

УДК 621.9

Моделювання формоутворення гвинтових канавок свердел

Ковальова Л.І., Майданюк С.В., Бобков Д.С.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація. В роботі, із застосуванням універсальної системи тривимірного твердотілого та поверхневого проектування Autodesk Inventor, запропонована вдосколена методика, алгоритми комп'ютерного моделювання та параметричні 3D моделі профілювання дискових фасонних інструментів для формоутворення гвинтових канавок свердел, які дозволяють, без додаткових витрат, вирішувати пряму та зворотну задачі профілювання, перевіряти виконання умов формоутворення, з метою отримання точного профілю канавки свердла, прогнозувати похибки профілювання.

Ключові слова: профілювання, формоутворення, комп'ютерне моделювання, свердло, гвинтова канавка, дисковий інструмент, вихідна інструментальна поверхня, САД-система.

Одним з елементів спірального свердла, який визначає основні параметри його робочої частини, а саме форму та геометрію різальних кромки, міцність та жорсткість інструменту та умови роботи інструменту в цілому, є гвинтова канавка, тобто її профіль. Тому при виготовленні свердла необхідно точно відтворити параметри гвинтової канавки.

Формоутворення гвинтових канавок свердел найчастіше проводиться фасонним дисковим інструментом – фасонними дисковими фрезами та шліфувальними кругами. Від точності форми та розмірів фасонного інструменту залежить, відповідно, профіль канавки свердла. Тому профілювання фасонного дискового інструменту для утворення гвинтової канавки свердла є першим етапом його проектування.

Основною метою профілювання фасонних дискових інструментів є визначення вихідної інструментальної поверхні обертання по відомому профілю гвинтової канавки свердла. Задача є однією з найбільш трудомістких та відповідальних. Тому, удосконалення методики та розробка алгоритмів профілювання дискового фасонного інструменту для гвинтових канавок свердел, які дозволять перевіряти виконання умов формоутворення, з метою отримання точної гвинтової канавки свердла є актуальною задачею.

Існують ряд методів визначення профілю вихідної інструментальної поверхні дискового інструменту: графічні [1], аналітичні [1, 2] та чисельні [4, 5, 6], які мають свої переваги та недоліки.

Графічні методи є найбільш простими та наочними, але найменш точними, оскільки просторова задача профілювання зводиться до плоскої шляхом визначення сукупності перетинів спряжених поверхонь гвинтової канавки та вихідної інструментальної поверхні рядом площин, перпендикулярних або осі свердла, або осі дискового інструменту.

Серед аналітичних методів найбільш розповсюдженими є загальний аналітичний, кінематичний методи визначення обвідних поверхонь та метод загальних нормалей. Аналітичні методи є найбільш точними, дозволяють визначати можливі варіанти вихідної інструментальної поверхні, аналізувати їх та приймати найбільш доцільний для певних умов виробництва, але вони недостатньо наочні, важко формалізуються та вимагають виведення складних аналітичних залежностей.

Чисельні методи в основі своїй спираються на графічні методи, засновані на мінімізації відстаней від осі дискового інструмента до точок ліній перетину гвинтової поверхні площинами, перпендикулярними або осі свердла, або осі дискового інструменту. Чисельні методи не потребують виведення складних аналітичних залежностей, володіють достатньою для практики точністю та наочністю, є повністю формалізованими та використовують методи обчислювальної математики при їх реалізації.

Використання чисельних та аналітичних методів профілювання можливе лише в

спеціальних прикладних програмних продуктах, що сильно обмежує їх застосування.

Останнім часом, з розвитком систем автоматизованого проектування, найбільш ефективно вирішуються задачі профілювання інструментів для утворення гвинтових поверхонь, засновані на методах поверхневого та твердотільного моделювання з використанням універсальних CAD-систем [7, 8]. Дані методи поєднують в собі переваги аналітичних та графічних методів, тобто дозволяють з високою швидкістю та точністю вирішувати задачі профілювання та візуалізувати результат.

При профілюванні фасонного дискового інструменту для утворення гвинтових канавок свердла вирішуються наступні задачі: пряма, зворотна та оптимізація установчих параметрів.

В роботі розглядається вирішення задач профілювання дискового інструменту для утворення гвинтових канавок свердла, на основі відомої методики [1], використовуючи можливості системи тривимірного твердотільного та поверхневого параметричного проектування Autodesk Inventor.

Схема формування [1] включає в себе обертання дискового інструменту навколо своєї осі та гвинтовий рух подачі з кроком, що збігається з кроком гвинтової канавки та віссю, що збігається з віссю свердла.

При профілюванні вважаються відомими: параметри свердла: діаметр свердла D , діаметр серцевини свердла d_0 , діаметр спинки D_f , ширина стрічки f , кут при вершині 2φ , кут нахилу гвинтової канавки ω та установчі параметри осі дискового інструменту: кут схрещування E осі свердла та дискового інструменту, міжосьова відстань A між віссю свердла та дискового інструменту, положення точки схрещування осей, задане відстанню K .

При вирішенні прямої задачі рух подачі призводить до ковзання гвинтової поверхні канавки "самої по собі", відповідно, при профілюванні не враховується. Таким чином, при визначенні вихідної інструментальної поверхні враховується тільки рух обертання навколо осі дискового інструменту.

