

УДК 621.7

Вишнепольський Є.В.¹, Шевченко О.С.¹, Циплаков В.С.²

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. М-112м НУ «Запорізька політехніка»

ПІДВИЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ З НЕЙЛОНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Матеріали для 3D-друку, що використовуються для моделювання методом наплавлення (FDM), є термопластичні полімери у формі нитки. Для цього типу процесу 3D-друку існує багато різних матеріалів. Найбільш поширені матеріали для технології FDM є ABS (акрилонітрил-бутадієн-стирол), PLA (полімолочна кислота) і нейлон (поліамід), але також можуть використовуватися інші різновиди матеріалів, такі як суміш пластику та дерева або вуглецю. Для цієї технології 3D-друку можуть використовуватись і інженерні матеріали (PA, TPU і PETG), а також деякі високоефективні термопластичні матеріали (PEI або PEEK) [1].

Нейлон – це напівкристалічний та, як правило, дуже міцним матеріал з гарною термічною та хімічною стійкістю. Нейлон має тенденцію поглинати вологу із довкілля. Це поглинання триває доти, доки не буде досягнуто рівноваги, і це може вплинути на розмірну стабільність [2]. З урахуванням його високої міцності, нейлон виявляється чудовим вибором для виготовлення деталей, у яких питання термо- та зносостійкості є ключовими.

Термообробка використовується з метою зміни молекулярної структури матеріалу та/або виключення внутрішніх напруг. Застосування термообробки

до деталі, надрукованої на 3D-принтері, може покращити її механічні та/або термічні властивості. Після термообробки деталь повинна витримувати вищі механічні навантаження та температури. Проте, ефективність термообробки залежить від матеріалу, який використовується, і зазвичай кращі результати досягаються при термообробці кристалічних або напівкристалічних матеріалів, аніж аморфних [3].

Низька температура склування нейлону, що дорівнює 53 °C, спрощує термообробку. Проте температура плавлення – 250 °C. Отже, температуру печі слід задавати 130-140 °C. Ця температура досить висока, щоб матеріал розм'якшився, вивільнив напругу та наростив свою кристалічну структуру.

Термообробка нейлону полягає в нагріванні печі до потрібної температури, впродовж години витримка цієї температури, для того щоб нагрівання розподілилося рівномірно.

Далі нейлонову деталь потрібно розмістити в печі і витримати дві години. Цей час потрібен для перебудови полімерних ланцюгів та рекристалізації. Не можна відкривати піч у процесі термообробки. Після двох годин потрібно вимкнути піч і залишити деталь усередині для поступового охолодження печі до кімнатної температури. Це дозволить зменшити ризик перекосів та максимізує переваги, отримані за рахунок термообробки.

Як правило, термообробка збільшує деформаційну теплостійкість нейлонових деталей більш ніж на 40%. При роботі з матеріалом Nylon важливо враховувати можливість зміни розмірів та форми деталей при термообробці. Тому при проектуванні та друку деталей слід враховувати ці фактори, щоб досягти бажаних властивостей матеріалу та уникнути небажаних ефектів. Крім того, не завжди потрібно застосовувати термообробку, і необхідність у ній залежить від кінцевого застосування деталей та необхідних властивостей матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Адитивні технології» для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» / Укл. П. Р. Тришин. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 77 с.

2. Електронний ресурс: https://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/Polyamides.aspx#:~:text=***%20very%20good-,APPLICATIONS,%2Dthe%20Dbag%20food%20packaging

3. Електронний ресурс: https://themachinebros.com/apply-annealing-to-3d-printed-parts/#What_is_the_Purpose_of_Annealing