

УДК 621.9.011

М.М. Підгаєцький, доц., канд. техн. наук, А.М. Кириченко, доц., д-р техн. наук, А.Р. Апаракін, асп.

Кіровоградський національний технічний університет

Порівняльний аналіз кінематики процесу при традиційному та черв'ячно-контурному чистовому зубофрезеруванні шестерень, що використовуються у сільськогосподарській техніці

У статті розглядаються процеси, що відбуваються при чистовому фрезеруванні методами традиційного та черв'ячно-контурного фрезерування та робиться спроба покращення умов роботи верстату при зубообробці.

Проведено теоретичне обґрунтування проблеми виникнення силового розмикання у ділительній передачі верстату, яке може істотно відобразитися на точності обробленої деталі. Отримані результати експериментальних досліджень показують кращу точність обробленої поверхні при черв'ячно-контурному зубофрезеруванні, яке працює у силовому замиканні.

зубообробка, сили різання, силове замикання

М.М. Подгаецкий, доц., канд. техн. наук, А.Н. Кириченко, доц., д-р техн. наук, А.Р. Апаракин, асп.

Кировоградский национальный технический университет

Сравнительный анализ кинематики процесса при традиционном и червячно-контурном чистовом зубофрезеровании шестерен, использующихся в сельскохозяйственной технике

В статье рассматриваются процессы, происходящие при чистовом фрезеровании методами традиционного и червячно-контурного фрезерования, и делается попытка облегчить работу станка при зубообработке.

Проведено теоретическое обоснование проблемы возникновения силового размыкания в делительной передаче станка, которое может существенно отразиться на точности обработанной детали. Полученные результаты экспериментальных исследований показывают лучшую точность обработанной поверхности при червячно-контурном зубофрезеровании которое работает в силовом замыкании.

зубообработка, силы резания, силовое замыкание

На сучасному етапі розвитку промисловості та економіки України в умовах ринкових відносин особлива увага повинна приділятися якості виробленої продукції. Однак, до теперішнього часу якість сільськогосподарської техніки, що експлуатується у господарствах галузі, не задовольняє пропонованим вимогам.

Відомо, що надійність сільськогосподарської техніки головним чином визначається матеріалами і технологіями, що застосовуються в сільськогосподарському машинобудуванні.

Довговічність агрегатів є низькою внаслідок недостатньої точності і зносостійкості їх деталей, в результаті чого знижується ресурс сільськогосподарської техніки і обладнання в цілому.

Розробка нових конструкторсько-технологічних рішень, спрямованих на підвищення якості сільськогосподарської техніки, за рахунок збільшення її надійності, ресурсозбереження і поліпшення екології є сучасною і актуальною задачею.

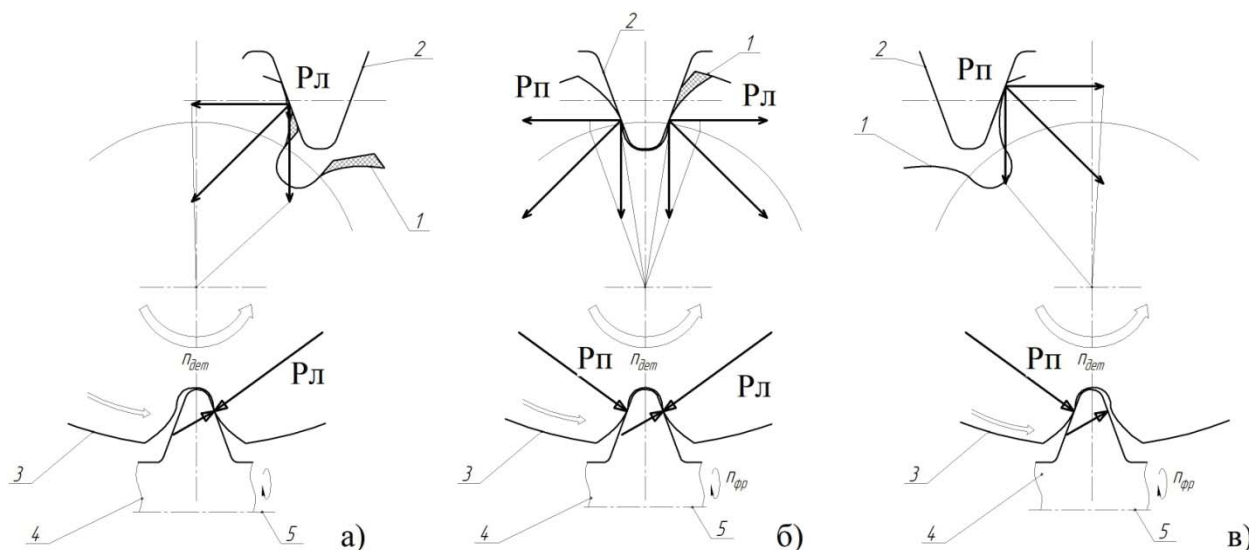
В багатьох випадках, похибки обробки, що виникають внаслідок впливу сили різання на кінематичні ланцюги верстату, деформацій технологічної системи та її елементів, являються домінуючими в сумарній похибці обробки деталі [1].

