

6. Маталин А.А. Качество поверхности и эксплуатационные свойства деталей машин. – М.: Машиностроение, 1976. – 265 с.
7. Попов С.А., Малевский Н.П., Терещенко Л.М. Абразивно-алмазная обработка металлов и твердых сплавов. – М.: Машиностроение, 1977. – 245 с.

УДК 004.94

І.В. Ковальчук, С.А. Мороз

Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНТЕГРОВАНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ШВИДКОГО ПРОТОТИПУВАННЯ В МЕДИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Дослідження елементів інтегрованих технологій швидкого прототипування в медичній галузі. В статті розкрито принцип створення виробів інтегрованими технологіями швидкого прототипування. Проаналізовано можливості використання генеративних технологій в медичній галузі. Розглянуто особливості застосування технологій швидкого прототипування для виготовлення готових імплантів.

Ключові слова: генеративні технології, медична галузь, імплантат, похибка.

Исследование элементов интегрированных технологий быстрого прототипирования в медицинской отрасли. В статье раскрыто принцип создания изделий интегрированными технологиями быстрого прототипирования. Проанализированы возможности использования генеративных технологий в медицинской отрасли. Рассмотрены особенности применения технологий быстрого прототипирования для изготовления готовых имплантатов.

Ключевые слова: генеративные технологии, медицинская отрасль, имплантат, погрешность.

Study elements of integrated rapid prototyping technologies in the healthcare industry. In the article the principle of the creation products integrated rapid prototyping technologies. The possibilities of the use generative technologies in the healthcare industry. Features of the use rapid prototyping technology for the manufacture of finished implants.

Keywords: generative technology, healthcare, implant, error.

Орієнтування на нові технології і швидкий прогрес виробничої техніки привели до виникнення прогресивної і гнучкої концентрації виробництва, яка знайшла свій вираз|вираження| в концепції комп'ютеризованого інтегрованого виробництва (СІМ).

Інтегровані технології базуються на поєднанні останніх досягнень в різних областях науки, техніки, технологій, інформатики, матеріалознавства тощо, використання якого забезпечує швидке отримання|здобуття| нового продукту з|із| принципово іншим рівнем функціональних, естетичних і екологічних властивостей, що гарантує йому високу конкурентоспроможність на ринку. Одними з найбільш прогресивних є генеративні технології. Вони відображають|відбиває| виготовлення виробів не на відділенні|відокремленні| об'ємів|обсягів|, що становлять припуск|, а на пошаровому нарощуванні об'єктів до досягнення необхідних їх характеристик і конструюванні фізичної поверхні.

Технології швидкого прототипування в основі мають фізичні моделі, які будуються за даними тривимірного комп'ютерного моделювання (СAD). Ці моделі, в свою чергу, можуть створюватися безпосередньо в пакетах тривимірного моделювання, а також за даними комп'ютерної томографії (СТ), магнітно-резонансного сканування (MRI), за результатами вимірювань на координатно-вимірювальних машинах. Тривимірна комп'ютерна модель, перетворена у формат STL (стандартний формат, використовуваний усіма типами установок швидкого прототипування), спочатку «розрізається» комп'ютером на тонкі площини поперечних перерізів (рис.1). Ці перетини надсилаються комп'ютером на установку швидкого прототипування, яка пошарово будує деталь. Геометрія кожного шару визначається формою площини відповідного перетину створеного комп'ютером. Усі наступні шари скріплюються з поверхнею попереднього. Цей процес повторюється до завершення побудови.

Першопочатковим впровадженням інтегрованих генеративних технологій було в промислове виробництво. Однак, подальший розвиток цих технологій показав можливість їх використання в багатьох галузях. Особливу цікавість викликає використання генеративних технологій в медичній

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

галузі. Об'єднання технологій сканування з області медицини і швидкого прототипування з області проектування дозволяє тепер працювати даними анатомічних зображень абсолютно цілком інакше, чим це було можливо раніше.

