

**Анна ЄФІМЧУК**, студентка

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
м. Київ, Україна, e-mail: iefimchukanna@gmail.com

## ВИКОРИСТАННЯ БІОСУМІСНИХ МЕТАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕДИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

**Анотація.** В цій статті присутня інформація на тему використання біосумісних металів при виготовленні медичних інструментів, наведено основні ознаки вибору металічних матеріалів, негативні явища, які впливають на метали, а також способи боротьби з цими явищами. Складено список найпоширеніших металів в даній галузі та їх коротка характеристика

**Ключові слова:** біосумісні метали, металеві матеріали, корозія, біосумісні сталі, сталеві матеріали, високолеговані сталі, вибір біосумісного металу.

**Актуальність.** Тема вивчення металевих матеріалів, з яких виготовляються медичні інструменти, є надзвичайно актуальною з кількох причин:

По-перше, медичні інструменти є важливою складовою частиною будь-якої медичної процедури. Ці інструменти повинні бути стерильними, міцними, мати високий рівень стійкості до корозії та відповідати вимогам медичного стандарту.

По-друге, металеві матеріали можуть бути використані в різних медичних дисциплінах, таких як хірургія, стоматологія, офтальмологія, імплантологія тощо. Кожна з цих дисциплін має свої вимоги до властивостей металевих матеріалів.

По-третє, зміна металевих матеріалів, що використовуються в медичних інструментах, може привести до покращення якості медичної допомоги та зменшення ризиків для пацієнтів. Наприклад, нові матеріали можуть бути менш токсичними, більш стійкими до корозії та зносу, та мати кращі механічні властивості, що покращує довговічність медичних інструментів.

Тому вивчення металевих матеріалів, з яких виготовляються медичні інструменти, є надзвичайно важливою темою для подальшого покращення якості медичної допомоги та забезпечення безпеки пацієнтів.

**Мета.** За мету свого дослідження я поставила наступне:

1. Розглянути поняття «металеві матеріали». Перелічити та охарактеризувати властивості металів, з яких виготовляється медичний інструмент;
2. Розглянути критерії, за якими проводиться вибір металевих матеріалів;
3. Перелічити найпоширеніші в цій галузі метали та сплави, дати їм коротку характеристику, конкретизувати їх застосування в медичній практиці та порівняти метали, що мають однакову функцію.

**Результати та обговорення.** Металеві матеріали є дуже поширеними в медичній індустрії, оскільки вони мають багато властивостей, які роблять їх ідеальними для виготовлення медичних інструментів.

Медичні інструменти виготовляються з металевих матеріалів з кількох причин.

По-перше, металеві матеріали зазвичай мають високу міцність та жорсткість, що робить їх ідеальними для виготовлення інструментів, які повинні бути точними та витримувати високі навантаження.

По-друге, металеві матеріали досить довговічні та корозійно стійкі, що дозволяє їм зберігати свої властивості протягом тривалого часу та зберігати свою форму та функціональність при зберіганні та використанні.

По-третє, металеві матеріали можуть бути досить легкими та портативними, що робить медичні інструменти зручними для транспортування та використання. Нарешті, металеві матеріали зазвичай біологічно сумісні з організмом людини та не викликають алергічних реакцій, що дуже важливо для забезпечення безпеки пацієнтів.

Взагалі, вибір матеріалу для виготовлення медичних інструментів залежить від багатьох факторів, таких як тип інструменту, його функціональність та вимоги щодо міцності, жорсткості, корозійної стійкості та біологічної сумісності. Тому різні металеві матеріали можуть бути використані для виготовлення медичних інструментів в залежності від конкретних потреб та вимог медичної практики.

Розглянемо основні критерії, за якими обирається металічний матеріал.

1. Біологічна сумісність: Матеріал повинен бути біологічно сумісним з тканинами людини, тобто не викликати алергічних реакцій та не токсичний для організму;

2. Міцність: Матеріал повинен бути достатньо міцним, щоб витримувати навантаження, які виникають під час використання медичних інструментів;

3. Корозійна стійкість: Матеріал повинен бути стійким до корозії та різних хімічних речовин, які можуть зустрічатися в медичному середовищі;

4. Довговічність: Матеріал повинен бути достатньо довговічним, щоб забезпечити тривалий термін експлуатації медичного інструменту;

5. Стійкість до температурних впливів: Матеріал повинен бути стійким до високих температур, що можуть виникнути під час стерилізації медичного інструменту.

Така кількість різних критеріїв дозволяє підібрати оптимальний матеріал для кожного конкретного медичного інструменту залежно від його призначення та умов експлуатації.

Перейдемо до розгляду різновидів металічних матеріалів (таб. 1).

**Таблиця 1**  
Класифікація металів і металічних матеріалів

Чорні	Кольорові
Залізо	Мідь
Марганець	Алюміній
Хром	Титан
Сплави на їх основі	Бронза
	Латунь
	Сплави на їх основі

Проаналізуємо найпоширеніші серед металів кожної категорії та назву їх переваги та недоліки.

