

**Кафедра екстреної та невідкладної медичної допомоги, ортопедії,
травматології та протезування**

Магістерська робота

на тему: «Виробнича безпека при роботі з полімерними матеріалами для гілз протезів гомілки з використанням силіконових елементів»

Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	22 «Охорона здоров'я» (шифр і назва)
Спеціальність	224 «Технологія медичної діагностики та лікування»,
Спеціалізація	224.02 «Протезування-ортезування» (шифр і назва)
Освітня програма	<u>«Протезування – ортезування»</u> (назва освітньої програми)

Здобувач гр 4-24-281	_____	Ківшар Дмитро
	(підпис)	Едуардович
Керівник роботи:	_____	
декан ІV мед. ф-ту, к.мед.н., доц.		Микола Ігорович ЛИТВИНЕНКО
Рецензент роботи:		

(підпис)

Засвідчую, що у цій
роботі немає цитат та
вилучень з праць
інших авторів без
відповідних посилань
здобувач

АНОТАЦІЯ

Тема: «Виробнича безпека при роботі з полімерними матеріалами для гільз протезів гомілки з використанням силіконових елементів». Кваліфікаційна робота містить: 10 рисунків, 4 таблиць, 21 джерел, Загальний обсяг роботи: 58 сторінки.

Мета роботи полягає у дотриманні виробничої безпеки у роботі з полімерними матеріалами у виготовленні протезної гільзи гомілки з використанням силіконових елементів урахуванням безпечних умов праці.

Об'єкт дослідження: процес реабілітації пацієнтів, які мають ампутації на різних рівнях гомілки, з особливим акцентом на безпечні умови у роботі з полімерними матеріалами протезних виробів для відновлення функціональних можливостей втраченої кінцівки у хворих із ампутацією.

Предмет дослідження: індивідуально виготовлений протез для гомілки на різних рівнях, розроблений для пацієнтів з ампутаціями внаслідок втрати кінцівки, а також його вплив на відновлення патерну ходьби, безпечних умов виготовлення виробу та підвищення якості життя.

У роботі вирішені наступні завдання:

- проаналізовано актуальні методи підходів до протезування нижньої кінцівки на рівні гомілки;
- вивчено індивідуальні аспекти застосування протезів з урахуванням анатомічних особливостей пацієнтів;
- розроблено технологічний процес виготовлення персоналізованого протезу;
- визначено ефективність виготовлення виробу з полімерних матеріалів з використанням силіконових елементів для індивідуального користування;
- досліджено прогалини керівників протезних майстерень у правилах та обладнанні для виробничої безпеки на робочому місці;
- сформульовано практичні рекомендації щодо безпечних умов праці під час виготовлення протезного виробу.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці та застосуванні сучасних технологічних рішень для виконання правил виробничої безпеки під час робочого процесу з токсичними речовинами, які максимально шкодять здоров'ю при недотриманні правил виробничої безпеки. Практичне значення одержаних результатів дослідження підтверджує, що індивідуальний підхід з урахуванням всіх правих до установа правильного обладнання для різних

протезних майстернь є невід'ємним інструментом сучасного протезування, який прискорює відновлення функцій ходьби, забезпечує високу психологічну стабільність пацієнта та суттєво значно захищає та зберігає здоров'я спеціаліста.

Ключові слова: виробнича безпека, ампутація на рівні гомілки, індивідуальне протезування, полімерні матеріали, силіконові елементи, патерн ходьби, безпека здоров'я, якість життя.

ABSTRACT

Topic: "Occupational Safety When Working with Polymer Materials for Transtibial Prosthetic Sockets Using Silicone Elements." The qualification thesis contains: 10 figures, 4 tables, 21 references, and Appendices A and B. Total volume of the thesis: 58 pages.

The aim of the study is to ensure occupational safety while working with polymer materials in the manufacturing of transtibial prosthetic sockets using silicone elements, taking into account safe working conditions.

Object of the study: the rehabilitation process of patients with amputations at different transtibial levels, with a particular focus on safe working conditions when handling polymer materials used in prosthetic products for restoring the functional abilities of patients with limb loss.

Subject of the study: an individually manufactured transtibial prosthesis for patients with amputations caused by limb loss at different levels, as well as its impact on restoring gait pattern, ensuring safe manufacturing conditions, and improving quality of life.

The following objectives were accomplished in the study:

- current rehabilitation methods and approaches to transtibial prosthetics were analyzed;
- individual aspects of prosthetic application were studied with consideration of patients' anatomical characteristics;
- a technological process for manufacturing a personalized prosthesis was developed;
- the effectiveness of producing prosthetic изделия from polymer materials using silicone elements for individual use was determined;
- gaps in the knowledge of prosthetic workshop managers regarding occupational safety rules and equipment in the workplace were investigated;
- practical recommendations for ensuring safe working conditions during prosthetic manufacturing were formulated.

The scientific novelty of the obtained results lies in the development and implementation of modern technological solutions aimed at complying with occupational safety regulations during work with toxic substances that may severely affect health if safety requirements are not followed.

The practical significance of the obtained results confirms that an individual approach, taking into account all requirements for the proper installation of equipment in various prosthetic workshops, is an essential component of modern

prosthetics. It accelerates the restoration of walking functions, ensures high psychological stability of the patient, and significantly protects and preserves the health of specialists.

Keywords: occupational safety, transtibial amputation, individualized prosthetics, polymer materials, silicone elements, gait pattern, health safety, quality of life.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет(інститут) **IV медичний**

Кафедра **екстреної та невідкладної медичної допомоги, ортопедії, травматології та протезування**

Рівень вищої освіти **другий (магістерський)**

Галузь знань **22 «Охорона здоров'я»**
(шифр і назва)

Спеціальність **224 «Технологія медичної діагностики та лікування»,**

Спеціалізація **224.02 «Протезування-ортезування»**
(шифр і назва)

Освітня програма **«Протезування – ортезування»**
(назва освітньої програми)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о завідувача кафедри екстреної та невідкладної медичної допомоги, ортопедії, травматології та протезування

проф. Голка Г.Г
(підпис) (ПІБ)

«21» листопада 2025року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ(МАГІСТЕРСЬКУ) РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ківшар Дмитро Едуардович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Виробнича безпека при роботі з полімерними матеріалами для гільз протезів гомілки з використанням силіконових елементів».

Керівник: доцент кафедри гігієни та екології декан IV мед. ф-ту, к.мед.н, доц. Литвиненко М.І.

2. Строк подання студентом роботи травень 2026 року (*орієнтовно, відповідно до графіку проведення атестації ЕК*).

3. Вихідні дані до роботи: матеріали вітчизняних і зарубіжних публікацій за проблемою ампутації гомілки , дані клінічних обстежень пацієнтів, результати анкетування щодо якості життя, результати оцінки біомеханіки.

4.Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ.

1. Огляд літератури за темою та вибір напрямів досліджень.

2. Виклад загальної методики й основних методів досліджень.

3. Експериментальна частина й методика досліджень.

4. Аналіз та узагальнення результатів власних досліджень впливу безпечних умов праці на робочому місці.

Висновки.

Список використаних джерел.

5. Перелік досліджень (з точним зазначенням обов'язкових досліджень):

Бібліографічно-пошуковий аналіз, збір та аналіз клінічних даних пацієнтів, анкетування/опитування (визначення якості життя), оцінка біомеханіки та функціональності різних конструкцій протезів, статистична обробка результатів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Піппіс пата	
		завдання вилав	завдання пийняв

7.Дата видачі завдання 21.11.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання, вибір напрямів досліджень та підбір літератури	Листопад – Грудень 2025	
2	Огляд літератури за темою, написання 1-го розділу	Січень – Лютий 2026	
3	Проведення практичних/експериментальних досліджень, збір та аналіз даних	Лютий – Березень 2026	
4	Узагальнення результатів, формулювання висновків, оформлення роботи згідно вимог	Квітень 2026	
5	Перевірка на академічну доброчесність та попередній захист на кафедрі	Не пізніше ніж за 4 тижні до захисту	
6	Подання повністю готової, зшитої роботи до Екзаменаційної комісії	За 1 день до захисту	

Студент

_____ Ківшар Д.Е.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

декан IV мед. ф-ту,
к.мед.н, доц. кафедри
гігієни та екології

_____ Литвиненко М.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ		11
ВСТУП		12
РОЗДІЛ 1	ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРІВ В СУЧАСНОМУ ПРОТЕЗУВАННІ В УМОВАХ ВИРОБНИЧОЇ БЕЗПЕКИ	16
	1.1. Полімерні матеріали в умовах сучасності	16
	1.2. Полімери для виготовлення протезів нижніх кінцівок	17
	1.3. Умови праці та фізіологічні аспекти професійної діяльності.	20
	1.4. Безпека у протезно-ортезному виробництві.	22
	Висновки до розділу 1.....	25
РОЗДІЛ 2	ВИГОТОВЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ГІЛЬЗИ ПРОТЕЗУ З ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИЛІКОНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ	26
	2.1. Загальна характеристика виготовлення індивідуальної гільзи протезу гомілки	26
	2.2. Виробнича безпека під час технологічного процесу виготовлення індивідуального протезу з полімерних матеріалів з використанням силіконових елементів.	27
	2.3. Типи гільз і системи кріплення	32
	2.4. Технологічна карта виготовлення протеза з полімерних матеріалів з використанням силіконових елементів	38

	Висновки до розділу 2	47
РОЗДІЛ 3	ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В ПРОТЕЗНО-ОРТЕЗНІЙ МАЙСТЕРНІ	49
	3.1. Техніка безпеки під час роботи з обладнанням та інструментами	49
	3.2 Техніка безпеки під час роботи з обладнанням	49
	3.3 Техніка безпеки під час роботи з інструментами та матеріалами	51
	Висновок до розділу 3	55
ВИСНОВКИ		55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.		57

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ПЕТ	Поліетилентерефталату
ASTM	Стандарти медичних виробів та стандарти імплантів
ПОВ	Протезно-ортопедичні вироби
ЧСС	Частоти серцевих скорочень
АТ	Артеріальний тиск
УОК	Ударний об'єм крові
ХОК	Хвилинний об'єм крові
ЦНС	Центральна нервова система
PTB	Patellar-Tendon-Bearing
PTB SC	Patellar-Tendon-Bearing Supracondylar
PTB SC SP	Patellar-Tendon-Bearing Supracondylar Suprapatellar
SSS	Silicon Suction Socket
TSB	Total Surface Bearing
HST	Total Surface Bearing / Hydrostatic Design
LDPE	Поліетилен низької щільності
LLDPE	Лінійний поліетилен низької або середньої щільності
HDPE	Поліетилен високої щільності
PP	Поліпропилен
ГКЖ	Гідрофобізуюча кремнійорганічна рідина
ТЗ	Технічне завдання

ГПК	Гранично-припустима концентрація
-----	----------------------------------

ВСТУП

Актуальність дослідження. Виробнича безпека, як одна з провідних причин погіршення стану здоров'я серед спеціалістів протезистів-ортезистів, часто супроводжується проблемою дихальної системи та нехтуванням безпеки під час роботи з полімерними матеріалами. Робота протезиста-ортезиста пов'язана не лише з виготовленням протезних виробів, а й із постійним контактом з небезпечними виробничими факторами. Одним із поширених наслідків нехтування правил безпеки є дрібнодисперсний пил від карбону, пластику, та акрилових матеріалів, який легко потрапляє у легені. Внаслідок попадання пилу спеціалісти можуть відчувати значні труднощі з функціонуванням дихальної системи та подразненням слизових оболонок, що негативно позначається на їхній здатності виконувати робочі обов'язки та професійні завдання.

Виробнича безпека є частою проблемою в протезних майстернях та нехтування керівниками та працівниками правил є ризиком для отримання професійних захворювань слизових оболонок, дихальних шляхів, шкірних покривів та опорно-рухового апарату. Людина роками може працювати без симптомів, але з часом виникають хронічні захворювання. Ці ураження значно знижують продуктивність та якість надання медичної послуги спеціалістом на протезному підприємстві.

Крім хімічних факторів, значну небезпеку становить обладнання протезних майстерень та неправильне освітлення робочого місця. У роботі протезистів-ортезистів використовуються шліфувальні машини, пічки для розігріву матеріалів, ріжучі інструменти та вакумні установки, що можуть призводити до опіків, порізів, травм кистей та очей. Погане освітлення сприяє погіршенню функції зору та концентрації на процесі виготовлення виробу, що призводить до зниження швидкості роботи за рахунок втоми очей, головного болю та подразнення. Ще одним небезпечним фактором є вимушене положення фахівця, що може призводити до проблем з хребтом та суглобами.

