

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

РОЩЕПКІН ОЛЕКСАНДР АНДРІЙОВИЧ

УДК 621.95.01 : 004.942

Система автоматизованого проектування спіральних свердел

Спеціальність 8.05050302 – інструментальне виробництво

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
магістр**

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Пасічник Віталій Анатольович
Національний технічний університет України «КПІ»,
м. Київ, завідувач кафедри інтегрованих технологій
машинобудування імені П.Р. Родіна

Рецензент доктор технічних наук, професор
Зенкін Миколай Анатольович
Київський національний університет технологій и
дизайна, м. Київ, Завідувач кафедри метрології
стандартизації та сертифікації.

**Консультант з
охорони праці та
техніки безпеки** кандидат технічних наук, ст. викл.
Лук'яненко А.О.
Національний технічний університет України «КПІ»,
м. Київ, доцент кафедри охорони праці, промислової
та цивільної безпеки

Захист відбудеться „ 16 ” червня 2015 року об 10 годині на засіданні ДЕК кафедри інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна НТУУ «КПІ» за адресою, 03056, м. Київ, вул. Борщагівська 115, к. 615-22

З дисертацією можна ознайомитись на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна НТУУ «КПІ» за адресою, 03056, м. Київ, вул. Борщагівська 115, к. 611-22

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність досліджень в сучасному машинобудуванні трудомісткість оброблення отворів складає 30-40% від загальної трудомісткості механічного оброблення. Основним інструментом для отримання цих отворів є спіральні свердла, які на сьогодні мають велику кількість конструктивних виконань та специфічних особливостей, пов'язаних як із геометрією різальної частини, так і з особливостями технології їх виготовлення різними виробниками.

Ефективність сучасного машинобудівного виробництва може бути підвищена за рахунок швидкого створення інструменту. Вирішення цієї задачі можливе лише на базі САПР різального інструменту, інтегрованої з системами управління сучасним обладнанням з числовим програмним керуванням, гнучкими виробничими системами, яка враховує як особливості самого обладнання та інструменту, так і його виробника.

Постійне поновлення інструменту при виробництві потребує великих витрат, особливо в Україні, так як ставить користувача сучасного обладнання в залежність найчастіше від іноземних фірм. Створення ж САПР спіральних свердел розкриває можливості не тільки аналізу різних варіантів і вибору більш доцільного варіанту, а й створення системи автоматизованого проектування спіральних свердел з раціональними геометричними параметрами різальної частини, з підсистемами аналізу динамічної стійкості, аналізу технологічних умов виготовлення такого інструменту, що забезпечують задані експлуатаційні параметри. Впровадження розробленого програмного забезпечення призведе до скорочення строків технологічного підготовки виробництва нових виробів, підвищення якості та стійкості спіральних свердел, якості оброблюваної поверхні та продуктивності обробки цими інструментами, що є актуальним для підприємств України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська дисертація виконана на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут» у відповідності з тематичним планом науководослідних робіт та підставою для проведення роботи – Наказ МОНМС України 25.10.2012 р. №1193, Наказ НТУУ «КПІ» від 22.01.2013 р. № 2-4.

Мета і задачі дослідження: мета даної роботи є створення на основі розробки інформаційних технологій системи автоматизованого проектування (САПР) спіральних свердел, скорочення строків та підвищення якості підготовки нових виробів, а також якості оброблюваної поверхні та продуктивності обробки цими інструментами, що забезпечить значний соціальний та економічний ефект.

Для досягнення мети було поставлено **наступні задачі:**

1. Проаналізувати сучасні методи автоматизації у САПР.
2. Розробити структуру, алгоритм та інтерфейси додатків для створення та випробування тривимірної моделі.
3. Написання додатку для геометрично точного відтворення тривимірної моделі свердла.

4. Написання додатку для автоматизації віртуальних випробувань моделювання процесу свердління методом МСЕ.
5. Налаштування взаємодії CAD та CAM додатків.
6. Випробування створеного інструментарію для дослідження процесу свердління.

