

УДК 336.896

Редько Р.Г., Редько О.І.

Луцький національний технічний університет

## ПАРАМЕТРИЧНА ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ, РЕАЛІЗОВАНИХ НА МОВІ ОБ'ЄКТ PASCAL, З ВИКОРИСТАННЯМ СЕРЕДОВИЩА T-FLEX CAD 3D

**Редько Р.Г., Редько О.І. Параметрична побудова моделей, реалізованих на мові ОБ'ЄКТ PASCAL, з використанням середовища T-FLEX CAD 3D.** У статті досліджено можливість параметричної побудови моделей, які допоможуть конструктору швидше, правильніше перерахувати геометричні параметри розкатника відцентрового типу, створити робочі креслення для конструкторської документації, що зменшує вірогідність людського чинника при проектуванні інструменту і підвищує якість і конкурентоспроможність, подовжує термін служби, а також є економічно вигідним.

**Ключові слова:** цифрові моделі, інтерактивні методи, розкатник, багатороликові розкатники, розкатники безсепараторного типу, розкатники сепараторного типу, пружинні розкатники, ротаційні розкатники.

**Редько Р.Г., Редько О.І. Параметрическое построение моделей, реализованных на языке ОБ'ЄКТ PASCAL, с использованием среды T-FLEX CAD 3D.** В статье исследована возможность параметрического построения моделей, которые помогут конструктору скорее, правильнее перечислить геометрические параметры раскатника центробежного типа, создать рабочие чертежи для конструкторской документации, уменьшает вероятность человеческого фактора при проектировании инструмента и повышает качество и конкурентоспособность, продлевает срок службы, а также является экономически выгодным.

**Ключевые слова:** цифровые модели, интерактивные методы, раскатник, многороликовые раскатники, раскатники бессепараторного типа, раскатники сепараторного типа, пружинные раскатники, ротационные раскатники.

**Redko R. G., Redko O.I. Parametric construction of models implemented in the language ОБ'ЄКТ PASCAL, using the environment T-FLEX CAD 3D.** In the article the possibility of parametric building models that help the designer quickly, accurately enumerate geometrical parameters rozkatnyka centrifugal type, create working drawings for design documentation, which reduces the likelihood of human factors in the design tool and improves the quality and competitiveness, prolongs the life, and are economically viable.

**Keywords:** digital models, interactive methods rozkatnyk, multiroll rozkatnyky, rozkatnyky bezseparatornoho type rozkatnyky separator type pruzhnni rozkatnyky, rotary rozkatnyky.

**Постановка проблеми.** Сучасні методи комп'ютерного опрацювання інформації базуються на створенні цифрових моделей рельєфу (ЦМР), які слугують основою для вирішення цілої низки наукових та народно-господарських завдань. Наприклад, інтерактивні методи проектування інженерних споруд, аналіз просторових даних, управління територіями вимагають подання інформації про місцевість в цифровій формі.

Цифрова модель рельєфу визначена як цифрове і математичне представлення рельєфу моделі на основі дискретної сукупності вихідних точок, які дозволяють з заданою точністю відтворити реальну поверхню та її структуру.

Параметри якості під час обробки вигладжувальним інструментом пружної дії значною мірою залежать від тиску в точці контакту. Шорсткість обробленої поверхні, ступінь її зміцнення, величина і знак залишкових напружень залежать від технологічних режимів, зусилля деформування, вихідною шорсткості заготовки, фізико-механічних властивостей матеріалу заготовки, типу застосовуваного інструмента і його конструктивних параметрів. При роботі інструментами пружної дії (роликові й кулькові розкатники) з деформуючими елементами (ролики, кульки), що пружно контактують з оброблюваною поверхнею, здійснюється розмірна обробка, так як траєкторія руху роликів і кульок повністю визначається формою заготовки. У цьому випадку форма заготовки практично не змінюється, а зменшення її розміру відбувається відносно рівномірно по всій оброблюваній поверхні.

