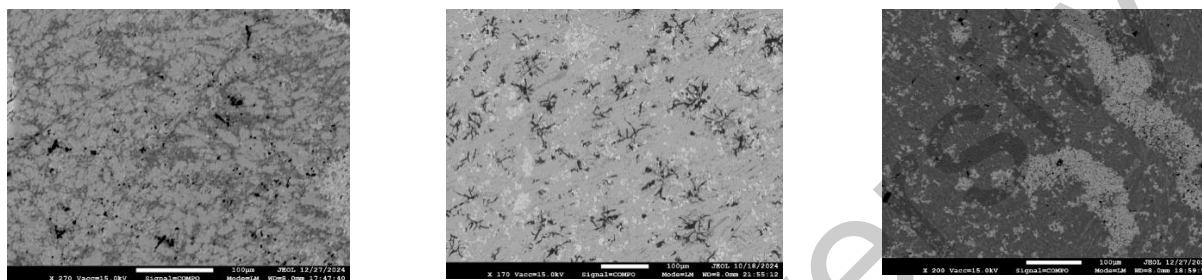


Таблица 3 – Результаты испытаний на жидкотекучесть и твердость

Образец	Твердость, HV	Жидкотекучесть, мм
0	243	125
1	482	123
2	639	120
3	689	110

На рисунке 1 приведены микроструктуры опытных образцов. Микрошлифы изготовили с использованием стандартной металлографической методики. Образцы были отрезаны с помощью станка «Struers Discotom». После запрессовки образцы были обработаны на шлифовально-полировальном станке «Struers Planopol» с использованием последовательности шлифовальных кругов разной зернистости. После шлифовки и полировки микрошлифы были подвержены обезжириванию и травлению для выявления микроструктуры. Травление проводилось при температуре 20-25°C, с продолжительностью от 10 до 60 сек. Структуры были получены с использованием электронного микроскопа S-3400N.



Образец 1

Образец 2

Образец 3

Рисунок 1 – Микроструктуры опытных образцов

Проведенный анализ структур показал, что при концентрации молибдена 5% (рисунок 1,а) микроструктура является относительно однородна, зерна мелкие и равномерно распределены, при содержании 10% (рисунок 1,б) наблюдается некоторая сегрегация молибдена, а также темные включения, что указывает на образование более сложных фаз. При содержании 15% молибдена (рисунок 1,в) микроструктура становится еще более неоднородной, наблюдается значительная сегрегация молибдена. Более детальный анализ микроструктуры в данной работе не проводился.

Проведенное исследование показало, что молибден оказывает значительное влияние на свойства КВЭС системы Co-Cr-Fe-Ni-Mn-Nb. Введение Mo в количестве 5-15% оказывает влияние на характер структуры, значительно увеличивает твердость сплава, но снижает его жидкотекучесть. При содержании Mo до 10% жидкотекучесть ухудшается незначительно (около 4%), однако при повышении до 15% Mo жидкотекучесть ухудшается уже на 12%, что необходимо учитывать при разработке режимов процесса литья. Для отливки сложной конфигурации стоит ограничиться содержанием Mo до 10% или повысить температуру заливки.

Таким образом, добавление молибдена в квазивысокоэнтропийные сплавы может быть полезным для улучшения их прочностных характеристик, но его концентрация должна быть ограничена 15%, чтобы избежать ухудшения литейных свойств.

Список использованных источников

1. Li, X., Liu, X., Lei, N., Zhang, G., Wei, R., Wang, T., Wu, S., Cai, Y., Chen, C. / Microstructure, mechanical properties and corrosion resistance of an as-cast fine-structure Cr-Fe-Ni-Al-Si high entropy alloy with Mo addition// Materials Today Communications. - Том 35, June 2023, Номер статьи 106020.
2. W. Liu, Z. Lu, J. He, J. Luan, Z. Wang, B. Liu, Y. Liu, M. Chen, C. Liu // CoCrFeNiMox high entropy alloys strengthened by hard intermetallic phases// Acta Mater. – 2016. – P. 332–342.
3. Yucheng Yang, Yaojia Ren, Yanwen Tian, Kaiyang Li, Lichun Bai, Qianli Huang, Quan Sha, Yingtao Tian, Hong Wu// Microstructure and tribological behaviors of FeCoCrNiMoSix high-entropy alloy coatings prepared by laser cladding/ - Surface and Coatings Technology. -Volume 432, - 25 February 2022, 128009.

