

УДК 621.01

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2020.88.1.30

СПІВПРАЦЯ НАУКОВИХ ОСЕРЕДКІВ КРАЇН ЄВРОСОЮЗУ ТА УКРАЇНИ В ГАЛУЗІ ВПРОВАДЖЕННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БІОМЕДИЧНИХ ВИРОБІВ

Дурягіна З. А., Плешаков Е. І., Тепла Т. Л., Богун Л. І.,
Кулик В. В., Ізонін І. В., Лемішка І. А., Цвид Д. В.
Національний університет «Львівська політехніка»

Анотація. Адитивні технології (АТ) істотно випереджають та еволюціонують швидше за інші технологічні процеси виробництва. На сьогодні значна частина галузей виробництва використовує традиційні технології, тому в найближчому майбутньому вони можуть стати потенційними споживачами АТ. Розглянуті приклади застосування адитивних технологій, що дозволяють вирішувати складні завдання зі створення виробів біомедичного призначення вітчизняного виробництва завдяки досвіду європейських країн, це допоможе налагодити власне виробництво. Швидке зростання 3D-друку підтверджує високий потенціал цієї технології. Об'єднання наукових колективів у створення ефективного конкурентного середовища для розвитку АТ дозволить забезпечити технологічний прорив України в майбутнє.

Ключові слова: адитивні технології, біомедичні вироби, 3D-друк, імплантанти, прототипування, досвід країн ЄС.

Вступ

Розвиток процесів адитивного виробництва в світі, зокрема в Україні, є актуальним завданням щодо визначального впливу на економіку, промисловість та освіту. Цей напрям відкриває надзвичайно великі перспективи та створює передумови для вирішення глобальних проблем людства [1]. Адитивні технології (АТ) істотно випереджають інші технологічні процеси виробництва. За допомогою 3D-принтера стало можливим створювати будь-які фізичні об'єкти на основі тривимірних зображень. Це дозволяє використовувати процес прототипування майже в усіх сферах, зокрема в енергетиці, металургії, машино-, літако- та автомобілебудуванні, харчовій та хімічній промисловості, будівництві тощо.

АТ еволюціонують швидше за інші технологічні процеси виробництва, оскільки є основою національних пріоритетів економічного розвитку передових країн. За даними [2] в світовому виробництві 2014 року АТ найширше застосовувалися в промисловому виробництві верстатів з ЧПУ, роботів, комп'ютерів, принтерів, приладів електроніки, автомобілів тощо.

Медична та аерокосмічна галузі також належать до найбільших користувачів технологій АТ. Найвищий рівень фінансування європейських дослідницьких проектів стосується саме цих галузей застосування АТ [3].

Аналіз публікацій

Існують галузі виробництва, які не готові з різних причин замінити традиційні технології адитивними, але в найближчому майбутньому вони можуть стати їх потенційними споживачами.

Усю гаму основних адитивних технологій можна поділити на групи, подані на рис. 1.



Рис. 1. Сучасні методи адитивних технологій

Швидке зростання популярності 3D-друку підтверджує високий потенціал цієї технології та можливості її застосування в медичній галузі. На сьогодні в медицині 3D-друк застосовують в ортопедії, щелепно-лицевій хірургії, нейро- та кардіохірургії тощо. Хірурги все частіше застосовують технології тривимірного друку в різних ситуаціях планування та здійснення оперативного втручання. Практично кожен людський орган може бути відтворений за допомогою 3D-друку як тривимірна модель. Друкуються не тільки індивідуальні анатомічні моделі, але й індивідуальне медичне обладнання: апарати зовнішньої фіксації, шини, хірургічні пристрої та шаблони [4]. Без цієї революційної технології унеможливилася б індивідуальна адаптація багатьох медичних продуктів та послуг: ендопротезів, пристроїв доставляння ліків [5], інструментів, анатомічних моделей *in vitro* [6] тощо. Використання адитивних технологій дозволяє проектувати та виготовляти також імплантати та протези за допомогою перетворення рентгенівських, МРТ або КТ-сканувань у цифрові файли [7]. Таким чином, 3D-друк успішно використовується в галузі охорони здоров'я для виготовлення як стандартних, так і складних індивідуальних протезів і хірургічних імплантатів. Такий підхід використовувався для виготовлення дентальних імплантатів, а також імплантатів хребта та тазостегнових суглобів [8]. У таких випадках враховуються персональні анатомічні особливості конкретного пацієнта, скорочується час виготовлення імплантатів та їх вартість [9]. Під час технологічних процесів адитивного виробництва можуть використовувати матеріали різних кольорів та типів, що дозволяє виготовляти медичні моделі для візуалізації, навчання молодих спеціалістів, роз'яснення пацієнтам схеми лікування та патології [10].

