

УДК 621.9

Исследование контактного поля резания червячной фрезы с раздельной схемой формообразования

Пермяков¹ А.А., Ключко¹ А.А., Охрименко² А.А., Мироненко³ Е.В., Миранцов³ С.Л.

¹ - НТУ «Харьковский политехнический институт», Украина

² - КПИ им. Игоря Сикорского, Украина

³ - Донбасская государственная машиностроительная академия, Краматорск, Украина

Аннотация: Предложено при встречном зубофрезеровании червячной фрезы с раздельной схемой формообразования исследовать физическую сущность, сопровождающую процесс резания червячной фрезой с раздельной схемой формообразования, такие как неравномерность загрузки и стойкость зубьев фрезы, путь резания и характер распределения износа зубьев, неравномерность процесса резания, динамические нагрузки с помощью контактных полей резания фрезы и заготовки. Графическое построение контактного поля и дальнейший вывод формул длин срезаемых слоев основаны на приближенном определении проекций дуг контакта каждого из зубьев червячной фрезы с раздельной схемой формообразования с притупском как отрезков прямых. Анализ процесса врезания зубьев выполняется при рассмотрении траектории движения какой-либо точки режущей кромки каждого из них в кинематике взаимных движений инструмента и заготовки. Установлено, что форма срезаемых слоев оказывает влияние на температуру резания и износ зубьев.

Ключевые слова: червячная фреза, раздельная схема формообразования, неравномерность загрузки, стойкость зубьев фрезы, путь резания, длина, ширина, форма срезаемых слоев

Физическая сущность, сопровождающая процесс резания червячной фрезой с раздельной схемой формообразования, такие как неравномерность загрузки и стойкость зубьев фрезы, путь резания и характер распределения износа зубьев, неравномерность процесса резания, динамические нагрузки при встречном зубофрезеровании исследуются с помощью контактных полей резания фрезы и заготовки [1, 2].

Контактное поле резания *АВСД* (рис. 1) правого корпуса фрезы при встречном фрезеровании прямозубого колеса, построенное специально разработанным графическим способом, представляет собой развертку на плоскость обработанной поверхности зуба колеса со следами на ней профилирующих точек зубьев инструмента. Зубья, число которых сокращено для ясности графических построения, пронумерованы в порядке их вступления в резание по линии зацепления.

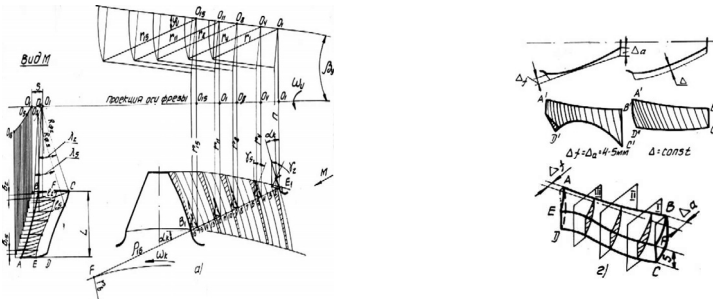


Рис. 1 - Контактное поле резания правого корпуса червячной фрезы с раздельной схемой резания: а - графический способ построения контактного поля; б, в - форма контактного поля в зависимости от характера распределения припуска; г - объем металла, срезаемый за один оборот корпуса фрезы

Графическое построение контактного поля и дальнейший вывод формул длин срезаемых слоев основаны на приближенном определении проекций дуг контакта l_i

каждого из зубьев фрезы с припуском как отрезков прямых (рис. 1), при повороте фрезы от зуба к зубу на угол $\varphi_n = \frac{360^\circ}{Z_\Phi}$. Погрешность определения параметров по предлагаемым формулам не превышает 1%, что вполне приемлемо для практических выводов.

Кривая *CD* основание контактного поля - геометрическое место точек выхода зубьев инструмента из припуска Δ , имеющего неравномерный характер распределения вдоль эвольвентной поверхности зуба после черновой прорезки впадин специальными дисковыми фрезами.

Ширина срезаемого слоя равна сумме переменных по длине рабочих участков a_i и b_i кромки (рис. 2, б) и постоянных по длине рабочих участков c и d (рис. 2, а). Таким образом, ширина стружек, срезаемых зубьями правозаходной фрезы, определяется по формулам:

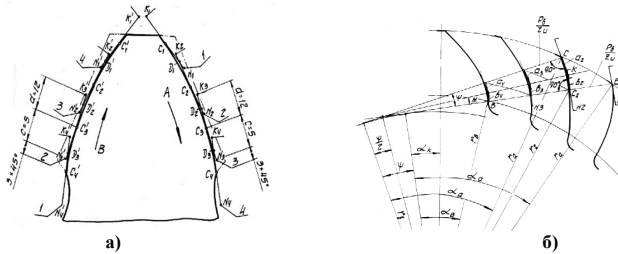


Рис. 2 - Определение ширины срезаемых слоев:
 а - схема последовательного наложения кромок фрезы на профиль зубьев колеса; б - рабочие участки кромок расположенные выше (б) и ниже (а) точек профилирования

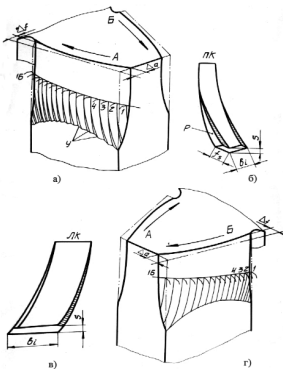


Рис. 3 - Форма слоев, срезаемых зубьями правозаходной фрезы с раздельной схемой формообразования:
 а - образование уступов (У) при работе правого корпуса; б - форма слоя, срезаемого зубьями правого корпуса; в - схема обработки поверхности зуба левым корпусом; з - форма слоя срезаемого зубьями левого корпуса

для левого корпуса:

$$b_{i,l} = a_i + d = [r_b \left(tg\alpha + tg \frac{\psi}{2} \right) - \frac{P_b}{Z_\Phi} (i - 1)] tg(\psi - \mu) + d; \quad (1)$$

для правого корпуса:

$$b_{i,r} = b_i + c = [r_b \left(tg\alpha + tg \frac{\psi}{2} \right) - \frac{P_b}{Z_\Phi} (i - 1)] tg(\mu) + c; \quad (2)$$

Для левозаходной фрезы формулы (1) и (2) меняются местами.

