

УДК621.83

І. Броцак, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МЕХАНІЧНІ ОБМЕЖУВАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Резюме. На базі огляду та досліджень різного виду механізмів обмеження експлуатаційних параметрів машин подано обґрунтоване визначення механічних обмежувальних систем. Розроблено класифікацію даних систем та наведено їх характеристики. Розглянуто типові представники кожного з визначених типів механізмів обмеження з вказанням сфери застосування.

Ключові слова: обмеження, механізми, системи.

I. Broshchak

MECHANICAL RESTRICTIVE SYSTEMS AND THEIR CLASSIFICATION

The summary. On the basis of examination and study various mechanisms to limit the operating parameters of machines provided justification restrictive definition of mechanical systems. The classification of these systems and presents their characteristics. Are typical representatives of each of the specific types of mechanisms to limit the scope of application, indicating

Key words: limits, mechanisms, system.

Умовні позначення

ОММ – обмежуючі механізми машин;
МОС – механічна обмежувальна система.

Постановка проблеми. Сьогодні в промисловості відомо безліч механізмів, які служать для керування тими чи іншими машинами. В основному для правильного і якісного функціонування машин необхідно правильно і якісно розробити відповідні експлуатаційні вимоги, в яких передбачено ряд правил, а саме: що, як, скільки і коли повинна виконувати та чи інша машина. Відповідно для реалізації таких експлуатаційних вимог використовуються механізми, які дозволяють забезпечити належне виконання поставлених до машини функцій. Кожне завдання чи кожна функція, що виконує машина, містить деяке обмеження часових, силових, швидкісних та інших складових. Такими обмеженнями задається чітка функція машини, а саме, чітке її функціональне чи експлуатаційне призначення. В більшості випадків для задавання таких обмежень служать відповідні механізми, до яких належать різноманітні обмежувачі напряму, швидкості руху, частоти обертання й інші. На сьогодні не існує чіткого визначення даної групи механізмів, їх загальної класифікації і загального підходу до проектування.

Аналіз останніх досліджень. Результати досліджень механізмів, що задають певні обмеження при функціонуванні машин, викладено у працях С.Н. Кожевнікова, В.О. Малащенко, В.С. Полякова, І.Д. Барабаша, Б.М. Гевка, С.Г. Нагорняка, І.В. Луціва та інших [1–5]. Багато уваги з вирішення питань узагальнення та раціонального проектування машинобудівних конструкцій, а також параметричної оптимізації механізмів різного технологічного призначення приділено у працях Б.І.Кіндрацького [6]. Попри проведені дослідження у даній галузі залишається ряд питань, які вимагають

додаткових досліджень. Тобто відкритим є питання систематизації та створення узагальненої системи проектування механізмів різного виду обмеження експлуатаційних параметрів машин.

Постановка завдання. Завдання, що вирішуються в теорії оптимального проектування, полягають у визначенні форми, розмірів, внутрішніх властивостей та умов роботи конструкцій, що визначають екстремум (мінімум або максимум) обраної характеристики цих конструкцій при ряді додаткових обмежень. Строга постановка задач структурної оптимізації включає в себе формулювання основних визначальних рівнянь (вибір моделі), оптимізованого функціонала, обмежень на функції стану й шукані керуючі змінні. З математичної точки зору ці задачі можуть бути класифіковані залежно від типів розглянутих рівнянь і граничних умов, виду оптимізованих функціоналів і обмежень, що враховуються в умовах проектування, розмірності задачі, способів уходження варіативних складових проектування в основні співвідношення (керування коефіцієнтами і границями допустимих областей), повноти інформації про вихідні дані (задачі з повною й неповною інформацією), характеру екстремуму (одно- або багатоекстремні задачі) й способу визначення оптимуму (однокритерійні або багатокритерійні задачі) та інших обставин.