Об'єкт дослідження – автоматизоване проектування спіральних свердел.

Предмет дослідження – інформаційне, математичне та програмне забезпечення автоматизованого проектування свердел.

Методи дослідження. Виконані дослідження базуються на методах теорії проектування різальних інструментів, теорії різання матеріалів, математичного моделювання та моделювання за допомогою методу скінчених елементів (МСЕ).

Наукова новизна отриманих результатів.

Наукова новизна полягає у створенні нових підходів до автоматизованого проектування спіральних свердел з комплексним врахуванням їх геометричних параметрів, умов експлуатації та контролю цих інструментів.

В процесі реалізації роботи створена нова методика автоматизованого проектування виробів інструментального забезпечення машинобудування, спрямована на мінімізацію витрат часу на проектування таких виробів, причому втручання людини на всіх етапах проектування й аналізу мінімізоване. Основні переваги методики, реалізованої у програмному забезпеченні стали:

- нові підходи визначення геометричних параметрів різальної частини спіральних свердел;
- можливість аналітичної оцінки взаємодії спіральних свердел з іншими елементами технологічного середовища та прогнозування на цій основі працездатності інструменту.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблений науково-методичний підхід реалізовано у двох програмах. Перша відтворює точну тривимірну модель свердла з його робочою геометрією. Друга програма дозволяє автоматизувати процес віртуального моделювання процесу свердління на базі МСЕ.

Публікації та доповіді на конференціях. По темі магістерської дисертації опубліковано 4 друковані роботи, та оформлено авторське свідоцтво на програмний твір SD-CAD.

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку посилань із 37 найменувань, 4 додатків. Основний текст дисертації викладено на 80 стор. Повний обсяг становить 123 стор.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет дослідження і задачі, які автор розв'язує у роботі.

У першому розділі проаналізовано стан, перспективи та напрямки розвитку автоматизації проектування різального інструменту (PI), встановлено шляхи щодо вдосконалення та застосування принципів САПР до автоматизації спірального свердла. Систематизовано причини руйнування та чинники, що на це впливають. Виділено елементи для автоматизації - геометрія різальної кромки, режими різання, завантаження різальної кромки, елементи конструкції та ін. Зазначено ряд функціональних особливостей, покладено початок алгоритмізації проекту, що дало змогу говорити про підбір універсальної системи САПР для проектування PI. Проаналізовано програми для використання віртуального моделювання процесу свердління та розрахунку методом скінченних елементів (МСЕ). Обґрунтовано, що розробка програм за допомогою software development kit (SDK) та інтерфейсів підключення на базі універсальної системи автоматизації дає змогу вирішити конкретні поставлені задачі в тій чи іншій області дослідження використовуючи можливості комп'ютерного моделювання.

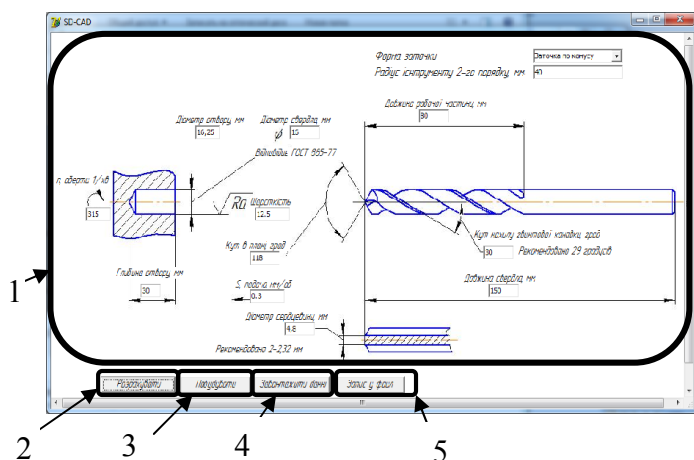
На базі першого розділу сформульовано мету та задачі роботи.

У другому розділі згідно поставленої мети реалізовано структурну схему проекту (рис. 1), в якій визначено поставлені задачі, що зв'язані з проектуванням тривимірної моделі спірального свердла.

