

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ 3D-ДРУКУ ВИРОБІВ

Філамент (Filament) для друку виробів на 3D-принтері виробляється з різної сировини. Він може складатися з нейлону, полікарбонату, вуглецевого волокна, поліпропілену та інших полімерів. Випускають матеріали, які можуть проводити електрику і навіть світитися в темряві. Завдяки такій різноманітності матеріалів стало простіше створювати функціональні, красиві і високоефективні моделі та прототипи [3].

Основними властивостями пластиків є: міцність; еластичність; довговічність; складність застосування; температура друку; температура столу; усадка; розчинність; харчова безпека.

Найчастіше для друку виробів застосовуються нижченаведені матеріали. Їх популярність базується на простоті використання та фізичних властивостях.

PLA. Для 3D-друку виробів одним з основних матеріалів є полімолочна кислота (PLA). Її часто порівнюють з ABS – другим за популярністю філаментом, і для цього є важливі причини: з ним легко друкувати; PLA має нижчу температуру плавлення, ніж ABS; не деформується (має знижену усадку, що дозволяє обійтися без нагрівального стола, хоча його наявність безперечно покращить якість друку). Іншою важливою перевагою PLA є відсутність неприємного запаху під час друку. Зазвичай цей філамент рекламують як полімер без запаху, але багато хто стверджує про наявність легкого запаху цукерок або кондитерських виробів під час друку. Також PLA є біорозкладним термопластиком, що робить його більш екологічно чистим. Виготовляється філамент з щорічно оновлюваних ресурсів, таких як кукурудзяний крохмаль або цукрова тростина.

Поряд з ABS PLA є базовим матеріалом для виробництва екзотичного пластику, який має провідні властивості або світиться в темряві. Пластик може просочуватися частками дерева або металу, що кардинально змінює його властивості.

На відміну від інших видів філаменту, PLA є досить крихким, тому його не рекомендується застосовувати при друку

предметів, що піддаються дії навантажень багаторазового згину, скручування та падіння. Це не кращий матеріал для чохла телефону, дитячих іграшок, рукояток для інструменту. PLA деформується при температурі вище 60°C, тому його не можна використовувати для друку предметів, які експлуатуються при високих температурах. Основні сфери застосування – друк прототипів, сувенірів, контейнерів.

ABS. Акрилонітрил-бутадієн-стирол (АБС) – другий за популярністю матеріал для 3D-друку після PLA. ABS має кращі властивості, ніж PLA, незважаючи на те, що друк з ним є трохи складнішим. З цієї причини ABS зустрічається у багатьох промислових побутових і споживчих товарах, включаючи конструктори LEGO, велосипедні шоломи, іграшки, ручки для інструменту, деталі автомобіля тощо. Вироби з ABS мають високу міцність і здатність протистояти високим температурам. Недоліком є висока температура друку, схильність до деформації при охолодженні та шкідливі випари. Обов'язково друкувати на робочому столі з підігрівом платформи та виключити будь-які протяги. Періодично бажано провітрювати приміщення, в якому проводиться друк.

PET (PETG, PETT). Найбільш відомий цей полімер як матеріал пляшок для води. Він використовується при виробництві тканин для одягу, харчових контейнерів. У той час як «сирий» PET рідко використовується в 3D-друці, його варіант PETG є популярним філаментом для 3D-принтерів. Буква «G» в PETG позначає модифікацію гліколем. Цей філамент є більш стійким, менш крихким, легшим у застосуванні ніж основна форма полімеру. З цієї причини PETG вважається хорошим компромісом між ABS і PLA. PETG більш еластичний і довговічний порівняно із PLA та більш простий при друці, ніж ABS.

При використанні PETG при 3D-друку необхідно враховувати:

– гігроскопічність (здатність поглинати вологу з повітря), оскільки це негативно позначається на якості друку (рекомендується зберігати нитку в сухому прохолодному місці);

– легше подряпати, ніж ABS.

PETT є ще одним варіантом PET, нитка якого є більш жорсткою, ніж нитка PETG. Причина її популярності – хороша прозорість.

