УДК 621.80.061

А.О. ХРУЦЬКИЙ, канд.техн.наук, доц., Вік.А. ГРОМАДСЬКИЙ, канд.техн.наук, ст. викл.,
І.В. КУЛІКОВ, магістрант
Криворізький національний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ БАГАТОШВИДКІСНИХ ПЛАНЕТАРНИХ РЕДУКТОРІВ

Сучасний етап розвитку гірничої промисловості характеризується посиленням вимог до продуктивності, надійності та ефективності використовуваної техніки. Особливу актуальність набувають питання вдосконалення приводних систем гірничих машин, оскільки саме вони багато в чому визначають показники роботи усього обладнання. У цьому контексті планетарні редуктори виступають ключовим технічним рішенням, що дозволяє значно підвищити ефективність машин при збереженні або навіть зменшенні їх габаритних розмірів.

Проблема компактності гірничих машин є особливо гострою через специфічні умови їх експлуатації. Обмежені розміри гірничих виробок висувають жорсткі вимоги до габаритів обладнання, особливо за висотою та шириною. Традиційні зубчасті передачі, що використовуються в приводах, часто не відповідають цим вимогам через значні розміри та масу. Саме тут на перший план виходять планетарні механізми, які за рахунок своєї конструкції дозволяють реалізувати значні передавальні відношення при мінімальних габаритах. Так планетарні механізми мають зниження маси приводів у 1,5-3 рази, високий ККД (понад 0,9 за правильної схеми) та співвісність, що спрощує компонування машин.

Однак проектування планетарних редукторів, особливо багатошвидкісних, пов'язане з низкою технічних складнощів. Найбільш суттєвою проблемою є правильний вибір кінематичної схеми, оскільки від нього безпосередньо залежать експлуатаційні характеристики механізму. Досвід показує, що невдало обрана схема може призвести до значного зниження ККД, підвищеного зносу або навіть повного виходу редуктора з ладу. Особливо це стосується багатошвидкісних систем, де кількість можливих варіантів компонування може сягати кількох десятків.

Важливим параметром при проектуванні є коефіцієнт елементарного ряду k, який визначає співвідношення зубців коронного колеса та сонячної шестерні. Оптимальним діапазоном вважається k = 2,5-3, оскільки при менших значеннях виникають проблеми з опорами сателітів, а при більших – зменшується здатність передавати навантаження.

Критерії оцінки якості планетарних редукторів включають кілька ключових параметрів. Перш за все, це відповідність фактичних передавальних відношень розрахунковим значенням з необхідною точністю. Другим важливим фактором є досягнення оптимального значення параметра k, який безпосередньо впливає на габарити та масу механізму. Не менш важливими є показники кутових швидкостей ланок, які повинні бути мінімізовані для зменшення зносу, та коефіцієнт корисної дії, що повинен підтримуватися на рівні не нижче 0,9 у всіх робочих режимах.

Для двошвидкісних редукторів розроблено три основні схеми компонування, кожна з яких має свої особливості щодо розподілу навантажень, величини передавальних відношень та показників ефективності. Аналіз цих схем показує, що правильний вибір дозволяє досягти ККД на рівні 0,9 і вище, що є дуже хорошим показником для передач такого типу. При цьому важливо враховувати не тільки номінальні характеристики, але й поведінку механізму в різних режимах роботи, особливо при зміні навантаження.

Тришвидкісні редуктори, у свою чергу, базуються на комбінації двох елементарних рядів і пропонують ще більше варіантів компонування. Вибір найефективнішої схеми ґрунтується на чотирьох основних критеріях: відповідності заданим передавальним відношенням, оптимальному значенні параметра k, мінімальних кутових швидкостях ланок та високому ККД.

Таким чином, застосування планетарних редукторів у гірничих машинах дозволяє суттєво підвищити їх ефективність за рахунок зменшення габаритів і маси приводів. Розроблені методики вибору раціональних схем сприяють зменшенню ризиків при проектуванні та забезпечують стабільну роботу механізмів у складних умовах експлуатації. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію таких редукторів із сучасними системами автоматизації та гідроприводами, що відкриває нові перспективи для розвитку гірничої техніки.