

The results of the study represent the engineering theory that allows analyzing the behavior of the support node of the oil pipeline and provides the numerical correction to traditional formulas for strength estimation.

1. Velychkovych, A.; Andrusyak, A.; Pryhorovska, T.; Ropyak, L. Analytical model of oil pipeline overground transitions, laid in mountain areas. *Oil Gas Sci. Technol.* 2019, 74, 65.

2. Dutkiewicz, M.; Velychkovych, A.; Andrusyak, A.; Petryk, I.; Kychma, A. Analytical Model of Interaction of an Oil Pipeline with a Support of an Overpass Built in a Mountainous Area. *Energies* 2023, 16, 4464.

**Горбань М.В., Тесля С.Ю., Соловійова Т.О.**

**(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м Київ)**

**ФОРМУВАННЯ МІКРОСТРУКТУРИ ПОРОШКОВИХ БІОМАТЕРІАЛІВ НА  
ОСНОВІ МАГНІЮ ТА ЦИНКУ**

E-mail: [gorban.max@i11.kpi.ua](mailto:gorban.max@i11.kpi.ua)

Сучасні тенденції медичної галузі показали перспективу та високий темп розвитку біоматеріалів, а потреба у надсучасних протезах все більше зростає [1]. Це свідчить про необхідність розробки нових технологій та матеріалів. Біоматеріал на основі магнію та цинку вже довгий час набуває актуальності, як дешевша альтернатива більш дорожчим металам. Але складність задачі полягає саме у вірній підготовці матеріалу, оскільки зв'язка магнію та цинку під час кристалізації може армуватись крихкими інтерметалідами, які знижують міцність [2].

Дослідження показали [3], що необхідно розробити зразок з високочистого порошку, з мінімальною кількістю домішок, також, що добавка цинку покращує механічні та антикорозійні властивості матеріалу, але важливо зазначити, що матеріали повинні бути максимально чистими магній (99,99 мас.%) та цинк (99,999 мас. %) [4].

Прогрес розвитку медицини та протезування потребує ефективного вивчення та розвитку нових матеріалів. Традиційні матеріали такі, як матеріали на основі

титану є доволі дорогими, для виготовлення простих протезів, тому біоматеріали на основі зв'язки магній цинку є ефективними, за рахунок своєї ціни [5].

Метою даної роботи є дослідження формування структури біоматеріалів на основі магнію та цинку, взятих у евтектичному співвідношенні (51,3 мас. % Zn та 48,7 мас. % Mg) та порошків ZK61 (Mg-Zn-Zr) і WE43 (Mg-Zn-Zr-Y-Gd-Nd), отриманих розпиленням газом. В якості вихідних порошків були взяті стружка магнію (150-200 мкм), цинк (5 мкм) та 5 мас.% порошків попередньо легованого магнію (WE43 та ZK61) з середнім розміром частинок 44 мкм.

Важливим аспектом роботи є досягнення високої чистоти виробів, оскільки магній може утворювати нові фази, які є шкідливими для організму людини, тому важливо проводити отримання зразків у інертному середовищі (аргоні), оскільки магній є активною речовиною.

Зразки пройшли термічну обробку спіканням за температури 430 °C протягом 30 хв. Для подальших дослідів зразки були використані наступні методи: оптична мікроскопія, електронна мікроскопія, рентгеноструктурний аналіз, вимірювання мікротвердості.

Встановлено, що під час спікання за 430 °C цинк розплавляється та утворює евтектику з магнієм, у цих місцях стружка втрачає свою морфологію та розділяється на фрагменти, які відрізняються за складом ( $\alpha$ -Mg та  $Mg_7Zn_3$ ). Навколо частинок WE43 та ZK61 знаходяться ділянки з цинком, який не провзаємодіяв з попередньо легованим порошком внаслідок низької температури спікання та малого часу витримки. Визначено, що твердість сплаву Mg-Zn-WE після спікання становить 83 HV0.1, на відміну від Mg-Zn-ZK 57.3 HV0.1. Така різниця мікротвердості пов'язана з наявністю інтерметалідів рідкоземельних елементів у вихідних порошках WE43.

Дослідження цих біоінертних матеріалів відкривають величезні можливості розробки нових дешевих протезів. Важливо зазначити, що ці матеріали повинні бути максимально чистими, за для зменшення окислення, оскільки це може негативно проявитися на пацієнту. Ці матеріали потенційно можуть зробити протезування більш доступним, що у теперішній кризовий час буде надзвичайно корисним. Та для повного застосування цих біоматеріалів необхідне подальше дослідження з рівномірним розподілом елементів, впливу температур та часу спікання та вимірювання корозійної стійкості. Такий аналіз більше дозволить розуміти методи покращення цих матеріалів та дозволить вдосконалити використання протезування та розвинути дану галузь.

Magnesium-Based Temporary Implants: Potential, Current Status, Applications, and Challenges Influence / Sankaranarayanan Seetharaman, Dhivya Sankaranarayanan, Manoj Gupta.– Department of Mechanical Engineering, College of Design and Engineering, National University of Singapore.– Published: 17 June 2023.– 40 P.– Mode of access : <https://www.mdpi.com/2079-4983/14/6/324>. – Title from the screen. – Date of review 20.04.2024.

Magnesium Implants: Prospects and Challenges / Parama Chakraborty Banerjee, Saad Al-Saadi, Lokesh Choudhary and others // Department of Chemical Engineering, Monash University. – Published: 3 January 2019. – Mode of access : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6337251/> .– Title from the screen. – Date of review 20.04.2024.

High purity biodegradable magnesium coating for implant application / Pravahan Salunke, Vesselin Shanov, Frank Witte. – Materials Science and Engineering: B. – Volume 176. – Issue 20. – 15 december 2011. – Pages 1711-1717.– Mode of access : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921510711003230> .– Title from the screen. – Date of review 20.04.2024.

Influence of zinc on the microstructure, mechanical properties and in vitro corrosion behavior of magnesium–zinc binary alloys / Erkan Koç, Bobby Kannan, Mehmet Ünal, Ercan Candan.– Journal of Alloys and Compounds.– Volume 648. – 291-296 Pages. – Mode of access : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925838815303637> .– Title from the screen. – Date of review 20.04.2024.

Human Mesenchymal Stem Cells Response to Magnesium-based Biomaterials / M.N. Siti Noor Fazliah, M.M. Yusuf, T.K. Abdullah, H. Zuhailawati.– Procedia Chemistry. – Vol.19. – P. 75-82. – Mode of access : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876619616001649> .– Title from the screen. – Date of review 20.04.2024.