

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Навчально-науковий центр заочної форм навчання
(повна назва)

Кафедра Біомедичної інженерії
(повна назва)

АНОТАЦІЯ кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти другий (магістерський)

CAD/CAM технологія виготовлення ортезів на колінний гомілковостопний суглоб-стопу
(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи ОРТІзм-20-1

Герасименко О. С.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 163 Біомедична інженерія

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма «Ортопедичні технології та інженерія»
(повна назва освітньої програми)

Керівник д.т.н. проф. Прасол І.В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри БМІ _____
(підпис)

Аврунін О.Г.
(прізвище, ініціали)

2022 р.

ВСТУП

Технічні досягнення і розробки останніх років в області протезування передовими країнами Заходу призвели до збільшення кількості елементів і матеріалів, які використовуються при виготовленні протезів нижніх кінцівок і дають можливість протезисту реалізувати індивідуальні вимоги кожного пацієнта.

Згідно з законом України «Про інноваційну діяльність» [1] одним з основних напрямків забезпечення ринку протезно-ортопедичної та реабілітаційної галузі конкурентоспроможними та суттєво вищими за технологічними показниками товарами і послугами є освоєння, вдосконалення та адаптація інноваційних закордонних технологій.

За останні декілька років на ринку України з'явилося близько 100 одиниць комплектувальних виробів до протезів нижніх кінцівок для пацієнтів III-IV ступеня мобільності, з них: 39 – колінні вузли, 49 – штучні стопи [2]. Це дозволило проводити протезування на високому рівні молодих активних пацієнтів, насамперед, учасників бойових дій в Україні.

Але з появою нових матеріалів, комплектувальних виробів і конструкцій протезів і при постійному збільшенні їх кількості, виникають питання, які пов'язані з їх правильним і раціональним застосуванням. Неякісне виготовлення куксоприймальної гільзи та нераціональне застосування комплектувальних виробів призводить до погіршення якості виробу і, як наслідок, до зменшення строку експлуатації і позачергового ремонту, що потребує додаткових витрат з боку держави.

Для підвищення якості протезування до вимог міжнародних стандартів та зменшення похибок при виготовленні протезів необхідно провести актуалізацію і систематизацію фонду технологічної документації виробництва технічних засобів реабілітації (ТЗР) індивідуального виготовлення з застосуванням сучасних конструкцій, вузлів і матеріалів.

В останні роки для підвищення якості виготовлення протезно-ортопедичних виробів, зокрема ортезів, в світовій практиці застосовують системи комп'ютерного автоматизованого проектування CAD/CAM [3,4].

Технологія CAD/CAM дозволяє після сканування об'єкту створювати в комп'ютерній програмі трьохмірну віртуальну модель з урахуванням всіх індивідуальних особливостей цього об'єкту, проводити подальше її моделювання, зберігати та переносити всю інформацію про цей об'єкт на верстат з чисельним програмним керуванням для виготовлення реальної анатомічної моделі з внесеними необхідними корективами, по якій, у подальшому, буде виготовлятися індивідуальний вироб [4-19].

Враховуючи на те, що в Україні більше 30 тис. осіб з важкими патологіями нижніх кінцівок внаслідок травм спинного мозку (насамперед учасники бойових дій), розщілини хребта (*spina bifida*), поліомієліту, інсульту, розсіяного склерозу та інших, доцільним є розробити технологію виготовлення ортезів на нижні кінцівки з використанням CAD/CAM. Застосування цієї технології дозволить уникнути двох достатньо трудомістких та тривалих за часом операцій – знімання гіпсових негативів та виготовлення гіпсових позитивів (моделей), які повинен виконувати фахівець з високою кваліфікацією і досвідом, щоб досягти найкращого результату. Технологічна операція по зніманню гіпсових негативів, яка триває до полутора годин та передбачає безпосередню участь в ній пацієнта, потребує від нього значних фізичних зусиль та є дискомфортною, а іноді, навіть, болісною.

Метою роботи є створення нормативно-технічної бази для підвищення ефективності та якості протезно-ортопедичного забезпечення інвалідів з ампутаціями та важкими патологіями нижніх кінцівок на протезно-ортопедичних підприємствах України відповідно до міжнародних вимог [20-22].

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз фонду технологічної документації виробництва ТЗР індивідуального виготовлення, що виготовляються та/або реалізуються в Україні за рахунок бюджетних асигнувань;

- провести аналіз сучасних технологій виготовлення ТЗР індивідуального виготовлення у розвинених країнах Заходу;

- розробити актуалізовану технологічну документацію виробництва протезів гомілки та стегна модульного типу;

- відпрацювати та розробити технологію виготовлення ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу та на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу з використанням системи комп'ютерного автоматизованого проектування CAD/CAM;

- провести експериментальне ортезування, клінічні, експлуатаційні випробування та біомеханічні дослідження.

Актуалізованою технологічною документацією будуть забезпечені всі державні протезно-ортопедичні підприємства.