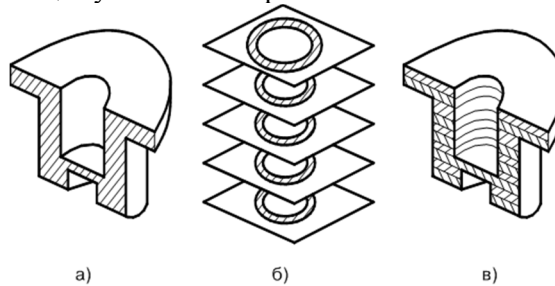


Рис. 1 Сутність побудови фізичних моделей генеративних технологій: а) 3D– CAD– модель; б) сукупність 2D– CAD– моделей; в) пошарово побудована твердотіла деталь.

Оскільки всі імплантаційні системи є уніфікованими, тобто випускають імплантати різних розмірів, але однакової форми, що накладає серйозні обмеження на застосування імплантів в складних випадках. Виходом з положення є застосування індивідуалізованих імплантів, що проектується за результатами комп'ютерної діагностики з використанням високих технологій автоматизованого проектування (CAD) і швидкого прототипування (RAPID PROTOTYPING) з сучасними виробничими та управлінськими технологіями.

Застосування комп'ютерної діагностики (сканування) для обстеження пошкодженої ділянки дає можливість виготовляти імплантати необхідного розміру та форми.

На основі даних комп'ютерної томографії і магнітно– резонансної інтроскопії можна виготовляти методом швидкого прототипування копії різних елементів людської анатомії. Є наявний ряд лаву, низку програмних продуктів, здатних здібних перетворювати дані зображень в STL– файл. Моделі людських органів або кісток кістей, одержані отримані методом швидкого прототипування, можуть використовуватися таким чином.

Як засіб оперативного планування планерування. За допомогою швидко виготовленої моделі хірург зможе краще зрозуміти анатомічні відхилення, що дозволить йому ефективніше планувати планерувати навіть найскладніші хірургічні маніпуляції.

Як засіб хірургічного моделювання складних відновних процедур. Хірургічні процедури тепер можна реалістично змодельовати на швидко виготовлених моделях, які замінюють об'єкт операції. Моделі виготовляються з матеріалу, близького по своїх властивостях до кістки кісті, тому хірурги можуть відпрацювати план операції, використовуючи ті ж самі інструменти, що і під час операції. Моделі можна також стерилізувати для використання як наочний наглядний зразок взірець при операції. Це підвищує точність хірургічних маніпуляцій і скорочує тривалість операції (рис 2).

Як наочний наглядний засіб комунікації в дискусіях хірурга з пацієнтом, з іншими хірургами, допоміжним хірургічним персоналом і юристами.

Як засіб документування анатомічних відхилень пацієнта для подальшого наступного обговорення і порівняння.

Як прототип для створення створіння імплантанта.

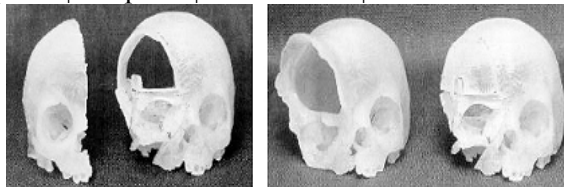


Рис.2. Медична модель, виготовлена методом генеративних технологій, для репетиції хірургічної процедури

Матеріали які використовуються для виготовлення прототипів та деталей в промисловому виробництві по своїх фізико-механічних характеристиках не можуть бути використані безпосередньо для імплантації в людський організм. Однак сучасний розвиток синтезу матеріалів дозволяє створити біосумісні матеріали для виготовлення імплантів, які мають достатню міцність і велику площу поверхні, що контактує з кісткою.

Однією з вимог до імплантів є надійність, тобто здатність виконувати функції заміщення кісткової тканини, протягом тривалого часу. Надійність в першу чергу обумовлена

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

можливістю остеоінтеграції, тобто міцного вrostання імплантату в кістку без запальних реакцій, які сприяють відторгнення імплантату.