УДК 621.7

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Кабылгани Ч.К. Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
Болатбекова М.М. Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

Аддитивные технологии- это процесс изготовления деталей, который основан на создании физического объекта по электронной модели путем добавления материала, как правило, слой за слоем [1, 2].

FDM (или FFF «fused filament fabrication» («производство способом наплавления нитей»)) – метод моделирования послойного наплавления, данная технология широко используется для создания 3D моделей и отлично подходит для прототипирования, и промышленного производства. Для печати используются термопластики (филамент)[3].

Современное производство оптических линз сталкивается с рядом проблем, связанных с высокой точностью и сложностью изготовления. Традиционные методы имеют ограничения по разрешению и гладкости что затрудняет их массовое производство, в данной работе проводился анализ цилиндрических образцов пластика, изготовленных методом FDM 3D печати с целью оценки их оптических свойств. Рассматриваются вопросы влияния параметров печати на конечные характеристики изделий.

Главной концепцией работы является определение оптимальных условий печати и предложить рекомендации для дальнейшего совершенствования технологий 3D-печати оптических элементов, что может найти применение в медицине, оптоэлектронике, автомобильной промышленности и других сферах человеческой деятельности.

Для разработки 3D-моделей оптических линз были подобраны параметры и выбраны материалы - термопластик PLA для FDM, также были настроены параметры печати цилиндрических образцов - толщина слоя, скорость, температура (Рисунок 1). Были напечатаны первичные образцы цилиндрической формы разной толщины. Проведены экспериментальные измерения спектров пропускания данных образцов. Графические модели образцов подготавливались в программном обеспечении Prusa slicer для создания их цифрового варианта и последующей печати на 3д принтере Ender3 S1 plus.

Были использованы следующие параметры для образцов:

- Диаметр сопла: 0.2 мм, 0.4 мм, 0.6 мм, 0.8 мм;
- Толщина монослоя: 0,05 мм, 0.08 мм;
- Толщина образца: от 0.2 мм до 5 мм.

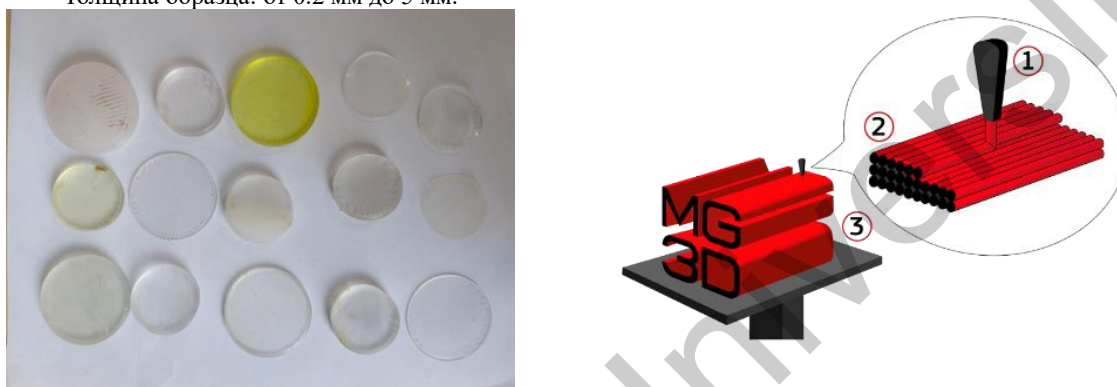


Рисунок 1. Распечатанные образцы пластика

Температура печати поддерживалась в диапазоне от 210 до 235 градусов по Цельсию для PLA , применялся обдув в 30% от максимальной мощности вентиляторов 3д принтера .