**Аналіз досліджень.** Автоматизація робіт по створенню нової техніки - конструкторської та технологічної підготовки виробництва, дозволяє підприємству швидко реагувати на зміну попиту у виробі, у малі строки готувати до виробництва нові або модернізовані вироби. Підприємство, яке прагне цього, повинно володіти комплексом програмних засобів, здатних автоматизувати проведення таких робіт:

1. Управління проектами та технічним документообігом.
2. Створення конструкторської документації на виріб (креслення, специфікації).
3. Створення тривимірної моделі виробу.
4. Всебічний аналіз виробу (розрахунки на міцність, динамічний аналіз, аналіз напружень в елементах виробу).

5. Створення технологічної документації на виготовлення виробу.

6. Обробку на верстатах різного технологічного призначення деталей оснащення виробництва в процесі їх виготовлення.

7. Програмне забезпечення конструкторської підготовки виробництва [1].

Для створення конструкторської документації фірма "Топ Системи" пропонує системи, що дозволяють охопити різні рівні автоматизації конструкторських робіт в різних підрозділах підприємств, а саме:

- Т - FLEX CAD LT - автоматизація креслення;
- Т - FLEX CAD 2D - автоматизація проектування;
- Т - FLEX CAD 3D - 3 -х мірне моделювання.

Вибір необхідної системи залежить від об'ємів конструкторських робіт, їх рівня і кількості робочих місць.

CAD-системи (Computer-aided design - комп'ютерна підтримка проектування) призначені для вирішення конструкторських завдань та оформлення конструкторської документації (більш звично вони іменуються системами автоматизованого проектування САПР). Як правило, в сучасні CAD-системи входять модулі моделювання тривимірної об'ємної конструкції (деталі) і оформлення креслень і текстової конструкторської документації (специфікацій, відомостей тощо). Провідні тривимірні CAD-системи дозволяють реалізувати ідею наскрізного циклу підготовки та виробництва складних промислових виробів. Всі вони в тій чи іншій мірі підтримують принципи параметризації 2D і 3D-моделей [2].

В даний час в світі розроблена величезна кількість різних CAD-пакетів. Однією з перспективних систем параметричного проектування в технічному університеті є T-FLEX CAD.

Система параметричного проектування і креслення T-FLEX CAD є розробкою російської фірми "Топ Системи". Система володіє наступними основними можливостями: параметричне проектування та моделювання; проектування складання і виконання складальних креслень; повний набір функцій створення і редагування креслень; просторове моделювання, що базується на технології ACIS; параметричне тривимірне твердотільне моделювання; управління кресленнями; підготовка даних для систем з ЧПУ; імітація руху конструкції.[3]

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів.** Відрізняючись простотою пристрою, розкатник дозволяє отримувати поверхні 9-го класу шорсткості. Робочим елементом в даному розкатнику є ролик, встановлюваний під кутом до осі оправлення у втулці або на голчастих підшипниках. Штуцер служить для підведення в зону обробки масла. Спеціальний гвинт утримує ролик від осьового переміщення. Якщо оправці надати обертальний і поступальний рух, то ролик за рахунок тертя його робочих кромки об оброблювану поверхню почне обертатися. Те ж саме буде спостерігатися, якщо обертання отримає заготовка, а розкатник буде здійснювати тільки осьове переміщення. Діаметр і довжина ролика виконуються строго визначеними, щоб забезпечити необхідний натяг. При цьому враховуються радіус деформуючої кромки ролика, кут установки ролика щодо осі і діаметр отвору.

Конструктивно інструмент для обробки поділяють на два типи: інструмент безсепараторного типу та інструмент сепараторного типу.

Були проведені дослідження конструктивних параметрів існуючих інструментів розкатного типу: багатороликові розкатники, розкатники безсепараторного типу, розкатники сепараторного типу, пружинні розкатники, ротаційні розкатники, розкатники відцентрового типу. Більш розповсюдженими, порівняно з розглянутими, є відцентрові розкатники. Так само був проведений аналіз програмних комплексів, що дозволяють реалізовувати елемент параметризації, про який мова піде далі.

Одним з головних завдань дослідження була розробка математичного забезпечення та створення програмного забезпечення, реалізованого на мові OBJECT PASCAL. Ввівши потрібний діаметр заготовки, матеріал заготовки і глибину наклепаного шару, яку ми хочемо отримати, програма розраховує геометричні параметри розкатного інструменту, необхідні для обробки і частоту обертання інструменту, також підбирає відповідний верстат. На рис. 1 наведено загальний вигляд програми.