PETG – це універсальний філамент, проте він відрізняється від багатьох інших типів ниток для 3D-принтерів своєю гнучкістю, міцністю, температурою плавлення і ударною міцністю. Це робить його ідеальним пластиком для використання з об'єктами, які піддаються дії постійного або раптового навантаження: механічні деталі, деталі принтера і захисні компоненти тощо.

Нейлон. Нейлон – популярний полімерний матеріал, який використовується в різних галузях промисловості. У порівнянні з більшістю інших типів ниток для 3D-принтерів він займає перше місце за міцністю, гнучкістю і довговічністю.

Недоліком нейлону є те, що він, як і PETG, є гігроскопічним матеріалом. Існує багато марок нейлону, що застосовуються в 3D-друці.

Використовуючи переваги щодо міцності, гнучкості, довговічності з нейлону можна друкувати інструменти, функціональні прототипи деталей, що піддаються дії механічного навантаження в процесі експлуатації (такі як петлі, шестерні, пряжки тощо).

TPE, TPU, TPC, FLEX, ELASTAN Термопластичні еластомери – це пластмаси з властивостями гуми. Використовуються для виготовлення деталей автомобілів, побутових приладів та медичних витратних виробів.

Насправді TPE – це широкий клас сополімерів (і полімерних сумішей), він використовується для маркування багатьох комерційно доступних типів філаментів для 3D-принтерів. Ці філаменти м'які і такі, що добре розтягуються. Можуть витримати навантаження, що не під силу ні ABS, ні PLA. З іншого боку, друк цими пластиками не завжди простий, оскільки вимагає особливої конструкції екструдера 3D-принтера.

Термопластичний поліуретан (TPU) – особливий різновид термопластичних еластомерів. Порівняно зі звичайним

TPE TPU дещо жорсткіший, що полегшує процес друку. Він більш довговічний і може краще зберігати свою еластичність на морозі.

Термопластичний сополіефір (TPC) – це ще один різновид TPE, хоча і не так широко використовується, як TPU. Основною перевагою TPC є його вища стійкість до хімічного і ультрафіолетового впливу, а також до нагрівання (до 150°C).

Використовувати TPE або TPU можна при створенні об'єктів, які зазнають суттєвого зношування. Це кращі філаменти для його друку на 3D-принтері виробів, що зазнають згинання, розтягування або стискання. З цих пластиків друкують іграшки, чохли для телефонів, взуття. TPC добре використовувати для виробів, що працюють на відкритому повітрі.

Основна властивість філаменту FLEX – це гнучкість і стійкість до навантажень на згинання, розтягування та стирання. Також цей пластик має відмінну адгезію, низьку усадку, стійкість до агресивних речовин і середовищ (мастил, олив, розчинників). При навантаженні вироби із FLEX можуть розтягуватися в 2-3 рази і зберігати свої властивості. Застосовується для друку захисних гнучких елементів для вузлів машин і механізмів, сальників та інших типів ущільнювальних елементів, демпферів та віброзахисних елементів.

ELASTAN – високоеластичний матеріал, який добре підходить для 3D-друку еластичних виробів. Вироби з цього матеріалу можна використовувати у багатьох агресивних середовищах. Elastan може експлуатуватися в широкому діапазоні температур, від -40 до + 120°C, добре сприймає знакозмінні навантаження. Elastan ідеально підходить для 3D-друку деталей машин і механізмів, які піддаються динамічним навантаженням. Вироби з цього матеріалу можуть застосовуватися практично у всіх сферах промисловості, наприклад, це можуть бути декоративні або захисні покриття, деталі малопотужних машин (вали, ролики), ізолятори, оригінальні еластичні упаковки, тара. Висока стійкість цього матеріалу дозволяє використовувати його для друку одягу та підшв. Розрізняють: Elastan D70 (для

виготовлення кріплень та ударостійких виробів), Elasthan D100 (для друку технічних деталей (найміцніший із групи Elasthan)) та Elasthan D160 (для друку прокладок та сальників).

Дерево (WOOD).Звичайно, це не дерево – це PLA з додаванням деревного волокна. Сьогодні на ринку існує безліч філаментів для 3D-принтера, створених за формулою wood-PLA. При створенні використовуються стандартні сорти деревини, такі як сосна, береза, кедр, чорне дерево і верба, але асортимент постійно розширюється за рахунок менш поширених порід, таких як бамбук, вишня, кокос тощо.

