

ISSN 2091-5527  
№ 2/2025

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

УДК 621.74

## ПОЛУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ЛИТЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРИМЕНЯЯ ПРАВИЛЬНЫЕ ТЕРМОБАРЬЕРЫ НА 3D ПРИНТЕРАХ

<sup>1,2</sup>Жуманиязов А.Б., <sup>1,2</sup>Тураходжаев Н.Д., <sup>2</sup>Тухтамуродов Б.Т., <sup>2</sup>Сабилов М.З.

<sup>1</sup>Ташкентский Государственный Технический Университет имени Ислама Каримова

<sup>2</sup>Узбекско-Японский молодежный центр инновации, [alibek4444@mail.ru](mailto:alibek4444@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассматривается роль термобарьера в технологии 3D-печати, его конструктивные особенности и влияние на качество изготовления литейных форм и изделий. Приводится анализ материалов, используемых для термобарьеров, включая титан, нержавеющую сталь и композиты, а также описываются их преимущества и ограничения. Освещены температурные аспекты, механические характеристики и формулы для оценки эффективности термобарьеров. Особое внимание уделено перспективам внедрения инновационных материалов и интеллектуальных систем управления, которые позволяют значительно улучшить стабильность температурных процессов и качество печатных изделий.

**Ключевые слова:** литейные формы и изделия, термобарьеры, материалы термобарьеров, температурные аспекты, 3D принтеры.

**Введение.** В современных технологиях 3D-печати термобарьеры играют ключевую роль в обеспечении качества изготавливаемых деталей, особенно если речь идет о производстве литейных форм. Эти детали требуют высокой точности и стабильности размеров, что делает контроль температурных процессов одним из главных факторов успеха [1-4].

Термобарьер представляет собой компонент, разделяющий горячие и холодные зоны в конструкции 3D-принтера [5]. Его основная функция — минимизация передачи тепла от нагревателя к остальным частям печатающего механизма. Этот процесс предотвращает перегрев и снижает вероятность дефектов, таких как засоры или деформация филамента в процессе подачи [6-10].

Полученные результаты и их обсуждение. Для успешной 3D-печати ключевым параметром является температура плавления материала, которая варьируется в зависимости от используемого филамента. На практике были определены следующие интервалы температур, при которых изделия получались наиболее качественными:

- PLA (полилактид) плавится при температуре 180-220 °С.
- ABS (акрилонитрил-бутадиен-стирол) требует температурного диапазона 220-250 °С.
- PETG (полиэтилентерефталат) оптимален при 230-250 °С.
- Полиамиды (нейлоны) требуют еще более высоких температур — порядка 250-300 °С.

Термобарьер должен предотвращать передачу тепла от нагревательной зоны к холодной зоне, где подается филамент. В случае

недостаточной изоляции возможно размягчение материала до зоны подачи, что приведет к засорам и неравномерной подаче. Эффективность термобарьера можно оценить с помощью коэффициента теплопередачи:

$$Q = \lambda \cdot A \cdot (\Delta T / d),$$

где:

- Q — передаваемая тепловая энергия (Вт),
- $\lambda$  — теплопроводность материала термобарьера (Вт/(м·К)),
- A — площадь поперечного сечения (м<sup>2</sup>),
- $\Delta T$  — разница температур между горячей и холодной зонами (°С),
- d — длина термобарьера (м).

Например, если использовать титан с  $\lambda = 7$  Вт/(м·К), при длине термобарьера  $d = 0.02$  м и разнице температур  $\Delta T = 200$  °С, тепловой поток через термобарьер составит:

$$Q = 7 \cdot A \cdot (200 / 0.02) = 70\,000 \text{ А (Вт)}.$$

При использовании композитных материалов с  $\lambda \leq 0.5$  Вт/(м·К) тепловой поток будет более чем в 10 раз меньше.

Точность литейных изделий, получаемых с использованием 3D-печати, во многом зависит от способности термобарьера поддерживать стабильность температуры в экструдере. Если температура неконтролируемо колеблется, это может привести к неравномерному потоку материала, образованию пустот или недостаточной адгезии между слоями. В результате, готовая деталь будет иметь дефекты, что особенно критично для литейного производства, где точность и прочность формы определяют качество отливки.

Помимо этого, термобарьер влияет на скорость охлаждения напечатанной детали.