Поєднання високої питомої міцності і практично ідеальної сумісності титану та його сплавів з тканинами людського організму робить них найбільш перспективним матеріалом для виготовлення протезів (заміна кісток), імплантів, зубних металокерамічних коронок і каркасів мостовидних протезів, базисів знімних зубних протезів.

Серед найбільш поширених матеріалів генеративних технологій в медичній галузі є поліефірефіркетони серії VESTAKEEP I фірми EVONIK застосовуються для виготовлення імплантів хребта і ортопедичних імплантів.

Поліефірефіркетон (PEEK) - це ще один полімер, що набирає популярність у сфері медичної техніки, зокрема, в області імплантології, який витримує значні механічні навантаження. Завдяки високій біосумісності, цей матеріал допущений до тривалого застосування в людських імплантатах.

Матеріал PEEK - OPTIMA фірми Invisio (Великобританія) відрізняється винятковим і збалансованим поєднанням механічних, фізичних і хімічних властивостей. Завдяки частково кристалічній структурі, він має ідеальні рентгенологічні характеристики і високу проникність для випромінювання при комп'ютерній та магнітно-резонансній томографії без втрат на розсіювання і появи артефактів. Цей полімер має ще одну перевагу. Він покращує з'єднання кістки з імплантатом, так як його модуль еластичності схожий з модулем коркового шару кісткової тканини.

Особливий інтерес представляють суміші гідроксиапатиту і полімолочної кислоти, так як за своїми механічними властивостями щільні композиційні матеріали такого роду дуже схожі з кістковою тканиною людини. Першою областю застосування стало виготовлення інтерферентних гвинтів для фіксації хрестоподібних зв'язок коліна.

Важливим фактором ефективного використання імплантів є те, що у тілі імпланту необхідно сформувати напіввідчинені порожнини таких розмірів і конфігурації, які дозволять кістковій тканині не тільки вrostати у мікронерівності поверхневого шару, а й вільно проростати крізь імплантат, створюючи міцне нероз'ємне з'єднання.

Важливим критерієм виготовлення виробів генеративними технологіями є точність розмірів. На точність виготовлення технологій швидкого прототипування впливають аналітичні і технологічні похибки процесу. Аналітичні похибки складаються з похибок пошарового формоутворення і похибок триангулювання 3D- CAD моделі. Технологічні похибки пов'язані із зміною лінійних і об'ємних характеристик робочого матеріалу в процесі його пошарової побудови та похибками, що вносяться роботою устаткування (рис. 3).

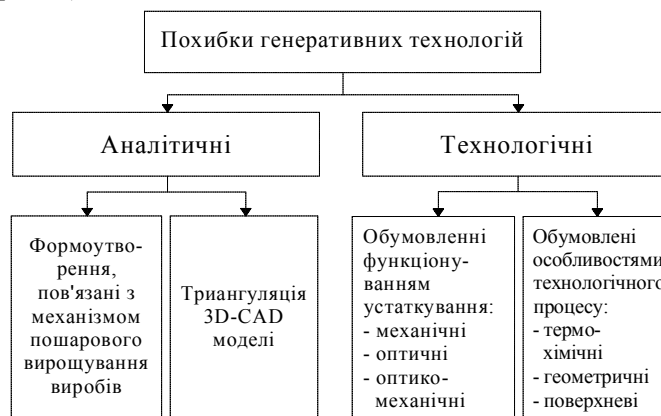


Рис. 3. Похибки генеративних технологій

Вирішальним для якості імплантів є не тільки правильний вибір матеріалу, але і оптимальна структура поверхні. Таким чином, біосумісність однозначно визначається шорсткістю поверхні. Це стосується в першу чергу до зубних імплантів, шорсткість яких в області нанометрів обумовлює здатність до зв'язування білків і, отже, швидке вrostання в щелепну кістку. Керуючись цим, фірма Alicona Imaging GmbH (Австрія) розробила інноваційну технологію тривимірного виміру поверхні, яка чудово підходить для визначення характеристик поверхні імплантів. Вона може вимірювати не тільки шорсткість, але і форму, і має повну функціональність оптичного профілометра і мікрокоординатних пристроїв. Навіть при складній геометрії і різних властивостях матеріалу завдяки великій вертикальній і бічній області сканування користувач отримує похибку до 10 нм. Для повного вимірювання форми передбачений опціональний обертовий модуль, який повертає пробу на

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

360 °. Жодна порівнювана система вимірювання не дає таких серйозних результатів вимірювання шорсткості в такому широкому діапазоні.

