

темплетів виготовлених з шарошок провідних зарубіжних виробників, зокрема шарошок доліт „Baker Hughes” встановлено дещо інший характер кривої розподілу вуглецю. В ділянці, що приблизно відповідає  $\frac{1}{4}$  глибини цементованого шару від поверхні, виявлено ділянку зі сталою концентрацією вуглецю. Як показує досвід зміцнення цементованих шарошок такого ефекту можна добитися контрольованим процесом цементації (згідно моделі процесу) та на етапі другого гартування. Також специфікації „Reed Tool Co.”, „Security DBS Dresser Industries Inc.” та ін. регламентують жорсткий контроль концентрації вуглецю, наголошуючи на тому, що при збільшенні вуглецю більше 0,8% в поверхневому цементованому шарі та за умов неоптимального характеру розподілу різко підвищується схильність шарошки до крихкого руйнування. Тому надзвичайно важливим є контроль параметрів термообробки, особливо другого гартування та відпусків. Також важливо забезпечити дотримання вимог щодо раціонального розподілу концентрації вуглецю та твердості загартованого цементованого шару шарошок.

#### Список посилань

1. Яким Р. С. Теорія і практика забезпечення якості та експлуатаційних показників цементованих деталей шарошкових бурових доліт: монографія. / Яким Р. С., Петрина Ю. Д. – Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2011. – 189 с.
2. Yakym R. S. Increase of durability of three-cone rock bit cutters. / Yakym R. S., Petryna D. Yu. // *Journal of Hydrocarbon Power Engineering*. – 2017. – Vol. 4, Issue 2. – P. 49 – 53.
3. Яким Р. С. Аналіз причин раптових руйнувань шарошок тришарошкових бурових доліт зі вставним породоруйнівним оснащенням. / Яким Р. С., Петрина Д. Ю. // *Нафтогазова енергетика*. – 2019. – № 1(31). – С. 72 – 82.
4. Elevated temperature toughness and fatigue testing of steels for geothermal Applications: Final Report: BNL Contract № 492267-S, Number of registration: October, 1981, TR 81-97 / R. A. Cutler, E. C. Goodman, R. R. Hendricks (Terra Tek, Inc.), W. C. Leslie (University of Michigan) – [Submitted to: Brookhaven National Laboratory, Attn: Dr. Daniel Van Rooyen]. – New York: Terratek, 1981. – 140 p. (University research park, Salt lake City, Utah).

УДК 004.9:621.7

**Макруха Т. О., канд. техн. наук, доцент**  
**Пузырьов О. Л., канд. техн. наук, доцент**  
**Кисельова Ю. О., студент**

Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті, м. Кропивницький  
[tmakruha@gmail.com](mailto:tmakruha@gmail.com)

### ВИКОРИСТАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 131 «ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА»

Технології 3D-друку з кожним днем набувають ширшого використання та навіть впроваджуються у виробництво продукції. Кілька десятиліть тому адитивні технології застосовувалися виключно для прототипування, а нині використовуються під час виробництва високоточних надсучасних приладів і систем. Різноманітність методів тривимірного друку, широка номенклатура використовуваних матеріалів і вражаючі можливості такої техніки дозволили залучити 3D-друк у багатьох сферах життєдіяльності людини. Крім того, адитивні технології також можуть бути використані для виготовлення компонентів машин і обладнання з високою точністю і міцністю, що може бути важливо для деяких застосувань [1]. Наприклад, титанові деталі, створені з використанням 3D-друку, можуть бути легкими, міцними та стійкими до корозії, що є важливим у літакобудуванні.

Існує кілька видів 3D-друку, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Давайте розглянемо деякі з них:

1) Fused Deposition Modeling (FDM) або Fused Filament Fabrication (FFF): метод використовує пластикові нитки, які плавляться та відкладаються шарами, щоб створити об'єкт. Його перевагою є те, що він відносно дешевий та простий у використанні. Однак, недоліками є більш обмежена точність та якість поверхні в порівнянні з іншими методами, а також більш великі шанси на виникнення дефектів при друку.

2) Stereolithography (SLA): метод використовує лазер для зміцнення рідинних смол, які тверднуть під дією світла. Його перевагою є висока точність та якість поверхні, а також можливість створювати складні деталі з високою деталізацією. Недоліками є більш високі витрати на матеріали та обмежені розміри друкування.

3) Selective Laser Sintering (SLS): метод використовує лазер для зміцнення порошкового матеріалу, який тверднить і утворює об'єкт. Його перевагою є висока точність та можливість використання більш широкого спектру матеріалів, включаючи метали та кераміку. Недоліками є високі витрати на обладнання та матеріали, а також обмежена якість поверхні.