Если процесс охлаждения происходит слишком быстро, возможно образование внутренних напряжений в материале, что в дальнейшем может привести к растрескиванию формы.

Использование термобарьеров также связано с рядом проблем. Например, выбор неподходящего материала или конструкции может привести к засорам или снижению производительности принтера. Кроме того, при длительной эксплуатации возможно накопление загрязнений внутри термобарьера, что потребует его очистки или замены.

Новейшие разработки в этой области направлены на создание термобарьеров с улучшенной геометрией и использованием инновационных материалов, таких как керамические покрытия или полимерные композиты. Эти материалы обладают еще более низкой теплопроводностью ( $\leq 0.5$  Вт/(м·К)) и способны выдерживать экстремальные температуры до 400 °С и выше.

Некоторые исследовательские группы разрабатывают термобарьеры с микроструктурой, способной эффективно рассеивать тепло, что дополнительно повышает их эффективность. Кроме того, внедрение термоэлектрических элементов позволяет преобразовывать избыточное тепло в электрическую энергию, что открывает новые перспективы в энергоэффективности.

Перспективы развития термобарьеров связаны с интеграцией интеллектуальных систем контроля температуры. Такие решения позволят автоматически регулировать температурные параметры в реальном времени. Примером может служить использование термопар и PID-контроллеров, которые позволяют поддерживать заданную температуру с минимальным отклонением ( $\pm 0.5$  °С).

Кроме того, современные системы мониторинга могут включать датчики теплового потока и алгоритмы машинного обучения, которые анализируют работу термобарьера и прогнозируют возможные сбои. Это позволит снизить затраты на обслуживание и повысить надежность работы 3D-принтера.

#### **Выводы.**

1. Термобарьер является неотъемлемой частью современной 3D-печати. Его правильный выбор и настройка обеспечивают высокое качество деталей, минимизируют риск брака и способствуют развитию технологии аддитивного производства для литейного производства.

2. Для более эффективной, точной и надежной 3D-печати необходимо применять термобарьеры с оптимальным выбором режимов печати.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Грингольц, З. М. Технологии 3D-печати: Основы, оборудование, материалы. — М.: Техносфера, 2020.
2. Gibson, I., Rosen, D. W., Stucker, B. Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. — Springer, 2021.
3. Чуйков, В. А. Металлы и их сплавы в аддитивных технологиях. — СПб.: Лань, 2019.
4. Wohlers, T., Campbell, I. Wohlers Report 2023: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry. — Wohlers Associates, 2023.
5. Калмыков, А. А., Беляев, И. В. Материалы для 3D-принтеров. Особенности выбора и применения. // Журнал "Новые технологии", 2022, №3.
6. Sun, Q., Rizvi, G., Bellehumeur, C. Mechanical properties of FDM parts manufactured with various fill patterns. // Journal of Materials Processing Technology, 2021.
7. Кузнецов, Ю. Н. Высокотемпературные полимеры в аддитивных технологиях. — Екатеринбург: УГАТУ, 2020.
8. Hossain, M. S., Ramos, M. Development of Heat-Resistant Thermal Barriers for FDM Printers. // International Journal of Advanced Manufacturing, 2020.
9. E3D-Online. Technical Documentation: High-Temperature Heat Breaks and Nozzle Design. [Электронный ресурс] // [www.e3donline.com](http://www.e3donline.com)
10. DuPont Polymers. High-Performance Materials for Additive Manufacturing: A Technical Overview. [Электронный ресурс] // [www.dupont.com](http://www.dupont.com)

