

УДК 681.6-3

О.В. Третьак, студентка гр. ПБ-61
КПІ ім. Ігоря Сікорського

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕРМОПЛАСТІВ ДЛЯ 3D-ДРУКУ

Анотація. В роботі розглянуто найбільш популярні стандартні пластмаси, що застосовуються для 3D-друку, їх властивості, умови зберігання та взаємодію з навколишнім середовищем. Показано матеріали з позитивних та негативних сторін, наведено значення вартості.

Ключові слова: ABS-пластмаса, PLA-пластмаса, SBS-пластмаса, PETG-пластмаса, 3D-друк,

ВСТУП

Існує немало матеріалів, які досліджувалися на предмет застосування в 3D-друку. На сьогоднішній день найпопулярнішими стали ABS, PLA, SBS і PETG.

Всі вони являються термопластами, тобто вони при нагріванні стають м'якими та пластичними, а при охолодженні – приймають тверду форму. Цей процес можна повторювати неодноразово, але не в лабораторних умовах перетворити вже готову модель у матеріал для 3D-друку малоймовірно. Властивості термопластів такі, як: схильність до плавлення і обробка – привели до того, що більшість видів пластику, з якими ми зіштовхуємося у побуті, – термопласти.

Термопласти – полімери, в яких при нагріванні не створюються поперечні хімічні зв'язки які при деякій характерній для кожного полімера температурі можуть багаторазово (повторно) розм'якшуватися та переходити з твердого у пластичний стан [1]. Полімери – це високомолекулярні з'єднання, що складаються з довгих молекул, що містять велику кількість однакових групоутворень, які з'єднані хімічними зв'язками [1].

ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕРМОПЛАСТІВ ПРИ РОБОТІ З НИМИ

Окрім того, що створені за допомогою вищезазначених пластмас вироби мають бути точно виготовлені, вони повинні виконувати необхідні функції. Тим не менш є деякі нюанси, які слід брати до уваги щодо нищезазначених видів пластмас.

Наприклад, ABS може приймати різні полімерні форми. Це міцна і більш піддатлива, порівняно з PLA, пластмаса. Натуральна ABS до набуття кольору має молочне забарвлення. Її пластичність дозволяє створювати елементи найрізноманітніших з'єднань і кріплень. Легко шліфується та піддається обробці. Так, як ABS розчиняється під дією ацетону, то можна склеювати деталі та легко отримувати гладку поверхню. При використанні цієї пластмаси єдиною істотною проблемою є те, що пластмаса загортається при контакті з поверхнею друку. Цей недолік легко усунути, якщо підігрівати сам предметний стіл, поверхня якого має бути гладкою, чистою і плоскою. Крім того, можна вдаватися до додаткових хитрощів, наприклад, нанести на поверхню суміш ABS і ацетон або збризнути її лаком для волосся. Добрі результати дає спеціальне покриття фіхрад і плівка для столу. Підігрітий стіл потрібен для забезпечення фазового стану контакту пластика з ним – він повинен бути у стані пружної деформації – для ABS це діапазон 105°-230°. При температурі нижче він

кристалізується і відшаровується, а вище – перейде текучий стан і теж відшарується. Зазвичай стіл нагрівають всього до 70°. Його підігрів забезпечує підтримку всього об'єму виробу за температури пружної деформації з мінімальним градієнтом шарами. Але якщо деталь досить велика – понад 5 см, забезпечити цю умову повною мірою можна тільки в закритій камері друку. Часто відчувається сильний запах гарячої пластмаси – комусь він доставляє дискомфорт, хтось не вважає надто неприємним. Для того, щоб зменшити запах у малих приміщеннях, слід забезпечити належну вентиляцію, також переконатися, що ABS не має домішок і нагрівається до потрібної температури у правильному екструдері [3]. Волога пластмаса в процесі друку буде пузиритися і бризкатися, що позначиться на зовнішньому вигляді, точності та міцності отриманого виробу, також сопло піддається ризику забитися розшарованою пластмасою; даний вид просто просушується теплим, сухим повітрям – наприклад, в електродуховій шафі за температури 70°.

PLA-пластмасу (біопластик, полілактид, полімер молочної кислоти) створюють шляхом синтезу з дуже різних сільськогосподарських продуктів, що містять крохмаль або цукор – кукурудзи, картоплі, буряка, зернових культур та ін. – та вважається більш екологічною, ніж ABS, в основі якої нафта. Спочатку пластмаса застосовувалась для продуктового пакування, легко утилізується в промислових компостних установках. Цей матеріал у первинному вигляді прозорий і легко піддається фарбуванню, а також можна регулювати його прозорість. PLA більш жорсткий, ніж ABS, тому його вже складніше застосувати для з'єднання різних елементів. Роздруковані моделі більш блискучі. PLA складніше піддається шліфуванню і обробці. Розчиняється у хлористому метилені (діхлорметані). Більш низька температура плавлення (200°-230°) робить пластмасу непридатною для деяких ситуацій – наприклад, за день в нагрітому салоні авто деталі можуть зазнати деформації та почати «танути». Порівняно з ABS, шари PLA скручуються набагато менше. Це дає можливість друкувати без підігріву столу і використовувати для кращої адгезії синію липку стрічку 3M, але вона нещодавно була знята з виробництва, на зміну прийшло універсальне покриття фіхрад; економічно доцільно використовувати ПВП-клей для адгезії виробу і столу [2]. Повна відмова від теплої поверхні столу може привести до невеликого скручування великих шарів – хоча і не завжди. При нагріванні PLA піддається більш значним фазовим змінам і стає більш текучим. При активному охолодженні при друці можна домогтися більш загострених елементів і кутів – без ризику отримати крихкий об'єкт. Підвищена тягучість забезпечує також краще зчеплення між шарами, і в результаті виріб виходить більш міцним. За недотримання умов зберігання PLA-пластмаса, крім пухирців та забиття сопла [4], так як PLA за високих температур вступає в хімічну реакцію з водою і піддається деполімеризації, то може спостерігатися знебарвлення і погіршення якості друкованих деталей. Хоча PLA теж легко просушити в звичайній духовці (за температури 50°-60°C); слід зазначити, що при цьому у пластмасі може змінитися ступінь кристалізації, в результаті чого

зміниться температура й інші характеристики екструзування. Для багатьох 3D-принтерів це становить серйозну проблему.

