє її багаторазово використовувати на пожежі при евакуації людей. Мобільність використання, невелика вага, малогабаритність пристрою виносить питання практичного застосування “інерційного парашута” в розряд актуальних задач сьогодення в сфері пожежної техніки.

Для висотних будівель (об’єктів з масовим перебуванням людей), що розташовані на території України, існують типові труднощі в організації евакуації людей при екстремальних ситуаціях, у т.ч. на пожежах. Отже, необхідно звернути увагу зацікавлених сторін на обладнання висотних будівель відповідними технічними засобами захисту людей на випадок виникнення екстремальних ситуацій, а також широкого їх впровадження в аварійно-рятувальних підрозділах України. І це стосується, в першу чергу, систем рятування та евакуації людей з висотних будівель під умовною назвою “інерційний парашут”.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Журнал “Пожарное дело” № 7. Росія, 2000 р., с. 12-14.
2. Н.В.Гулиа Маховичные двигатели. Н.В.Гулиа. М.: “Машиностроение”, 1976 р., с.176

*О.Е.Васильєва, к.т.н., Д.С.Борисов
(Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)*

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИБОРУ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЧИННИКІВ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ ПОЖЕЖНОГО УСТАТКУВАННЯ

Розроблена оптимізаційна модель вибору конструктивних і експлуатаційних чинників зубчастих передач пожежного устаткування з урахуванням дії зовнішніх динамічних навантажень при перехідних процесах в період експлуатації зубчастих передач редукторів пожежного устаткування, яка дає можливість забезпечувати їх міцність і довговічність за зношуванням. Результати роботи, які отримані вперше, дають можливість враховувати питому кількість зовнішніх динамічних навантажень при визначенні конструктивних і експлуатаційних чинників зубчастих передач пожежного устаткування.

Сучасний стан проблеми. Проектний розрахунок зубчастої передачі здійснюється шляхом вибору матеріалу для виготовлення ведучого та веденого коліс, визначаються базові, дійсні, граничні значення допустимих контактних напружень та напружень на згин. Обчислюється мінімальна міжосьова відстань передачі, число зубців шестерні та колеса і модуль зубчастої передачі. В кінцевому результаті встановлюють значення основних параметрів передачі: ділильні діаметри шестерні та колеса, ширину зубчастих вінців, колову швидкість і колову силу в зачепленні зубчастих коліс [1].

Проектний розрахунок здійснюється наближеним методом на підставі результатів експериментальних досліджень. Цей вибір залежить від схеми компонування зубчастої передачі, матеріалу зубчастих коліс, бокового зазору між зубцями коліс і їх кута профілю робочої поверхні, передаточного відношення, жорсткості валів і коліс, моменту сил опору, режиму навантаження передачі, колової швидкості [2,4]. Тому розробка оптимізаційної моделі вибору конструктивних і експлуатаційних чинників зубчастої передачі є актуальною задачею машинобудування.

Мета роботи. На підставі аналізу сучасного стану питання вибору конструктивних та експлуатаційних чинників зубчастих передач пожежного устаткування в процесі проектного розрахунку ставиться мета, яка полягає в розробленні оптимізаційної математичної моделі та методу оптимізації вибору цих чинників.

Оптимізація вибору конструктивних та експлуатаційних чинників зубчастих передач. При розробленні конструкції редукторів пожежного устаткування, наприклад, коробки відбору потужності КОМ – 68Б, КОМ – 107, КОМ – ЦІА, як відомо, на перше місце висувають такі вимоги: відповідність розробленої конструкції її службовому призначенню; компактність конструкції; забезпечення встановленого терміну експлуатації при заданих режимах роботи; забезпечення високої надійності розробленої конструкції тощо.

Вказані вимоги можна забезпечити при розробленні оптимальної конструкції редуктора в тому числі і зубчастих передач. Тому це вимагає розроблення методики вибору оптимальних конструктивних і експлуатаційних чинників зубчастої передачі з метою забезпечення її міцності та зносостійкості в процесі експлуатації.

Основою для розв'язання задачі оптимізації конструктивних і експлуатаційних чинників зубчастої передачі є їх оптимізаційна математична модель та метод рішення. Ця задача приводиться до нелінійної задачі математичного програмування з лінійною функцією мети та нелінійними обмеженнями [2].

У загальному випадку таку оптимізаційну модель можна подати так:
мінімізувати функцію мети