

Научная статья
УДК 62-405.8
EDN LTXPUN

Влияние плотности заполнения структуры на прочностные характеристики изделия изготовленного из полилактидного (PLA) пластика

Сергей Дмитриевич Гайдаш¹, студент бакалавриата

Евгений Андреевич Попов², студент бакалавриата

Научный руководитель – Данил Сергеевич Соколов³, ассистент кафедры ЭиРТТМиК

^{1,2,3}Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия

¹Sergey.gaidash@mail.ru, ²waston16@mail.ru, ³dan2311dan@gmail.com

Аннотация. Для определения зависимости влияния плотности заполнения структуры на прочностные характеристики изделия изготовленного из PLA пластика, был проведён практический опыт. Так же, целью практического опыта, являлось определить прочность образцов испытаний и выделить группы применения для конечного продукта.

Ключевые слова: 3D аддитивные технологии, прототипирование, эффективность, плотность заполнения, прочность, сжатие, Fused Deposition Modeling, полилактидный пластик

Для цитирования: Гайдаш С. Д., Попов Е. А. Влияние плотности заполнения структуры на прочностные характеристики изделия изготовленного из полилактидного (PLA) пластика // Студенческие исследования – производству : материалы 32-й студ. науч. конф. по естественным, техническим и гуманитарным наукам, (Благовещенск, 13 ноября 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 45–50.

Original article

The effect of the filling density of the structure on the strength characteristics of a product made of polylactide (PLA) plastic

Sergey D. Gaidash¹ Undergraduate students

Evgeny A. Popov², Undergraduate students

Scientific supervisor – Danil S. Sokolov³, Assistant of the Department of Operation and Repair of Transport-Technological Machines and Complexes

^{1,2,3}Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

¹Sergey.gaidash@mail.ru, ²waston16@mail.ru, ³dan2311dan@gmail.com

Abstract. To determine the dependence of the influence of the filling density of the structure on the strength characteristics of a product made of PLA plastic, practical experience was conducted. Also, the purpose of practical experience was to determine the strength of test samples and identify application groups for the final product.

Keywords: 3D additive technologies, prototyping, efficiency, filling density, strength, compression, Fused Deposition Modeling, polylactide plastic

For Citation: Gaidash S. D., Popov E. A. Vliyanie plotnosti zapolneniya struktury na prochnostnye kharakteristiki izdeliya izgotovlennogo iz polilaktidnogo (PLA) plastika [The effect of the filling density of the structure on the strength characteristics of a product made of PLA plastic]. Student researches – production : *materialy 32-i studencheskoi nauchnoi konferentsii po estestvennym, tekhnicheskim i gumanitarnym naukam, (Blagoveshchensk, 13 noyabrya 2024 g.)*. Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2025, pp. 45–50 (in Russ.).

В условиях санкционной политики, введённой против РФ, приобретать запасные части для сельскохозяйственной техники зарубежного производства в малых и средних предприятиях аграрного профиля стало проблематично [1]. Следовательно, для восстановления работоспособности и проведения профилактических замен ответственных деталей и элементов импортного оборудования современным, высокопроизводительным и оптимальным способом является применение аддитивных технологий и реверс-инжиниринга, в частности применение 3-D печати.



Рисунок 1 – Опытные образцы

Научное исследование направлено помочь специалистам по 3D печати более подробно изучить вопрос зависимости прочностных характеристик и процента заполнения модели [2].

Для проведения практического опыта были напечатаны на 3-D принтере образцы размерами 30x30x30 мм с линейной формой заполнения и плотностью заполнения от 20 до 100 % (рис. 2).