Для запобігання ризику травматизації на робочому місці треба притримуватись правил виробничої безпеки та використовувати елементи захисту такі як: обладнання для вентиляції та освітлення приміщення, захисні рукавички, респіратори, шумопоглинаючі навушники, окуляри та спецодяг.

Дана магістерська робота присвячена дослідженню процесу створенню протезного виробу в безпечних умовах праці в момент роботи з полімерними матеріалами з використанням силіконових елементів.

Основний акцент зроблено на правилах виробничої безпеки, які включають в себе безпечне екіпірування, добре вентильоване приміщення та правильне освітлення робочого місця, які максимально будуть захищати спеціаліста від професійних захворювань та утримувати високий рівень надання медичної послуги для людей з обмеженими можливостями.

Метою дослідження є проектування, створення, оцінка виробничої безпеки та докази дієвості правильного проектування протезного підприємства для виконання роботи з полімерними матеріалами з використанням силіконових елементів. Оцінка та ефективність використання спецодягу та іншого екіпірування для безпечного виконання робочих обов'язків та дотримання високої якості протезних виробів, які значно підвищують якість життя пацієнта.

Для досягнення поставленої мети передбачалось вирішення наступних **завдань**:

1. Проаналізувати актуальні проблеми виробничої безпеки на робочому місці при роботі з полімерними матеріалами гільз протезів з використанням силіконових елементів.
2. Вивчити індивідуальні аспекти використання захисного екіпірування фахівців на протезному підприємстві враховуючи всі хімічні, механічні та фізичні фактори у виготовленні протезного виробу.
3. Розробити технологічний процес виготовлення персоналізованого кукосприймача для пацієнтів з ампутацією на рівні гомілки.
4. Визначити ефективність використання всіх правил безпеки на виробництві для виготовлення протезного виробу зі збереженням якості життя фахівця.
5. Дослідити вплив виготовлення протезу в безпечних умовах на підвищення якості життя пацієнтів.
6. Сформулювати практичні рекомендації щодо застосування правил безпеки у виготовленні гільз гомілки з використанням полімерних матеріалів з додаванням силіконових елементів.

Об'єктом дослідження є виробнича безпека на протезному підприємстві, дотримання всіх правил безпеки з акцентом на системи вентиляційного обладнання, належного освітлення та захистом від токсичних речовин під час робочого процесу.

Предметом дослідження є індивідуально виготовлена протезна гільза з використанням полімерів з додаванням силіконових елементів в безпечних умовах, для пацієнтів які отримали ампутацію на рівні гомілки.

У даній роботі було застосовано комплекс наступних **методів дослідження**:

- Аналіз наукових публікацій та літературних джерел: проведено систематичний огляд сучасних підходів до використання полімерів з силіконовими елементами у протезуванні пацієнтів з ампутаційним дефектом на рівні гомілки, зокрема виробнича безпека на робочому місці, наявних технологій виготовлення протезних гільз х дотриманням всіх правил безпечних умов праці та їхнього впливу на стан пацієнтів.
- Проектування та виготовлення індивідуальної протезної гільзи з полімерних матеріалів з використанням силіконових елементів, із застосуванням сучасних матеріалів та технологій.
- Порівняльний аналіз: конструкція протезних гільз на рівні гомілки та технології виготовлення протезів.
- Статистична обробка даних: застосовано дотримання всіх правил виробничої безпеки під час робочого процесу у виготовленні протезної гільзи.
- Спостереження та оцінка якості життя: проведено анкетування пацієнтів з метою вивчення їхніх суб'єктивних відчуттів щодо покращення функціональних можливостей та загальної якості життя після використання індивідуального протезу.
- Наукова новизна: Стислий опис нових положень, які відмінні від відомих раніше.

Практичне значення отриманих результатів дослідження підтверджують, що завдяки індивідуальному підходу, який враховує унікальні анатомічні особливості та специфічні правила виробничої безпеки, протез є невід'ємним інструментом сучасної заміни частково або повністю втраченої

частини тіла, що прискорює відновлення та суттєво покращує якість життя пацієнтів після ампутацій на рівні гомілки.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи наступний: вступ, три розділи (теоретичні аспекти виробничої безпеки при роботі з полімерними матеріалами з використанням силіконових елементів у протезуванні гільз протезів гомілки), аналіз та узагальнення результатів власних досліджень дотримання правил виробничої безпеки на вплив виготовлення куксоприймачів на якість життя, висновки, практичні рекомендації, список використаних літературних джерел 21. Робота обсягом 58 сторінки, має 4 таблиць, 10 рисунків.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРІВ В СУЧАСНОМУ ПРОТЕЗУВАННІ В УМОВАХ ВИРОБНИЧОЇ БЕЗПЕКИ

1. Полімерні матеріали в умовах сучасності

Полімери надійно закріпили свої позиції практично в усіх сферах людського життя і вже важко уявити побут і промисловість без полімерних матеріалів.

Існує велике різноманіття класифікацій полімерів біомедичного призначення в залежності від напрямку застосування, від природи полімерів, від характеру впливу на організм. Для медичних цілей використовують або полімерні матеріали загальнотехнічного призначення, або спеціальні полімерні матеріали медичного призначення.

Сьогодні для виготовлення протезів широко використовують такі матеріали, як полімери, переважно як несучі конструкції кінцівок, а також як фаланги, суглоби та інші дрібніші частини тіла. Полімери є звичайними матеріалами для дрібних компонентів або спеціалізованих елементів протезів. Традиційними полімерами, що застосовують як сировину для виготовлення протезів, є поліоксиметилен (поліформальдегід), гнучкий поліуретан і полівінілхлорид. Поліоксиметилен – твердий полімер, тоді як гнучкий поліуретан набагато м'якший. Основні полімерні матеріали, які використовують у виробництві протезів і ортезів, подано в таблиці (таб. 1). Великі кількості водонепроникних протезів виготовляють із поліетилену та його композитів. Поліетилен характеризується гнучкістю, легкістю перероблення вакуумним формуванням та малою вагою, тому його широко використовують в протезах кінцівок, які потребують гнучкості. Поліпропілен – найлегший із пластмас, застосовуваних в ортопедії, характеризується високою міцністю на розрив, жорсткістю та твердістю, проте він чутливий до деформації і його поверхня може легко зіпсуватися під дією тепла. Поліпропілен зазвичай використовують у виробництві гнізд для протезів, шин і ортезів, що потребують високої жорсткості. Полівінілхлорид з'явився на початку ХХ ст., і це один із найвідоміших видів полімерів. Як матеріал для покриття він дуже стійкий, але

має обмежений діапазон кольорів. Коли полівінілхлорид зазнає впливу тепла та світла, він нестабільний і потребує додавання стабілізаторів.

Таб. 1.1 полімери для виготовлення ортезів і протезів нижніх кінцівок

Зовнішні ортези та протези (жорсткі гнізда)	Вкладиші для протезів і ортопедичних пристроїв (м'які гнізда)
– поліетилен високої та низької густини – нейлон – тефлон – поліметилметакрилат – поліпропілен – поліформальдегід – поліетилентерефталат – полівінілхлорид – ненасичена поліестерна смола – епоксидна смола	– поліуретан – пластизоль – поліуретанові піни – силіконовий гель і еластомер

1.2 Полімери для виготовлення протезів нижніх кінцівок

Нині велику частину гільз протезів виготовляють з композитних матеріалів, тобто вони мають матрицю та наповнювачі, які з'єднані між собою для покращення властивостей. Найпоширеніші матеріали для жорстких гільз – ненасичені поліестерні та епоксидні смоли. Зміцнювальні агенти визначають механічні властивості композитного матеріалу і можуть бути у вигляді частинок або волокон.

Здійснено багато важливих досліджень із синтетичними та натуральними волокнами для розроблення армованих волокном полімерних матричних композитів для застосування гільз протезів нижніх кінцівок. Вуглецеві волокна розробили в ХХ ст., коли інженери та медики шукали міцний і легший матеріал для протезування, що витримує експлуатаційні навантаження. Деякі механічні властивості вуглецевих волокон поєднують високу міцність на розрив, високу жорсткість, стійкість до високих температур із низьким температурним розширенням, високу хімічну стійкість, великі питомий модуль пружності та міцність. Розташування волокон і зміна частки об'єму волокон дають змогу варіювати характеристики матеріалів. Такі матеріали дуже міцні, але зазвичай не дуже пластичні. Армовані вуглецевим волокном полімерні матричні композити мають високу питому міцність на стиск і розтяг та достатню пружну

деформацію. Але вуглецеве волокно – дороге порівняно з іншими матеріалами з подібними властивостями і, на відміну від деяких видів пластмас, його не можна повторно нагрівати, щоб змінити форму.

У недавніх дослідженнях науковці перевіряли доцільність використання армованих волокном поліетилентерефталату (ПЕТ) композитів як недорогого стійкого матеріалу для виготовлення функціональних гнізд протезів нижніх кінцівок. Два типи цих композитів були виготовлені з використанням ткани та трикотажної тканини за допомогою вакуумного просочування смолою. Для прямого порівняння традиційні протезно-гніздові матеріали робили також з ламінованого композиту (армованого скловолокном), виготовлялися і монолітні термопластики (поліпропілен і поліетилен високої щільності). Зразки у формі собачої кістки вирізали з плоского ламінату та монолітного термопласту для оцінювання їхніх механічних властивостей відповідно до стандартів ASTM. Виявлено, що механічні властивості ПЕТ-тканих і ПЕТ-трикотажних композитів істотно перевершують властивості традиційних матеріалів, таких як поліпропілен і поліетилен високої щільності. Зроблено висновок, що композит на основі ПЕТ може замінити монолітні лункові матеріали у виробництві міцних і доступних протезів.

Одним з полімерів, що найширше використовують для таких цілей, є поліетилен, який є гнучким, легким і добре формується під вакуумом. Використання поліпропілену також є звичайним для цього типу застосувань через його високу міцність на розрив, твердість і жорсткість, що корисно для виготовлення ортезів або протезів. Однак ці термопластичні полімери можуть легко псуватися під дією тепла і мають дуже короткий термін служби. З цієї причини полімерні сполуки стали корисною альтернативою, оскільки вони мають спеціальні властивості; їх також поєднують з наповнювачами, які сприяють уникненню проблем зі шкірою, спричинених зовнішніми засобами. М'які інтерфейси для протезів і ортезів переважно розробляють з силіконового гелю або еластомеру, поліуретану та латексу. Вони мають амортизаційні властивості та сприяють адекватному приляганню до пристрою, а також забезпечують благополуччя пацієнтів.

На сьогодні, в світовій практиці протезування найбільш широко застосовуються високотемпературні силікони для виготовлення внутрішніх (контактних) гільз протезів нижніх кінцівок.

Серед широкого спектру нових ефективних полімерів друге місце по вагомості, після термопластів, в протезно-ортопедичній галузі займають силіконові матеріали, які найбільш часто використовують для виготовлення індивідуальних виробів методом вакуумування по гіпсовій моделі [1,2]. Це обумовлено тим, що останнім часом з'явився ряд високотемпературних силіконів, які мають комплекс позитивних властивостей: широкий діапазон показника твердості, достатньо високі деформаційно-міцнісні характеристики у сполученні з еластичністю.

У протезно-ортопедичній техніці, як правило, застосовуються силіконові каучуки, як низькотемпературні (рідкі каучуки), так і високотемпературні, які в результаті вулканізації перетворюються в еластичні гумоподібні матеріали.