На (рис. 3, б, з) показаны недеформированные слои, срезаемые зубьями обоих корпусов правозаходной фрезы с раздельной схемой формообразования. Обработка правой боковой поверхности зуба колеса (рис. 2, а) и (рис. 3, а) правым корпусом фрезы (ПК) осуществляется в направлении по стрелке *A* от головки зуба к ножке. Зубья корпуса, из-за сравнительно небольшой длины участков кромок *C* (рис. 2, а) и отсутствия перекрытия резов на выходе из припуска, образуют уступы *у*. При последующих резах через один оборот колеса на срезаемых слоях (рис. 3, б) образуются выступы *P*. Эти выступы, служащие как бы ребрами жесткости, затрудняют процесс деформирования металла слоев, что может способствовать повышению температуры резания.

Зубья левого корпуса (рис. 3, в), вступающие в резание по стрелке B , не образуют уступов на выходе из припуска. Перекрытие резов не нарушается, т.к. участки кромок d (см.рис.2, а) имеют в 2,5 раза большую длину, чем участки C . Поэтому слои, срезаемые зубьями левого корпуса более благоприятны по форме, чем у правого корпуса. Форма срезаемых слоев, как известно, оказывает влияние на температуру резания. Можно предположить, в этой связи, что зубья правого корпуса, срезающие слои более сложной формы, будут иметь и больший, по сравнению с зубьями левого корпуса, износ.

Для более полного понимания процесса обработки зубьев червячной фрезой необходимо изучить, как выполняется работа резания каждым из ее зубьев в контактном поле резания, т.е. установить характер врезания зубьев фрезы в металл заготовки. Известно, что характер врезания зубьев червячной фрезы оказывает заметное влияние, как на стойкость инструмента, так и на качество обработанной поверхности. Анализ процесса врезания зубьев выполняется при рассмотрении траектории движения какой-либо точки режущей кромки каждого из них в кинематике взаимных движений инструмента и заготовки.

Research of the contact field of cutting of the worm mill with a separate shape of forming Permyakov A.A., Klochko A.A., Okhrimenko A.A., Mironenko Ye.V., Mirantsov S.L.

Annotation: It was proposed to investigate the physical entity accompanying the cutting process with a separate shaping scheme with a separate shaping scheme, such as uneven loading and durability of the cutter teeth, cutting path and character of tooth wear distribution, uneven cutting process, dynamic loads using contacts cutting fields cutters and billet. The graphic construction of the contact field and the further derivation of the cut length layers are based on an approximate determination of the projections of the arcs of contact of each of the teeth of the worm milling cutter with a separate shaping scheme with allowance as straight sections. in the kinematics of mutual movements of the instrument and the workpiece. It is established that the shape of the layers being cut affects the cutting temperature and wear of the teeth.

Keywords: worm milling machine, separate shaping scheme, uneven loading, durability of the milling teeth, cutting path, length, width, shape of the cutting layers

Дослідження контактної області різання черв'ячної фрези з роздільною схемою формоутворення

Пермяков О.А., Ключко О.О., Охріменко О.А., Мироненко Е.В., Міранцов С.Л.

Анотація: Запропоновано при зустрічному зубофрезеруванні черв'ячної фрези з роздільною схемою формоутворення досліджувати фізичну сутність, яка супроводжує процес різання черв'ячною фрезою з роздільною схемою формоутворення, такі як нерівномірність завантаження і стійкість зубів фрези, шлях різання і характер розподілу зносу зубів, нерівномірність процесу різання, динамічні навантаження за допомогою контактних полів різання фрези і заготовки. Графічна побудова контактної області і подальше виведення формул довжин зрізаних шарів засновані на наближеному визначенні проекцій дуг контакту кожного з зубів черв'ячної фрези з роздільною схемою формоутворення з припуском як відрізків прямих. Аналіз процесу різання зубів виконується при розгляді траєкторії руху будь-якої точки ріжучої кромки кожного з них в кінематиці взаємних рухів інструменту і заготовки. Встановлено, що форма зрізаних шарів впливає на температуру різання і знос зубів.

Ключові слова: черв'ячна фреза, роздільна схема формоутворення, нерівномірність завантаження, стійкість зубів фрези, шлях різання, довжина, ширина, форма зрізаних шарів

Список литературы:

1. Технологическое обеспечение эксплуатационных параметров цилиндрических зубчатых передач при аппроксимативном решении контактно-гидродинамических задач смазки // В.Д. Ковалев, Ю.В. Тимофеев, А.Н. Шелковой, А.А. Ключко, Д.А. Кравченко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Технології в машинобудуванні. – Х. : НТУ «ХП», 2015. – № 4 (1113). – С. 11–19. – Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2079-004Х...

2. Технологические процессы формирования поверхностного слоя зубчатых колес тяжелых токарных станков с ЧПУ / А.А. Ключко, Е.В. Мироненко, О.А. Анцыферова., Л.А. Макастрова., В.Е.Киреев // Надежность инструмента и оптимизация технологических систем : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, 2015. – Вып. 37. – С. 105–112.