Виклад основного матеріалу. Усі відомі механізми, машини і системи несуть певну функцію, що служить для їх цільового використання в тій чи іншій галузі. Якщо механізми розглядати з точки зору ступенів вільності, на них накладені певні обмеження (деяких з прямолінійних рухів по трьох осях чи навколо них). Також існують певні механізми, прямим призначенням яких є обмеження (швидкості, напрямку руху, кількості руху і таке інше). Для покращення якісних характеристик поверхонь, що обробляються різанням, використовують, наприклад, механізмами, які служать для обмеження дії сил, що виникають у процесі різання. До таких механізмів можна віднести багатолезове оснащення з адаптивними міжінструментальними зв'язками [7]. Такі пристрої дозволяють компенсувати (адаптувати, зрівноважити) пружні деформації оброблюваних деталей малої жорсткості. Принцип їх роботи полягає у вирівнюванні осьових складових сил різання за рахунок організації кінематичного зв'язку між лезами опозитно розміщених по периметру деталі інструментів, що рухаються у напрямку подачі. При такому самоналагодженні вирівнюються радіальні складові сил різання, які деформують заготовку.

В загальному, найпоширенішими з механізмів обмеження є запобіжні пристрої, до яких відносяться різного виду муфти, стопори, упорні механізми та інші.

Розглянемо найвідоміші на сьогодні типові механізми обмеження [5]. Досить простими механізмами є направляючі. У багатьох випадках потрібно відтворити круговий рух будь-яких трьох точок деякої ланки. Механізми, що задовольняють цю вимогу, називають круговими направляючими механізмами. Серед напрямних механізмів відомі так звані лямбдоподібні напрямні механізми П.Л. Чебишева та ін.

Відомо, що муфти служать для з'єднання валів і передавання руху від ведучого вала до веденого. У деяких випадках муфти виступають в якості запобіжного пристрою, для захисту механізмів від перевантаження або служать пристроєм для автоматичного ввімкнення чи вимкнення веденого вала. За конструкцією муфти поділяють на три групи: 1. Постійні, які не допускають роз'єднання валів в процесі роботи машини. Ці муфти, у свою чергу, ділять на: а) глухі, жорстко з'єднують кінці валів; б) рухомі, допускають поздовжній або поперечний зсув і кутове зміщення осей валів. 2. Керовані або зчіпні, дозволяють роз'єднувати вали або деталі механізму в процесі роботи машини. Ці муфти також ділять на: а) кулачкові, б) зубчасті; в) фрикційні. 3. Самокеровані, які роз'єднують вали автоматично при зміні умов роботи елементів, що з'єднуються муфтою. До цих муфт відносяться: а) відцентрові, б) муфти вільного ходу, в) запобіжні [2, 5].

При конструюванні машин доводиться підбирати тип механізму або серії механізмів, що включаються до складу машин, виходячи з тих процесів, які повинні бути відтворені в машині під час її роботи, тобто механізми доводиться підбирати так, щоб ведена ланка здійснювала рух по заданому закону.

Дуже часто закон зміни швидкості або прискорення веденої ланки не має істотного значення, а важливо лише відтворити його хід певної величини. Це має місце, наприклад, у робочих механізмах теплових двигунів, в яких поршень повинен мати хід заданої величини, у поперечно-стругальних верстатах, друкарських машинах та ін. У цих випадках вибір типу механізму й визначення його розмірів не викликають ніяких труднощів, причому можна застосовувати механізми з нижчими парами – такі, як кривошипно-шатунний, кулісний, чотиришарнірний та ін. Але у випадках, коли переміщення, а отже, і швидкість, і прискорення веденої ланки повинні змінюватися за задалегідь заданим законом, і особливо у випадках, коли ведена ланка має тимчасово зупинитися при безперервному русі ведучої ланки, найефективніше питання вирішується при застосуванні кулачкових механізмів.

Фрикційні передачі застосовуються для передавання руху від одного вала до іншого, осі яких розташовані паралельно або під кутом. Обертання передається тертям, що виникає внаслідок притискання площин одна до одної. Фрикційні передачі можна поділити на такі групи: а) передачі з паралельними осями валів і передачі з осями валів, що перетинаються, б) передачі з безпосереднім контактом ведучої і веденої ланок; в) передачі з проміжною жорсткою ланкою; г) передачі з проміжною гнучкою ланкою; д) передачі з регульованим передавальним відношенням (безступінчасті передачі або варіатори).

В автоматичних і напівавтоматичних діючих машинах зустрічається необхідність епізодично надати ланкам механізму рух з наступною повною зупинкою, тривалість якої може бути невизначеною або заданою. Для цього можуть бути використані, крім кулачкових, ще й інші механізми, особливо у випадках, коли закон руху веденої ланки не має кінетичного значення.