Загальними характеристиками для матеріалів на основі обох типів силіконових каучуків є:

- хороші механічні властивості в сполученні з еластичністю; запобігає ушкодженню шкірних покривів через поршнєві рухи при експлуатації виробу;
- відмінні можливості по догляду за виробом, оскільки силікони стійкі до забруднень, легко очищуються водою й побутовими миючими засобами. Завдяки термостійкості в інтервалі температур від мінус 50 °С до плюс 200 °С можливе очищення виробів кип'ятінням;
- водостійкість і хімстійкість до слабких розчинів кислот, лугів і солей, що забезпечує широкий спектр застосування протезно-ортопедичних виробів у побутовій діяльності інваліда, зокрема, при брудних сільськогосподарських роботах або в майстернях;
- стійкість до середовища поту;
- відсутність алергійних реакцій;

- хороша сумісність між собою різних типів силіконів, що дозволяє забезпечити різні по твердості окремі ділянки виробу, не втрачаючи при цьому гомогенної структури матеріалу;

- технологічність, що забезпечує можливість виготовлення ПОВ традиційними для протезобудування методами

Різняться низькотемпературні й високотемпературні силіконові каучуки за своїми технологічними та фізико-механічними характеристиками. Низькотемпературні силіконові каучуки є рідкими двокомпонентними системами (каучук-каталізатор) холодного твердіння

Високотемпературні силіконові каучуки - це тістоподібні однокомпонентні або двокомпонентні матеріали, вулканізація яких відбувається при високих температурах. Завдяки своїй консистенції ці каучуки можуть легко моделюватися по гіпсовій моделі. Низькотемпературні силікони мають значно нижчі характеристики деформаційно-міцностних властивостей і більш низьку твердість у порівнянні з високотемпературними силіконами.

Таблиця 1.2 – Характеристики силіконів різного типу

Тип силікону	Твердість за Шором, у.о.	Міцність при розтягуванні, МПа	Відносне подовження при розтягуванні, %	Опір роздиру, Н/мм
Низькотемпературні силікони	0-20	1,5-4,0	350-700	1,0-4,0
Високотемпературні двокомпонентні силікони	20-64	5,0-16,0	900-1300	18-46
Високотемпературні однокомпонентні силікони	20-65	2,8-7,0	500-1200	9-16

1.3 Умови праці та фізіологічні аспекти професійної діяльності

Фізіологія праці - складова частина гігієни праці та розділ загальної фізіології, що вивчає закономірності зміни функціонального стану організму людини під впливом трудової діяльності та виробничого середовища, розробляє наукові основи фізіологічної регламентації чинників трудового процесу та наукової організації трудового процесу.

Умови праці - це сукупність факторів трудового процесу і виробничого середовища, в якому здійснюється трудова діяльність людини. Загальні завдання фізіології праці полягають у вивченні форм проявів робочої діяльності, станів, що виникають в організмі людини, фізіологічних закономірностей та механізмів, які характеризують зміни в організмі людини під час роботи. Крім того, формуються завдання, зумовлені основними напрямками економічних та соціальних перетворень, які характеризують етап розвитку держави.

Динамічна фізична робота пов'язана з переміщенням тіла та його частин у просторі, виконанням робочих рухів. При цьому відбуваються зміна довжини м'язових волокон, періодичне скорочення та розслаблення скелетних м'язів. Залежно від участі певних груп м'язів та об'єму м'язової маси розрізняють загальне фізичне навантаження (участь м'язів рук, тулуба, ніг, тобто більше 2/3 загальної м'язової маси тіла), регіональне фізичне навантаження з переважною участю м'язів рук і плечевого поясу), локальне фізичне навантаження (за участю м'язів кистей й пальців рук). При виконанні динамічної роботи відбуваються підвищення частоти серцевих скорочень (ЧСС), артеріального тиску (АТ), ударного (УОК) і хвилинного (ХОК) об'ємів крові, споживання кисню, енерговитрат, зміна судинних опорів. Динамічна робота є позитивною, коли рух здійснюється в напрямку, протилежному дії сили тяжіння (підняття вантажу). Динамічна робота є негативною, коли рух здійснюється в напрямку дії сили тяжіння (опускання вантажу). Робота при опусканні вантажу становить 50 % роботи під час його підняття.

Змішана (статично-динамічна) робота - такий вид роботи, при якій динамічне і статичне навантаження одних і тих же груп м'язів чергується послідовно в часі (наприклад, нахили тулуба з послідовною фіксацією цього положення) або при

якій статичні і динамічні навантаження на одні і ті ж групи м'язів відбуваються одночасно (наприклад, переміщення руки з інструментом або без нього над робочою поверхнею). Механічна енергія, яка розвивається м'язами при всіх видах фізичної роботи, утворюється завдяки окисненню в мітохондріях м'язових клітин вуглеводів, жирів та білків.

До розумової праці належить робота, пов'язана з напруженням сенсорного апарату, активізацією уваги, пам'яті, мислення, емоційної сфери, і яка полягає у сприйнятті і переробці інформації та реалізації прийнятих рішень.

Разумова праця характеризується невисокими енергетичними витратами (8-8,2 кДж/хв), незначною м'язовою активністю, великою кількістю інформації, що підлягає переробці, необхідністю підтримувати готовність до екстремальних дій, підвищеними вимогами до основних властивостей ЦНС, аналізаторів, функції уваги, пам'яті, мислення, емоційної сфери, швидкості прийняття та реалізації рішень, у тому числі нестандартних рішень.

У своїй професійній діяльності кожен працівник виконує певні робочі рухи. Наприклад, робочі рухи, які пов'язані з перенесенням вантажу, натисканням на важелі, тумблери, переміщенням тіла у просторі тощо. При низькому рівні механізації виробництва робочі рухи застосовуються значною мірою для одержання робочої механічної енергії. При автоматизованих видах праці раціоналізація робочих рухів не тільки спрямована на переміщення рухомих частин тіла, але й пов'язана з досягненням найкоротшого шляху здійснення працівником виробничої мети. Робочий рух - це результат дії складного опорно-рухового апарату, який охоплює групи м'язів, суглоби, сухожилля, провідникову частину рухового аналізатора, відповідні рухові центри ЦНС. Цілеспрямованість та організованість рухів тіла людини і його частин досягається розподілом зусиль у різних м'язах та їх групах. Координаційна роль у цьому належить ЦНС. Регуляція рухів здійснюється завдяки визначеному розподілу в корі головного мозку в процесі збудження.

1.4 Безпека у протезно-ортезному виробництві.

Протезний центр чи лабораторія, що надає послуги з виготовлення та підгонки протезів, розглядається як заклад охорони здоров'я і потребує отримання ліцензії МОЗ на медичну практику. Ліцензія видається МОЗ на необмежений строк (безстроково) за результатами розгляду поданих документів (термін розгляду – до 1 місяця) . Отримати таку ліцензію можуть як юридичні особи (клініки, центри, лабораторії), так і фізичні особи-підприємці, за умови відповідності встановленим критеріям .

Безпека праці в протезно-ортезному виробництві є одним із аспектів у сфері, оскільки цей вид діяльності пов'язаний із використанням спеціалізованих матеріалів, обладнання та технологій, які можуть становити ризик для здоров'я працівників. Відповідно до нормативних документів України та міжнародних стандартів, забезпечення безпеки на робочих місцях ґрунтується на наступних основних положеннях.

Організація робочих місць має відповідати принципам ергономіки, що дозволяє мінімізувати фізичне навантаження працівників і знизити рівень виробничого травматизму. Необхідно забезпечити належне освітлення, достатню вентиляцію приміщень, особливо в тих зонах, де застосовуються хімічні речовини (смоли, клеї), що можуть виділяти шкідливі випари.

Необхідно забезпечити належний захист працівників від дії шкідливих чинників, зокрема хімічного забруднення, підвищеного рівня пилу та шуму. З цією метою використовуються технічні засоби безпеки - локальні системи витяжної вентиляції, шумопоглинаючі установки, а також індивідуальні засоби захисту (респіратори, захисні окуляри й рукавички).

Згідно з установленими нормативами, працівники систематично проходять інструктажі з питань охорони праці, пожежної безпеки та техніки безпеки на робочих місцях. Регулярний медичний огляд персоналу сприяє своєчасному виявленню можливих відхилень у стані здоров'я та запобіганню розвитку професійних хвороб.

Таким чином, забезпечення безпечних умов праці у протезно-ортезному виробництві є складним комплексом заходів, спрямованих на захист здоров'я працівників і підвищення якості виготовленої продукції, що є невід'ємною частиною сучасного технологічного процесу.

Шум - сукупність звуків різної інтенсивності та частоти, які хаотично змінюються в часі, заважають сприйняттю і переробці інформації і призводять до порушень здоров'я людини. У фізичному (акустичному) відношенні шум - це хаотичні механічні поздовжні коливальні рухи часток пружного середовища (газу, рідини або твердого тіла) малої амплітуди, які поширюються у вигляді хвиль. Джерелом шуму тіло, яке коливається внаслідок виведення його зі стану механічної рівноваги дією зовнішньої сили. При цьому часткам середовища, яке оточує це тіло і контактує з ним, передаються від нього коливання. Звукові хвилі є носіями енергії. Досягаючи вуха, вони зумовлюють коливання барабанної перетинки, внаслідок чого людина чує звук. Звукові коливання характеризуються амплітудою і частотою.

Раціональне освітлення - фактор, що значною мірою зумовлює безпеку праці. Тому рухомі частини обладнання, передавальні паси, місця пересування транспорту тощо повинні мати достатній рівень освітленості. Низький рівень освітленості, асліплююча дія джерел світла, пульсація світлового потоку, відбиті полиски від полірованих блискучих предмет, нерівномірне освітлення робочої зони можуть порушити правильне сприйняття навколишніх предметів і призвести до травматизму. Встановлено, що близько 30-50 % нещасних випадків у промисловості і на транспорті зумовлені нераціональним освітленням. При виконанні грубих робіт близько 1,5 % важких травм зі смертельними наслідками виникають унаслідок низької освітленості. Травматизм очей при таких видах роботи становить 7,8- 31,1 % загальної кількості нещасних випадків, причому від 18 до 25 % травм очей пов'язані з незадовільною освітленістю робочих місць. Результати досліджень показали, що при виконанні точної: роботи зі збільшенням освітленості зорова працездатність поліпшується на 3-20 %. Особливо це яскраво проявляється під час роботи з дрібними деталями, що потребують великого зорового напруження. Слід відзначити, що збільшення рівня освітленості має свою оптимальну межу, поза якою вона починає чинити засліплювальну дію і несприятливо впливати на зорове сприйняття.

[Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних

об'єктах» 2022 р. м. Харків, Україна]

[НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ:
ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ. ЛЬВІВ-2021 р.]

Виробнича вентиляція - це організований повітрообмін, який забезпечує підтримання регламентованих гігієнічних і технологічних параметрів повітря. Повітря виробничих приміщень за своїм хімічним складом і фізичним станом істотно відрізняється від зовнішнього, оскільки технологічні процеси й обладнання нерідко є джерелами надмірного виділення пари, газів, пилу, тепла, вологи тощо. Нормалізацію виробничого мікроклімату та запобігання надходженню шкідливих речовин у повітря робочих приміщень забезпечують насамперед шляхом удосконалення технологічних процесів і обладнання, а також здійснення комплексу технологічних і санітарно-технічних оздоровчих заходів. Серед заходів, спрямованих на боротьбу зі шкідливими факторами виробничого середовища, вентиляція відіграє допоміжну роль.

Висновки до розділу 1

На основі проведеного аналізу теоретичних та клінічних джерел можна зробити висновок, що виробнича безпека є основою у виготовленні протезних гільз з полімерних матеріалів з використанням силіконових елементів, оскільки вона допомагає зберегти якість життя фахівцю та покращити якість отримання медичної послуги пацієнту.

У ході дослідження було детально вивчено механізми можливих порушень на протезно-ортезному підприємстві та яким саме чином це шкодить як здоров'ю так і впливає на якість протезного виробу, а також визначено роль різних шкідливих чинників у процесі виготовлення куксоприймача.

Виробнича безпека має ідеально відповідати всім вимогам на кожному підприємстві. Оскільки стан фахівця та протезного виробу напряму залежить від робочих умов. Важливо захищати організм від попадання дрібнодисперсного пилю, поганого освітлення, неправильної вентиляційної системи та неповного екіпірування фахівця з першого дня роботи на підприємстві.

Таким чином, науково обґрунтоване застосування всіх правил виробничої безпеки є не лише законодавчими вимогами, а й базовою безпечної роботи та якістю кожної протезної гільзи, для допомоги відновлення втраченої функції для кожного пацієнта з ампутаційним дефектом.

РОЗДІЛ 2.

ВИГОТОВЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ГІЛЬЗИ ПРОТЕЗУ З ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИЛІКОНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

2.1 Загальна характеристика виготовлення індивідуальної гільзи протезу гомілки

Транстібіальна / ампутація нижче колінного суглобу

Ця ампутація виконується через великогомілкову та малогомілкову кістки, проводяться вимірювання та намічаються лінії клаптя. Хірург розсікає шкіру, щоб потім ізолювати та перев'язати нерви та кровоносні судини. Щоб звести до мінімуму ризик нейропатичного болю, нерви відсікаються у натязі, щоб кінці втягнулися назад у тканини, де вони зможуть загоїтися за межами кінця кукси. Гомілку відсікають за допомогою осцилюючої пилки – оптимальна довжина кістки, що залишається становить приблизно 12-17 см; великогомілкова кістка має бути скошена під кутом приблизно 45°, щоб видалити гострий передній край, малогомілкова кістка в ідеалі має бути приблизно на 1-2 см коротше великогомілкової кістки в перпендикулярній вісі. Потім для закриття рани та створення функціональної кукси використовується техніка клаптя за методикою, якій хірург віддає перевагу – варіанти включають косий клапоть, довгий задній клапоть, сагітальний або медіальний клапоть. [12]

Переваги

- Збереження колінного суглоба призводить до менших витрат енергії та ліпшої, ніж у разі ампутації вище коліна, пропріоцепції.
- Кандидати на протез із навантаженням через власну зв'язку наколінка (з посадкою під наколінком).
- Близько до нормального рівня функції (більше витрат енергії, ніж у людини без ампутації).
- Зниження рівня смертності літніх людей та збільшення ймовірності їх пересування, порівняно з популяцією людей з ампутацією вище коліна

Недоліки

- Ризик згинальних контрактур колінного суглоба.
- Може знадобитися операція «кісткового мосту» («bone bridge») через біль у дистальному відділі маломілкової кістки. [12]

Протез – це пристрій, який замінює уражену або відсутню частину тіла . Протягом кількох останніх десятиліть гільза протеза (частина протеза, що безпосередньо прилягає до залишку кінцівки) анатомічно формують та зазвичай виготовляють із шаруватого матеріалу, який складається з термореактивної або термопластичної смоли, зміцненої наповнювачем (скло, кевлар та/або вуглецеве волокно). Основне завдання протезів – якомога більше відновити функції пошкодженого органа чи виправити косметичний дефект . Загалом, за рівнем ампутації, ортопедичні протези можна класифікувати на протези та ортези. Протези можна розділити на дві частини, які мають жорсткі та м'які гільзи. Жорсткі гільзи використовують для розподілу опорних навантажень, що виникають під час ходи , тоді як м'які гільзи (протезні вкладки) – це частини, які охоплюють або покривають залишкову кінцівку пацієнта. Зазвичай їх розробляють так, щоб вони ідеально підходили до протеза.

2.2 Виробнича безпека під час технологічного процесу виготовлення індивідуального протезу з полімерних матеріалів з використанням силіконових елементів.

Для якісного надання послуги з протезування/ортезування протезноортопедичне підприємство має включати:

- робочу майстерню;
- зону для клінічного обстеження пацієнта;
- палати для пацієнтів;
- кімнати відпочинку для протезистів.

Важливою умовою ефективного функціонування робочої майстерні є професійність та кваліфікованість технічного персоналу. Як професіоналам, протезистам/ортезистам необхідно поводитися професійно і з дотриманням усіх правил техніки безпеки в усіх цих середовищах та загальних принципах організації робочих місць і їх безпеки, які можуть забезпечити ефективне

функціонування майстерні. У перелік основних організаційних принципів входять такі:

1. Гарна організація майстерні:

- правильне розташування верстатів в приміщенні;
- розташування легкозаймистих рідин подалі від джерел тепла;
- найлегший доступ до верстатів, які використовуються найчастіше.

2. Санітарний стан приміщень та простота доступу до них:

- доступ до приміщень без обмежень;
- відсутність сміття або верстатів, які ускладнюють вхід і вихід;
- регулярне прибирання майстерні.

3. Наявність гарної вентиляції:

- функціональний екстрактор (фільтр) газу і пилу.

4. Наявність гарного освітлення:

- яскраве освітлення робочого місця протезиста, за необхідності, додаткове освітлення.

5. Підвищені заходи безпеки:

- наявність вогнегасників і безперешкодний доступ до них;
- чітке позначення аварійного виходу;
- на стінах та дверях позначення безпечного виходу;
- кнопка аварійної зупинки обладнання має бути чітко позначена та мати безперешкодний доступ;
- засоби для надання першої допомоги повинні мати чітке позначення і мати безперешкодний доступ;
- найбільш складне та небезпечне обладнання має бути розташоване в добре видимій зоні.[15]

Протезна гільза є основним і найважливішим елементом з'єднання кукси пацієнта з рештою частин протеза і тому для досягнення позитивного результату під час реабілітації пацієнтів з ампутацією потрібна зручна фіксація гільзи. Гільза повинна бути ефективно встановлена, мати належну здатність передавати навантаження, а також забезпечувати стійкість і керованість. [11]

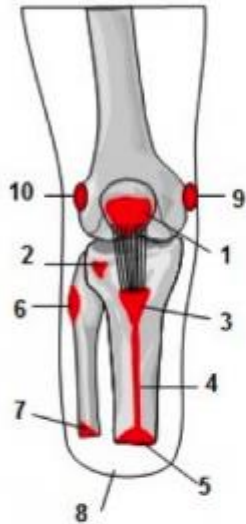
Багато пацієнтів з ампутаціями перестають користуватися протезами, і

основною причиною цього є проблеми, пов'язані з гільзами (погана посадка, порушення принципів біомеханіки та зниження контролю). [11]

Процес виготовлення гільзи починається зі зняття мірок і виготовлення гіпсового негативу залишкової кінцівки. Гіпсовий негатив кукси заповнюється гіпсом для виготовлення гіпсового позитиву.[11] Потім позитивний зліпок допрацьовується для оптимізації посадки гільзи, цей процес називається “моделювання”.[11] Далі гільза ламінується з використанням вуглецевого матеріалу та смоли для створення індивідуальної гільзи, яка називається постійною гільзою. [11]Іноді перед тим, як виготовити постійну гільзу, виготовляється контрольна/тестова/діагностична гільза (вона зазвичай прозора, що дозволяє клініцисту оцінити прилягання та внести необхідні корективи).[11] Для забезпечення найкращої форми із зручною та надійною посадкою іноді потрібно провести кілька примірок.[11] Зазвичай тестові гільзи виготовляють із пластику.[11] Постійні гільзи мають багат шарову структуру і можуть бути виготовлені зі скловолокна, вуглеволокна або нейлону. [11] Оскільки це зона контакту між протезом і куксою, якість конструкції гільзи, незалежно від обраної моделі, є ключовим аспектом і визначає комфорт користувача та його здатність керувати протезом.[11] Користувач ніколи не буде правильно ходити і не досягне поставленої мети програми реабілітації, якщо якість посадки гільзи буде незадовільною, незалежно від матеріалу, що використовується (пластик, смола або карбон).[11] Якість підгонки повністю залежить від роботи протезиста та його/її здатності забезпечити точні вимірювання під час виготовлення зліпка та належну корекцію гіпсового позитиву з метою розподілу навантаження по приймальній гільзі там, де це необхідно. [11]

Pressure sensitive and pressure tolerant areas of the TT stump

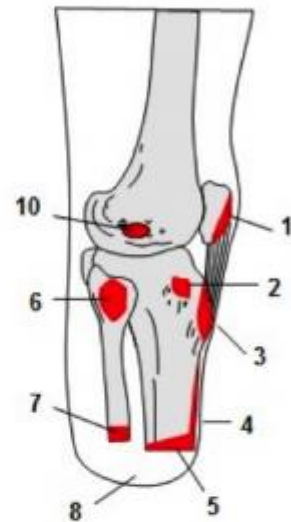
ANTERIOR VIEW



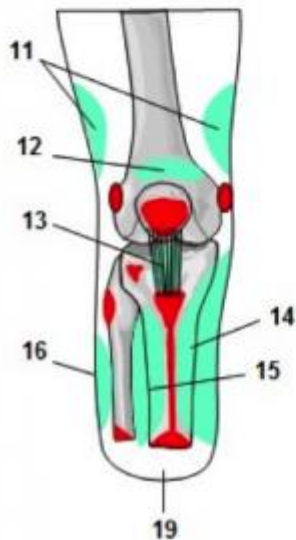
 **Pressure sensitive**

- 1 - PATELLA
- 2 - LATERAL TIBIAL CONDYLE
- 3 - TIBIAL TUBEROSITY
- 4 - TIBIAL CREST
- 5 - ANTERIOR-DISTAL END OF TIBIA
- 6 - FIBULAR HEAD
- 7 - DISTAL END OF FIBULA
- 8 - DISTAL END OF STUMP WITH SURGICAL SUTURE
- 9 - MEDIAL FEMORAL CONDYLE
- 10 - LATERAL FEMORAL CONDYLE

LATERAL VIEW



ANTERIOR VIEW



 **Pressure tolerant**

- 11 - SUPRACONDULAR AREAS
- 12 - SUPRAPATELLAR AREA
- 13 - PATELLAR TENDON
- 14 - MEDIAL FLARE OF TIBIA
- 15 - LATERAL FLARE OF TIBIA
- 16 - LATERAL FLARE OF FIBULA
- 17 - POSTERIOR AREA OF THE STUMP
- 18 - POPLITEAL AREA (**GENTLY!**)
- 19 - DISTAL END OF STUMP FOR TOTAL CONTACT SOCKET (**NO PRESSURE, CONTACT ONLY!**)

LATERAL VIEW

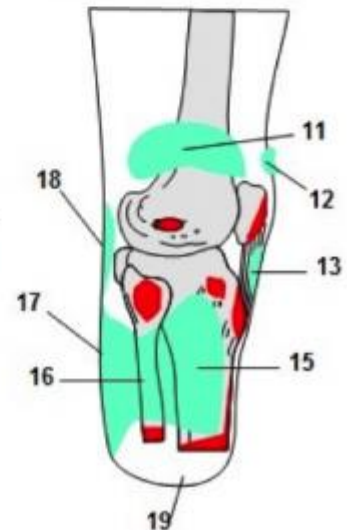


Рис. 2.1

Гільза діє на поверхню кукси із зовнішньою силою.[11] Величина, місце докладання та способи контролю цих сил сприяють посиленню впливу протеза на рухливість, функцію та сприйняття виробу. Розподіл тиску по більшій поверхні зменшує навантаження і забезпечує більший комфорт під час використання протеза.[11]

Хоча більшість ділянок кукси вважаються стійкими до тиску, деякі з них дуже чутливі й не витримують будь-якого тиску. Конструкції гільз повинні забезпечувати розподіл сил на якомога більшу площу поверхні залишкової кінцівки та застосовувати їх рівномірно на стійких до тиску зонах. Ці ділянки, стійкі до тиску, можуть почервоніти при натисканні, що проходить, якщо зняти протез, і в даному випадку не відбувається пошкодження шкіри. У зонах, чутливих до тиску, існує висока ймовірність ушкодження шкіри. У чутливих до тиску зонах не повинно бути почервоніння. Знання цих ділянок допоможе терапевту зрозуміти, де саме деяке почервоніння є нормою за правильно встановленої гільзи. При появі почервоніння в місцях, чутливих до тиску, терапевт повинен проконсультуватися з протезистом. [11]

Призначення гільзи – забезпечити структурну цілісність протеза у місці його зіткнення з куксою. Вона також може передбачати елементи кріплення для фіксації протеза на певному місці. Приймальна гільза має бути зручною та витримувати всі зовнішні навантаження, що діють на неї з боку користувача.[11]

2.3 Типи гільз і системи кріплення

Приймальна гільза з глибокою посадкою типу РТВ (Patellar-Tendon-Bearing)

Вагове навантаження припадає на область під колінною чашечкою, на сухожилля надколінка. Кріплення гільзи забезпечується за допомогою ремня, який затягується навколо дистальної частини стегна. Натяг цього ремня обмежує циркуляцію крові та лімфи. Крім того, після тривалого використання призводить до атрофії м'язів та інших супутніх проблем.[11]