Измерения проводились на Спектрофлуориметре Солар СМ2203. Спектры пропускания образцов в диапазоне от 200 нм до 1100 нм приведены на рисунках 2, 3.

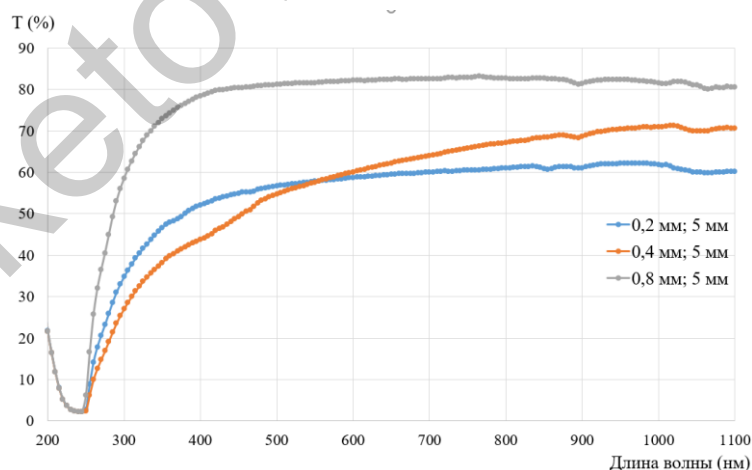


Рисунок 2. Зависимость спектров пропускания образцов толщиной 5 мм, с разным диаметром сопла при печати

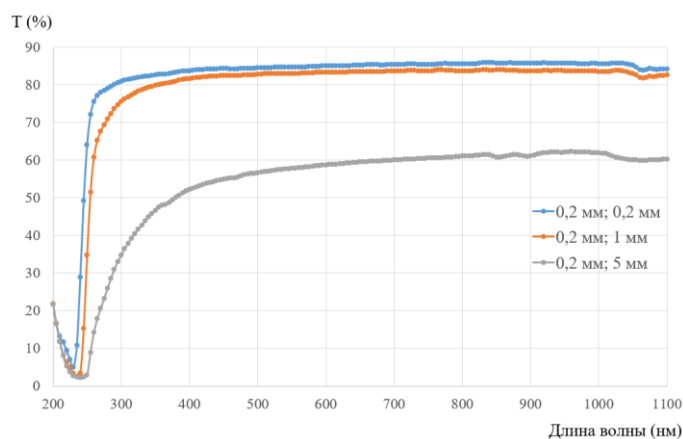


Рисунок 3. Зависимость спектров пропускания образцов разной толщины, при диаметре сопла 0,2 мм

Из графиков спектров пропускания видно, что диаметр сопла значительно влияет на эффективность пропускания света образцами наилучшее пропускания наблюдается для диаметра сопла 0,8 мм. Толщина так же значительно влияет на пропускание света образцами. С ростом толщины поглощение света увеличивается.

Рассматривая величины T , K и D , где T - это пропускание, D - это оптическая плотность, K – коэффициент поглощения. Данные величины откладываются в качестве меры поглощательной способности. Исходя из [4], литературных данных были вычислены коэффициенты поглощения изделий, напечатанных из PETG.