Отже, кожна з адитивних технологій застосовується для відповідних матеріалів, які можуть бути в рідкому чи твердому станах (рис. 2). Для роботи з полімерами найчастіше використовують технології на основі екструзії, пошарового наплавлення, селективного лазерного спікання, струменевого друку. Працюючи з металевими біоматеріалами, застосовують спікання шару порошку, селективне лазерне або електронно-променеве плавлення [11, 12]; для керамічних матеріалів доцільно використовувати розбризкування сполучної речовини, екструзію матеріалу, спікання шару порошку та полімеризацію у

ванні [13, 14]. Це вимагає розвитку в дослідженнях технології побудови тривимірних моделей [15, 16].



Рис. 2. Матеріали для адитивних технологій

Надзвичайно актуальним і гострим є питання забезпечення медичного ринку України надійними й конкурентоспроможними вітчизняними імплантатами та протезами, спеціалізованою апаратурою та біосумісним інструментарієм, а також новітніми технологіями їх використання для проведення повноцінної реконструктивно-відновлювальної хірургії. Основним під час створення нових виробів медичного призначення є прогресивні матеріали та технології з високою наукоємністю, що покращують біологічні та механічні характеристики [17, 18].

Мета і постановка завдання

Метою даної роботи є дослідження основних аспектів АТ та їх ролі в сучасному виробництві та науці. Для досягнення мети були поставлені наступні завдання: проаналізувати чинники відставання України в сфері АТ, показати роль вищих навчальних закладів України у розвитку новітніх технологій.

Проблеми підготовки фахівців з адитивного виробництва у закладах вищої освіти України

У розвинених країнах основним джерелом економічного зростання є передова наука і впровадження новітніх технологій, що і зумовлює нагальну необхідність докорінного підвищення науково-технічного рівня економіки та впровадження заходів з організації співпраці науково-дослідних інститутів із закладами вищої освіти [17, 19]. Україна поки що не належить до країн, які активно розробляють та впроваджують АТ, зокрема в медичній галузі. На сьогодні лише українська стоматологія застосовує 3D-технології [1].

Відставання України в галузі АТ пов'язане з кількома чинниками:

- розвиток АТ вимагає значних державних та приватних інвестицій, сприятливого економічного клімату для створення інноваційних конкурентноспроможних продуктів і технологій [20];
- недостатня кількість як 3D-устаткування, так і нових матеріалів, придатних для різних галузей застосування;
- відсутність необхідної кількості фахівців високої кваліфікації з адитивних технологій, які повинні володіти глибокими знаннями з комп'ютерного проектування, матеріалознавства, технологій, які застосовуються для 3D-друку.

В українських закладах вищої освіти необхідно започаткувати підготовку фахівців такого профілю. Кафедра прикладного матеріалознавства та обробки матеріалів (ПМОМ) Національного університету «Львівська політехніка» в межах підготовки фахівців (І (бакалаврського) та ІІ (магістрського) рівнів вищої освіти) за спеціальностями 132 «Матеріалознавство» (спеціалізація «Прикладне матеріалознавство») та 136 «Металургія» (спеціалізація «Комп'ютерно-інтегровані технології художнього та стоматологічного лиття») намагається заповнити цю прогалину. Освітньо-професійних програм (ОПП) цих спеціальностей містять дисципліни чи їхні окремі розділи, метою вивчення яких є отримання знань з галузі АТ (рис. 3).