Технологію виготовлення ортезів на гомілковостопний суглоб-стопу та на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу з використанням системи комп'ютерного автоматизованого проектування CAD/CAM буде впроваджено на протезно-ортопедичних підприємствах шляхом навчання фахівців на базі УкрНДІпротезування.

ЗМІСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Мета роботи – створення CAD/CAM технології виготовлення ортезів на колінний гомілковостопний суглоб-стопу.

Об'єкт дослідження – процес виготовлення ортезів на колінний гомілковостопний суглоб-стопу.

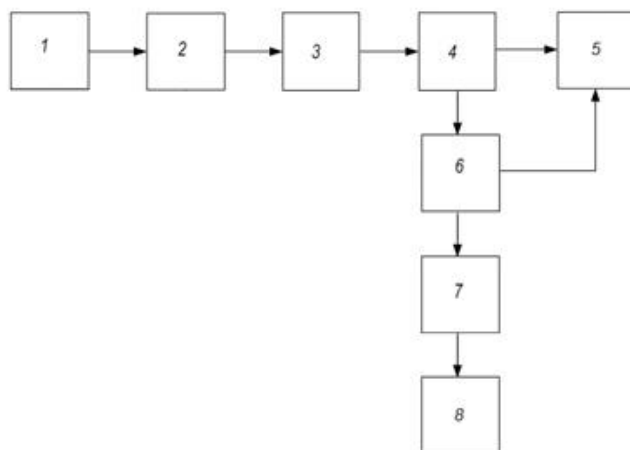
Предмет дослідження – CAD/CAM технологія виготовлення ортезів на колінний гомілковостопний суглоб-стопу.

Розробка може бути використана в медичних установах для виготовлення ортезів та протезів нижніх кінцівок.

Кваліфікаційна робота містить чотири розділа: в першому наведено медико-технічне обґрунтування роботи та огляд літературних джерел, в другому – додається інформація щодо актуалізації технологічної документації виробництва протезів гомілки та стегна модульного типу, в третьому – розробка технології виготовлення ортезів на колінний-гомілковостопний суглоби-стопу та на гомілковостопний суглоби-стопу з використанням системи комп'ютерного автоматизованого проектування CAD/CAM, в четвертому – результати експериментальних досліджень ортезування.

Структурна схема системи виготовлення ортезу за CAD/CAM технологією наведена на рисунку 1. До її складу входять пацієнт, 3D-сканер, інтерфейсний модуль, модуль формування 3D моделі, модулі модифікації та візуалізації 3D моделі, модуль формування g-коду для передавання даних до станку з ЧПК і виготовлення натурної моделі. Модифікація комп'ютерної сканованої 3D-моделі нижньої кінцівки в САМ-системі для подальшого виготовлення наведена на слайді.

Схема програми формування 3D моделі ортезу нижньої кінцівки в САМ-системі для подальшого виготовлення наведена на рисунку 2.



- 1 - Пацієнт
- 2 - 3D сканер
- 3 - Інтерфейсний модуль
- 4 - Модуль формування 3D моделі
- 5 - Модуль візуалізації 3D моделі
- 6 - Модуль модифікації 3D моделі
- 7 - Модуль формування G-коду 3D моделі
- 8 - Модуль прототипування ортезу

Рисунок 1 – Структурна схема системи виготовлення ортезу за CAD/CAM технологією



Рисунок 2 –Схема програми формування 3D моделі ортезу нижньої кінцівки в САМ-системі

ВИСНОВКИ

Застосування для пацієнтів ортезів, виготовлених з використанням технології CAD/CAM, забезпечує стабільну постуральну позу хворих з достатньо рівномірним навантаженням на кінцівки. Це підтверджується об'єктивними параметрами статички, що відображається у збільшенні коефіцієнта опорності та зменшенні асиметрії пози хворих, зменшенні зміщення загального центру тиску в сагітальній і фронтальній площинах.

Аналізуючи результати експериментального ортезування, можна зробити наступні висновки:

- параметри моделей з піни, виготовлені на верстаті з ЧПК, повністю відповідають індивідуальним особливостям нижніх кінцівок пацієнтів, про що свідчать відгуки пацієнтів стосовно комфортності і косметичності;

- технологія CAD/CAM, судячи з експлуатації виготовлених ортезів, враховує, за необхідністю, корекцію патологічних установок сегментів нижніх кінцівок, забезпечуючи відповідність конструкції ортезів медичним показанням;

- моделі з пінополіуретану витримують дію вакууму та температури.