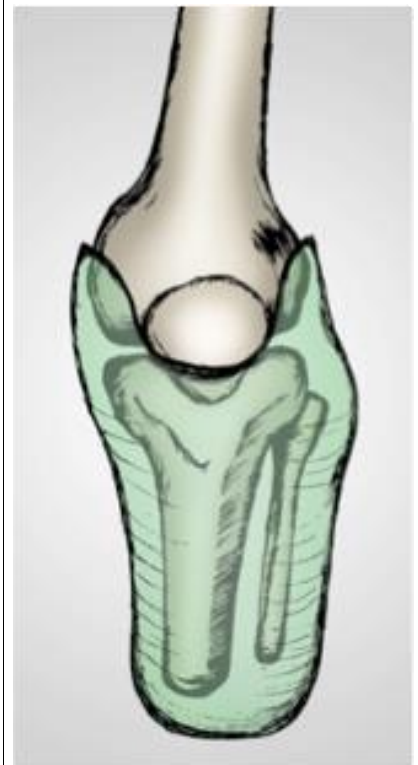


Рис. 2.1

Приймальна гільза з глибокою посадкою типу РТВ SC (Patellar-Tendon-Bearing Supracondylar)

Вагове навантаження припадає на область під колінною чашечкою, на сухожилля надколінка. Утримання гільзи забезпечується медіальною та латеральною ділянками виростків стегнової кістки. У порівнянні з гільзою РТВ з ремінною підвіскою, ця конструкція не викликає проблем з кровообігом або атрофії. На сьогоднішній день цей тип використовується в усьому світі як найпоширеніша конструкція для протезування середніх та довгих куks.[11]



Рис.2.2

Приймальна гільза з глибокою посадкою типу PTV SC SP (Patellar-Tendon-Bearing Supracondylar Suprapatellar)

Вагове навантаження припадає на область нижче колінної чашечки, на сухожилля надколінка. Суспензія (утримання, кріплення) утворюється в медіальній і латеральній областях виростків стегнової кістки і вище надколінка. Цей тип призначається при коротких куксах, а також у випадках передньо-задньої нестабільності коліна.[11]



Рис 2.3

Показання до призначення

Для пацієнтів із первинними ампутаціями – Гільза РТВ добре підходить для пацієнтів із первинними ампутаціями, оскільки її можна адаптувати до змін розмірів кукси, які відбуваються протягом 12-18 місяців після ампутації.

- Чутливі до тиску кукси – Якщо пацієнт з ампутацією має особливі зони з підвищеною чутливістю на куксі, то при застосуванні гільзи РТВ ці зони можна легше розвантажити, ніж при використанні гільзи з опорою по всій поверхні.[11]
- Кукси булавоподібної форми – Конструкція гільзи РТВ, яка складається з внутрішнього вкладиша та зовнішньої жорсткої гільзи, дозволяє використовувати внутрішній вкладиш для полегшення надягання та знімання протеза для пацієнта з булавоподібною формою кукси.[11]
- Недостатня рухливість кистей рук / Поганий зір / Геміпарез – Гільзи РТВ набагато легше надягати/знімати, ніж гільзи з опорою по всій поверхні[11]

Протипоказання до призначення

- Активні пацієнти з ампутованими кінцівками вважають, що лінії обрізки гільзи РТВ та методи кріплення є занадто обмежувочими, особливо при згинанні коліна.[11]
- Деякі пацієнти з ампутацією можуть виявити поршневі рухи у протезі з гільз.[11]
- Деякі особи з ампутованими кінцівками не витримують тиску на сухожилля надколінка, необхідного для ефективної роботи протеза РТВ.

Приймальні гільзи з тотальним контактом по всій поверхні.[11]

Гільза SSS (Silicon Suction Socket, укр. “силіконова гільза, що присмоктується”)

Навантаження розподіляється по всій поверхні кукси. Суспензія (фіксація, підвіс) утворюється за допомогою щільного зчеплення тертя між куксою та силіконовим лайнером, який має штифт у дистальній частині. Цей штифт встановлюється у фіксуючому механізмі всередині компонентів протеза або за допомогою спеціального механізму, що засмоктує, тим самим забезпечуючи кріплення. Призначається для всіх видів кукс.[11]



Рис. 2.4

- Гільзи TSB (Total Surface Bearing) “рівномірно розподіляють вагу по всій поверхні кукси”, тому “чинять мінімальний тиск на шкіру”(10). [11]
- Гільзи TSB підганяються за об’ємом кукси зі 100 % контактом по поверхні в процесі циклу ходи.[11]
- Успішна підгонка гільзи TSB передбачає хороший контроль м’яких тканин, мінімізацію піків тиску та розподіл навантаження по максимально доступній площі поверхні(11). [11]

Переваги та показання до застосування

- Активні пацієнти з ампутованими кінцівками отримують перевагу завдяки нижчим лініям обрізки, які можливі в дизайні гільзи TSB.[11]
- Гільзи TSB зменшують поршневі рухи гільзи на куксі за рахунок забезпечення повного контакту протягом усього циклу ходи [11]
- Пропріоцепція посилюється завдяки перенесенню ваги на всю куксу та гарному розподілу тиску по стінках гільзи, що, у свою чергу, дозволяє пацієнту краще тримати рівновагу з відкритими або закритими очима. [11]
- Також відзначається, що система підвіски гільзи TSB краще, ніж у конструкції РТВ, оскільки вона інтегрована в гільзу за допомогою фіксуючих штифтів або пристроїв, що всмоктують.[11]
- Вважається, що завдяки тому, що вся поверхня кукси приймає на себе навантаження в гільзі TSB, ці гільзи зручніші, оскільки загальний тиск у гільзі знижений.[11]

Недоліки та протипоказання до призначення

- Гільзи TSB не підходять для пацієнтів з первинними ампутаціями через зміну об'єму кукси в перші 12-18 місяців після ампутації. З цієї ж причини гільзи TSB також не підходять для пацієнтів з ампутацією, які проходять лікування, наприклад, діаліз, через зміну об'ємів. [11]
- Не підходить для пацієнтів з короткими куксами, довжиною менше 10 см, яким потрібні вищі лінії обрізки для стабільності навколо коліна.[11]
- Деякі пацієнти з ампутацією можуть відчувати біль у дистальному відділі кукси через те, що вага гільзи TSB/HST (Total Surface Bearing / Hydrostatic Design) розподіляється по всій поверхні залишкової кінцівки. Також пацієнти з надлишком м'яких тканин можуть надто сильно опуститися в гільзу TSB/HST, що спричинить біль у дистальній частині кукси. Для пацієнтів з кістковими виступами гільзи TSB/HST також не підходять. [11]
- Через те, що силіконовий лайнер згинається в підколінній ділянці, може виникнути дискомфорт при згинанні коліна. [11]

- Через силіконовий лайнер може виникнути підвищене потовиділення, що може призвести до подразнення шкіри залишкової кінцівки. [11]
- Гільзи TSB/HST не показані пацієнтам з порушеннями зору/сенсорних функцій або геміпарезом, оскільки їх складніше надягати/знімати, ніж гільзи PTB. [11]
- Пацієнти з надлишком м'яких тканин можуть відчувати дискомфорт при згинанні коліна через утворення складок силіконового лайнера.[11]

Системи кріплення

Це вирішальний аспект конструкції протеза. Підвіска – це спосіб утримання гільзи на куксі, що запобігає її випаданню при підйомі або переміщенні кінцівки під час ходьби. Хороша підвіска покращить передачу енергії, покращить контроль над протезом і зменшить будь-який дискомфорт або потертості. Якщо підвіска погана, кінцівка буде важкою, що може призвести до пошкодження шкіри. Для визначення типу підвіски для пацієнта необхідно ретельно оцінити не тільки форму та довжину кукси, але й загальну фізичну силу, спритність рук, зір та рівновагу в положенні стоячи.[11]

Штифт а замок

Для фіксації кукси використовується силіконовий або гелевий лайнер зі штифтом у нижній частині. Коли кінцівку поміщають у гільзу, штифт повинен зайти в фіксуючий механізм нижньої частини гільзи. Цей механізм зафіксує штифт на місці, створюючи надійну підвіску в гільзі. Ця технологія використовується як у трансфemorальному, так і в транстибіальному протезуванні. Для розблокування штифта необхідно натиснути на розтискний механізм. [11]

- Переваги: забезпечує надійне механічне блокування зі звуковим зворотним зв'язком для користувача під час фіксації штифта. Відносно легке надягання та знімання і можливість виконувати це у положенні сидячи. Більш щадне ставлення до коливань об'єму.
- Недоліки: через дію штифта, який тягне вниз, на лайнері може статися ефект подовження в нижній частині кукси і спричинити пошкодження

шкіри, але сучасні лайнери посилені спеціальною мембраною, що дозволяє запобігти цьому. Зношування лайнерів. При неправильному розташуванні штифта або неправильному надяганні лайнера замикаючий механізм не спрацьовує, що може виявитися складним для осіб, які не мають можливості нахилитися або мають поганий зір. [11]

Всмоктування без лайнера

Гільза виготовляється з випускним клапаном, який дозволить випустити повітря для створення герметичності, коли кукса увійде всередину і клапан буде закритий. Всмоктування створюється між голою шкірою та внутрішньою частиною гільзи. Для цього пацієнту необхідно протягнути куксу в гільзу за допомогою шматка матеріалу, спеціального чохла, шнура або стрічки. При відкритті або натисканні на випускний клапан повітря повертається назад, порушуючи герметичність і звільняючи таким чином куксу для знімання протеза.

- Перевага: у разі точної підгонки підвіска працюватиме дуже добре. Нижча вартість у порівнянні з варіантами з лайнерами
- Недолік: у разі невдалого надягання гільзи всмоктування не відбувається, і підвіска буде поганою. Це застарілий спосіб підвіски. Надягання може бути складним для деяких користувачів, оскільки воно вимагає сили та спритності рук, а також рівноваги в положенні стоячи. Ненадійна підвіска при коливаннях об'єму або несправності клапана. [11]

Всмоктування з лайнером

Лайнер, що надівається на куксу, використовується для створення всмоктування замість описаного вище всмоктування за допомогою шкіри. Ці лайнери зазвичай виготовляються з силікону або гелю, щоб створити ущільнення з внутрішньою частиною гільзи. Лайнер може мати силіконові кільця / ребра або мембрану. Повітря може вийти через клапан при надіванні гільзи, що дозволить підтримувати всмоктування після закриття клапана. Деякі гільзи мають односторонній клапан. При відкритті або натисканні на випускний клапан повітря повертається назад, порушуючи герметичність і звільняючи таким чином куксу для знімання протеза. Нанесення мастила або спиртового

розчину на прокладку допоможе лайнеру легше ковзати та створювати ущільнення. У разі використання системи всмоктування з лайнером зовнішній рукав не потрібен, якщо немає значних коливань об'єму. Зазвичай лайнер обтягують тканиною, щоб збільшити термін служби.

- Перевага: рівномірний розподіл тиску по всій поверхні гільзи. Надійна посадка. Можливе надягання в положенні сидячи. Використовується для стабілізації надлишкової тканини. Хороша підвіска навіть за невеликих коливань об'єму. Надягання лайнера та гільзи не вимагає дотримання високої точності для забезпечення надійної фіксації, але може спричинити ротацію гільзи. [11]
- Недолік: відносно висока вартість. Зношування лайнерів. Погана підвіска зі значними коливаннями об'єму. Потрібні хороша сила рук і спритність. Для надягання необхідне мастило. [11]

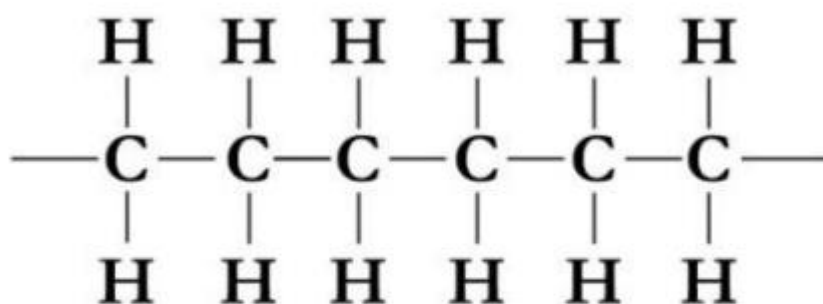
Вакуумна підвісна система

Також відома як негативний тиск, підвищений або динамічний вакуум. Всмоктування утворюється за безпосереднього контакту лайнера (або мембрани на лайнері) зі стінкою гільзи. У цій системі механізм / насос висмоктує повітря між лайнером та гільзою, створюючи негативний тиск, однаковий по всій поверхні. Для герметизації системи у верхній частині гільзи використовується зовнішній рукав або ущільнення.