#### *Чорні метали*

Розглянемо найпоширеніший серед чорних металів – сталь. Сталь – це сплав заліза з вуглецем та іншими елементами. У медицині сталь використовується для виготовлення різних медичних інструментів, таких як скальпелі, пінцети, голки, імплантати, тощо. Проаналізувавши відомості про властивості цього металу, можна назвати наступні переваги: міцність, стійкість до корозії, сумісність з тілом (наприклад, нержавіюча сталь може бути біосумісною), легкість обробки та доступність (сталь є дешевшим металом, порівняно з іншими). Проте цей матеріал має доволі серйозні недоліки, що суттєво обмежує спектр використання сталі: її металева природа може викликати алергічну реакцію у деяких пацієнтів, а також може змінювати якість зображення на рентген

#### *Кольорові метали*

Латунь – найдешевший сплав, основою якого виступає мідь, в цьому сплаві основним легуючим елементом виступає цинк, до цього матеріалу нерідко додають олово, нікель, свинець або марганець. Перевагами цього матеріалу є міцність, доволі висока корозійна стійкість, легкість обробки (латунь легко обробляється та дає можливість без зайвих зусиль надавати їй різної форми, тож з неї можна виготовляти складніші за формою інструменти), та, не дуже важливий критерій, але все ж – естетичність (має привабливий зовнішній вигляд та може бути використана для виготовлення декоративних медичних інструментів), також цей сплав дуже дешевий. Серед недоліків даного матеріалу можна виокремити токсичність,

що може бути пов’язана з домішками свинцю в сплаві, а також здатність до окиснення в вологому середовищі.

Дюралюміній – це сплав, що складається з алюмінію, міді, магнію та інших металів. В медицині дюралюмінієва сталь використовується для виготовлення ножів, пінцетів і інших інструментів, які використовуються для проведення хірургічних операцій. Серед його переваг як і для попередніх металів: міцність, корозійна стійкість та легкість обробки. Проте цей сплав є доволі дорогим, а також здатний викликати алергічні реакції через певні домішки, що вимагає ще більшого контролю за виробами, виготовленими з нього.

Нейзильбер – це сплав, який складається в основному з міді, цинку та нікелю, з додаванням срібла. Цей сплав відрізняється високою міцністю, стійкістю до корозії, антибактеріальними властивостями та легкістю обробки. Серед основних недоліків можна виокремити токсичність, високу вартість та електропровідність, що унеможливило виготовлення інструментів електрохірургії.

Титан – метал, що набув найширшого використання в медицині. Він є біосумісним, міцним та корозійностійким матеріалом, також він легкий і має здатність інтегруватись з кісткою, що поширює його використання в заміні суглобів чи зубів. Він має ряд недоліків, зокрема титан є не дуже простим для обробки матеріалом, а також доволі дорогим.

На основі наведених характеристик можна сказати, що титан попри свої недоліки все ж більш поширений в медицині, ніж будь-який інший метал, оскільки має всі необхідні властивості для застосування саме в цій галузі. Він є порівняно більш застосовуваним, ніж інші метали з наведеного списку.

### **Висновок**

Метали та сплави біосумісні – металеві матеріали, що викликають мінімальні негативні реакції, або зовсім їх не викликають, контактуючи з внутрішнім середовищем живого організму. Вибір металічних матеріалів як сировини для виготовлення медичного інструментарію пов’язаний з рядом критеріїв, яким має відповідати метал, серед них біосумісність, міцність, корозійна стійкість, довговічність тощо. Серед найпоширеніших в медицині відомі наступні метали: сталь – доступна та міцна, проте може бути токсичною, латунь – дешева та пластична, але частково токсична і схильна до окиснень, дюралюміній – корозійно стійкий, але доволі дорогий та токсичний, нейзильбер – міцний, проте дорогий та електропровідний і титан – дорогим, але амагнітний, корозійностійкий, міцний та біосумісний матеріал.

### **Література**

1. Біоматеріали та біосумісність: Навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Медична інженерія» «Регенеративна та біофармацевтична інженерія» КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 97 с.
2. Матеріали та сплави біосумісні В.В. Лашнева, І.І. Максюта. // Енциклопедія Сучасної України : енциклопедія [електронна версія] / ред.: І.М. Дзюба, А.І. Жуковський, М.Г. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2018. Т. 19. URL: <https://esu.com.ua/article-66662>
3. Основи матеріалознавства. Навчальний посібник / Т.Б. Боброва. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 104 с.
4. Прикладна біохімія та біоматеріали. Частина 2. Біоматеріали та біосумісність: Навчальний посібник для практичних робіт з кредитного модуля дисципліни «Прикладна біохімія та біоматеріали. Частина 2. Біоматеріали та біосумісність» для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Регенеративна та біофармацевтична інженерія» / ред. Л. Є. Калашнікова; уклад. О. Я. Беспалова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 45 с.
5. Metallic Biomaterials: Current Challenges and Opportunities. MDPI. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1944/10/8/884>
6. The importance of metallic materials as biomaterials. Advances in Tissue Engineering & Regenerative Medicine: Open Access. URL: <https://medcraveonline.com/ATROA/the-importance-of-metallic-materials-as-biomaterials.html>