Використання таких високотехнологічних ортезів є важливим етапом реабілітації та дозволяє відновити вертикальну позу, підвищити рівень мобільності пацієнта, досягти самостійності пересування, що має велике значення для покращення якості життя.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

ОРТЕЗ, ПРОТОТИПУВАННЯ, СУГЛОБ-СТОПА, БІОМЕХАНІКА,
ОРТЕЗУВАННЯ

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Реєстр технічних та інших засобів реабілітації для осіб з фізичними вадами, що виробляються та/або реалізуються в Україні.
2. Реєстр комплектувальних виробів технічних засобів реабілітації індивідуального виготовлення та серійного виробництва.
3. Петрухин А.В., Золотарев А.В. Автоматизация построения и анализа 3D моделей в задачах медицинской диагностики – Известия ВолгГТУ – 2011 №9 (35). – С. 111-114.
4. P.S. Nosov, A.D.Yalansky, V.O.Iakovenko/ 3D modeling of rehabilitation corset with use of PowerSHAPE Delcam // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві : Збірник наукових праць. – Вип. 1 (2) – Одеса: Наука і техніка. – С.222-231.
5. Закон України «Про реабілітацію інвалідів в Україні» від 06.10.2005 р. № 2961-IV (зі змінами).
6. Порядок забезпечення технічними та іншими засобами реабілітації осіб з інвалідністю, дітей з інвалідністю та інших окремих категорій населення, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 05 квітня 2012 року № 321 (зі змінами).
7. Імплементативна угода між Кабінетом міністрів України та організацією НАТО з підтримки та постачання про реалізацію співпраці у сфері медичної реабілітації від 27 квітня 2015 року.
8. Школа вивчення людини реабілітаційних наук - Human-study (HS - Nürnberg). <http://www.human-study.org/programs/>.
- 9 Otto Bock Health Care GmbH. NeuroOrthopedics. -2014.
- 10 Otto Bock Health Care GmbH. Протезирование. Нижние конечности. Каталог. -2015.
- 11 A. L. Steele. Отчет о клиническом использовании CAD/CAM. (A Survey of Clinical CAD/CAM Use.) Journal of Prosthetics and Orthotics, 1994, v. 6, N. 2, p. 42-46.

12 J. W. Michael. Применение компьютерного проектирования и изготовления в протезировании и ортезировании. (Reflections on CAD/CAM in Prosthetics and Orthotics.) Journal of Prosthetics and Orthotics, 1989, v. 1, N 3, p. 116-121.

13. D. S. Childress. Компьютерное проектирование и компьютерное изготовление. (Computer-Aided Design and Manufacture (CAD-CAM). JRRD, 2002, Vol. 39, No. 3, (Supplement).

14. Т. McGarry, В. McHugh. Оценка современной системы CAD/CAM. (Evaluation of a contemporary CAD/CAM system.) P&O Int, 2005, v. 29, N 3, p. 221-229.

15. Morningstar M.W., Woggon D., Lawrence G. Scoliosis treatment using a combination of manipulative and rehabilitative therapy: a retrospective cfse series. – BMC Musculoskelet Disord. – 2004.

16. Пат.54139 А, Україна, МПК А61В5/103. Пристрій для оцінки стійкості і опороздатності людини / Салєєва А.Д., Качер В.С., Гадяцький О.В., Ковалько М.Т., Роман Л.К., Василенко І.М., Малиняк М.І., Рибка Є.В. -№2002054224; Заявл. 23.05.02; Опубл.17.02.03//Промислова власність. Офіційний бюлетень.-2003. –№2.

17. Пат. на винахід № 78439 МПК (2007) А61В 5/103. Пристрій для оцінки динамічних характеристик ходьби людини/ Салєєва А.Д., Качер В.С., Роман Л.К., Василенко І.Н., Ковалько Н.Т., Гадяцький А.В., Завьялов А.В., Малиняк М.І., Рибка Є.В. - №200509249; Заявл. 03.10.2005 :Опубл. 15.03.2007 // Промислова власність. Офіційний бюлетень.-2007.-№3.

18. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко, Є.В. Бодяньський та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.

19. Тымкович М.Ю. Использование DICOM-изображений в медицинских системах / М. Ю. Тымкович, О. Г. Аврунин, В. В. Семенец // Техн. электродинамика: Тематич. вып. – 2012. – Т.4. – С. 178-183.

20 Біомеханічні основи протезування та ортезування: навчальний посібник / А. Д. Салєєва, В. В. Семенець, Т. В. Носова, І. М. Василенко, П. О. Баєв, С. В. Корнєєв, О. М. Литвиненко, І. В. Карпенко, І. М. Чернишова, І. В. Кабаненко. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 352 с.

21. Салєєва А.Д., Солнцева І.Л., Белєвцова Л.О., Носова Т.В., Семенець В.В. Виробничі технології та матеріали: Навч. посібник / А. Д. Салєєва, І. Л. Солнцева, Л. О. Белєвцова, Т. В. Носова, В. В. Семенець. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 92 с.

22. Конструювання та технології виготовлення ортезів на нижні кінцівки: навчальн. посібник / А. Д. Салєєва, В. В. Семенець, О. Г. Аврунін, П. О. Баєв, В. В. Півоваров, С. В. Корнєєв, І. В. Карпенко. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 303 с.