Важливу роль, з огляду на вплив сили різання на кінематичні пари верстата, грає напрямок та наявність перемінності сили різання і момент, що діє на привод стола зубофрезерного верстата під час обробки.

Для більш чіткого визначення впливу сил та моментів різання на ділильну пару верстата доцільно прийняти ряд припущень:

- 1) сили різання діють по нормалі до різальної кромки і для способів обробки, що розглядаються – рівні;
- 2) розглядаються лише ті сили різання або їх складові, що утворюють крутний момент;
- 3) сили різання, які утворюють вигин деталі, не розглядаються, оскільки вони не впливають на кінематику процесу.

Розглянемо традиційне чистове черв'ячне зубофрезерування (рис.1).



1 – заготовка; 2 – зуб черв'ячної фрези; 3 – черв'ячне колесо ділильної пари верстата;
4 – черв'як; 5 – вісь черв'яка

- а) обробка правого профілю до точки, яка знаходиться на початковому колі;
б) одночасна обробка лівого і правого профілю; в) обробка лівого профілю

Рисунок 1 – Сили при традиційному черв'ячному зубофрезеруванні

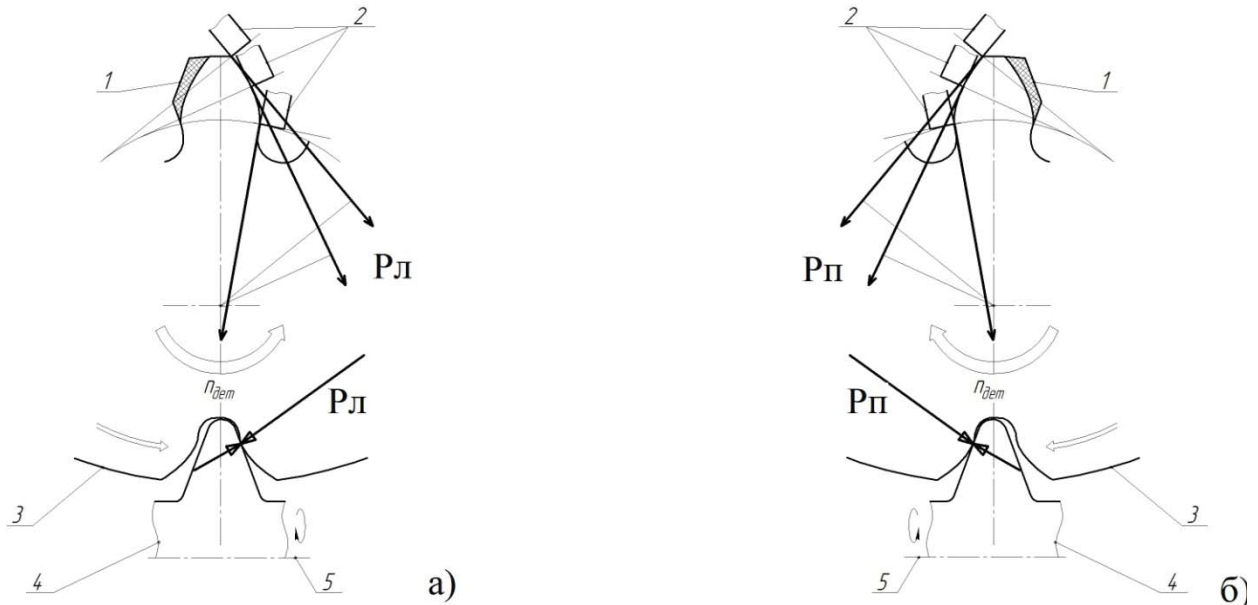
Так як сила різання при традиційному зубофрезеруванні діє по нормалі до розташованої дотично оброблюємії поверхні ріжучої кромки, то при будь-якому положенні інструменту в процесі різання плече буде однакове.