- Перевага: механізм створює постійний негативний тиск і забезпечує кращу підвіску, коли є коливання об'єму. У середині гільзи відбувається менше поршневих рухів і ротацій.
- Недолік: дорожча вартість. Наявність механічних компонентів, які можуть зламатися. Збільшує вагу протеза. [11]

2.4 Технологічна карта виготовлення протезної гільзи гомілки з полімерних матеріалів з використання силіконових елементів

Застосована на протезно-ортопедичних підприємствах технологія є традиційною, типовою, становить складання виробів з окремих уніфікованих вузлів і модулів, індивідуалізація ПОВ здійснюється за рахунок приймальної гільзи і схеми побудови протеза. У більшості випадків приймальні гільзи виготовляються на протезно-ортезних підприємствах шляхом формування термопластичних матеріалів або литтєвих смол (шаруватих пластиків) по гіпсових моделях частин тіла людини. Під час виготовлення приймальних гільз протезів нижніх застосовуються різні технології залежно від матеріалів, що використовуються. Комплектувальні вироби до протезів, а саме: модулі, вузли для заміни втрачених суглобів виготовляються на підприємствах із застосуванням легованих та вуглецевих сталей та їхніх сплавів, титанових та алюмінієвих сплавів.[15] З розвитком хімії і хімічних технологій розширюється асортимент, кількість і використання в протезобудуванні так званих базових традиційних полімерних матеріалів. Цього вимагають і основні напрями науково-технічного прогресу в народному господарстві. Дуже важливим при цьому є інформованість протезистів щодо фізико-механічних, фізикохімічних, технологічних, санітарно-гігієнічних, біологічних властивостей матеріалів, які до сьогодні не систематизовані. Впровадження в протезну справу полімерних матеріалів здійснюється переважно за інтуїцією протезистів, що призводить до негативних результатів протезування і, зрештою, такі матеріали виявляються непридатними для протезобудування за багатьма показниками. В протезобудуванні використовуються термопластичні, термореактивні полімерні матеріали, а також газонаповнені, еластомери, композиційні матеріали та ін. Поліолефіни Основну групу серед термопластичних матеріалів складають поліолефіни. Ця група лінійних карболанцюгових полімерів, хімічна формула яких складається тільки з атомів вуглецю та водню, є найбільш економічна. [15]



Поліолефін

Рисунок 2.5 – Структурна формула поліолефіну

Всесвітнє використання термопластичних поліолефінових еластомерів у 2010 році склало 120 млн тон (рис. 2.6, 2.7). [15]

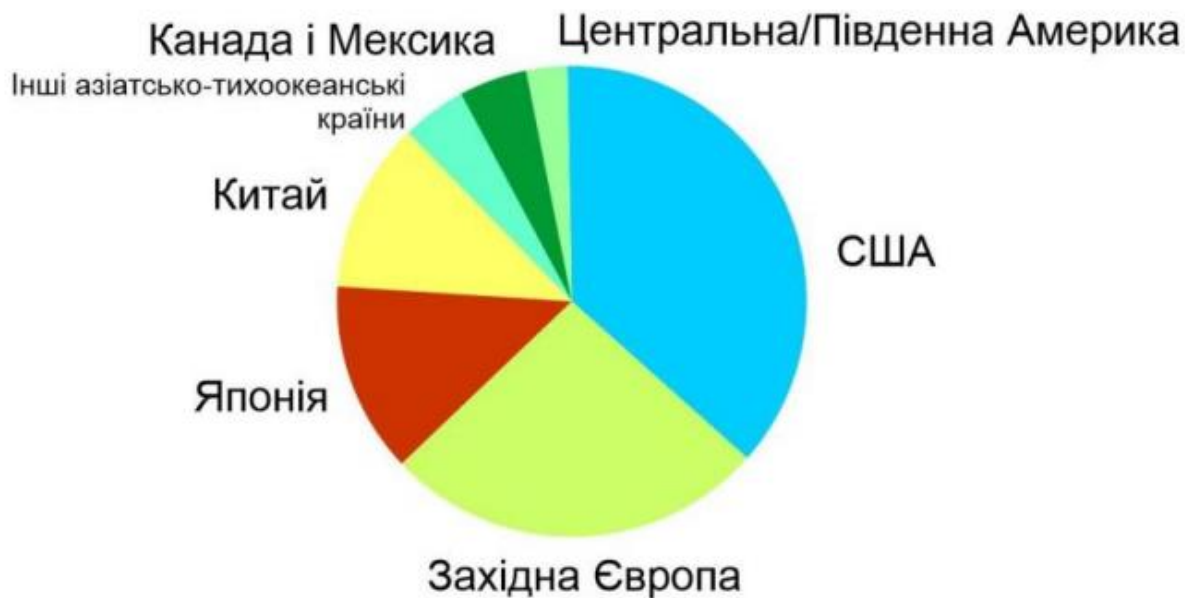


Рисунок 2.6 – Всесвітнє використання термопластичних поліолефінових еластомерів у 2010 році

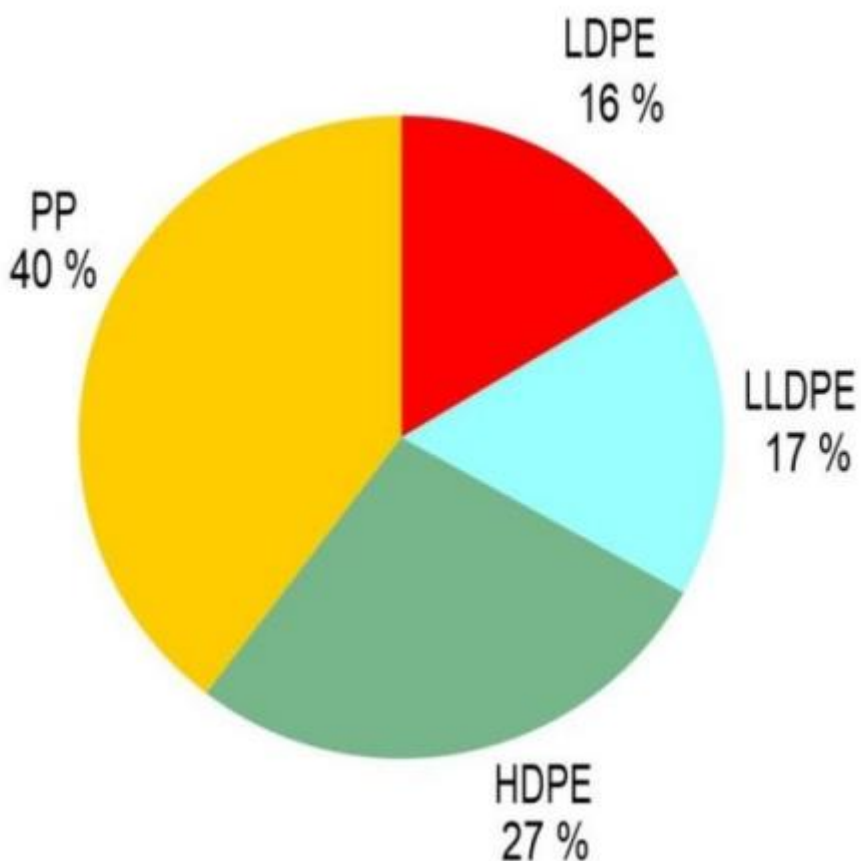


Рисунок 2.7 – Розподіл використання у світі термопластичних матеріалів, де:
 LDPE – поліетилен низької щільності,
 LLDPE – лінійний поліетилен низької або середньої щільності,
 HDPE – поліетилен високої щільності,
 PP – поліпропилен
 [15]

Полікарбонат використовується в його прозорій формі (Лексан) для виготовлення тестових та приймальних гільз протезів. Оскільки він прозорий, то може використовуватися, коли шкіра пацієнта повинна часто перевірятися через небезпеку ушкодження тканини через надмірний тиск. Він формується при температурах 180 – 210°C та витримується приблизно 24 години.

Термореактивні матеріали або реактопласти – клас полімерних матеріалів, переробка яких у виробі супроводжується хімічними реакціями утворення тривимірного полімеру (твердінням). При цьому пластмаса необоротно втрачає здатність переходити у в'язкотекучий стан. Це змушує проводити переробку реактопластів у декілька стадій. На першій стадії здійснюється синтез олігомера (смоли). Це матеріал з невисокою молекулярною масою 500–1000. Завдяки цьому олігомери мають низьку в'язкість і легко сполучаються з іншими компонентами. Після введення в олігомер усіх компонентів плинність композиції залишається високою, що дозволяє формувати виріб і вільним заливанням, і просоченням, і намотуванням, тому що композиція рівномірно розподіляється по всій формуючій поверхні, навіть складної конфігурації. [15]

Силікони – це полімери, якісе, залежно від будови, маслянисті, смолоабо каучукоподібними речовинами. Силіконові олії є лінійними полімерами. Їхньою особливістю є висока плинність, завдяки чому виявляються такі властивості, як гідрофобність і здатність заглушувати піну. Це прозорі рідини, які не мають смаку і запаху. Мають термостабільність в інтервалі температур від мінус 60oC до плюс 300oC, низьку летючість і поверхневий натяг, відмінні антиадгезійні властивості. Завдяки комплексу властивостей силіконові олії використовуються як гідравлічні рідини, термостійкі змащення, розділові засоби. Найбільш відомою і широко застосовуваною у промисловості є гідрофобізуюча рідина ГКЖ. [15]

Силіконові смоли – це значно розгалужені полімери. Як усі кремнійорганічні матеріали, вони характеризуються незначною залежністю фізико-механічних характеристик від температури. Переважно вони використовуються як зв'язуюче під час виготовлення склотекстолітів, пресматеріалів, жаростійких лаків. [15]

Композиції на основі низькомолекулярних силіконових каучуків використовуються як литтєві смоли під час виготовлення індивідуальних лайнерів. На світовому ринку силіконових матеріалів асортимент композицій і виробів з них, що пропонуються для протезування/ортезування, досить широкий. Зокрема, фірма OSSUR (Ісландія) і фірма ALPS (США) пропонують типорозмірні лайнери з вулканізованих високомолекулярних силіконових канчуків (рис. 2.8). Ці вироби характеризуються високою еластичністю і м'якістю. (твердість за Шором для різних варіацій лайнерів може бути від 0 до 20 у.о.)



Рисунок 2.8 – Типорозмірні лайнери з вулканізованих високомолекулярних силіконових каучуків

Типорозмірні лайнери Skeo для стегна та гомілки із силіконових композицій пропонує також фірма Otto Bock (рис. 2.9). Вони відрізняються дещо більшою твердістю 15–25 у.о.



Рисунок 2.9 – Типорозмірні лайнери Skeo фірми Otto Bock

Лайнер для гомілки Skeo 3D виготовляється з дуже м'якого силікону. Особливо чутливі області кукси захищені від тиску і ударів за допомогою потовщеного шару матеріалу. При цьому зона згинання коліна полегшена завдяки використанню спеціальної зігнутої форми і тоншого шару в області підколінної ямки, що забезпечує зручність і комфорт у процесі носіння. [15]

Дослідження виробничої безпеки на протезно-ортезному підприємстві демонструється у вигляді таблиці (таб, 2.1), як дотримання безпечних умов праці можуть впливати на продуктивність, робочий процес та на якість виробу.

Основна ідея полягає в тому щоб безпечні умови не тільки впливали на якість виробу, а й на здоров'я спеціаліста та профілактику професійних захворювань.