Рис. 3. Навчальні дисципліни, орієнтовані на вивчення АТ

Навчання студентів та їхня робота у відкритих інформаційних та комп'ютерних інтегрованих системах починається з вивчення простих за складністю навчальних комп'ютерних програм підтримки проектування (CAD), виробництва (CAM) та інженерного аналізу (CAE), а завершується опануванням промислових ліцензованих програм. Кафедра ПМОМ встановила міцні зв'язки з європейськими закладами вищої освіти та щороку скеровує студентів у межах програми Erasmus до КУ м. Льовен (Бельгія), Технологічного університету м. Лілль (Франція), де вони проходять семестрове навчання, зокрема за програмою ознайомлення з АТ під керівництвом професорів Пітера Арраса та Кріса Пітерса (м. Льовен), Жана-Бернара Вогта (м. Лілль).

Кафедра співпрацює з відомим у галузі сучасних біоматеріалів та технологій, зокрема АТ, науковим об'єднанням Asclepios, яке очолює відомий польський матеріалознавець професор Лешек Добжанський [21].

Завдяки тісній співпраці НУ «Львівська політехніка» зі структурами Європейського Союзу вдалося створити при кафедрі ПМОМ лабораторію «Сервіс-офіс...» й укомплектувати її сучасним обладнанням та програмним забезпеченням, які дозволяють не тільки суттєво вдосконалити навчальний процес, але й здійснювати різноманітні пошукові, експертні та наукові дослідження.

Висновки

Об'єднання наукових колективів у межах визначених пріоритетних напрямів з метою

координації їхніх зусиль у вирішенні наукових завдань і створення ефективного конкурентного середовища для розвитку АТ дозволить забезпечити технологічний прорив України в майбутнє, її економічну незалежність та безпеку, підвищити конкурентоспроможність науки та промисловості. Створення вітчизняних виробів біомедичного призначення з використанням методів адитивних технологій завдяки досвіду європейських країн дозволить налагодити власне виробництво. Це посприє досягненню значного соціально-економічного ефекту для України від імпортозаміщення та покращить якість життя та здоров'я нації.