Міцність, пластичність і термостійкість роблять з SBS-пластмаси матеріал, якому віддається перевага в інженерних рішеннях. Модуль пружності значно менше, ніж у ABS, тобто надруковані деталі будуть більш гнучкими. Так звана, нитка для друку, на відміну від ABS, не ламається, не беручи до уваги PLA, який є більш ламким з усіх зазначених матеріалів. SBS не переломиться і не обірветься при друку, навіть, якщо пруток подається під кутом 90°; має подовження при розриві >250%. Матеріал дає 93% світлопроникності, його фарбування дає дуже гарний ефект. Зазвичай їм друкуються плафони світильників, прототипи прозорого посуду (дозволено контакт з холодними продуктами харчування), пляшок і т.д. Оброблюється лімоненом, діхлорметаном, сольвентом. Пластмаса не вбирає вологу, тобто пруток не стане крихким, тому зберігати можна у пакеті – щоб не потрапляв пил. При друці SBS не боїться відкритого повітря і протягів та добре прилипає до столу. Підходить для друку крупно-габаритних макетів, має чудову міжшарову адгезію, чим забезпечує міцність. Також за допомогою цього термопласту виготовляють медичні вироби та дитячі іграшки. Прозора пластмаса не має запаху в процесі друку, підфарбовану люди з гострим нюхом відчуватимуть у радіусі 30см запах барвника.

Вважається, що PETG поєднує в собі кращі якості ABS – надійність, термостійкість, довговічність, і PLA – легкість використання при друці. Він більш гнучкий, ніж PLA й ABS, але жорсткіший, ніж SBS. Має низьку термоусадку, тому не варто боятися спотворень розмірів у роздрукованих 3D-моделях. При друці відповідає таким же характеристикам, що і SBS, майже не має запаху. Підігрів предметного столу налаштовувати не обов'язково, але це буде корисно, особливо при роботі з крупними деталями. Якщо робити 3D-друк без підігріву, доведеться приділити увагу налаштуванням. На PETG майже не має впливу звичайна волога повітря оточуючого середовища, тому зі зберіганням і використанням проблем не виникає, але бажано зберігати у більш сухих місцях, поруч з силікатними пакетиками [3].

Що стосується вартості матеріалів, їх ціни в перерахунок за 1 кг і діаметром прутка 1.75 мм варіюються в наступних межах:

- ABS: 250 – 608 грн.
- PLA: 390 – 720 грн.
- SBS: близько 1007 грн.
- PETG: 360 – 614 грн.

ВИСНОВКИ

Підводячи підсумки, порівняємо види пластмас, що розглянуті вище.

ABS-пластмасу часто застосовують у інженерних і професіональних додатках, бо вона надійна, пластична, легка при обробці і має високу термостійкість. Як і будь-яка пластмаса на основі нафтопродуктів, ABS має неприємний для багатьох запах, якщо його підігріти. Необхідно, щоб предметний стіл не був холодним для задовільної якості друку.

При використанні PLA маємо широку гамму кольорів, рівнів прозорості та глянцеvu поверхню готових виробів. Багато хто відзначає походження цієї пластмаси і відсутність неприємного запаху, як у ABS. За використання правильного режиму охолодження, максимальна швидкість друку PLA вища, шари тонші та гостріші кути і, звичайно, надійність.

Новий та перспективний матеріал для 3D-друку SBS. Його властивості на рівень вище традиційних PLA й ABS. Він універсальний, не «капризний», зручний і гарний. Тривале зберігання цих двох пластмас у вологому середовищі погано впливає на них у процесі друку та на остаточно виготовлену продукцію.

PETG може замінити ABS і PLA у сфері друку, бо його показники перевершують ці матеріали. Також він зручний у використанні, довговічний та безпечний.

Застосування ABS, PLA та SBS дають кращі результати, якщо перед використанням зберігати матеріали в ізоляції від оточуючого середовища – у вакуумних або щільно закритих упаковках.

Економічно доцільно використовувати PLA- й ABS-пластмаси, враховуючи, що для кращої адгезії при друку можна використовувати ПВП-клей, що значно дешевше за малярну стрічку і спеціальне покриття fixedpad.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1]Э. Л. Калинин, М. Б. Саковцева Свойства и переработка термопластов: Справочное пособие, – Л.: Химия, 1983 – 288 с.
- [2]О. В. Третьяк «Практика використання ПВП-клею при 3D-друку з PLA-пластику» // *Погляд у майбутнє приладобудування: збірник праць XII науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених*, 15–16 трав. 2019 р. – К. : ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Центр учбової літератури. – 2019. – с. 204-206.
- [3]Как избежать деформации моделей при 3D-печати – Режим доступу: www.URL:https://3dtoday.ru/wiki/deformation/
- [4]Роман Строганов. 3D печать. Коротко и максимально ясно / Роман Строганов. – К.:LittleTinyHBooks, 2016 год. – 52 с.

Наук. керівник – к.т.н., доцент Стельмах Н.В.