На базі чого розроблено алгоритм програми SD-CAD та докладно описано частини з якого він складається, а саме наступні блоки:

- Блок вхідних даних.
- Блок розрахунку та перевірки.
- Блок побудови моделі свердла у програмі КОМПАС.
- Блок візуалізації результатів роботи та контролю програми.
- Блок збереження даних.

Описано інтерактивний двонапрямлений інтерфейс програми SD-CAD рис. 2.



1 - зона введення початкових даних, 2 - кнопка перевірки та розрахунку параметрів, 3 - кнопка передачі даних до КОМПАС та побудови 3D моделі, 4 - кнопка для завантаження початкових даних з файлу. 5 - кнопка для запису початкових даних у файл

Рисунок 2 - Інтерфейс програми SD-CAD

Структурна схема проектування САПР свердла

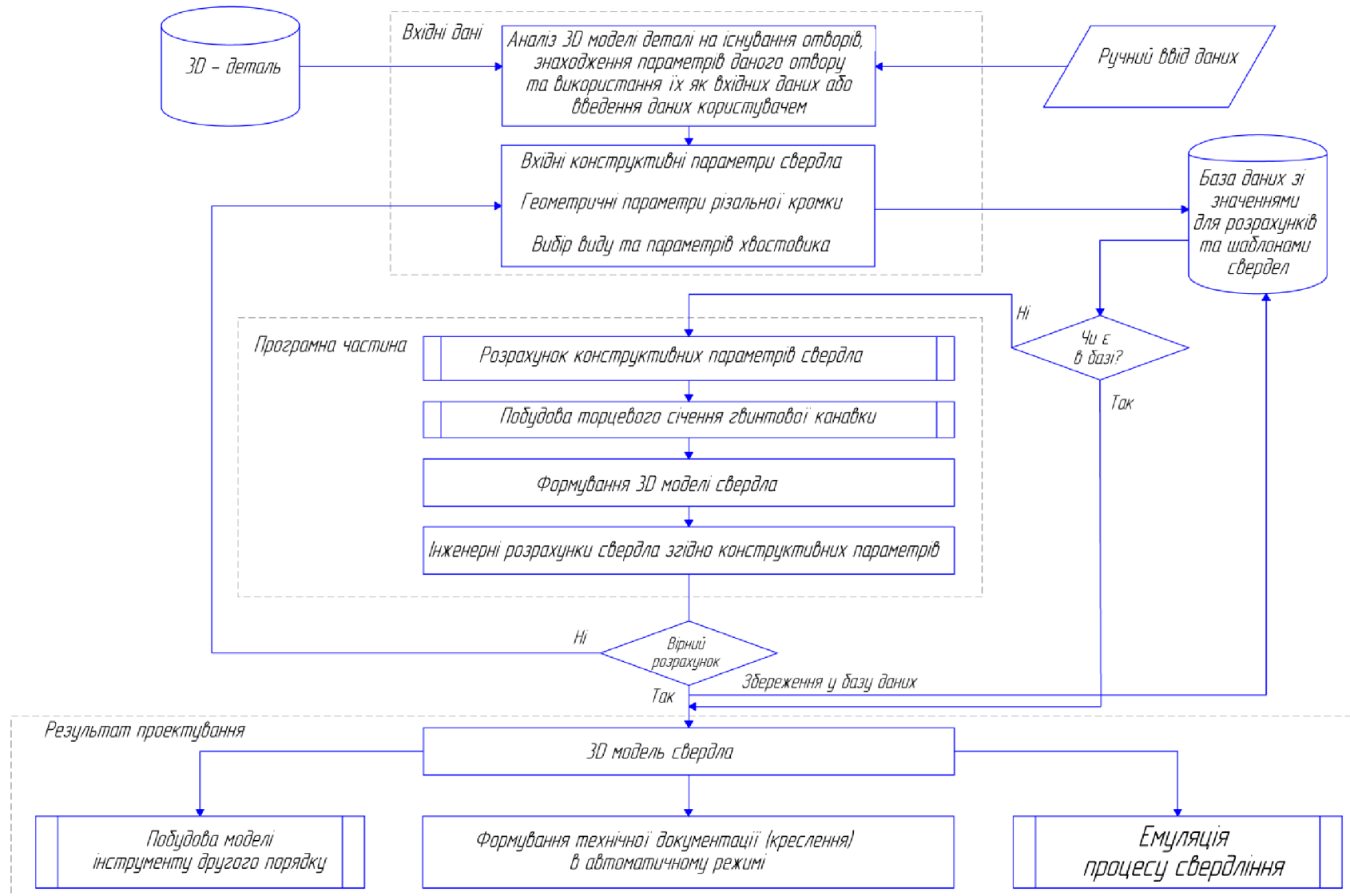


Рисунок 1 – Структурна схема САПР свердла

У третьому розділі описано використання SDK КОМПАС для побудови тривимірної моделі свердла. Основні команди записані у файлах ks2DCOM_TLB.pas, KsTLB.pas, LDefin2D.pas, LDefin3D.pas, LibTool.pas, LtDefine.pas. Головна задача, що вирішена у цьому розділі полягає у виклику команд з цих файлів з відповідними параметрами та у відповідності до проектування. Зазначено функції, процедури, методи та інтерфейси. Наведено детальний приклад побудови моделі програмою рис. 3.



Рисунок 3 – Автоматизована побудова моделі свердла