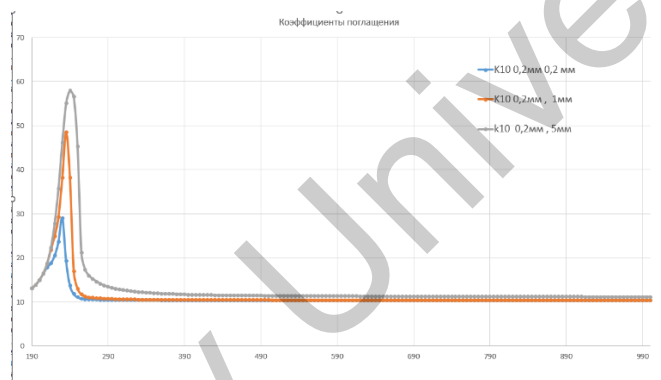


Рисунок 4. Коэффициенты поглощения образцов разной толщины, при диаметре сопла 0,2 мм

Анализ полученных спектров показывает, что толщина изделия существенно влияет на соотношение коэффициентов пропускания и поглощения. С увеличением толщины образца интенсивность прошедшего излучения уменьшается, что обусловлено ростом оптической длины пути и, как следствие, повышением доли поглощённого и рассеянного света. В соответствии с законом Бутера–Ламберта–Бера, интенсивность прошедшего излучения экспоненциально снижается с ростом толщины:

$$J = J_0 e^{-Kl},$$

где J_0 -интенсивность падающего излучения, J - интенсивность прошедшего излучения, K -соответственно коэффициент поглощения PETG; l -толщина слоя. Таким образом, для тонких изделий характерно более высокое пропускание и относительно низкие значения поглощения в видимом диапазоне, тогда как для толстых образцов наблюдается обратная зависимость — рост поглощения и уменьшение пропускания.

Заключение

В работе проведено исследование оптических свойств образцов, изготовленных методом FDM 3D- печати из термопластиков PLA и PETG. Установлено, что на качество светопропускания и коэффициенты поглощения существенное влияние оказывают как технологические параметры печати (диаметр сопла, толщина слоя), так и геометрические характеристики образцов (толщина изделия). С ростом толщины материала наблюдается закономерное уменьшение пропускания и увеличение поглощения, что согласуется с законом Бутера–Ламберта–Бера.

Полученные результаты подтверждают возможность применения FDM печати для создания прототипов оптических элементов, однако качество таких изделий пока ограничено высокой степенью рассеяния и неровностью поверхности. Для улучшения характеристик изделий целесообразно проведение постобработки (шлифовка, полировка, термообработка) и сравнение с изделиями, напечатанными методом SLA/DLP, которые потенциально обеспечивают более высокую прозрачность.

Данное исследование является важным шагом в направлении развития аддитивных технологий для изготовления оптических компонентов. Оно демонстрирует перспективность использования 3D-печати в медицине, оптоэлектронике, приборостроении и других сферах, где требуется создание индивидуальных или малосерийных оптических изделий.

Список использованной литературы

1. ГОСТ Р 57558–2017. Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения. Дата обращения: 11 апреля 2023. Архивировано 12 апреля 2023 года.
2. Шишковский, И. В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. — Спб.: Питер, 2016. — 400 с. — ISBN 978-5-496-02049-7
3. Технологии Аддитивного Производства, Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер, Перевод с англ. под научной ред. И.В. Шишковского. М.: Изд-во Техносфера, - 2016. - 656 с
4. Бахшиев Н.Г Введение в молекулярную спектроскопию.

ӘОЖ 615.011.5:582.998.1

ҮЛКЕН ТҮЙЕЖАПЫРАҚ (*ARCTIUM LAPPA*) ТАМЫРЛАРЫНАН АЛЫНҒАН СҰЙЫҚ ЭКСТРАКТТЫҢ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СЫЗБАСЫ

Калдыбаева А.К., «С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық медицина университеті» КеАҚ,
Алматы, Қазақстан Республикасы

Үлкен түйежапырақ (*Arctium lappa*) — халықтық және дәстүрлі медицинада кеңінен қолданылатын дәрілік өсімдік. Оның тамыры ежелден қабынуға қарсы, бауырды қорғайтын, зәр айдайтын және қан тазартатын құрал ретінде танымал. Соңғы жылдары бұл өсімдіктің емдік қасиеттері ғылыми тұрғыда зерттеліп, оның құрамындағы биологиялық белсенді қосылыстардың организмге жағымды әсерлері анықталып отыр. Бұл мақалада *A. lappa* тамыры экстрактының химиялық құрамын анықтау барысында фармакологиялық қасиеттері мен ғылыми дәлелдерге негізделген қолданылу мүмкіндіктері қарастырылады.