Як і у випадку з іншими типами пластиків для 3D-друку, при використанні дерева існує компроміс. В даному випадку естетична і тактильна привабливість матеріалу досягається за рахунок зниження гнучкості і міцності.

«Дерево» користується популярністю серед предметів, які цінують не за їх функціональні можливості, а за зовнішній вигляд.

Металеві пластики.Як і дерев'яний філамент для 3D-принтера, металевий насправді не є металевим. Це суміш металевого порошку і PLA або ABS пластику. Бронза, латунь, мідь, алюміній і нержавіюча сталь – це лише деякі з різновидів металевого філаменту для 3D-принтера.

Металева нитка може використовуватися для друку сувенірів і функціональної продукції. Статуетки, моделі та іграшки чудово виглядають доти, поки не будуть надмірно навантажені.

Біорозкладані пластики (bioFila)Біорозкладані пластики для 3D-принтерів становлять унікальну категорію матеріалів, оскільки їх найбільш цінні характеристики не залежать від їх фізичних характеристик. Біорозкладані філаменти можуть звести нанівець негативний вплив на навколишнє середовище.

Люмінесцентні пластики.Люмінесцентний філамент – це пластик, що світиться в темряві (зазвичай зеленим кольором). Проте зустрічаються синій, червоний, рожевий, жовтий або помаранчевий кольори. Все зводиться до фосфоресцентних матеріалів, змішаних з основою із PLA або ABS пластику. Завдяки цим доданим матеріалам філамент здатний поглинати і потім

випромінювати фотони, які схожі на крихітні частинки світла.

З цього пластику можна друкувати ліхтарики, ювелірні вироби, іграшки та статуетки.

HIPS – ударостійкий полістирол є сополімером, який поєднує в собі твердість полістиролу і еластичність гуми. У промисловості він зазвичай використовується для виготовлення упаковок та контейнерів (футляри для компакт-дисків тощо).

При 3D-друку HIPS зазвичай відіграє іншу роль. 3D-принтери не можуть друкувати в повітрі, тому для друку навісних елементів потрібна деяка основа, для створення якої і використовується HIPS. У поєднанні з ABS пластиком при використанні двоекструдерного принтера HIPS слугує допоміжним матеріалом (матеріалом підтримки). Занурення надрукованого виробу в лімонен видаляє підтримки, надруковані з HIPS, за рахунок чого отримується чиста модель з ABS пластику.

Насправді, незважаючи на те, що HIPS спочатку використовувався як матеріал підтримки, він є гідною заміною звичайних матеріалів 3D-принтерів. Він міцніший за PLA і ABS, деформується менше, ніж ABS, і його легко клеїти, шліфувати та фарбувати.

Пластики для чищення сопел На відміну від інших філаментів, цей філамент для 3D-принтера використовується не для друку об'єктів, а для очищення екструдерів. Мета філаменту – видалити з гарячого сопла будь-який матеріал, який міг залишитися від попереднього друку. Хоча це хороша загальна профілактика, використання цього пластику особливо корисне при зміні матеріалів, які мають різні температури або кольори друку.

При купівлі пластику зазвичай споживач отримує коробку (рис. 6.1), всередині якої є герметичний пакет із розміщеним на котушці пластиком та осушувачем. На котушці є етикетка з інформацією про пластик. Також в упаковку зазвичай додається інструкція.

Зазвичай умови зберігання пластику наступні:

– котушку 4 (рис. 1) з монониткою 5 слід зберігати у закритому пакеті 6 з осушувачем 3 у сухому місці, захищено-

му від потрапляння прямих сонячних променів. При зберіганні філаменту у відкритому пакеті або без нього більше 72 годин необхідно обов'язково підсушити його перед використанням. Сушити його можна при температурі 60°C протягом 4-12 годин;

– перевіряти колір гранул осушувача. Якщо колір забарвлених гранул осушувача не синій, а рожевий, потрібно просушити мононитку.