У четвертому розділі описано метод автоматизації віртуальних випробувань тривимірної моделі свердла за допомогою програми DEFORM-3D та методу скінченних елементів. Основною задачею є оптимізація процесу моделювання свердління зі створенням характерної поведінки процесу різання. Вирішення включають у собі підбір оптимальних параметрів саме для моделювання. У той же час параметри, що безпосередньо описують процес свердління задаються користувачем на підготовчому етапі.

В умовах відсутності API інтерфейсів DEFORM-3D для створення автоматизації використовується команди виклику API Windows, що дозволяє створювати проект моделювання свердління з наперед визначними параметрами (рис. 4). Це дає можливість автоматизувати процес моделювання свердління та отримати дані для порівняння і визначення кращого спроектованого варіанту моделі свердла згідно отриманих результатів моделювання.

Представлено алгоритм програми, що складається з наступних пунктів: – завдання типу обробки; – налаштування режимів; – умови процесу; – налаштування інструменту; – налаштування заготовки; – завдання параметрів моделювання; – генерація бази даних.

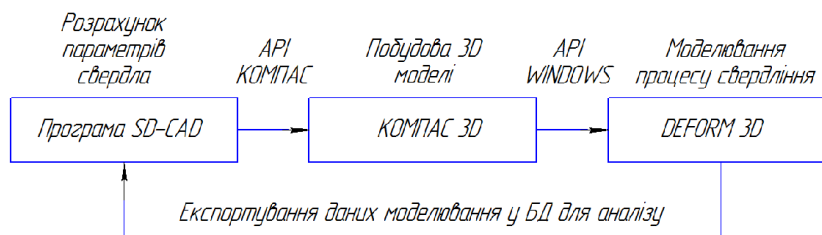


Рисунок 4 – Блок-схема реалізації зв'язку програм

Розроблено однонапрямлений інтерфейс рис. 5.