Для черв'ячного зубофрезерування наявна перемінність сили різання по напрямку дії на привод верстату, тобто у деякий момент відбувається силове розмикання черв'ячної пари (рис. 1, в), що стає причиною накопиченої похибки кроку деталі. В умовах знакозмінних навантажень, що завжди мають місце при обробці замкнених контурів, наявність неконтрольованих зазорів має суттєвий вплив на точність обробки [3].

Обробку евольвентної поверхні інструментом, ріжуча кромка якого переміщується повздовж оброблюємії поверхні по еквідістантному контуру та розташована по нормалі до оброблюємії поверхні показано на рисунку 2.

Особливість методу черв'ячно-контурного зубофрезерування – розташована по нормалі до оброблюємії поверхні ріжуча кромка, що змінює напрямок сили різання відносно деталі, у свою чергу, змінюючи розмір плеча. Для черв'ячно-контурного зубофрезерування наявна перемінність сили різання по величині моменту, що діє на

привод верстату, але відсутня зміна вектора сил при обробці різнойменних профілів, тобто не відбувається силове розмикання черв'ячної ділильної пари.

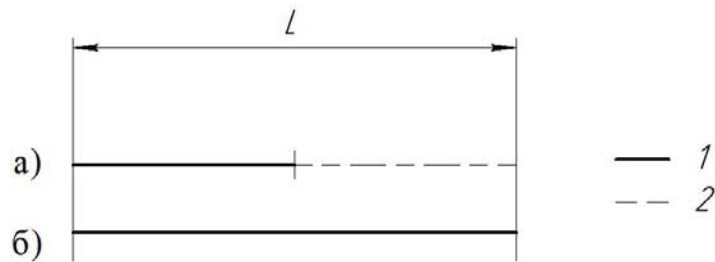


1 – заготовка; 2 – зуб черв'ячної фрези; 3 – черв'ячне колесо ділильної пари верстата; 4 – черв'як; 5 – вісь черв'яка

а) обробка правого профілю; б) обробка лівого профілю

Рисунок 2 – Сили при черв'ячно-контурному зубофрезеруванні

Порівняння вищеописаних методів по відносному часу роботи при силовому замиканні приведено на рис.3.