4) Binder Jetting (BJ): метод використовує зв'язуючу рідину та порошковий матеріал, який твердіє під дією світла. Його перевагою є більш доступні витрати на матеріали та обладнання, а також можливість створення деталей більшого розміру ніж інші методи друку. Недоліками BJ є обмежена точність та розширення матеріалів, які можна використовувати. Більшість матеріалів, які можна використовувати з цим методом, мають досить низьку температуру плавлення, тому неможливо використовувати матеріали, які потребують високої температури. Крім того, зазвичай зображення з високою роздільною здатністю не можуть бути відтворені з високою точністю в порівнянні з іншими методами друку, такими як SLS або SLM.

5) Digital Light Processing (DLP): цей вид 3D-друку використовує спеціальний проектор, щоб зміцнити рідинну смолу, створюючи деталь за деталлю. Перевагами DLP є швидкість друку та висока точність. Однак недоліками є обмежена здатність до друку високоточних деталей та обмеженість використання матеріалів, оскільки рідинна смола може бути досить дорогим матеріалом [2, 3].

В результаті дослідження було обрано спосіб Fused Deposition Modeling (FDM), оскільки цей метод є одним з найпоширеніших видів 3D-друку, який відрізняється своєю простотою та доступністю. Крім того, FDM може бути використаний для вирішення широкого спектру завдань, таких як виготовлення прототипів, моделей, інструментів, запчастин та інших предметів. Також, на відміну від інших методів 3D-друку, він не вимагає спеціальних підготовок поверхні та дозволяє друкувати більш складні форми. Тому він є найкращим варіантом для використання в вищих навчальних закладах для спеціальності 131 «Прикладна механіка» для освоєння дисциплін «Адитивні технології», «Деталі машин», «Технологія машинобудування» тощо.

Для виготовлення деталей обрано PLA-пластик, оскільки він є:

1) екологічним: PLA виготовляється зі стійкої до розкладання рослинної сировини, тому він біорозкладається і не завдає шкоди навколишньому середовищу.

2) легким до друку: PLA дуже легко друкувати і не потребує спеціального обладнання.

3) не містить отруйних речовин, тому він не виділяє неприємних запахів при друкуванні.

4) жорстким: PLA дуже жорсткий і міцний матеріал, що робить його ідеальним для друкування міцних та стійких деталей.

5) має широкий вибір кольорів: PLA доступний у великому асортименті кольорів, що дозволяє створювати яскраві та красиві вироби.

6) дешевим: PLA відносно недорогий матеріал, що робить його доступним для багатьох користувачів.

На рис. 1. наведено виготовлені деталі студентами 3 курсу групи ПМ-20 Економіко-технологічного інституту імені Роберта Ельворті.



Рис. 1 – Деталі отримані за допомогою 3D-друку: а) болт та гайка; б) електричний лічильник

#### Список посилань

1. Муравйов О. В. Сучасний стан та перспективи розвитку адитивних технологій / О. В. Муравйов, Ю. М. Нижник, В. Ф. Петрик, А. Г. Протасов, К. М. Серий // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 2021. – Том 32 (71). – № 5. – С. 114-119.
2. Андрощук Г. О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку / Г. О. Андрощук // Наука, технології, інновації. – 2017. – № 1 (1). – С. 68-77.
3. Пасічник В. А. Стан і перспективи адитивного виробництва / В. А. Пасічник / Резание и инструменты в технологических системах, 2018. – № 89. – С. 134-140.

УДК 621.715.4

Олійник С.Ю., канд. техн. наук

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ,  
[dgma.tm.su.oleynik@gmail.com](mailto:dgma.tm.su.oleynik@gmail.com)

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МАГНІТОМ'ЯКИХ ЕЛАСТОМЕРІВ В ВУЗЛАХ ПРИСТОСУВАНЬ

Основні проблеми базових поверхонь тонкостінних великогабаритних оболонок є похибки форми, що впливає на динамічні характеристики технологічної системи (ТС) під час механічної обробки [1, 2]. Зменшити вплив похибки форми можливо при використанні матеріалу, який приймає існуючу базову форму поверхні, вибирає зазори і дозволяє закріпити заготовку з достатньою силою. Серед таких матеріалів запропоновано розглянути магнітом'які еластомери (ММЕ). ММЕ знайшли достатнє використання в різноманітних приладах, пристосуваннях і елементах, які призначені для підвищення жорсткості технічної системи і дисипації коливань [3, 4].

До властивостей ММЕ відноситься: «магнітодеформаційний ефект» – зміна розміру і форми в напрямку дії магнітного поля, магнітореологічний ефект – підвищення жорсткості під дією магнітного та електричного поля та підвищення коефіцієнта дисипації.

Дослідження магнітореологічних еластомерів в більшості стосуються дослідження складових, структури та технології їх отримання з заданими властивостями. Дані експериментальних досліджень властивостей в різних джерелах розрізняються. Це може бути пов'язано з тим, що властивості таких матеріалів в більшості залежать від їх структури, технології виготовлення та розмірів частинок.