

ISSN 2091-5527
№ 1/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 621.74

ПОЛУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ЛИТЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ БЛАГОДАРЯ МОДИФИКАЦИИ ОСИ Z НА 3D ПРИНТЕРЕ**^{1,2}Жуманиязов А.Б., ^{1,2}Тураходжаев Н.Д., ²Тухтамуродов Б.Т., ²Сабилов М.З.**¹Ташкентский Государственный Технический Университет имени Ислама Каримова²Узбекско-Японский молодежный центр инновации, alibek4444@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается влияние модификации оси Z на 3D-принтерах на улучшение шероховатости поверхности литейных изделий. Освещаются ключевые аспекты, такие как толщина слоя, прецизионность перемещений и использование шарико-винтовых пар (ШВП). Приводятся практические примеры применения модернизированных систем и их влияние на качество конечных изделий. Особое внимание уделено перспективам внедрения интеллектуальных систем управления, позволяющих достичь высокой точности и минимизировать необходимость постобработки литейных форм.

Ключевые слова: 3D-печать, Z-ось, аддитивное производство, модификация оборудования, шарико-винтовая пара (ШВП), линейные направляющие, вибрации, толщина слоя.

Введение. Современные технологии 3D-печати за последние десятилетия значительно расширили свои возможности и области применения. Сегодня аддитивное производство активно используется в авиации, медицине, автомобилестроении, а также в машиностроении [3-7]. Одним из наиболее значимых направлений является создание литейных форм и изделий для производства металлических деталей. Преимущество 3D-печати в данной области заключается в высокой гибкости технологии, позволяющей создавать сложные геометрии, которые невозможно получить традиционными методами [2].

Ключевым параметром, определяющим качество литейной формы и конечного изделия, является шероховатость поверхности. Она не только влияет на внешний вид, но и оказывает непосредственное воздействие на точность размеров, прочность и эксплуатационные свойства деталей [6]. Например, уменьшение коэффициента трения между литейной формой и металлической заготовкой повышает качество поверхности отливки и снижает необходимость в последующей механической обработке [10].

Полученные результаты и их обсуждение. Основные параметры, характеризующие шероховатость, включают:

- Среднее арифметическое отклонение профиля (Ra) — основной показатель, измеряемый в микрометрах (μm).

- Максимальная высота профиля (Rz) — разница между самой высокой и самой низкой точками профиля.

Шероховатость поверхности литейной формы влияет на такие аспекты, как:

- Уменьшение коэффициента трения между формой и металлической отливкой.

- Повышение точности размеров готовых изделий.

- Снижение необходимости в последующей механической обработке.

Ось Z в 3D-принтере отвечает за вертикальное перемещение печатающей платформы или экструдерной головки. Именно на эту ось возлагается основная нагрузка при формировании слоев в процессе печати. Ключевыми аспектами, влияющими на шероховатость поверхности, являются:

- Толщина слоя. Чем тоньше слой, тем более гладкой становится поверхность детали. Оптимальная толщина слоя для получения высококачественной поверхности варьируется от 0.05 до 0.2 мм.

- Прецизионность перемещений по оси Z. Даже малейшие отклонения в точности движения могут привести к возникновению дефектов на поверхности.

- Кинематическая схема оси Z. Использование шарико-винтовых пар (ШВП) или направляющих с низким коэффициентом трения обеспечивает большую точность и стабильность.

Модификация оси Z для улучшения шероховатости

Современные 3D-принтеры позволяют модифицировать ось Z для достижения лучших показателей шероховатости поверхности. Среди наиболее популярных решений можно выделить:

1. Замена резьбовых шпилек на ШВП. ШВП обеспечивают высокую точность перемещения и снижают люфты, что положительно сказывается на качестве поверхности. Например, внедрение ШВП позволило сократить уровень Ra с 12 до 8 μm .

2. Улучшение системы направляющих. Применение линейных направляющих с низким коэффициентом трения обеспечивает плавное перемещение платформы. Это особенно важно при печати деталей большой высоты.

3. Увеличение шагов шагового двигателя. Повышение разрешения шагового двигателя на оси Z позволяет уменьшить толщину слоя, достигая значений до 0.02 мм. Это особенно эффективно при работе с фотополимерными и высокотемпературными материалами.