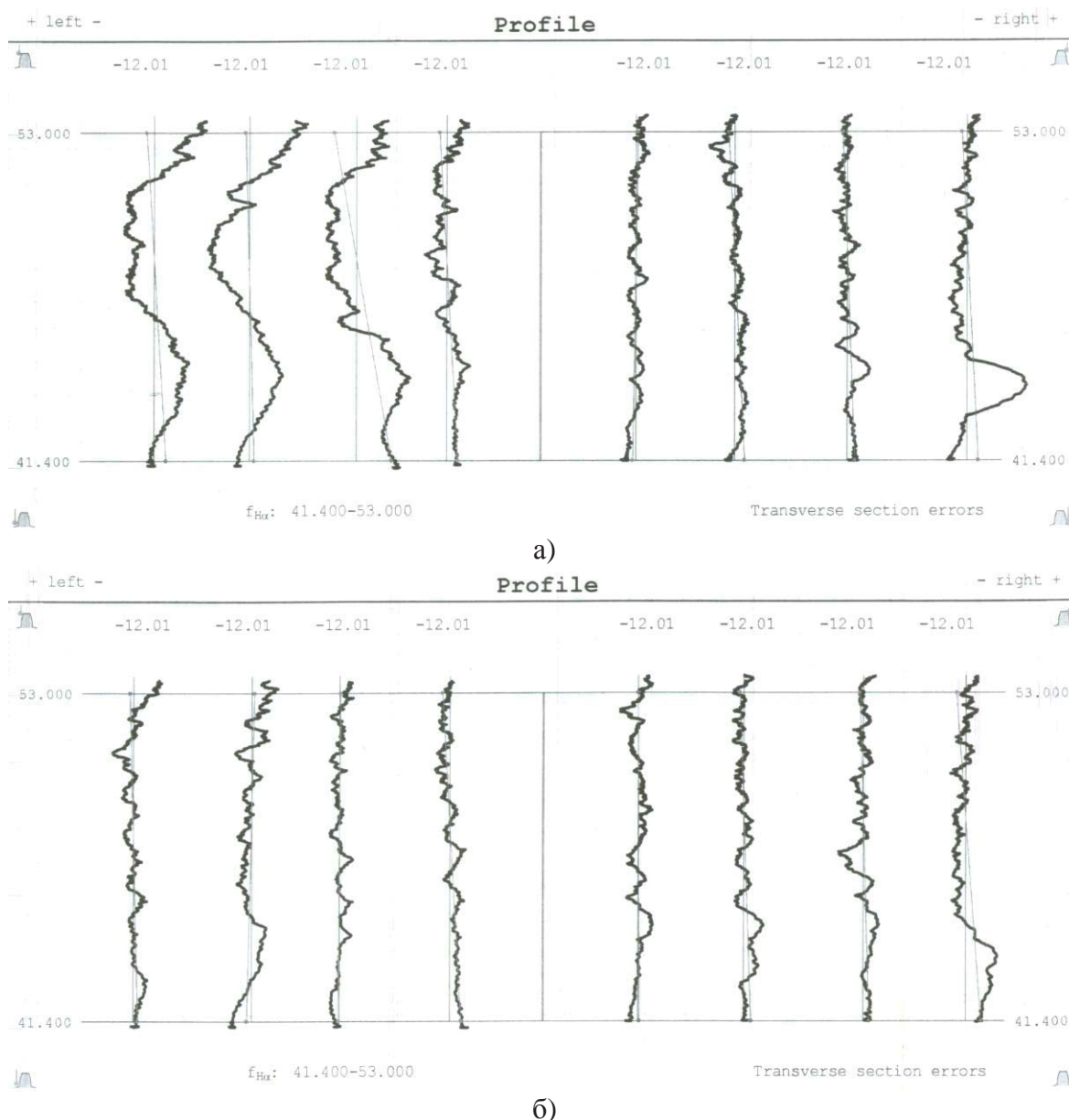
1 – робота в умовах силового замикання; 2 – робота в умовах силового розмикання; L – довжина активної частини лінії зачеплення при чистовому зубофрезеруванні

а) методом традиційного черв'ячного зубофрезерування; б) методом черв'ячно-контурного зубофрезерування

Рисунок 3 – Схема роботи черв'ячної ділильної пари при обробці однієї западини

Як видно з схеми (рис.3), при традиційному черв'ячному зубофрезеруванні лише один профіль зубчатого вінця оброблюється в умовах силового замикання та не піддається супутнім похибкам (відхилення евольвентного профілю оброблюємого колеса), в той час як при черв'ячно-контурному зубофрезеруванні обидва профілі оброблюються в умовах силового замикання.

На рис.4 приведено результати виміру шестерень на координатно-вимірjuвальній машині Carl-Zeiss Contura G2, які оброблялись на верстатах з різною конструкцією ділильного вузла, а також різними методами.