Ғылыми деректерге сүйенсек, Үлкен түйежапырақ (*Arctium lappa*) тамырларынан алынған экстракттарды фармацевтикалық және косметикалық өнімдерге енгізуге мүмкіндік береді. Фармацевтикада ол гепатопротектор, қабынуға қарсы немесе антиоксиданттық препарат ретінде, ал косметологияда теріге күтім жасайтын кремдер мен сарысулардың құрамында қолданыла алады. Сонымен қатар, биологиялық белсенді қоспа түрінде де перспективалы.

Үлкен түйежапырақ (*Arctium lappa*) тамырларынан сұйық экстракт алу үшін перколяция әдісі қолданылды, экстрагент ретінде 70%-дық этил спирті және салыстырмалы түрде тазартылған су алынды [1].

Сұйық экстракт дайындау үшін ДӨШ-ын ұсақтау дәрежесі 0,5–5 мм аспауы тиіс. Ол Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының GMP талаптарына, Еуропалық фармакопея стандарттарына (Ph. Eur., WHO) және отандық өндірістік-тәжірибелік ұсынымдарға негізделіп алынған. Біздің жағдайымызда тамырдың ұсақталу дәрежесі 1-3 мм құрады.

Сұйық экстракт алудың технологиялық үдерістері келесі сатылар бойынша іске асырылды:

1. Шикізат дайындау. Дәрілік өсімдік шикізатының қажетті мөлшері аналитикалық таразыда өлшеніп алынды. Экстрагент ретінде этил спиртінің 70%-дық ерітіндісі және тазартылған су қолданылды.

2. Экстракт алу. Экстракциялау үдерісі С.Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, Фармация мектебінің «Практикалық дағдылар орталығында» перколятор құрылғысында жүргізілді.

3. Экстрактты сүзу. Екі экстрагентпен алынған экстракттарды сүзу друк-фильтр арқылы жүзеге асырылды.

4. Дайын өнімді құтыларға құю. Үлкен түйежапырақ (*Arctium lappa*) тамырларынан алынған сұйық экстракттар арнайы құтыларға құйылып, тығынмен тығыз бекітілді.

Үлкен түйежапырақ (*Arctium lappa*) тамырларынан екі экстрагентпен жүргізілген перколяция үдерістері 1-суретте келтірілген.

Үлкен түйежапырақ (*Arctium lappa*) тамырларынан перколяция әдісімен алынған экстракттардың сапа көрсеткіштері анықталды. Сонымен қатар, спиртті және сулы экстракттардың химиялық құрамдары физика-химиялық әдістер (газды хроматография масс-спектрлі детектормен, Agilent 7890A/5975C) арқылы жүзеге асырылды. 70%-дық экстрагентпен алынған сулы экстракттың құрамынан 65 компонент, ал экстрагент ретінде тазартылған су алынған сұйық экстракттың құрамынан 32 компонент анықталды. Экстрагент ретінде алынған тазартылған су тек гидрофильді (полярылы) қосылыстарды ерітсе, этанол полярылы және органикалық заттарды жақсы ерітеді. Экстрагентке байланысты негізгі айырмашылық – спиртті экстракттың құрамында май қышқылдары, фенолдар, фуран туындылары болса; сулы экстрактта қанттар, глицерин, кейбір альдегидтер мен пиримидиндер болады [2].

Үлкен түйежапырақ (*Arctium lappa*) тамырларынан алынған экстракттардың химиялық құрамын зерттеу барысында пайыздық үлестері жоғары қосылыстарға жеке сараптама жасалды (кесте 1 және 2).