Застосування інтегрованих технологій швидкого прототипування дозволяє підвищити надійність фіксації імплантанта, прискорити процес приживлення, зменшити ризик післяопераційних ускладнень, виключити нарізування різьблення в кістці, полегшивши тим самим підготовку до операції.

Інформаційні джерела

1. Белянин П.И. Состояние и перспективы технологий прямого выращивания деталей машин // Проблемы машиностроения и надежности машин. - 1994. - № 6. - С. 3-14.
2. Вермель В.Д., Козлов В.А., Шустов А.А. Возможности применения полимерных моделей // Литейное производство. -1999.-№ 7. -С. 23.
3. Интегрированные технологии ускоренного прототипирования и изготовления / ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., Грабченко А.И., Чернышев СИ., ВЕРЕЗУБ Н.В., ВИТЯЗЕВ Ю.Б., КНУТ Х., ЛИТЕРАТ Ф. / Под. ред. ТОВАЖНЯНСКОГО Л.Л., Грабченко А.И. - Х.: ОАО "Модель Вселенной", 2002. - 140 с.

УДК 621. 38. 061(075.8)

1. В.С. Караченцев, 2. Ю.С. Лапченко

1. Луцький інститут розвитку людини Університету "Україна"
2. Луцький національний технічний університет

СПОСОБИ СИНХРОНІЗАЦІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ЦИФРОВИХ СХЕМАХ

З підвищенням складності цифрових схем поява місцевих та загальних зв'язків у них призводить до того, що аналізувати і враховувати перегони в таких схемах стає практично неможливо. Радикальним вирішенням проблеми перегонів є синхронізація. Розглядаються способи синхронізації та особливості їх використання у цифрових схемах.

Ключові слова: D-тригер, синхросигнал, синхронізація, фаза, цифрова схема.

С повышением сложности цифровых схем появление местных и общих связей в них приводит к тому, что анализировать и учитывать гонки в таких схемах становится практически невозможно. Радикальным решением проблемы гонки является синхронизация. Рассматриваются способы синхронизации и особенности их использования в цифровых схемах.

Ключевые слова: D-триггер, синхросигнал, синхронизация, фаза, цифровая схема.

With increasing complexity of digital circuits and general appearance of local bonds in them leads to what to analyze and consider race in such schemes is almost impossible. The radical solution is to synchronize the race. Methods of synchronization and feature of their use in digital charts are examined.

Keywords: D-triger, synchronal-signal. synchronization, phase, digital chart.

З підвищенням складності цифрових схем поява місцевих та загальних зв'язків у них призводить до того, що аналізувати і враховувати перегони в таких схемах стає практично неможливо. Радикальним вирішенням проблеми перегонів є синхронізація. У практиці побудови систем синхронізації використовують однофазну і багатofазну синхронізація, одночастотну і багаточастотну.

Предметом даної статті є розгляд способів синхронізації та особливості їх використання у цифрових схемах.

Основна частина

Розгляд систем синхронізації почнемо із двофазної системи, коли всі схеми синхронізуються двома послідовностями імпульсів $C1$ та $C2$ однієї частоти $f_T = T_T$ й одного фазового зсуву T_ϕ . Тривалість імпульсів двох послідовностей однакова і дорівнює T_i . Для симетричної двофазної синхронізації $T_t = 2T_\phi$. Для несиметричної $T_\phi \neq T_\phi/2$.

У процесі побудови синхронних цифрових схем їх розподіляють на дві групи. До однієї групи входять комбінаційні схеми з визначеною кількістю входів та виходів. До іншої групи входять схеми

D-тригерів, які мають особливість зберігати записану інформацію, протягом одного такту [3].