

УДК 621.867.4

Роман Лешчук, к.т.н., доц., Володимир Кобельник, к.т.н., доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОБРОБКИ ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ГНУЧКИХ СЕКЦІЙНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

Roman Leshchuk, Ph.D., Assoc. Prof., Volodymyr Kobelnyk, Ph.D., Assoc. Prof.

THE PROCESSING OF EXTERNAL SURFACE OF FLEXIBLE SECTIONAL WORKING PARTS OF SCREW CONVEYORS INVESTIGATION

Сучасні технічні системи, що включають у свій склад гвинтові транспортні системи, а також виробництво висувають підвищені вимоги до їх якості і точності.

Покращення технічного рівня гвинтових конвеєрів з гнучкими робочими органами досягається шляхом секційного виконання гвинтових робочих органів, що усуває часті пошкодження стрічкових гвинтових спіралей від знакозміних циклічних навантажень, які в значній мірі гальмують промислове застосування таких гвинтових перемантажувальних механізмів.

Для забезпечення необхідної продуктивності та надійності транспортно-технологічної системи при транспортуванні сипких вантажів секційними гнучкими гвинтовими конвеєрами по криволінійних трасах важливим є надання гвинтовій секції певного профілю. На даний час виготовлення таких елементів мають два напрямки: 1) із суцільної спіралі шляхом її розрізання на окремі секції і подальшого створення профілю шляхом механічної обробки; 2) із штампованих кільцевих заготовок змінної ширини встановлених парами, максимальні радіуси яких стикуються між собою по центрі секції з подальшим зварюванням.

Технологічний процес виготовлення гвинтового елемента з плоскої полоси включає операцію обробки зовнішньої поверхні різанням для надання заданого профілю. Для зменшення часу обробки та збільшення продуктивності виготовлення гвинтові заготовки доцільно обробляти партіями. При цьому гвинтові заготовки довжиною два витки (одна секція) складаються (вкручуються) в щільний пакет, так що зазор між ними відсутній, а довжина пакету також рівна довжині однієї секції, і встановлюються на циліндричну оправу, діаметр якої рівний внутрішньому діаметру гвинтової заготовки.

При формоутворенні бочкоподібного зовнішнього контуру гвинтової спіралі необхідно зрізати нерівномірний шар металу по довжині одного кроку. Товщина зрізаного шару металу зростає від максимуму на торці до мінімуму на середині гвинтового елемента і навпаки. Формоутворення заданої бочкоподібної поверхні реалізується двома методами: повздовжнім точінням ($\Phi_v(O_1)$; $\Phi_s(P_2)$) та з використанням руху врізання ($\Phi_v(O_1)$; $V_p(P_2)$). В подальшому розглядається процес обробки гвинтової поверхні прохідним різцем. При цьому виникає необхідність у встановленні динамічної сили різання.

Процес різання упродовж обробки заготовки довжиною в один крок має перехідний характер. Математична модель динамічної сили різання ґрунтується на фундаментальній теорії механіки різання. В моделі розглядаються фізичні процеси зміни пластичного стану вздовж двох фронтів деформації, а саме площини зсуву (зона первинної деформації) і поверхні контакту інструмент/стружка, причому це обумовлено зміною геометрії зони різання. Подібна зміна напруженого стану створює таку переорієнтацію площин зсуву при якій зберігається баланс сил на двох фронтах

деформації. На основі такого квазістатичного стану процесу стружкоутворення формується модель сили різання.

Внаслідок складності процесу різання розглядається система обробки з одним ступенем вільності. Інструменту надається коливний рух, який направлено по нормалі до напрямку різання, так що проходить зрізання шару металу з нерівномірної оброблюваної поверхні. Швидкість різання, середня глибина різання і передній кут мають попередньо встановлені значення. В кожний момент різання вершина інструменту має зміщення вздовж вісі коливання, а кінець площини зсуву має зміщення відносно зрівноваженого положення.

Процес створення моделі включає ряд логічних етапів. Почергово формуються середній коефіцієнт тертя в функції динамічних змінних переміщень і швидкості та площини зсуву; кута зсуву функції змінних лінійних і швидкісних параметрів; вираз для динамічної границі текучості на зсув в функції деяких параметрів; аналітичних залежностей складових сил різання. По завершенні яких утворено модель динамічної сили різання, яку представлено у вигляді системи рівнянь, що включають фізичні та геометричні дані компонент процесу різання.

Дослідження системи проводили числовим способом з використанням методу Рунге-Куты, в процесі чого проводили підбір параметрів моделі таким чином, щоб вони відповідали результатам експериментального дослідження. Отримані аналітичні розв'язки для конкретних випадків дозволили встановити основні закономірності профілювання спіралей, характер перебігу перехідного процесу за ударної взаємодії різця та спіралі, а також дослідити вплив режимів різання на зміну зусилля різання числовими методами з використанням ЕОМ.

Наявність адекватної математичної моделі процесу різання в замкненій пружній оброблюючій системі дозволить проводити дослідження впливу параметрів динамічної системи на сталість процесу різання, обирати такі значення параметрів, що забезпечуватимуть необхідні динамічні характеристики, тобто, цілеспрямовано впливати на динаміку процесу формоутворення.

Для підтвердження теоретичних розрахунків проведено ряд експериментальних досліджень на токарному верстаті з ЧПК згідно складеної керуючої програми для певних конструктивних параметрів гвинтових секцій. Дослідження процесу проточування спіралей здійснювали для навитих заготовок із параметрами: матеріал – сталь 3, сталь 08 кп; зовнішнього діаметру – 100 мм; товщина витка по зовнішньому ребру – 3 – 5 мм.

Експериментальні дослідження свідчать, що швидкість різання повинна мати певні значення, інакше виникають значні вібрації в процесі різання. Діапазон значень швидкості різання визначали дослідним шляхом, але верхня межа не повинна перевищувати 80 м/хв. Одержані результати дозволили встановити закономірності зміни силових параметрів обробки – в діапазоні швидкостей різання 12–35 м/хв зусилля збільшуються інтенсивно, а в діапазоні 40 – 80 м/хв спостерігається незначне зменшення сили різання, а із збільшенням швидкості різання після 100 м/хв, сили різання знову зростають.