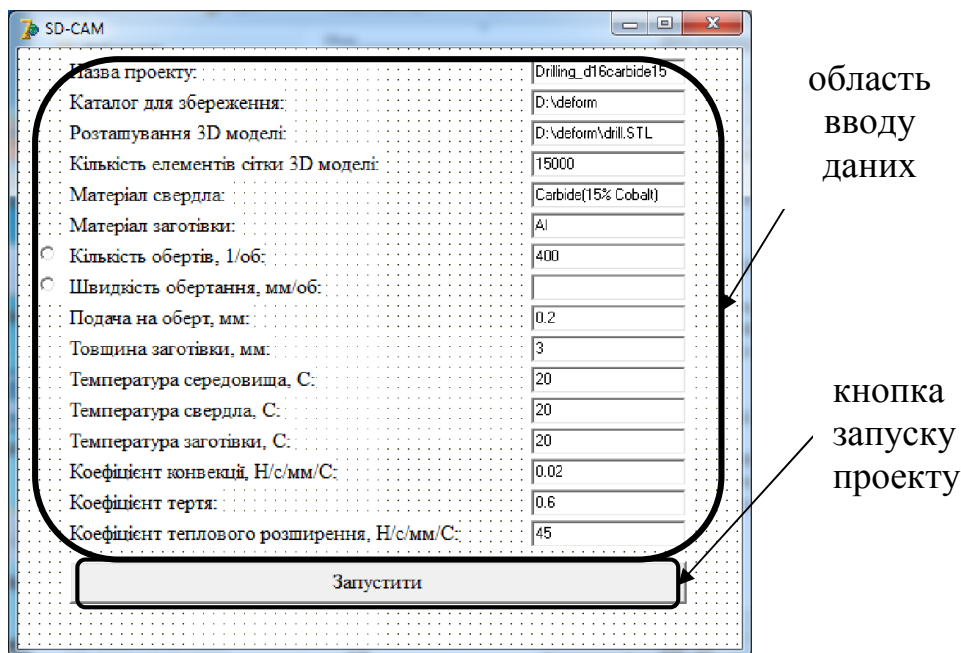


Рисунок 5 – Інтерфейс програми SD-CAM

У п'ятому розділі приведена методика виявлення та аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, діючих при роботі в робочому приміщенні розглянуті загальні вимоги щодо використання комп'ютерів в приміщеннях. Розроблені рекомендації для збереження здоров'я оператора ПК, наведені можливі фактори ураження та методи запобігання їм. Розроблені заходи щодо зниження можливої дії шкідливих і усуненню небезпечних чинників при роботі за ПК. Детально розглянуті норми щодо організації робочого місця, його освітлення, мікроклімату, тощо.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз сучасних напрямків та шляхів автоматизації проектування PI показав, що взаємодія з CAD програмами можлива шляхом виклику інтерфейсів побудови використовуючи пакет інструментів SDK. Відсутність SDK інтерфейсів у програмах CAM, зокрема DEFORM-3D призвело до впровадження нового підходу методів автоматизації через взаємодію інтерфейсів API Windows. В перспективі наведений метод можливо використати для взаємодії з CAE програмою тим самим створивши повний цикл взаємодії програмних ланок CAD/CAM/CAE.

2. Показано, що структура, алгоритм та інтерфейс програми для точного відтворення тривимірної моделі свердла повинні враховувати такі параметри та особливості, як:

- діаметр, довжина свердла, кут в плані, кут нахилу гвинтової канавки;
- точне відтворення торцевого перерізу та стружкової канавки.
- точна побудова заточки свердла, а саме одноплощиної, двоплощиної, по циліндру та по конусу.

3. Нова структура, алгоритм та інтерфейс програми для віртуального випробування тривимірної моделі свердла під час свердління використовуючи МСЕ дозволяють оптимізувати параметри налаштування для швидшого віртуального моделювання процесу обробки різанням з характерним відтворенням параметрів процесу свердління.

4. Створення нової програми SD-CAD дозволило автоматизувати процес проектування тривимірної моделі свердла та відтворювати точну геометрію інструмента в програмі КОМПАС, з пакетом інструментів SDK.

5. Створення нової програми SD-CAM дозволило автоматизувати віртуальне моделювання процесу свердління на базі МСЕ у програмі DEFORM-3D та значно скоротити час при налаштуванні процесу.

6. Реалізація взаємодії створених програм забезпечила автоматизовану передачу результату проектування SD-CAD у програму SD-CAM.

СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ДОПОВІДІ КОНФЕРЕНЦІЯХ

1. Вовк В.В. Розробка алгоритму системи автоматизованого проектування спіральних свердел [Текст] / В.В. Вовк, О.А. Рощепкін // Загальноуніверситетська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів, присвячена Дню науки. – К., 2013. – С.64-65.