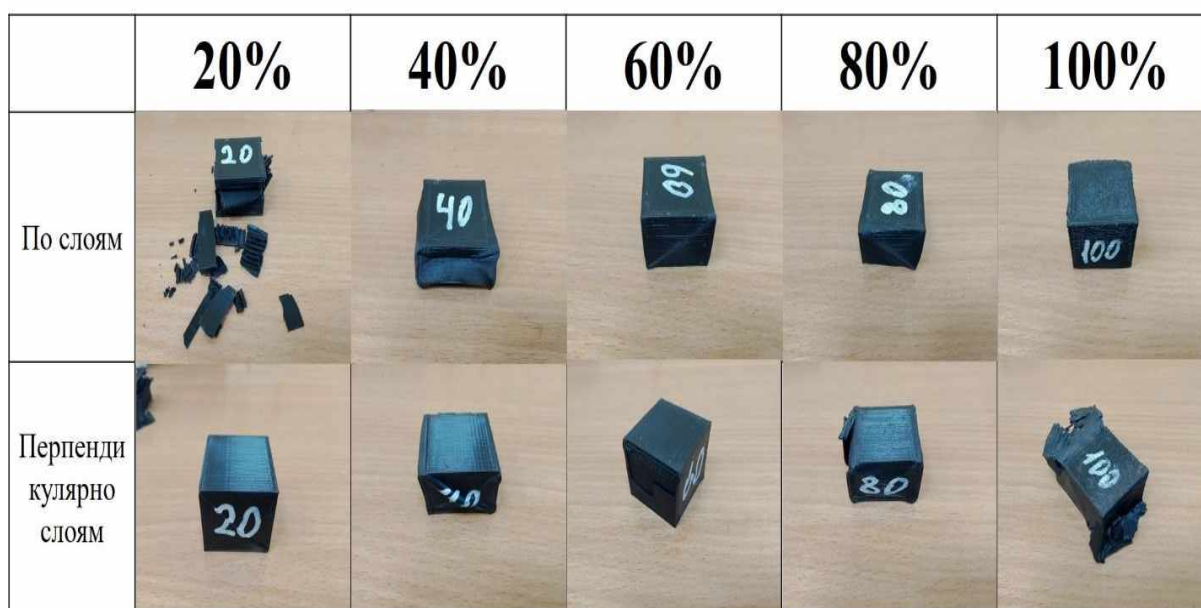


Рисунок – 2 Видимые результаты эксперимента

Полученные данные позволили увидеть, что при распределении нагрузки перпендикулярно слоям, нагрузка, выдерживаемая образцами выше, чем при распределении нагрузки параллельно слоям печати (рис. 3). А также в ходе эксперимента было выявлено, что при 100 % заполнении нагрузка распределяется равномерно во всех направлениях [3].

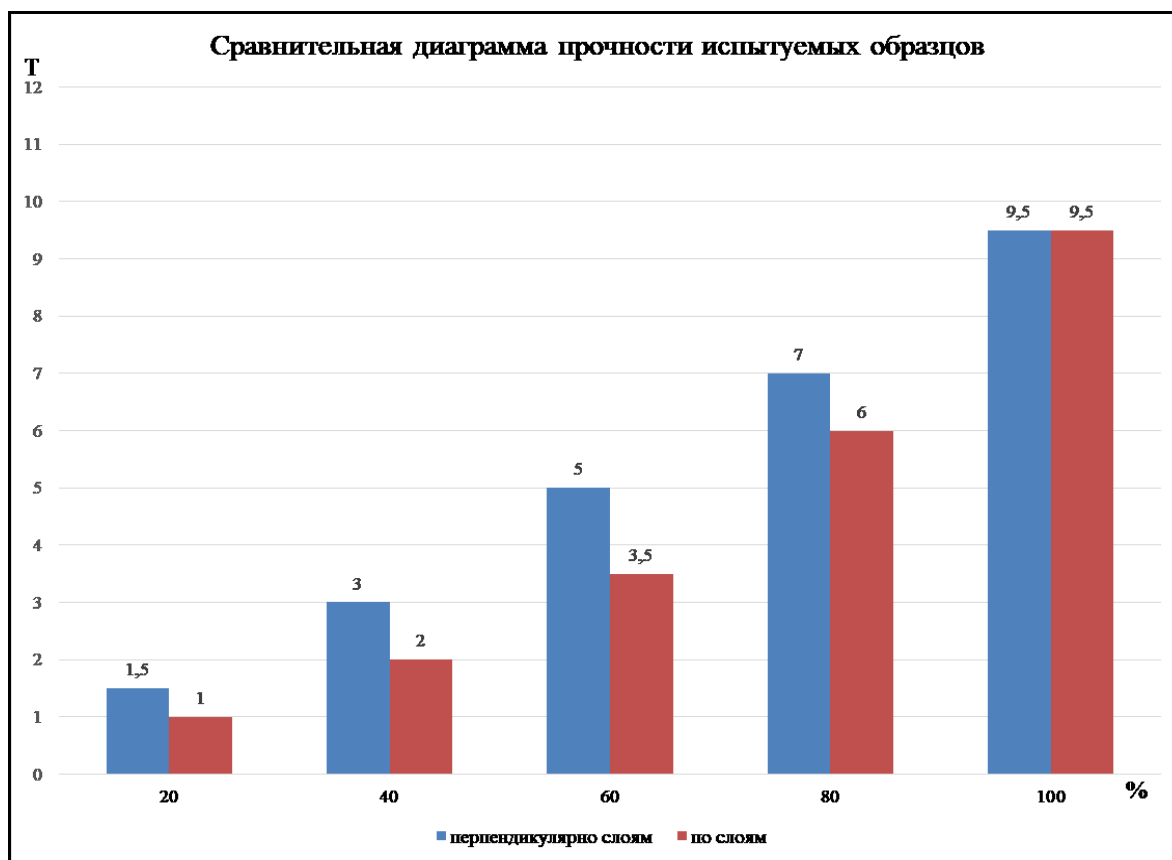


Рисунок 3 – Сравнительная диаграмма прочности испытываемых образцов

В ходе экспериментальных исследований установлено:

1. При сжатии образцов, испытанных под нагрузкой перпендикулярно печатаемому слою, у образцов с процентной заполняемостью 20 % наблюдается полное разрушение при весовой нагрузке $1500 \text{ кг/см}^2 = 15 \text{ кН/см}^2$, при этом у образцов, испытанных под нагрузкой параллельно печатаемому слою составила – $1000 \text{ кг/см}^2 = 10 \text{ кН/см}^2$, таким образом перпендикулярное расположение обеспечивает 50 % увеличение сопротивляемости к внешним нагрузкам. Что характерно до 60 % заполняемости образцов (рис. 2).

2. При сжатии у образцов с заполняемостью 80 % процесс разрушения начинается при $7000 \text{ кг/см}^2 = 70 \text{ кН/см}^2$ и $6000 \text{ кг/см}^2 = 60 \text{ кН/см}^2$ соответственно, что в процентном соотношении составляет 16 % и свидетельствует об изменении структурной прочности изделий в направлении равноправности; при сжатии у образцов с заполняемостью 100 % процесс

разрушения начинается при $9500 \text{ кг/см}^2=95\text{кН/см}^2$ и $9500 \text{ кг/см}^2=95\text{кН/см}^2$ соответственно, что говорит о равной структурной прочности изделий, которые можно назвать равнопрочными. При этом стоимость и скорость изготовления этих образцов на 96 процентов выше, чем при 20 % заполнении (рис. 2).

Исходя из проведённых опытов и учитывая, что при производственных условиях нагрузки более $1500 \text{ кг/см}^2=15 \text{ кН/см}^2$ встречаются крайне редко, наиболее оптимальными для бытовых и производственных условий использования продуктов из PLA-пластика может служить заполнение до 60 % перпендикулярно печатаемому слою при прямолинейном типе заполнения.

Список источников

1. Балашов А. В., Белоplotov С. В., Малышев С. О., Новиковский Е. А., Фёдоров В. А. Исследование свойств изделий, полученных 3d-печатью // Актуальные проблемы в машиностроении. 2017. Т. 4. № 2. С. 120–126.
2. Беляев Л. В. Введение в аддитивные технологии. Владимир : Изд-во ВлГУ, 2023. 248 с.
3. Ус С.С., Щитков А. Н., Кузнецов Е. Е. Применение перспективных цифровых способов анализа работы агрегатов и 3d-аддитивных технологий в АПК // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : материалы X нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, (Молодёжный, 06–08 октября 2022 г.). Молодёжный : Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, 2022. С. 298–305. EDN [GGHDAK](#)

References

1. Balashov A. V., Beloplotov S. V., Malushev S. O., Novikovskiy E. A., Fedorov V. A. Issledovanie svoystv izdelii, poluchennykh 3d-pechat'yu [Research of properties of the products received 3d – printing]. *Aktual'nye problemy v mashinostroyenii*, 2017;4:2:120–126. (in Russ.). EDN [YIRQLD](#)
2. Belyaev L. V. Vvedenie v additivnye tekhnologii [Introduction to additive technologies]. Vladimir, Izd-vo Vladimirskogo gosudarstvennogo universiteta, 2023, 248 p. (in Russ.).

3. Us S. S., Shchitkov A. N., Kuznetsov E. E. *Primenenie perspektivnykh tsifrovyykh sposobov analiza raboty agregatov i 3d-additivnykh tekhnologii v APK* [Application of promising digital methods for analyzing the operation of units and 3d-additive technologies in aic]. *Topical issues of engineering, technical and technological support of the agro-industrial complex: materialy X Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, (Molodezhnyi, 06–08 oktyabrya 2022 g.)*. Molodezhnyi, Irkutskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet im. A. A. Ezhevskogo, 2022, pp. 298–305. (in Russ.). EDN [GGHDAK](#)

© Гайдаш С. Д., Попов Е. А. 2025

Статья поступила 15.11.2024; одобрена после рецензирования 05.12.2024; принята к публикации 20.12.2024.

The article was submitted 15.11.2024; approved after reviewing 05.12.2024; accepted for publication 20.12.2024.