Одним із звичайних атрибутів параметричних CAD-систем є мова програмування, яка використовується для задання параметричних зв'язків. У цьому зв'язку виявляється ще одна істотна перевага програми T-FLEX CAD. Від інженера не потрібно ніяких спеціальних знань в області програмування. Параметрами креслення можуть призначатися змінні. За допомогою простих математичних формул змінні можна пов'язувати між собою [6]. При роботі з 3D елементами використовується весь набір засобів параметризації, як і при створенні двовимірного креслення (завдання геометричних розмірів і параметрів елементів за допомогою змінних і т.д.). Параметризація необхідна для автоматизованого перерахунку моделі при зміні значень розмірів, отриманих в ході аналізу.

На рис. 2 показані параметричні моделі інструменту для обробки отворів різного діаметру. Тривимірні моделі необхідні для створення на її основі креслень деталей з наступним поділом їх на групи і створення технологічних процесів їх виготовлення.

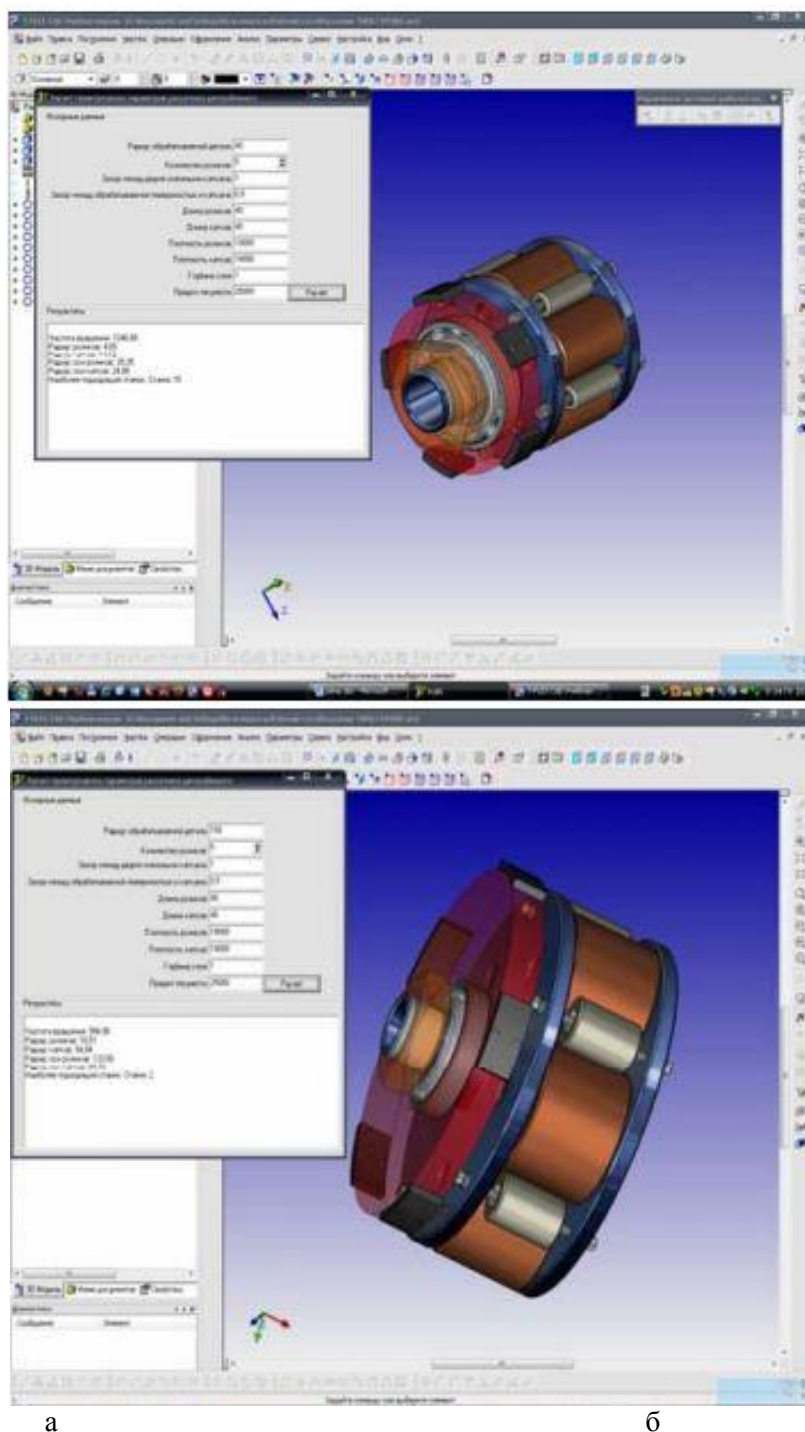


Рис. 2. Відцентровий розкатник для обробки порожніх отворів діаметрами:  
 $a$  - 400 мм;  $b$  - 1500 мм

Для створення тривимірної моделі, що являє собою розкатник відцентрового типу, спочатку були спроектовані моделі окремих деталей: корпус розкатника, катки, ролики а також використані стандартні моделі кулькових підшипників, упорних кілець, шайб та болтів, які входять до складу бібліотек системи T-Flex [7].

Після того, як створені всі елементи вузла, необхідно здійснити їх складання.

На основі створеної тривимірної моделі та за допомогою вбудованої функції «Створити 2D-проекцію», автоматично отримуємо креслення деталі розкатник.

У процесі програмної реалізації методів моделювання рельєфу встановлено, що задача знаходження невідомих є нестійкою. Це унеможливило пошук оберненої матриці рівнянь класичним шляхом.

Цифрові моделі рельєфів побудовано з кроком 3 мм для всіх методів моделювання, вихідні точки визначались однотипно. Оцінку точності побудови виконано: за розходженнями відміток вихідних точок ізоліній; за контрольними точками; візуально – за розходженнями вихідних ізоліній.