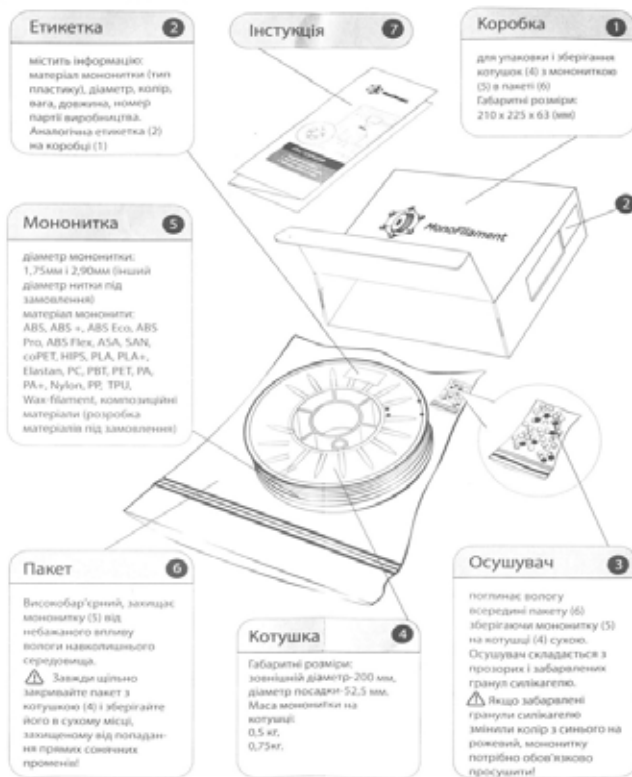
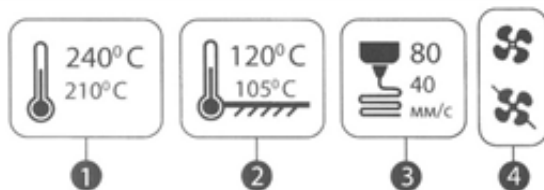


Рисунок 1 – Комплектація пластику

Параметри 3D-друку, позначені на катушці із пластиком. На катушці із пластиком наклеєна етикетка, що містить інформацію про матеріал нитки, діаметр, колір, вагу, довжину, номер партії виробництва. Також вищенаведена інформація може бути вказана так, як показано на рис. 2.



1 – максимальна та мінімальна температура екструдера (градуси Цельсія), 2 – максимальна та мінімальна температура столу (градуси Цельсія), 3 – максимальна та мінімальна швидкість друку (міліметри в секунду); 4 – охолодження моделі (з обдувом або без)

Рисунок 6.2 – Інформація про моніторку та параметри 3D-друку

У таблиці 6.1 наведено рекомендовані параметри друку для різних філаментів.

Таблиця 6.1 – Рекомендовані параметри друку для різних філаментів

Філамент	Температура екструдера, °C		Температура столу, °C		Рекомендована швидкість друку, мм/с		Охолодження моделі
	min	max	min	max	min	max	
ABS	230	240	105	120	40	80	Так
ABS+	215	230	80	95	40	80	Ні
ABS Pro	215	225	85	90	40	80	Ні
ABS Eco	230	240	100	120	40	60	Ні
ABS Flex	240	260	60	90	30	40	Так
MBS	230	240	105	120	40	80	Ні
PLA, PLA+	190	230	40	60	<80		Так
SAN	230	240	105	120	40	80	Ні
HIPS	230	240	105	120	40	80	Ні
coPET	230	240	40	70	40	60	Так
PCTG	240	260	60	70	40	60	Так
TPU	220	240	80	110	20	30	Так
PP	220	230	110	120	30	80	Ні
PC	250	270	110	120	30	40	Ні
PET	260	270	60	80	30	40	Так
PBT	260	270	110	120	40	60	Так
PA, PA+	240	260	100	120	30	40	Ні
Nylon	240	270	100	120	30	40	Ні
ABS/PC	240	260	110	120	40	60	ні
Elastan	220	240	80	110	30	40	Так
Wax-filament	130	200	60	80	40	60	Так
Композиційні матеріали							
PLA-CCu, PLA-CCF, PLA-Cg+	190	230	40	60	30	40	Так
CoPET-CCF, coPET-cG	230	240	40	70	40	60	Так
Nylon-CCF	240	270	100	120	30	40	Ні