Література

1. Андрощук Г. О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку. *Science, technologies, innovations*. 2017. №1. С. 68–77.
2. Wholers T., Caffrey T. Wohlers Report 2016. 3-D printing and Additive Manufacturing. State of the industry. Wohler Assoc. 2016.
3. Additive Manufacturing in FP7 and Horizon 2020. Report form the EC Workshop on Additive Manufacturing. European Commission. 2014. P. 78.
4. Nikolaenko A. N. Application of 3-D modeling and three-dimensional printing in surgery (review of literature) // *medline.ru*. 2018. № 18. P. 20–25.
5. Duriagina Z., Holyaka R., Tepla T., Kulyk V., Arras P., Eyngorn E. Identification of Fe₃O₄ Nanoparticles Biomedical Purpose by Magnetometric Methods. *Biomaterials in Regenerative Medicine*. Chapter 17. P. 379–407 DOI: 10.5772/intechopen.69717 (2018).
6. Groll J., Boland T., Blunk T. Biofabrication: reappraising the definition of an evolving field. *Biofabrication*. 2016, v. 8 (1), p. 013001.; Zhang Y., Yue K., Aleman J. et al. 3D bioprinting for tissue and organ fabrication. *Annals of biomedical engineering*. 2016. V. 45 (1). P. 148–163.
7. Gross B, Erkal J, Lockwood S. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. *Anal Chem*. 2014. 86(7):3240–3253.
8. Banks J. Adding value in additive manufacturing: Researchers in the United Kingdom and Europe look to 3D printing for customization. *IEEE Pulse*. 2013;4(6):22–26.
9. Ventola C. Medical applications for 3D printing: current and projected uses. *Pharmacy and Therapeutics* 39.10 (2014): 704.
10. Котельников, Г. П., Колсанов, А. В., Николаенко, А. Н., Попов, Н. В., Иванов, В. В., Щербовских, А. Е., Платонов, П. В. Применение 3Д-моделирования и аддитивных технологий в персонифицированной медицине. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи* 2017. № 1. С. 20–26.
11. Izonin A., Trostianchyn A., Duriagina Z., Tkachenko R., Tepla T., Lotoshynska N. The Combined Use of the Wiener Polynomial and SVM for Material Classification Task in Medical Implants Production, *International Journal of Intelligent Systems and Applications(IJISA)*. Vol. 10. No. 9. 2018. P. 40–47.
12. Moylan S., Whintont E., Lane B., Slotwinski J. Infrared Thermography for Laser-Based Powder Bed Fusion Additive Manufacturing Processes. 40-th Annual Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation. 2015. P. 1191–1196.
13. Skardal A., Atala A. Biomaterials for integration with 3-D bioprinting. *Annals of biomedical engineering*. 2014. V. 43 (3). P. 730–746.
14. Deckers J., Vleugels J., Kruth J-P. Additive Manufacturing of Ceramics. *Journal of Ceramic Science and Technology*. 2014. Vol. 5(4). P. 245–260.
15. Ізонін І. В., Лотошинська Н. Д. Дослідження технології побудови тривимірних моделей. Інформаційні технології: проблеми та перспективи: монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. Харків: Вид. Рожко С. Г., 2017. С. 402–417.
16. Pleier S., Goy W, Schaub B., Hohmann M., Mede M., Schumann R. EIGA-Innovative Production Method for Metal Powder from Reactive and Refractory Alloys. International conference, Powder metallurgy and particulate materials; Advances in powder metallurgy and particulate materials: proceedings of the international conference on powder metallurgy and particulate materials. 2004. Vol. 1. P. 2–49.
17. <http://www.nas.gov.ua>.
18. Zhou Y. L., Niinomi M., Akahori T., Fukui H., Toda H. Corrosion resistance and biocompatibility of Ti-Ta alloys for biomedical applications. *Materials Science and Engineering*. 2005. P. 28–36.
19. Milewski J. Additive Manufacturing of Metals: From Fundamental Technology to Rocket Nozzles, Medical Implants, and Custom Jewelry, 1st ed. Springer. 2017. 343 p.
20. Duriagina Z., Bohun L., Pleshakov E., Tepla T. Innovation technologies in training specialists in engineering materials science. *Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science*. 2015. Volume 1, Number 1. P. 125–134. ISSN 2411-8001.
21. Leszek A. Dobrzanski. Honorowy Profesor Politechniki Lwowskiej. Open Access Library. *Annal VII*, 2017. Issue 3. 119 s.

References

1. Androshchuk H. O. Adytyvni tekhnolohii: perspektyvy i problemy 3D-druku. *Science, technologies, innovations*. 2017. №1. S. 68–77.
2. Wholers T., Caffrey T. Wohlers Report 2016. 3-D printing and Additive Manufacturing. State of the industry. Wohler Assoc. 2016.