а) при обробці методом черв'ячного зубофрезерування на верстаті з одночерв'ячним приводом; б) при обробці методом черв'ячно-контурного зубофрезерування на верстаті з одночерв'ячним приводом

Рисунок 4 – Відхилення від евольвентного профілю

Для компенсації зазорів, що виникають при силовому розмиканні, у конструкції верстата використовують двохчерв'ячний привод ділильного стола: на шпинделі столу встановлено дві черв'ячні передачі з різним напрямком витків черв'яка. Регулювання зазору здійснюється осьовим зміщенням одного з черв'яків за допомогою гідроприжиму, або пружини. Однак, гідроприжим може провокувати виникнення підклинювання, а пружинний прижим має властивість інерційності.

Для чистової обробки зубчастих коліс методом черв'ячно-контурного зубофрезерування достатньо мати верстат з одночерв'ячним приводом, оскільки обробка профілів ведеться послідовно та в умовах силового замикання. Це допоможе спростити конструкцію ділильної пари верстата та зменшити її собівартість.

Висновки:

– момент різання, що діє на ділильні пари верстату, менший при обробці методом черв'ячно-контурного зубофрезерування за рахунок зміни плеча сили;

- при обробці методом традиційного черв'ячного зубофрезерування має місце перемінність сили різання по напрямку дії на привод верстату, тобто силове розмикання ділильної пари верстату, що вносить похибки у оброблювану деталь;
- при обробці методом черв'ячно-контурного фрезерування, черв'ячне ділильне колесо працює правими та лівими профілями послідовно, що підвищує ресурс роботоспроможності кінематичних ланцюгів верстата.

Список літератури

1. Колев К.С. Точность обработки и режимы резания. Изд. 2-е, перераб. и доп. / Колев К.С. Горчаков Л.М. - М.: «Машиностроение», 1976. – 144 с.
2. Бушуев В.В. Тяжелые зубообрабатывающие станки / Бушуев В.В., Налетов С.П. - М.: «Машиностроение», 1976. – 274 с.
3. Петраков Ю.В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням: Навчальний посібник / Петраков Ю.В. – Київ: УкрНДІАТ, 2003. – 383 с.

Mikhail Pidgaetsiy, Andrei Kirichenko, Anton Aparakin

Kirovograd national technical university

Comparative analysis of the traditional gear hobbing kinematic and kinematic of the contour gear hobbing used in agricultural machinery

The article is devoted to the processes occurring traditional gear hobbing and contour gear hobbing and attempts to improve the conditions of the machine.

In many cases, processing errors, which arise as a result of cutting power to the machine tool kinematic chain, deformations of the technological system and its elements are dominant in the total level of accuracy of machining parts.

Important role, given the impact of cutting forces on kinematic pairs of the machine plays the direction and cutting force variability and moment acting on the drive gear machine table during processing.

The authors conducted a theoretical justification to a problem of the origin of the power transfer in a separating machine tool which can significantly appear on machined parts accuracy. The results of experimental studies indicate better gears accuracy processed by the contour gear hobbing that works in the power circuit.

As a result, the authors concluded the need for a method of gear cutting, in which processing will be conducted in a power circuit.

gear cutting, cutting force, power circuit

Одержано 14.07.14

УДК 621.9.048.4

О. Ф. Сіса, канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Розмірна обробка електричною дугою бічної поверхні твёрдосплавного прокатного валка

Виконано обґрунтування технологічної схеми формоутворення бічної поверхні твёрдосплавного валка способом розмірної обробки електричною дугою з урахуванням особливостей фізичних механізмів їх утворення та гідродинамічних явищ в міжелектродному проміжку. Встановлені аналітичні зв'язки технологічних характеристик процесу чорнової розмірної обробки електричною дугою сплаву ТС-15 з режимами обробки і геометричними параметрами.

електрична дуга, твёрдосплавний валок, технологія, технологічні характеристики, обладнання