Етап виготовлення протезної гільзи	Потенційні виробничі ризики	Заходи виробничої безпеки	Вплив на якість та робочий процес
Зняття гіпсового негативу	Порушення постави, контакт шкіри з гіпсом, подразнення дихальних шляхів дрібнодисперсним пилом	Використання силіконових рукавичок, захисної маски, правильна ергономіка тіла	Забезпечує точність формування гіпсового негативу гільзи та зменшує ризик помилок
Виготовлення гіпсового позитиву	Гіпсовий пил, тривале статичне навантаження спеціаліста, порушення постави, можливість травмування гострими інструментами	Робочий стіл відповідної висоти, засоби індивідуального захисту	Підвищує якість виготовлення моделі, зменшує фізичну втому працівника
Обробка протезної гільзи	Помилки мануальної обробки, перенапруження рук та хребта	Ергономічне робоче місце, правильне освітлення, перерви у роботі, використання індивідуальних засобів захисту	Сприяє покращенню анатомічної точності гільзи та зменшує ризик дефектів на виробі
Робота з полімерами	Токсичні випари, опіки, алергічні реакції, пожежонебезпечні речовини	Вентиляція, респіратори, захисні окуляри, термостійкі рукавички	Забезпечує стабільну полімеризацію та безпечну роботу працівника
Формування гільзи (вакуум/термоформування)	Опіки, перегрів при роботі з матеріалом	Контроль температури, термозахист, справне обладнання	Забезпечує правильну форму та рівномірний розподіл тиску

Обробка та шліфування гільзи	Дрібнодисперсний пил, подразнення дихальних шляхів	Витяжна система що відповідає нормам, захисні окуляри, маска-респіратор, шумопоглинаючі навушники	Забезпечує гладкість країв та комфорт для пацієнта та безпеку фахівця
------------------------------	--	---	---

Практична реалізація зазначених переваг здійснюється через поетапне виготовлення протезної гільзи. На концептуальному рівні цей процес можна представити як узагальнений алгоритм, що охоплює всі стадії — від клінічного обстеження до фінального виготовлення виробу. Узагальнений алгоритм протезування включає наступні етапи:

1. Етап. Клінічний збір анамнезу та огляд кукси.

Це фаза формування технічного завдання (ТЗ). Огляд кукси, а саме: діагностика кукси передбачає пальпаторне дослідження для ідентифікації "критичних зон" (невриноми, точки болю, остеофіти, рубці), наявність пошкодження шкірного покриву, відкритих ран або визначення форми кукси (конічна, циліндрична, булавоподібна). На етапі зняття негативу ці зони будуть позначені як зони розвантаження.

2. Етап. Вибір та інсталяція лайнера (Liner Selection). Лайнер — це інтерфейс між шкірою та гільзою.

Матеріал: Силікон (для стабільності).

Нюанс підбору: Пацієнту підібрано лайнер за твердістю від 15 до 25 у.о.

3. Етап. Зняття гіпсового негатива.

Для зняття точного гіпсового негативу використовуються гіпсові бинти.

4. Етап. Виготовлення позитивної моделі.

Негатив заповнюють гіпсом для отримання позитивної моделі кукси.

Суть полягає у тому, що робиться заповнення негативу попередньо підготовленим 60% водним гіпсовим розчином. Після чого вставляють технологічну трубку та витримують до затвердіння гіпсу. [15]

5. Етап. Формування за гіпсовою моделю листових термопластичних полімерних матеріалів

Заготовка з листового термопласту тим або іншим способом нагрівається до температури, що відповідає вискоеластичному стану для аморфних полімерів,

або пластичному стану (температури початку плавлення кристалів) для термопластів з різним ступенем кристалізації. [15]

6. Етап . Виготовлення примірочної гільзи з термопластичного матеріалу методом вакуумного термоформування. [15]

Її примірювання та підгонка відповідно до особливостей кукси кінцівки пацієнта. [15]

7. Етап. Обробка протезної гільзи гомілки.

Обробка країв, різання, полірування та шліфування куксоприймача.

8. Етап. Примірка протезного виробу.

9. Етап. Фінальне налаштування куксоприймача та фінальна примірка.

Табл. 2.1. Технологічна карта. Класичне виробництво

Етап №	Назва етапу	Опис технологічного процесу (ключові моменти)	Результат / Контроль якості
I	Клінічний збір анамнезу та пре-дискусія	Огляд кукси, визначення наявності пошкодження шкіри, киліодних рубців, контрактури, остеофітів, невриноми, відкритих ран та визначення форми кукси, пальпація кісткових виступів. Вимірювання антропометричних даних за допомогою сантиметрової стрічки, штангенциркуля та гоніометра	Паперовий протокол вимірювань.
II	Вибір лайнера	Примірка та підбір лайнера за типом жорсткості.	Силіконовий лайнер з твердістю 15–25 у.о.

III	Зняття гіпсового негативу	Відмічання анатомічних орієнтирів з послідовним накладанням гіпсових бинтів на куксу, моделювання форми руками, застигання гіпсу та зняття негативу.	Отримання негативної форми кукси гомілки.
IV	Виготовлення позитивної моделі.	Негатив заповнюють гіпсом для отримання позитивної моделі та очікується застигання гіпсу на протязі 24 годин з послідуочим шліфуванням позитиву.	Отримання позитивної форми кукси гомілки.
V	Заготовка за гіпсовою моделлю листового термопластичного полімерного матеріалу	Заготовка з листового термопластичного матеріалу для формування за гіпсовою моделлю способом нагрівання до температури, що відповідає високоеластичному стану для аморфних полімерів 160-180 градусів	Сформована заготовка гільзи.
VI	Виготовлення примірочної гільзи	Нагрітий листовий термопласт в інфрочервоній печі та його вакуумне формування поверх гіпсового позитиву.	Корекція форми гільзи відповідно гіпсовому позитиву
VII	Обробка протезної гільзи гомілки	Обробка країв, різання, полірування, шліфування гільзи	Готовий виріб

VIII	Примірка протезного виробу	Первинна примірка готової гільзи та корекція зон виробу по відчуттям пацієнта за допомогою нагріву феном та формуванням нагрітого термопласту	Перинна корекція гільзи
IX	Фінальна примірка	Примірка гільзи для подальшого виготовлення постійного протезу та налаштування схеми. З'єднання з іншими компонентами протезу.	Фінальна примірка

Аналіз наведеної карти показує, що кожен етап класичного методу супроводжується значними часовими витратами, фізичним навантаженням та утворенням великої кількості відходів (гіпсовий пил, частинки гарячого термопласту). Найбільш вразливими етапами є мануальна обробка позитиву та формування гільзи гарячим термопластом по гіпсовому позитиву. Це формує передумови, що забов'язують виконання законодавчих вимог для забезпечення виробничої безпеки спеціалістів на протезно-ортезному виробництві, що впливають на якісне виготовлення протезного виробу та надання медичних послуг.

Висновок до Розділу 2

В цьому розділі було детально описано весь процес виготовлення індивідуальної протезної гільзи з полімерних матеріалів з використанням силіконових елементів та дотриманням виробничої безпеки. Починаючи зі збору анамнезу та огляду кукси пацієнта, ми визначали анатомічні дані кукси, та виготовили протезний виріб за індивідуальними потребами. Описані всі етапи: зняття мірок, створення гіпсового негативу та формування і обробка позитиву, вибір матеріалу, формування протезної гільзи гомілки. Завдяки цьому

підходу ми можемо виготовити гільзу яка буде відповідати анатомії та антропометрії пацієнта, що дає можливість виготовлення постійної гільзи протезу з урахуванням усіх змін на етапі формування термопласту під час примірювання. Після періоду адаптації ми визначаємо яка саме повинна бути постійна гільза.

Таким чином, обґрунтований підхід до виготовлення та оцінки протезу дозволяє забезпечити його максимальну ефективність та безпеку для пацієнта.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В ПРОТЕЗНО-ОРТЕЗНІЙ МАЙСТЕРНІ

3.1. Техніка безпеки під час роботи з обладнанням та інструментами

На практиці оптимальна організація виробництва без наявності безпечних і нормальних санітарно-гігієнічних умов праці неможлива. В організації техніки безпеки на виробництвах з переробки пластмас вирішальне значення мають такі заходи:

- боротьба з впливом шкідливих речовин; – попередження опіків;
- електробезпе́чність;
- попередження виробничого травматизму;
- попередження вибухів і пожеж. Все обладнання майстерні має підтримуватися в справному, чистому стані і робочому порядку, використовуватися тільки з дотриманням правил безпеки і зберігатися у відповідному місці.

Необхідна обережність під час роботи поруч з будь-якої електричної схемою. Треба завжди припускати, що схема приєднана і електроенергія підключена, поки не переконатися в зворотному. Не користуватися електричним приладом та механізмами без ознайомлення з інструкцією з використання та техніки безпеки. Обладнання має бути заземленим. [15]

3.2. Техніка безпеки під час роботи з обладнанням

Верстати

Високий ступінь уваги, обережності й здорового глузду потрібен під час роботи на будь-яких верстатах, оскільки є завжди ризик аварійної випадковості.

Верстати мають експлуатувати відповідно до норм виробника та інструкції щодо їхнього використання. [15]

У разі користування свердлильним верстатом або фрезою працівникам не можна носити просторий одяг або вільно розпущене волосся, які можуть бути захоплені в механізм, заподіявши пошкодження. Неохідно користуватися захисним одягом, таким як захисні фартухи та рукавички. Заборонено також підіймати що-небудь, нахилившись над верстатом, залазити на верстат.

Заборонено регулювати верстат, якщо вимикач не перебуває у положенні «ВИМКНУТО», і верстат не припинив рух повністю. Усі верстати повинні мати пристрій безпеки/захисту (запобіжник), який перериває подачу електроенергії і швидко зупиняє верстат у надзвичайній ситуації.

У разі користування свердлильним верстатом треба притиснути матеріал, який свердлиться, до робочого столу, або використовувати ручні лещата, щоб матеріал не перекинувся під час свердління.

Перед включенням електроенергії свердла необхідно міцно затиснути в круглому свердлильному патроні.

Під час використання фрез:

- необхідно завжди встановлювати запобіжник від коливань;
- ріжучі леза повинні добре регулюватися для рівноваги і бути затиснуті серед фрези. Не можна використовувати не відрегульовані машини;
- місцезнаходження верстата має бути вибрано так, щоб було достатньо вільного місця для комфортної роботи техника на фрезерному верстаті;
 - різні робочі інструменти мають зберігатися або бути розташовані біля станка так, щоб не було ризику пошкодження руки або пальців при виборі інструментів;
 - під час роботи необхідно користуватися окулярами для захисту очей і респіраторами від частинок матеріалу або пилу;
 - під час роботи на фрезерно-шліфувальному верстаті пристрій для відсмоктування або вакуумний пристрій повинні завжди включатися під час шліфування, крім шліфування сталі (оскільки є ризик виникнення пожежі через створення іскор).

Під час використання стрічкових пилок:

- лезо пилки має бути захищене до висоти максимального необхідного розрізу. Це досягається через верхні і нижні захисні пластини, дверцята або інші покриття поверх верхніх і нижніх приводних коліс самої пилки. Покриття має бути встановлено таким способом, що оператор не буде травмований, коли вискочить зламане лезо стрічкової пилки;

- верстати з настільною стрічковою пилкою повинні мати пристрій гальмування, що дозволяє швидко зупинити лезо стрічкової пилки в критичному випадку або після використання верстата;

- стрічкова пилка має очищатися після кожного використання;

можна використовувати леза стрічкової пилки тільки в повністю справному стані, які не мають відсутніх зубців і не зігнуті або викривлені;

маленькі деталі можна розрізати за допомогою стрічкової пилки, тільки використовуючи затискні пристрої, які запобігають пошкодженню рук.

3.3 Техніка безпеки під час роботи з інструментами та матеріалами

Інструменти, що використовуються для великої частини щоденної технічної роботи, часто гострі або дуже важкі і тому, під час застосування цих інструментів не належним чином виникає досить високий ризик аварійної випадковості і пошкодження.

З метою запобігання аварійних випадків необхідно виконувати такі правила:

- На робочому столі кожен технік повинен мати тільки необхідні інструменти, що відповідають виконуваній роботі. Всі інші інструменти, які не є необхідними для роботи в даний момент, мають зберігатися в ящику стенда або в інших спеціальних місцях для зберігання;
- Необхідно дотримуватися обережності з такими інструментами, як зубила, долота, молотки, напилки і т.д. та зберігати їх у справному стані. Наприклад, поверхні головок молотка мають бути в справному стані і мати гарну форму, розколи і закручені краї на наголошеній поверхні долота мають бути видалені;
- Всі інструменти мають правильно використовуватися, щоб запобігти будь-якому ризику аварійної випадковості. Після завершення роботи інструменти мають бути очищені та повернуті в місця для зберігання, щоб вони були доступними для використання іншими техніками;
- Перед тим, як використовувати молоток, слід переконатися, що ручка надійно прикріплена до головки молотка;

- Небезпека або ризик травми також існують, коли ручки напилка, скребки і т.д., не дуже добре очищені або не відрегульовані належним чином. Перед початком роботи з цими інструментами необхідно переконатися, що вони знаходяться в справному робочому стані;
- Під час роботи з шліфувальним каменем, шліфувальним верстатом або наждаком слід використовувати окуляри для захисту очей;
- У разі використання пили з рамою або дугою необхідно звернути увагу на стан пластин: чи є вона досить напружена, не викривлена, чи добре регулюється по дузі;
- Гострі інструменти мають транспортуватися обережно і в невеликих кількостях, наскільки це можливо, для безпеки і, щоб зберегти гострими ріжучі краї;
- Якщо технік або клініцист не працюють або не користуються оправками, металевими брусками, позитивами, ортезами, протезами або іншим матеріалом, то останні не повинні залишатися виступаючими з лещат або інших затискних пристосувань в проході приміщення, оскільки це може створити аварійну ситуацію для колег, що проходять повз. [15]

Зберігати отруйні, вогнебезпечні, агресивні матеріали, які мають шкідливі пари, можливо тільки в спеціальних та добре вентиляованих приміщеннях на безпечній висоті, в захищених контейнерах або в захисних шафах, призначених виключно для цієї мети і розташованих подалі від джерел вогню або високої температури. Використовувати можна тільки необхідну кількість матеріалу.