3. Additive Manufacturing in FP7 and Horizon 2020. Report from the EC Workshop on Additive Manufacturing. European Commission. 2014. P. 78.
 4. Nikolaenko A. N. Application of 3-D modeling and three-dimensional printing in surgery (review of literature) // medline.ru. 2018. № 18. P. 20–25.
 5. Duriagina Z., Holyaka R., Tepla T., Kulyk V., Arras P., Eyngorn E. Identification of Fe₃O₄ Nanoparticles Biomedical Purpose by Magnetometric Methods. Biomaterials in Regenerative Medicine. Chapter 17. P. 379–407 DOI: 10.5772/intechopen.69717 (2018).
 6. Groll J., Boland T., Blunk T. Biofabrication: reappraising the definition of an evolving field. Biofabrication. 2016, v. 8 (1), p. 013001.; Zhang Y., Yue K., Aleman J. et al. 3D bioprinting for tissue and organ fabrication. Annals of biomedical engineering. 2016. V. 45 (1). P. 148–163.
 7. Gross B., Erkal J., Lockwood S. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. Anal Chem. 2014. 86(7):3240–3253.
 8. Banks J. Adding value in additive manufacturing: Researchers in the United Kingdom and Europe look to 3D printing for customization. IEEE Pulse. 2013;4(6):22–26.
 9. Ventola C. Medical applications for 3D printing: current and projected uses. Pharmacy and Therapeutics 39.10 (2014): 704.
 10. Kotelnikov, H. P., Kolsanov, A. V., Nikolaenko, A. N., Popov, N. V., Yvanov, V.V., Shcherbovskykh, A. E., Platonov, P. V. Prymenenye 3D-modelyrovaniya y addytyvnykh tekhnolohiyi v personyfytsirovannoi medytsyne // Sarkomy kostei, miashkykh tkanei y opukholy kozhyiu. 2017. № 1. C. 20–26.
 11. Izonin A., Trostianchyn A., Duriagina Z., Tkachenko R., Tepla T., Lotoshynska N. The Combined Use of the Wiener Polynomial and SVM for Material Classification Task in Medical Implants Production, International Journal of Intelligent Systems and Applications(IJISA). Vol. 10. No. 9. 2018. P. 40–47.
 12. Moylan S., Whinton E., Lane B., Slotwinski J. Infrared Thermography for Laser-Based Powder Bed Fusion Additive Manufacturing Processes. 40th Annual Review of Progress in Quantitative Non-destructive Evaluation. 2015. P. 1191–1196.
 13. Skardal A., Atala A. Biomaterials for integration with 3-D bioprinting. Annals of biomedical engineering. 2014. V. 43 (3). P. 730–746.
 14. Deckers J., Vleugels J., Kruth J-P. Additive Manufacturing of Ceramics. Journal of Ceramic Science and Technology. 2014. Vol. 5(4). P. 245–260.
 15. Izonin I. V., Lotoshynska N. D. Doslidzhennia tekhnolohii pobudovy tryvymirnykh modelei // Informatsiini tekhnolohii: problemy ta perspektyvy : monohrafiia / za zah. red. V. S. Pomarenka. Kharkov: Vyd. Rozhko S. H., 2017. C. 402–417.
 16. Pleier S., Goy W., Schaub B., Hohmann M., Mede M., Schumann R. EIGA-Innovative Production Method for Metal Powder from Reactive and Refractory Alloys. International conference, Powder metallurgy and particulate materials; Advances in powder metallurgy and particulate materials: proceedings of the international conference on powder metallurgy and particulate materials. 2004. Vol. 1. P. 2–49.
 17. <http://www.nas.gov.ua>.
 18. Zhou Y. L., Niinomi M., Akahori T., Fukui H., Toda H. Corrosion resistance and biocompatibility of Ti-Ta alloys for biomedical applications. Materials Science and Engineering. 2005. P. 28–36.
 19. Milewski J. Additive Manufacturing of Metals: From Fundamental Technology to Rocket Nozzles, Medical Implants, and Custom Jewelry, 1st ed. Springer. 2017. 343 p.
 20. Duriagina Z., Bohun L., Pleshakov E., Tepla T. Innovation technologies in training specialists in engineering materials science. Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science. 2015. Volume 1, Number 1. P. 125–134. ISSN 2411-8001.
 21. Leszek A. Dobrzanski. Honorowy Profesor Politechniki Lwowskiej. Open Access Library. Annal VII, 2017. Issue 3. 119 s.
- Дурягіна Зоя Антонівна**, д.т.н., професор кафедри прикладного матеріалознавства та обробки матеріалів, тел.: +38-067-579-75-21, e-mail: zduriagina@gmail.com, Національний університет «Львівська політехніка», вул. Устияновича, 5, м. Львів, 79013, Україна,
- Плешаков Едуард Іванович**, к.т.н., доцент кафедри прикладного матеріалознавства та обробки матеріалів, тел.: +38-067-997-54-70, e-mail: ed.matchak@gmail.com, Національний університет «Львівська політехніка», вул. Устияновича, 5, м. Львів, 79013, Україна,
- Тепла Тетяна Леонідівна**, к.т.н., доцент кафедри прикладного матеріалознавства та обробки матеріалів, тел.: +38-067-933-66-99, e-mail: tetiana.l.tepla@lpnu.ua, Національний університет «Львівська політехніка», вул. Устияновича, 5, м. Львів, 79013, Україна,
- Богун Лідія Ігорівна**, к.т.н., доцент кафедри прикладного матеріалознавства та обробки матеріалів, тел.: +38-097-340-10-75, e-mail: lidabohun@gmail.com, Національний університет «Львівська політехніка», вул. Устияновича, 5, м. Львів, 79013, Україна,
- Кулик Володимир Володимирович**, к.т.н., асистент кафедри прикладного матеріалознавства та обробки матеріалів, тел.: +38-067-282-35-72, e-mail: kulykvolodymyrvolodymyrovych@gmail.com, Національний університет «Львівська політехніка», вул. Устияновича, 5, м. Львів, 79013, Україна,
- Ізонін Іван Вікторович**, к.т.н., асистент кафедри інформаційних технологій видавничої справи, тел.: +38-098-888-96-87, e-mail: ivanizonin@gmail.com, Національний університет «Львівська