2. Roshchepkin O. Creating CAD cutting tool in present circumstances [Text] / O. Roschepkin // Матеріали XII міжнародної науково-практичної студентської конференції "Інновації в науці та техніці". - К., 2014. - С.35-36.

3. Вовк В.В. Створення САПР PI в сучасних умовах [Текст] / В.В. Вовк, О.А. Рощепкін // Загальноуніверситетська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів, присвячена Дню науки. – К., 2014. – С.79-80.

4. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №58229 Україна, Комп'ютерна програма SD-CAD [Текст] / Пасічник В.А., Вовк В.В., Рощепкін О.А.; Заявник та патентотримач НТУУ «КПІ». - дата реєстрації 23.01.2015.

5. Пасічник В.А. Автоматизація дослідження процесів свердління за допомогою програми DEFORM 3D в умовах відсутності API інтерфейсів [Текст] / В.А. Пасічник, О.А. Рощепкін // XIII Міжнародна науково-технічна конференція "Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку" – Краматорськ., 2015. – С.53-54.

АНОТАЦІЯ

Рощепкін О.А. Система автоматизованого проектування спіральних свердел.

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 8.05050302 – інструментальне виробництво. – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут. – Київ, 2015

На основі аналізу сучасних методів автоматизації створенні нові підходи до автоматизованого проектування спіральних свердел з комплексним врахуванням їх геометричних параметрів, умов експлуатації та контролю цих інструментів. Створена нова методика автоматизованого проектування виробів інструментального забезпечення машинобудування, спрямована на мінімізацію витрат часу на проектування свердел, причому втручання людини на всіх етапах проектування й аналізу мінімізоване.

Розроблено програмне забезпечення для побудови тривимірної моделі свердла SD-CAD та SD-CAM для автоматизації моделювання віртуального процесу свердління.

За результатами досліджень оформлено свідоцтво про реєстрацію авторського права на програмний твір.

Ключові слова. CAD, CAM, КОМПАС, SDK, API, DEFORM-3D, метод скінчених елементів, моделювання, свердло.

АННОТАЦИЯ

Рощепкин А.А. Система автоматизированного проектирования спиральных сверл.

Диссертация на соискание ученой степени магистра по специальности 8.05050302 – инструментальное производство. – Национальный технический университет Украины „Киевский политехнический институт. – Киев, 2015

На основе анализа современных методов автоматизации созданы новые подходы автоматизирования проектирования спиральных сверл с комплексным учетом их геометрических параметров, условий эксплуатации и контроля этих инструментов. Создана новая методика автоматизированного проектирования изделий инструментального обеспечения машиностроения, направленная на минимизацию затрат времени на проектирование сверл, причем вмешательство человека на всех этапах проектирования и анализа минимизировано.

Разработано программное обеспечение для построения трехмерной модели сверла SD-CAD и SD-CAM для автоматизации моделирования виртуального процесса сверления.

По результатам исследований оформлено свидетельство о регистрации авторского права на программное произведение.

Ключевые слова. CAD, CAM, КОМПАС, SDK, API, DEFORM-3D, метод конечных элементов, моделирование, сверло.

ABSTRACT

Oleksandr Roshchepkin. CAD of spiral drills.

MSc thesis by specialty 8.05050302 – Tool Production. – National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”. – Kyiv, 2015

Based on current methods automation in dissertation was created new approach for CAD of spiral drills which include complex of geometry parameters, operating conditions and control. The new method of computer-aided design of cutting tools serve for minimization time for designing drills without users work on all of designing phases and analysis.

As a result created The software to construct three-dimensional models of drill SD-CAD and SD-CAM to automate the modeling process virtual drilling.

According to research was issued a certificate of registration of copyright in the software product.

Key words. CAD, CAM, KOMPAS, SDK, API, DEFORM-3D Finite Elements Methods, Modeling, Drill.