Протезисти повинні знати властивості матеріалів, які використовують, та пов'язані з ними правила безпеки.

Техніка безпеки під час переробки пластмас

Під час роботи з пластмасами доводиться мати справу з тими або іншими шкідливими речовинами, що можуть вражати шкіру, дихальні шляхи, нервову систему, кровообіг, а також при тривалому впливі викликати гострі та хронічні захворювання. Кожна шкідлива речовина має гранично-припустиму концентрацію (ГПК, звичайно вимірювану в мг/м³), нижче якої вони не виявляють свого шкідливого впливу. Перевищення ж ГПК призводить до отруєння цими речовинами.

Виключення безпосереднього контакту працюючих зі шкідливими речовинами і чистота робочих приміщень досягається такими заходами:

- герметизацією апаратів і комунікацій;
- місцевою і загальною припливно-витяжною вентиляцією;
- заміною шкідливих речовин менш шкідливими;
- забезпеченням робочих місць індивідуальними засобами захисту:
- респіраторами, захисними окулярами, рукавичками, спецодягом тощо.

Заходи щодо попередження виробничого травматизму та електробезпеки в робочих приміщеннях:

- огороження всіх частин устаткування, що рухаються;
- введення в експлуатацію устаткування припустимо тільки після відповідних іспитів;
- неприпустиме захаращення робочих місць і проходів, величина проходів має відповідати встановленим нормам;
- наявність захисного заземлення, занулення і захисного відключення електроустаткування;
- устрій і експлуатація електроустаткування мають відповідати правилам електромонтажних робіт і техніки безпеки;
- ручні електроінструменти, прилади, переносні лампи мають живитися тільки безпечною напругою: 12 В – в особливо небезпечних випадках (сирі

приміщення), 36 В – у приміщеннях з підвищеною небезпекою, або спеціально в захисному виконанні;

- до ремонту механічного й електротехнічного устаткування допускається тільки спеціальний персонал, що склав іспит із правил ведення робіт і техніку безпеки;
- у небезпечних місцях мають бути попереджувальні знаки, попереджувальне фарбування;
- працівники повинні проходити періодичний інструктаж. Знову прийняті працівники допускаються до роботи тільки після навчання і складання іспитів.

Протипожежні заходи на виробництві організуються залежно від ступеня вибухо- і пожежонебезпеки використовуваних у виробництві полімерів і допоміжних продуктів (товарних пластмас, органічних розчинників, розріджувачів).

Тверді товарні пластмаси і рідкі смоли без розчинників самі не запалюються і горять тільки при підвищеній температурі. Реактопласти, фторопласти, полівінілхлорид горять, але якщо полум'я прибрати – гаснуть. Термопласти горять і підтримують горіння з різною інтенсивністю. Добре горять поліетилен, оргскло, пінополіуретан тощо. Пінополіуретан під час горіння небезпечний тим, що виділяє отруйні пари синильної кислоти та ізоціанатів у концентраціях, в десятки і сотні разів перевищуючих припустимі. Пил товарних пластмас у визначених концентраціях вибухонебезпечний.

Особливу вибухо- і пожежонебезпеку мають летючі органічні розчинники, що мають дуже низькі температури спалаху і тому їх слід завжди зберігати в герметично закритій тарі, оберігати від відкритого вогню, в тому числі, від іскор електричних розрядів. Витрата вибухо- і пожежонебезпечних летючих органічних розчинників у виробничих приміщеннях має відбуватися з герметично закритих мірників.

Цехові приміщення з переробки реактопластів і термопластів належать до класу В. Виробництва, пов'язані з застосуванням вибухонебезпечних розчинників, належать до класу А або Б. [15]

Висновок до розділу 3

У третьому розділі проведено комплексний аналіз ефективності впровадження виробничої безпеки у протезуванні протезних гільз гомілки з полімерних матеріалів з використанням силиконових елементів, що дозволило сформулювати наступні положення:

1. Безпека - основна перевага та точність: Доведено, що дотримання всіх законодавчих вимог з правил виробничої безпеки дозволяє підвищити якість протезного виробу та зберегти здоров'я фахівця.
2. Клінічна безпека та гігієна: Встановлено, що спеціальне індивідуальне екіпірування радикально покращує умови праці та безпеку, як пацієнта так і спеціаліста. Нехтування безпечних умов в роботі з полімерними матеріалами знижує концентрацію фахівця у робочій зоні що напряду впливає на якість протезного виробу. Робота з термошафою, токсичними речовинами, з поганою вентиляційною системою та неякісним освітленням призводить до поганої продуктивності під час робочого процесу.

Отже, дотримання вимог виробничої безпеки на протезному підприємстві не лише знижує ризик виникнення травм і професійних захворювань, а й підвищує ефективність виробничого процесу, надає можливість надання якісної медичної послуги та та створює комфортні та безпечні умови праці.

ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження було досягнуто поставленої мети — визначення ролі виробничої безпеки у протезуванні та виготовленні протезної гільзи гомілки з полімерних матеріалів з використанням силіконових елементів. Результати роботи дозволяють сформулювати наступні положення відповідно до завдань:

1. За результатами аналізу актуальних проблем з дотриманням безпечних умов на підприємстві встановлено, що сучасні вимоги щодо безпеки під час виконання робочих обов'язків часто базуються на нехтуванні правил безпеки, які не враховують складну важливість виконання всіх вимог до забезпечення безпечних умов. Визначено, що найбільш перспективним напрямком для виготовлення якісного виробу є використання спеціального екіпірування, та використання вентиляційних систем та гарного освітлення під час робочого процесу, які є обов'язковою складовою кожного фахівця в протезно-ортезному підприємстві.
2. Шляхом вивчення індивідуальних аспектів виготовлення протезних гільз доведено, що ефективність створення первинної протезної гільзи з термопласту краще допомагає у швидкому коригуванні гільзи та прозора частина дає можливість бачити, як само розподіляється тиск в середині гільзи та прямо бачити врахування анатомічних особливостей кукси.
3. Розроблено та впроваджено технологічний процес виготовлення персоналізованого протезної гільзи з полімерного матеріалу з використанням силіконових елементів за індивідуальним гіпсовим зліпком. Дана технологія забезпечує точне прилягання виробу, рівномірний розподіл тиску на м'які тканини та можливість термічної корекції конструкції залежно від динаміки стану пацієнта (зменшення набряку чи зміна м'язового тонусу).
4. Сформульовано практичні рекомендації щодо впровадження виробничої безпеки у виробленні індивідуальних протезів у клінічну практику. Рекомендовано дотримуватись всіх вимог безпеки у протезуванні, використовувати лише персоналізовані зліпки для

виготовлення, що є критичним для формування комплаєнсу та досягнення максимального реабілітаційного ефекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Полімери медичного призначення. С.В. Гринь, А.Т. Синюгіна.
<https://iht.knu.ua/>
2. Полімери в біомедичній інженерії: матеріали для виробництва протезів та ортезів (огляд). Г. Д. Дудок, Н. Б. Семенюк, В. Д. Фарина, В. Й. Скорохода
Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра хімічної технології і переробки пластмас. halyna.d.dudok@lpnu.ua
3. Державні будівельні норми (ДБН) В.2.2-10:2022 «Заклади охорони здоров'я. Основні положення» Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 26.12.2022 №278 Реєстраційний номер BN01:4259-9592-6621-5622, https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3508997870881604750.
4. Гігієна праці: підручник / За редакцією академіка НАН України і НАМН України, професора Ю.І. Куднаєва, члена кореспондента НАМН України, професора О.П. Яворовського
5. Аврунін О.Г. Досвід організації в Україні системи підготовки фахівців з протезування та ортезування за сучасними міжнародними стандартами /О.Г.
6. Аврунін, В.В. Семенець, А.Д. Салєєва та ін. // Матеріали науково-практ.конф. з міжнародною участю «Реабілітація та протезування/ортезування ХХІ століття. Проблематика, перспективи та міжнародні стандарти відновлення рухової активності». – Харків, УкрНДІпротезування.
7. Semenets V., Salieieva A., Avrunin O., Grishchenko V., Karpenko I. & Solntseva I. (2021). Experience of the organization in Ukraine of the system of training of specialists for prosthetic industry according to international standards. New Collegium, 1(103). <https://doi.org/10.30837/nc.2021.1.19>
8. Сучасні інтелектуальні технології функціональної медичної діагностики: монографія / О.Г. Аврунін, Є.В. Бодянський, М.В. Калашник, В.В. Семенець, В.О. Філатов. – Харьков : ХНУРЕ, 2018.

9. Інтелектуальні технології моделювання хірургічних втручань: монографія / О.Г. Аврунін, С.Б. Безшапочний Є.В. Бодянський., В.В. Семенець, В.О. Філатов. – Харків: ХНУРЕ, 2018.
10. Постанова Кабінету Міністрів України № 321 від 05.04.2012 «Про забезпечення технічними та іншими засобами реабілітації», <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/321-2012-%D0%BF#Text>
11. Гільзи та системи кріплення протезів нижніх кінцівок <https://langs.physio-pedia.com/uk/lower-limb-prosthetic-sockets-and-suspension-systems-uk/>
12. <https://langs.physio-pedia.com/uk/principles-of-amputation-uk/>
13. Paternò L, Ibrahimi M, Gruppioni E, Mencassi A, Ricotti L. [Sockets for limb prostheses: a review of existing technologies and open challenges](#). IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 2018
14. Використання силіконових матеріалів у сучасних конструкціях високофункціональних технічних засобів реабілітації О.В. Близнюк, доцент., НТУ «ХП», м.Харків, Україна, І.Л. Солнцева, учений секретар, УкрНДІпротезування, м.Харків, Україна Л.О.Бєлєвцова, науковий співробітник УкрНДІпротезування. м.Харків, Україна. УДК 616.57-089.28; 616.57-77
15. С.В. Гринь, А.Т. Синюгіна ПОЛІМЕРИ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК Київ - 2023
16. А.Д. Салєєва, І.Л. Солнцева, Л.О. Бєлєвцова, Т.В. Носова, В.В. Семенець ВИРОБНИЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕРІАЛИ Навчальний посібник Харків-2022
17. ВИКОРИСТАННЯ СИЛІКОНОВИХ МАТЕРІАЛІВ У СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЯХ ВИСОКОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ Солнцева І.Л., к.т.н, учений секретар, Бєлєвцова Л.О., науковий співробітник, УкрНДІпротезування, Харків, Україна, Близнюк О.В., к.т.н, доцент., Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна, УДК 616.57-089.28; 616.57-77
18. Нормативно-правова база протезування в Україні 2025 <https://medconstructor.org/2025/03/14/normativno-pravova-baza-protezuвання-v-ukrayini/>

- 19.Barrios-Muriel J, Romero-Sánchez F, Alonso-Sánchez FJ, Rodríguez Salgado D. Advances in Orthotic and Prosthetic Manufacturing: A Technology Review. Materials (Basel). 2020 Jan 9;13(2):295. doi: 10.3390/ma13020295. PMID: 31936429; PMCID: PMC7013385.
- 20.Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 45 с.
- 21.Лозинська Т.М, Роменська Т.В. Стан перспективи розвитку протезної галузі в Україні в контексті виконання завдань соціальної політики воєнного часу. Економічний простір. 2024;(190):198-203. DOI: 10.32782/2224-6282/190-36.
- 22.Наказ МОЗ № 1976 (від 17.11.2023) «Заходи щодозахисту працівників від ризиків, пов'язаних з впливом хімічних речовин»