політехніка», вул. Ст. Бандери, 28а, м. Львів, 79013, Україна,

Лемішка Ігор Анатолійович, к.т.н., асистент кафедри прикладного матеріалознавства та обробки матеріалів, тел.: +38-050-239-71-35, e-mail: mzihor@ukr.net, Національний університет «Львівська політехніка», вул. Устияновича, 5, м. Львів, 79013, Україна.

Цвид Діана Владиславівна, студентка групи МЗПМ-21 кафедри прикладного матеріалознавства та обробки матеріалів, тел.: +38-097-143-61-00, e-mail: diannatsvyd@gmail.com, Національний університет «Львівська політехніка», вул. Устияновича, 5, м. Львів, 79013, Україна.

Сотрудничество научного центра стран Евросоюза и Украины в области внедрения аддитивных технологий для изделий биомедицины
Аннотация. Аддитивные технологии (АД) существенно опережают и эволюционируют быстрее других технологических процессов производства изделий. На сегодня значительная часть отраслей производства использует традиционные технологии, поэтому в ближайшем будущем они могут стать потенциальными потребителями АД. Рассмотрены примеры применения аддитивных технологий, позволяющие решать сложные задачи по созданию изделий биомедицинского назначения отечественного производства, что благодаря опыту европейских стран позволит наладить собственное производство. Быстрый рост 3D-печати подтверждает высокий потенциал этой технологии. Объединение научных коллективов с целью создания эффективной конкурентной среды для развития АО позволит обеспечить технологический прорыв Украины в будущее.

Ключевые слова: аддитивные технологии, биомедицинские изделия, 3D-печать, имплантаты, прототипирование, опыт стран ЕС.

Дурягина Зоя Антоновна, д.т.н., профессор кафедры прикладного материаловедения и обработки материалов, тел.: + 38-067-579-75-21, e-mail: zduriagina@gmail.com, Национальный университет «Львовская политехника», ул. Устияновича, 5, г. Львов, 79013, Украина,

Плешаков Эдуард Иванович, к.т.н., доцент кафедры прикладного материаловедения и обработки материалов, тел.: + 38-067-997-54-70, e-mail: ed.matchak@gmail.com, Национальный университет «Львовская политехника», ул. Устияновича, 5, г. Львов, 79013, Украина,

Тепла Татьяна Леонидовна, к.т.н., доцент кафедры прикладного материаловедения и обработки материалов, тел.: + 38-067-933-66-99, e-mail: tetiana.l.tepla@lpnu.ua, Национальный университет «Львовская политехника», ул. Устияновича, 5, г. Львов, 79013, Украина,

Богун Лидия Игоревна, к.т.н., доцент кафедры прикладного материаловедения и обработки материалов, тел.: + 38-097-340-10-75, e-mail: lidabohun@gmail.com, Национальный универси-

тет «Львовская политехника», ул. Устияновича, 5, г. Львов, 79013, Украина,

Кулик Владимир Владимирович, к.т.н., ассистент кафедры прикладного материаловедения и обработки материалов, тел.: + 38-067-282-35-72, e-mail: kulykvolodymyrvolodymyrovych@gmail.com, Национальный университет «Львовская политехника», ул. Устияновича, 5, г. Львов, 79013, Украина,

Изонин Иван Викторович, к.т.н., ассистент кафедры информационных технологий издательского дела, тел.: + 38-098-888-96-87, e-mail: ivanizonin@gmail.com, Национальный университет «Львовская политехника», ул. Ст. Бандеры, 28а, г. Львов, 79013, Украина,

Лемішка Ігорь Анатольевич, к.т.н., ассистент кафедры прикладного материаловедения и обработки материалов, тел.: + 38-050-239-71-35, e-mail: mzihor@ukr.net, Национальный университет «Львовская политехника», ул. Устияновича, 5, г. Львов, 79013, Украина,

Цвид Диана Владиславовна, студентка группы МЗПМ-21 кафедры прикладного материаловедения и обработки материалов, тел.: + 38-097-143-61-00, e-mail: diannatsvyd@gmail.com, Национальный университет «Львовская политехника», ул. Устияновича, 5, г. Львов, 79013, Украина.