Для надання переривчастого руху веденій ланці в одному напрямку з заданими зупинками можуть бути використані механізми з одностороннім діючим зв'язком: механізми, що перетворюються в інші механізми при певних положеннях початкової ланки; механізми, деякі точки ланок яких на окремих ділянках траєкторії описують криві, близькі до дуги кола або відрізка прямої та ін. До механізмів з одностороннім діючим зв'язком необхідно віднести храпові й анкерні. Храпові й анкерні механізми, а також неповні зубчасті колеса не можуть бути використані у швидкохідних машинах.

Механізми живлення відносяться до механізмів цільового призначення та за прийнятою класифікацією поділені на дві основні групи. До першої групи віднесено механізми, які застосовуються в автоматах, при обробці цільових заготовок, до другої групи – механізми, які застосовуються в автоматах, при обробці сипучих і рідких об'єктів. Крім того, механізми першої групи поділяють на: механізми дозування автоматів прутковим і смуговим матеріалом; механізми дискового і роторного дозування; механізми орієнтації заготовок, відсікачі; механізми бункерного завантаження; механізми магазинного завантаження, пристрої для контролю та сортування виробів та інші. Механізми другої групи поділяють на: бункери, живильники, об'ємні та вагові дозатори сипучих тіл, об'ємні дозатори рідких тіл та інші.

З проведеного огляду можна виділити певну системність у плані обмеження руху. Тобто кожному механізму притаманна певна функція обмеження. Підсумовуючи вищесказане, до усіх механізмів у яких технологічно (опціонально) закладена функція

обмеження (швидкості, напрямку руху, кількості руху та інші) можна застосувати такий термін, як обмежуючі механізми машин (ОММ). Отже, обмежуючими механізмами машин є механізми, в яких технологічно передбачено функцію обмеження певного експлуатаційного параметру машини, до якої він входить. Систему таких механізмів називають механічною обмежувальною системою (МОС). Розгляд даних механізмів з певною систематизацією їх функціональних функцій дозволить провести їх класифікацію (табл.1).

Таблиця 1. Класифікація механічних обмежувальних систем

№ з/п	Розподіл механічних обмежувальних систем		Типові представники
	Групи	Підгрупи	
1	2	3	4
1	За об'єктом обмеження	Обмеження переміщення	Різного виду направляючі та упори
		Обмеження швидкості	Обгінні муфти різних типів
		Обмеження сили	Типові запобіжні муфти та пружні упори
		Обмеження кількості	Механізми подавання заготовок, дозатори різного технологічного призначення
		Обмеження напрямку	Направляючі верстатів
2	За призначенням	Запобіжні	Запобіжні муфти різного технологічного призначення
		Компенсуючі	Автомобільні амортизатори, пружні упори.
		Керуючі	Відцентрові регулятори частоти обертання, запобіжні клапани, запобіжні муфти
3	За кількістю спрацювань	Одноразового спрацювання	Муфти зі штифтами, що працюють на зріз
		Багаторазового спрацювання	Кулачкові, кулькові, роликові муфти з пружним виконавчим елементом, упори, обгінні муфти й інші механізми багаторазового спрацювання
4	За точністю спрацювання	Низької точності	Механізми з технологічно передбаченими відносно низькими параметрами точності спрацювання (муфти з пружним виконавчим елементом та інші)
		Звичайної точності	Механізми з технологічно передбаченими середніми параметрами точності спрацювання (муфти з пружним виконавчим елементом та інші)

		Підвищеної точності	Механізми з технологічно передбаченими відносно високими параметрами точності спрацювання (електромагнітні муфти)
5	За напрямком обмеження	Осьові	Направляючі верстатів
		Радіальні	Муфти, що передають крутний момент
		Комбіновані	Запобіжні патрони для нарізування різі
6	За періодом дії	Постійної дії	Механізми з технологічно заданими незмінними параметрами спрацювання
		Періодичної дії	Механізми з можливістю задавання певної періодичності спрацювання
7	За кількістю обмежувальних параметрів	Однопараметричні	Рідного виду муфти обмеження швидкості або величини крутного моменту
		Багатомеретричні	Запобіжні патрони для нарізування різі
8	За методом керування обмежувальними параметрами	Некеровані	Муфти зі штифтами, що працюють на зріз
		Ручного керування	Муфти з пружним виконавчим елементом із можливістю зміни жорсткості пружини
		Самокеровані (адаптивні)	Відцентрові регулятори частоти обертання