Відомою при профілюванні є гвинтова поверхня канавки свердла, профіль торцевого перерізу якої визначається за методикою [1], з умови отримання на свердлі прямолінійної різальної кромки, що розташовується під кутом в плані до осі свердла.

Послідовність створення параметричної 3D моделі профілювання дискового інструменту в системі Autodesk Inventor складається з наступних етапів:

- 1 – визначення параметрів моделі;
- 2 – побудова гвинтової поверхні канавки свердла командою "Пружина";
- 3 – обертання гвинтової поверхні канавки свердла навколо осі нерухомого дискового інструменту командою "Круговой массив";
- 4 – визначення профілю вихідної інструментальної поверхні в осьовій площині дискового інструменту буде визначатися як огинаюча сімейства ребер елементів кругового масиву канавки свердла, отриманих командою "Проецирование ребер";
- 5 – побудова тіла дискового інструменту, обмеженого вихідною інструментальною поверхнею командою "Вращение".

При вирішенні зворотної задачі обертання дискового інструменту навколо своєї осі призводить до ковзання поверхні дискового інструменту "самого по собі", відповідно, при профілюванні не враховується. Таким чином, при визначенні поверхні гвинтової канавки враховується тільки гвинтовий рух подачі з кроком, що збігається з кроком гвинтової канавки.

Вихідним є отримане тіло дискового інструменту.

Послідовність створення параметричної 3D моделі зворотної задачі профілювання в системі Autodesk Inventor складається з наступних етапів:

- 1 – побудова послідовних положень дискового інструменту при його гвинтовому русі навколо осі нерухомого свердла за допомогою команди "Прямоугольный массив" за двома напрямками;

2 – визначення профілю торцевого перерізу канавки свердла як огинаючої сімейства ребер елементів прямокутного масиву дискового інструменту, отриманих командою "Процирование ребер";

3 – порівняння вихідного та отриманого торцевих перерізів гвинтової канавки свердла з метою визначення похибки профілювання.

Розроблені параметричні 3D моделі дозволяють досліджувати вплив установчих параметрів на дотримання умов формоутворення та визначати оптимальні установчі параметри для заданих умов.

Таким чином, в роботі запропоновані алгоритми комп'ютерного моделювання та параметричні 3D моделі процесу формоутворення гвинтової канавки спіральних свердел дисковими інструментами, за якими можливо вирішувати пряму і зворотну задачі профілювання фасонних дискових інструментів, прогнозувати похибки профілювання.

Modeling molding helical grooves drills

Kovalova L., Maidaniuk S., Bobkov D.

Abstract. In the work, using the universal system of three-dimensional solid-state and surface design of Autodesk Inventor, proposed an improved methodology, computer modeling algorithms and parametric 3D models of profiling disk shaped tools for forming screw grooves of drills, which allow without additional costs, solve the direct and inverse problems of profiling, check fulfillment of shaping conditions, in order to obtain an accurate groove profile of the drill, to predict errors filing.

Keywords: profiling, shaping, computer modeling, drill, screw groove, disk tool, outlet instrumental surface, CAD system.

Моделирование формобразования винтовых канавок сверл

Ковалева Л.И., Майданюк С.В., Бобков Д.С.

Аннотация. В работе, с применением универсальной системы трехмерного твердотельного и поверхностного проектирования Autodesk Inventor, предложена усовершенствованная методика, алгоритмы компьютерного моделирования и параметрические 3D модели профилирования дисковых фасонных инструментов для формообразования винтовых канавок сверл, которые позволяют без дополнительных затрат, решать прямую и обратную задачи профилирования, проверять выполнение условий формообразования, с целью получения точного профиля канавки сверла, прогнозировать погрешности профилирования.

Ключевые слова: профилирование, формообразование, компьютерное моделирование, сверло, винтовая канавка, дисковый инструмент, исходная инструментальная поверхность, САД-система.

Список літератури:

1. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов. - К.: Выща школа, 1990.
2. Лашнев, С.И. Проектирование режущей части инструмента с применением ЭВМ / С.И. Лашнев, М.И. Юликов. - М.: Машиностроение, 1980.
3. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: Учебное пособие для вузов / Г.Н. Кирсанов, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой, В.А. Гречишников и др. – М.: Машиностроение, 1986.
4. Ковалева Л.И. Разработка численных методов профилирования фасонных фрез: дис. к. техн. наук / Л.И. Ковалева. – Киев: КПИ, 1988.
5. Петухов, Ю.Е. Профилирование режущих инструментов в среде Т - FLEX CAD-3D / Ю.Е. Петухов // Вестник машиностроения. – 2003. – № 8.
6. Бржозовский, Б.М. Автоматизированное проектирование дискового инструмента для обработки винтовых поверхностей / Б.М. Бржозовский, О.В. Захаров /// Труды XI международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» CAD/CAM/PDM. – М.: ИПУ. – 2011.
7. Люлько В.Н. Методика поверхностного геометрического моделирования дисковых фрез для изготовления винтовых поверхностей "Химическое и нефтегазовое машиностроение". - 2005. - №4.
8. Ляшков А.А. Геометрическое и компьютерное моделирование формообразования поверхностей деталей: монография/ А.А. Ляшков. – Омск: ОмГТУ. – 2013.