Cooperation of the Research Centers of the European Union and Ukraine in the implementation of additive technologies for biomedicine products

Abstract. The need to save material resources and reduce the cost of production requires that manufacturers and processors of raw materials improve existing technologies for shaping products and introduce new highly effective solutions. Recently, in such high-tech industries as mechanical engineering, the aerospace industry, there has been a significant intensification of research on the development of new technological approaches for obtaining expensive parts using additive technologies (3D printing technologies). This approach is based on layer-by-layer formation of objects, when at the initial stage each new layer of the future part is a powder fraction consisting of identical or different particles of a structural material in shape and size. Additive technologies (AT) are significantly ahead and evolve faster than other technological processes of product manufacturing. Today, a significant proportion of industries use traditional technologies, so in the near future they can become potential consumers of AT. Examples of application of additive technologies are considered, allowing to solve difficult tasks on creation of products of biomedical purpose of domestic production thanks to experience of European countries, and the will to adjust the own production. The rapid growth of 3D printing confirms the high potential of this technology. The unification of scientific groups in creating an effective competitive environment for the development of JSC will allow a technological breakthrough for Ukraine in the future.

Keywords: *additive technology, biomedical products, 3D-printing, implants, prototyping, experience of EU countries.*

Duriagina Zoia, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Applied Materials Science and Material Engineering, tel.: +38-067-579-75-21, e-mail: zduriagina@gmail.com, Lviv Polytechnic National University, st. Ustyianovych, 5, Lviv, 79013, Ukraine,

Pleshakov Eduard, Ph.D., Associate Professor of the Department of Applied Materials Science and Material Engineering, tel: +38-067-997-54-70, e-mail: ed.matchak@gmail.com, Lviv Polytechnic National University, st. Ustyianovych, 5, Lviv, 79013, Ukraine,

Tepla Tetiana, Ph.D., Associate Professor of the Department of Applied Materials Science and Material Engineering, tel.: +38-067-933-66-99, e-mail: tetiana.l.tepla@lpnu.ua, Lviv Polytechnic National University, st. Ustyianovych, 5, Lviv, 79013, Ukraine,

Bogun Lidiya, Ph.D., Associate Professor of the Department of Applied Materials Science and Material Engineering, tel: +38-097-340-10-75, e-mail: lidabohun@gmail.com, Lviv Polytechnic National

University, st. Ustyianovych, 5, Lviv, 79013, Ukraine,

Kulyk Volodymyr, Ph.D., Associate Professor of the Department of Applied Materials Science and Material Engineering, tel: +38-067-282-35-72, e-mail: kulykvolodymyrvolodymyrovych@gmail.com, Lviv Polytechnic National University, st. Ustyianovych, 5, Lviv, 79013, Ukraine,

Izonin Ivan, Ph.D., Assistant, Department of Information Publishing Technology, tel: +38-098-888-96-87, e-mail: ivanizonin@gmail.com, Lviv Polytechnic National University, st. St. Bandera, 28a, Lviv, 79013, Ukraine,

Ihor Lemishka, Ph.D., Assistant Professor of the Department of Applied Materials Science and Material Engineering, tel: +38-050-239-71-35, e-mail: mzihor@ukr.net, Lviv Polytechnic National University, st. Ustyianovych, 5, Lviv, 79013, Ukraine,

Tsvyd Diana, student of group MSPM-21 of the Department of Applied Materials Science and Material Engineering, tel: +38-097-143-61-00, e-mail: dian-natsvyd@gmail.com, Lviv Polytechnic National University, st. Ustyianovych, 5,5, Lviv, 79013, Ukraine.