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

Улугова М.М., Панжиев О.Х., Негматов С.С., Талипов Н.Х., Бозорбоев Ш.А. Исследование физико-химических процессов формирования структуры водостойких композиционных материалов на основе модифицированных гипсовых вяжущих .....	3
Негматова К.С., Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Абед Н.С., Шамсиева С.С., Жалилов Ш.Н., Пирматов Р.Х. Исследование механизма взаимодействия в процессе модификации мочевиноформальдегидных смол с выбранными модифицирующими минеральными наполнителями путем применения современных физико-химических методов .....	8
Sayitova N.N., Ibragimova K.S., Tangyarikov N.S. Piro-, Rodo-, mezoporfirin va ularning komplekslarini 3D-metallar bilan suvsiz erituvchilarda erishi va erish jarayonlarini qiyosiy o'rganish .....	10
Исаева Н.Ф. Цеолитные адсорбенты: экологически безопасные решения для очистки природного газа и воды .....	13
Кулдеев Е.И., Негматов С.С., Тастанов Е.А. Изучение физико-химических характеристик руд диатомитовых месторождений Казахстана .....	15
Xushvaqto'v S.Y., Jurayev M.M., Bekchanov D.J., Muxamediev M.G. Tarkibida azot va oltingugurt tutgan funksional ion almashinuvchi materiallarga Pb (II) ionlarining sorbsiyasi .....	19
Xusenov A.Sh., Ashurov M.M., Abdullaev X.O., Raxmanberdiev G. Plyonkaning gidrofilligi va mexanik mustahkamligiga inulin va uning hosilalari ta'sirini aniqlash .....	22
Mirzoyeva G.A., Fayziyev J.B., Nazarov N.I. Rux oksidi asosida ftalotsianin birikmasining sintezida katalizatorning ta'siri va fizik-kimyoviy tahlili .....	25
Islomova Yu.O'., Abdushukurov A.K. N-akriloiloksokarbazolni polipropilen bilan modifikatsiyalash reaksiyasi .....	29
Qurbanova L.M., Eshmamatova N.B., Akbarov H.I., Bekmurodova M.E., Ismoilova M.D. Po'lat korroziyasida anilinning fosfatli birikmasi asosidagi ingibitorlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari.....	31
Ibragimov T.E., Nurullaev Sh.P. Clay adsorbents Cr <sup>6+</sup> adsorption ionization .....	35

## 2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Xasanov J.N., Turaev A.N., Davulov Sh.B. Analysis of cast iron melting technology in electric arc furnace ....	39
Abdulhaqova Sh.B., Rasulov A.X. Kompozitsion materiallarni yaratishda ishlatiladigan talk turlarining xususiyatlarini o'rganish usullari .....	42
Ризаева Н.М., Сайдумаров Б.М. Исследование состояния поверхности стали на границе раздела металла и околонины при нагреве .....	43
Tursunbayev S.A., To'raxodjayev N.D., Nurdinov Z.B., Mardonaqulov Sh.O'., Hudayqulov Sh.O'., To'rayev A.N. Alyuminiy qotishmalarining korroziyabardoshliligiga germaniy elementini ta'siri .....	45
Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Абдумаликова М. Кукун материаллари босим остида электроконтакти ширишда зичланувчанлиги ва электрокаршилиги .....	48
Khasanov J.N., Saidkhodjaeva Sh.N., Turaev A.N. Microstructure of gray cast iron and its effect on mechanical properties .....	52
Искандарова М, Атабаев Ф.Б., Турсунова Г.Р., Абдуллаев М.Ч. Влияние керамического кирпича физико-механические свойства портландцемента .....	55
Норхужаев Ф.Р., Аралова К.Б., Маматкулов Р.Ш., Аширов А.А. Технологические возможности способов упрочнения деталей машин и инструментов .....	57

## 3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Улугова М.М., Панжиев О.Х., Негматов С.С., Талипов Н.Х., Бозорбоев Ш.А. Исследование физико-механических свойств и разработка технологии получения водостойких модифицированных композиционных материалов с применением модифицирующих добавок .....	60
Рахматова Н.Ф., Шахакимова А.А., Рахматуллаева Н.Т., Абдуллаева Д.К. Получение энергоносителей из нефтешлама и других вторичных ресурсов методом пиролиза .....	62
Xidirova M., Abdugapporova G., Mahkamov M., Shaxidova D. Epoksid smolasi, polietilen-poliamin va mahalliy bentonit gilmovalari asosida polimer kompozitsiyalar olish va ularning sorbsion xossalari o'rganish..	68
Жуманиязов А.Б., Тураходжаев Н.Д., Тухтамуродов Б.Т., Сабиров М.З. Получения качественных литейных изделий применяя правильные термобарьеры на 3D принтерах .....	72
Махкамова Л.К., Абдукаримова С.А., Ботиров А.М., Атакузиева Д.Р. Волокнообразующие сополимеры акрилонитрила с N-морфолин-2-хлорпропилакрилатом .....	74
Шакиров Ш.М., Каримов Ш.А., Даминов Л.О. Темир кукуни асосли композицияларни пресшлакда ён девор босими ва уни аниклаш .....	77