

УДК 621.01

ІСТОРІЯ ТЕОРІЇ МЕХАНІЗМІВ ІЗ ЗАМКНЕНИМ ЕНЕРГЕТИЧНИМ ПОТОКОМ

Є.І. Крижанівський, М.С. Воробйов

*ІФНТУНГ, 76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42264,
e-mail: rector@ifdtung.if.ua*

Освещается история развития теории перспективной группы механизмов с замкнутой траекторией передачи энергии. Указываются преимущества и недостатки этих механизмов, вклад ученых и инженеров в постепенное усовершенствование теории этих механизмов.

The development of the theory of perspective group of mechanisms with closed energetic flow in circuit is described, the works of famous scientists from different countries are analyzed and they show the development of problem in the time and in description of specific problems.

Історія розвитку техніки свідчить, що людство з давніх часів розпочало практично використовувати в технічних системах ефект замикання енергетичного потоку задля економного витрачання енергії, саморегулювання характеру передачі енергії по вітках системи, розвантаження її окремих складових елементів, обмеження габаритів та інше. Спочатку це замикання використовувалось у пневматичних, гідравлічних та електромагнітних пристроях, а вже пізніше – у механічних. Для останніх прослідковуються дві такі закономірності:

1) практика їх створення постійно випереджувала теорію;

2) розробка теорії механізмів з постійним передавальним відношенням передувала розробці теорії механізмів зі змінним передавальним відношенням.

Так, з появою у 1808 році найпершого трактату з теорії механізмів і машин, авторами якого були мексиканець Хосе Марія Ланц та іспанець Агустіно де Бетанкур-и-Молина, мабуть вперше в літературі був висвітлений ряд емпірично створених механізмів, котрі використовували у механічних пристроях замикання енергетичного потоку по шляху.

У 1948 році український вчений А.А.Нікітін вперше проаналізував явище повернення потужності через замикаючий кінематичний ланцюг у механізмах з таким видом замикання енергетичного потоку. Далі впродовж двадцяти чотирьох наступних років зусиллями машинознавців переважно російської наукової школи – Р.М.Брумберга (1956), А.Д.Крюкова (1963), М.А.Крейніса, В.М.Кудрявцева та А.Б.Крайнева (1968), Ю.К.Кідряшова (1969), О.І.Кульбачного (1971) і К.Д.Шабанова (1972) була ґрунтовно пророблена теорія механізмів даного різновиду при постійному передавальному відношенні. І лише у 1972 році вірменський вчений Ф.С.Зазян розпочав вивчення так званої “замкненої потужності” у шарнірно-важільних механізмах, тобто в механічних системах зі змінною передавальною функцією, яке з успіхом продовжили польські машинознавці Стефан Мілер та Євген Колесник з охопленням механізмів з вищими парами (1980 р.), а також казах-

ські вчені – У.А.Джолдасбеков, Ж.Ж.Байчунчиков і М.Ж.Козибаков (важливі механізми високих класів – 1984).

У 1901 р. щоріхський інженер Хуго Гроб запропонував оригінальну в структурному плані ідею навантаження зубчастих коліс у випробувальному синтезі за рахунок створення в них внутрішнього попередньо напруженого стану, який дав змогу підвищити продуктивність стенда удвічі при восьмикратному зниженні встановленої потужності приводного двигуна. Ця ідея через дев'ять років була реалізована ним же у співдружності із співвітчизником Х.Рікклі, який провів безпосереднє випробування зубчастих коліс за методикою власної розробки. Через 15 років також їх співвітчизником Карлом Кутцбахом були в основному розроблені теоретичні засади таких стендів, базуючись на аналізі питомих витрат енергії в елементах внутрішньої та зовнішньої дії. Цим було розпочато вивчення та використання принципу нового типу механічних пристроїв, які забезпечували замикання потоку енергії вже на виході, тобто на виконавчих органах.

З наведеного огляду видно, що вивчення цієї групи механізмів розпочалося також з механізмів, які забезпечували постійне передавальне відношення.

У 1933 р. російський вчений М.К.Крісті в контурі “гусенична машина – дорожнє полотно”, а його співвітчизник Е.А.Чудаков (1940) у контурі “автомобіль-дорожнє полотно” встановили наявність циркуляції потужності також в контурі на виході. Подальшим вивченням різних машин із замкненим на виході енергетичним потоком займалися російські вчені М.А.Айзерман, А.С.Антонов і Е.І.Магідович (1947), П.М.Іванченко (1962). Вони, зокрема, встановили такий новий специфічний ефект від використання замикання потоку енергії в транспортних машинах як рекуперация потужності від відстаючої гусениці (колеса) при повороті на забігаючу гусеницю (колесо), а також запропонували способи нейтралізації небажаної циркуляції потужності.