Із аналізу середніх квадратичних помилок встановлено, що диференційні сплайни двох видів дають гібридні ізолінії в місцях розрідженої інформації, помилка відтворення рельєфу на таких ділянках досягає 3/4 перерізу рельєфу. В цілому ж модифікований диференційний сплайн інтерполює поверхню з менш різкими відхиленнями. Логарифмічна базисна функція дає точні результати моделювання, за винятком ділянок з різким перепадом нахилів, де зміна параметру  $A$  покращує моделювання.

Для повного оформлення креслення відповідно до вимог ЕСКД, конструктору потрібно проставити розмірні і виносні лінії, написи, вказати технічні вимоги. Оскільки тривимірна модель повністю параметризована і має адаптивний зв'язок з отриманим на її основі двомірним кресленням, то при зміні будь-яких параметрів моделі робочі креслення деталей автоматично перераховуються.

**Висновки.** Вищеописаний підхід допомагає конструктору швидше, правильніше перерахувати геометричні параметри розкатника відцентрового типу, створити робочі креслення для конструкторської документації. Зменшує вірогідність людського чинника при проектуванні інструменту, що підвищує якість і конкурентоспроможність, подовжує термін служби, а також є економічно вигідним.

1. Сліпченко В. Г. САПР об'єктів малої енергетики / В. Г. Сліпченко. - К.: Знання України, 2007. - 216 с. Бібліогр.: с. 213-214.
2. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования / И.П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002. – 336 с.
3. Бондин Б.В. Компьютерное моделирование и автоматизация технологических процессов в машиностроении: уч. пособ. / Б.В. Бондин, Р.М. Лысак, Н.В. Носов, А.А. Черепашков; Самар. гос. техн. ун-т. – Самара. – 2008. – 91 с.
4. Кондаков А.И. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. – М.: Академия, 2007. – 272 с.
5. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
6. Потемкин А. Трехмерное твердотельное моделирование / А. Потемкин. – М.: [Компьютер Пресс](#), 2002. – 296 с.
7. Информационные технологии в наукоемком машиностроении. Компьютерное обеспечение промышленного бизнеса / под. ред. А.Г. Братухина. – Киев: Техника, 2001. – 625 с.