Розглядаючи класифікацію механічних обмежувальних систем, наведену у таблиці 1 бачимо, що до таких механічних систем, класифікованих за об'єктом обмеження, можна віднести механізми обмеження переміщення, швидкості, сили, кількості та напрямку руху. Сюди відносяться різного виду направляючі, механізми подавання заготовок та ін.

Що стосується розподілу обмежувальних систем за призначенням, то сюди можна віднести запобіжні, компенсуючі та керуючі обмежуючі системи. Відомими представниками даних систем є запобіжні муфти різного технологічного призначення, автомобільні амортизатори, відцентрові регулятори частоти обертання. Також механічні обмежувальні системи за кількістю спрацювань можна поділити на механізми одноразового та багаторазового спрацювання. Важливим є розподіл обмежувальних систем за точністю спрацювання. За цим критерієм механічні обмежувальні системи є низької, звичайної й підвищеної точності. Що стосується

напрямку обмеження, то тут можна виокремити механічні системи осьової, радіальної і комбінованої дії. Типовими представниками даної групи є запобіжні патрони для нарізування різі, які можна віднести до комбінованих у плані напрямку обмеження.

Також механічні обмежувальні системи за кількістю обмежувальних параметрів можна поділити на однопараметричні й багатопараметричні системи.

Що стосується методу керування обмежувальних механічних систем, то тут слід виділити такі типи: некеровані, ручного керування й адаптивні. До останніх належать системи адаптивного налаштування, наприклад, технологічних параметрів функціонування тих чи інших пристроїв. Наприклад, в інструменті для глибокого свердління отворів використовується кінематичний зв'язок лез для вирівнювання сил, що діють на леза в процесі обробки циліндричних внутрішніх поверхонь.

Висновки

1. Подано огляд існуючих на сьогодні механізмів машин із узагальненням їх обмежувальних характеристик.

2. Представлено систему обмежуючих механізмів машин (ОММ) як узагальнюючу для усіх механізмів, у яких технологічно закладена функція обмеження швидкості, напрямку, кількості руху чи інших параметрів.

3. Уперше застосовано термін «обмежуючі механізми машин» (ОММ) і подано його визначення, яке характеризує обмежуючі механізми, машини як механізми, в яких технологічно передбачена функція обмеження певного експлуатаційного параметру машини, до якої він входить. Систему таких механізмів називають механічною обмежувальною системою (МОС).

Література

1. Поляков, В.С. Справочник по муфтам [Текст] / В.С. Поляков, И.Д. Барбаш, О.А. Ряховский. – М.: Машиностроение, 1966. – 798 с.
2. Малащенко, В.О. Муфты приводів. Конструкції та приклади розрахунків: навч. посібник. Друге видання, перероблене і доповнене [Текст] / В.О. Малащенко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. – 208 с.
3. Нагорняк, С.Г. Предохранительные механизмы металлообрабатывающего оборудования: справочник [Текст] / С.Г. Нагорняк, И.В. Луцив – К.: Техника, 1992. – 72 с.
4. Есипенко, Я.И. Муфты повышенной точности ограничения нагрузки [Текст] / Я.И. Есипенко, А.З. Паламаренко, М.К. Афанасьев. – К.: Техника, 1972. – 168 с.
5. Кожевников, С.Н. Механизмы: справочник [Текст] / С.Н. Кожевников, Я.И. Есипенко, Я.М. Раскин; под ред. С.Н. Кожевникова. – 4-е изд. – перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976.
6. Кіндрацький, Б.І. Основи раціонального проектування машинобудівних конструкцій: навч. посібник [Текст] / Б.І.Кіндрацький. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2005. – 200 с.
7. Брошак, І.І. Дослідження автоколивань свердла для глибокого свердління деталей [Текст] / Іван Іванович Брошак // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». «Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні і приладобудуванні». – 2000. – № 412. – С. 12–14.

Отримано 12.04.2011