Розробка ж узагальнюючої теорії механізмів із замкненим енергетичним потоком з охо-

пленням різних схем замикання потоку енергії підготовлювалися також такими окремими розробками.

У 1990 р. видатний німецький машинознавець Франц Рело запропонував використати “робочий інструмент” та “матеріал, який обробляється” як елемент кінематичного ланцюга, що в подальшому лягло в основу винаходу особливої підгрупи механізмів в складі групи механізмів із замкненим на виході енергетичним потоком – механізмів з ланками-виробами.

У 1951 р. український вчений В.В.Добровольський ввів у вжиток в теорії механізмів і машин новий термін “енергетичний потік”, що послужило фундаментом для розробки універсальної класифікації механізмів за критерієм виду замикання енергетичного потоку.

У 1955 р. також українські вчені С.М.Кожевніков і Л.І.Цехнович винайшли та дослідили так звані “механізми із заданим відносним рухом рухомих ланок”, що дало підстави у подальшому виділити нову групу механізмів із замкненим на вході енергетичним потоком.

У 1983 р. на кафедрі механіки машин колишнього Івано-Франківського інституту нафти і газу (зараз університет) були розроблені вихідні положення узагальнюючої теорії механізмів із замкненим енергетичним потоком [1; 2], в якій на рівні структури були охоплені всілякі варіанти замикання енергетичного потоку в механізмах: на вході, по шляху, на виході та комбіновано. При цьому було встановлено, що в механізмах із замиканням енергетичного потоку на вході вхід формується за рахунок відносного руху рухомих ланок двигуна і що механізми із замиканням енергетичного потоку на виході містять також підгрупу механізмів, в яких роль окремої ланки виконує виріб, і знайдене місце в теорії так званих “механізмам кільцевої структури”, винайдених у 1983 році російським машинознавцем І.І.Вульфсоном. Вони відносяться до статично невизначених плоских механізмів, замкнених на виході.

Для створення цієї теорії виникла потреба у введенні для вжитку специфічної енергетичної класифікації механізмів і таких нових понять:

- вхідна та вихідна кінематична пара;
- абсолютний і відносний клас структурної групи та механізму;
- механізм із замкненим і розімкненим енергетичним потоком, а також з ланками-виробами;
- розгалужуюча, передавальна та з'єднуюча кінематичні пари на вході, по шляху, на виході;
- рафінування сил у розгалужуючій та з'єднуючій кінематичних парах;
- замкнений енергетичний контур у механізмі; діапазонна циркуляція енергії (потужності) у механізмі (машині) та ін.

Таким чином, історія становлення теорії механізмів із замкненим енергетичним потоком налічує близько 200 років, а в її створенні брали участь вчені та інженери таких країн як Мексика, Іспанія, Росія, Вірменія, Польща, Казахстан, Німеччина та Україна.

Вказані позитивні ефекти від замикання енергетичного потоку в механізмах у перспективі можуть бути з успіхом використані в нафтогазовому обладнанні. Наприклад, для самоадаптації її приводів до миттєвих змін умов буріння або для отримання плавної зміни напрямку руху поршня зануреного насоса з однонаправленим рухом вихідного вала зануреного двигуна.

Література:

1. Воробйов Н.С. Механизмы с замкнутым энергетическим потоком. – Львов: Вища школа, 1983. – 144 с.
2. Воробйов Н.С. Разработка основ теории механизмов с замкнутым энергетическим потоком: Дисс. д-ра техн. наук. – Алма-Ата: КазГУ, 1988. – 309 с.

Орган з сертифікації продукції нафтогазового машинобудування запрошує до співпраці!

Атестат акредитації в системі УкрСЕПРО:
UA № 4.001.116 від 22.02.2000 р.

Галузі акредитації:

- труби нафтового сортаменту;
- обладнання та інструмент для буріння свердловин;
- обладнання та інструмент для експлуатації освоєння та ремонту свердловин;

Орган має угоди про співпрацю з акредитованими в системі УкрСЕПРО випробувальними лабораторіями.

Проведення сертифікації підвищить конкурентоспроможність продукції і гарантує її безпечну експлуатацію!

ІФНТУНГ, вул. Карпатська 15, м. Івано-Франківськ - 76019
тел. 994-112