4. Уменьшение вибраций. Использование демпфирующих материалов и стабилизаторов для платформы позволяет снизить вибрации, которые могут повлиять на точность перемещения оси Z. Например, в 3D-принтерах Prusa MK3 применяется система стабилизации, обеспечивающая равномерное нанесение слоев.

5. Калибровка и автокомпенсация. Введение системы автоматической калибровки и датчиков уровня платформы позволяет исключить человеческий фактор и обеспечить равномерность печати по всей высоте изделия.

Температурные и механические аспекты

Качество шероховатости также зависит от температуры печати и механической стабильности конструкции. Например, при использовании PLA температура экструзии должна составлять 190-220 °C, а для ABS — 230-250 °C. Стабильность температурного режима позволяет избежать дефектов, связанных с неравномерным плавлением материала.

Кроме того, выбор правильных параметров охлаждения предотвращает образование микродефектов, таких как пузырьки или расслоение, что положительно сказывается на шероховатости поверхности.

Выводы.

1. Модификация оси Z открывает новые горизонты для повышения качества литейных изделий, но также связана с рядом проблем. Например, увеличение точности требует дополнительных затрат на оборудование и материалы. Кроме того, сложные системы могут быть менее надежными и требовать регулярного технического обслуживания.

2. В перспективе ожидается появление интеллектуальных систем, которые будут автоматически подстраивать параметры оси Z в зависимости от типа печатаемого материала и геометрии детали. Это позволит еще больше улучшить качество поверхности и снизить затраты на доработку.

3. Модификация оси Z на 3D-принтерах является одним из наиболее эффективных способов улучшения шероховатости поверхности литейных изделий. Использование современных технологий, таких как ШВП, линейные направляющие и интеллектуальные системы контроля, позволяет достичь высоких результатов в аддитивном производстве. Это особенно важно для промышленного применения, где точность и качество играют ключевую роль.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Gibson, I., Rosen, D. W., Stucker, B.** Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. - Springer, 2021.
2. **Gringolts, Z. M.** 3D-печать: Основы, оборудование, материалы. - Москва: Техносфера, 2020.
3. **Wohlers, T., Campbell, I.** Wohlers Report 2023: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry. - Wohlers Associates, 2023.
4. **Чуйков, В. А.** Металлы и их сплавы в аддитивных технологиях. - Санкт-Петербург: Лань, 2019.
5. **Kalmykov, A. A., Belyaev, I. V.** 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. **Kuznetsov, Yu. N.** 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
10. **DuPont Polymers.** High-Performance Materials for Additive Manufacturing: A Technical Overview. [Электронный ресурс] // www.dupont.com

Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Хужамуродов Ш.Э., Киёмов Ш.Н. Влияние режима отверждения на степень полимеризации полиуретанов	90
Гафуров Д.Н., Каримова Г.Ш., Бозорова Н.Х. Получение полимерных композиционных материалов на основе различных полимеров и изучение их свойств	93
Bo'rixonov B.X., Panjiyev A.X., Murodova J.Q., Xidirov Sh.B. Xitozan asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintez va ularning biologik faolligi	97
Ismatov J.F., Djalilov J.X., Qodirov S.M., Asqarov J.A. Muqobil kompozit yonilg'idan vodorod ishlab chiqarish uchun vodorod elektrolezyori (generatori) qurilmasi	100
4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов	
Yuldoshev B.A., Abdumalikova X.B., Pulatov X.L., Mengliyev Sh.Sh., Igamkulova N.A. Neft va gazni qayta ishlash sanoat korxonalarini oqava suvlarini tozalashda biosorbtsiya usulini qo'llashning ahamiyati	103
Saynazarov J.Kh., Mirzakulov Kh.Ch., Matchanov Sh.K., Jumaniyazova Kh.K. Prospects of obtaining new products by forced carbonization of production wastes	105
Мирзаахмедова М.А., Эргашов Ж.Р., Омонов Ш.А., Тошматов Д.А., Исмаилов Б.М. Устойчивость и экологическая пригодность композиций моторных топлив: аспекты синтеза, технология и эксплуатация	108
Madaminov D.K., Yunusov M.Yu., Ruzmetova A.Sh. Study of properties of barhanna sands of Kushkuyur deposit for production of heat-resistant composite based on them	111
Eminov A.M., Xokimov A.E. Keramik massalar tarkibida neft shlamidan foydalanish	113
Matkarimov S.T., Mukhametdjanova Sh.A., Nosirxojaev S.Q., Ochildiev Q.T., Akramov U.A. Thermodynamics of the process of reducing iron-containing components in copper slag using carbon oxide	116
Соатов Б.Ш., Хасанов А.С., Хакимов К.Ж. Научно-теоретический анализ исследований по обогащению полиметаллических руд Хандизы	118
Вапаев М.Д., Тешабаева Э.У., Эргашева Х.Т., Боборажабов Б.Н., Исмаилова Л.А. Модификация минеральных наполнителей методом закрепления металлокомплексных соединений	122
Ismatov J.F., Djalilov J.X., Qodirov S.M., Asqarov J.A. Yengil avtomobil dvigatellarining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini muqobil kompozitsion yonilg'ilar qo'llash orqali yaxshilash	125
5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов	
Рахмонова У.Т., Эргашев М.А., Махситалиева Л.О. Олтин таркибли эритмани кўшимча унсурлардан тозалаш усуллари	129
Rosilov M.S., Beknazarov H.S., Saparov S.X. Modifikatsiyalangan oltingugurtni fizik-kimyoviy xossalari tadqiqi	131
Fayziyev J.B., Djalilov A.T., Yodgorov N. Modifikatsiyalangan mis ftalosiyandin pigmentining ¹ H YaMR va ¹³ C YaMR spektri tahlili	135
Эминов А.М., Кадирова З.Р., Жуманов Ю.К., Эминов Аф.А. Рентгенофазовый анализ Алтынтауских каолинов	137
Xujamberdiyev Sh.M., Arifdjanova K.S., Mirzaqulov X.Ch. Kalsiy-ammoniy polifosfat olish jarayonining fizik-kimyoviy tahlili	143
Абдувохидов И.Қ., Холбоев Ю., Губайдуллин Р.Ш. Иккиламчи полиэтилентерефталатдан бисгидроксиэтилентерефталат синтези ва унинг ўртача молекуляр массасини аниқлаш	146
Жуманиязов А.Б., Тураходжаев Н.Д., Тухтамуродов Б.Т., Сабиров М.З. Получение качественной шероховатости поверхности литейных изделий благодаря модификации оси Z на 3D принтере	151
Rosilov M.S., Beknazarov H.S. AG-1S markali modifikatorning olish va uning tuzilishini o'rganish	152
Нуркулов Э.Н. Акрил-стирол сополимер эмульсияси асосида олинган композитнинг каварикланиш коэффициентини ўрганиш	158
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Axmedova M.E., Nosirxo'jayev I.S.A., Murodqosimov R.X., Xudayarov A.Sh. ADC 12 markali alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish uchun gaz pechlariga qoplangan o'tga chidamli materiallarni yeyilish bardoshlilikini sinash	159
Машаев Э.Э., Абсалямова Г.М., Хакимова Г.Р., Жумаев Д.К. Применение метода ЯМР для изучения структуры бис-карбамата	163
Ergashev A.Sh., Yettibayeva L.A., Abduraxmanova U.K., Matchanov A.D. Mentolning ba'zi aminokislotalar bilan yangi hosilalari sintezi va ularning tuzilishini tadqiq qilish	166
Мелиев В.М. Лабораторный стенд для определения объемного износа лап культиватора почвообрабатывающих машин	170
Bosimova M.B., Umirov N.S., Tashbayeva F.K., Ermatova A.A. (4-((4-(3-(2-arsano-4-nitrofenil)tria-2-enil)fenil)diazenil)benzosulfo natriy reagenti miqdorini immobillanishga ta'siri	172
6. Проблемные обзоры	
Yoqubov O.M. Qiyin boyitiluvchi ma'danlar va texnogen chiqindilarni qayta ishlashning innovatsion yo'nalishi. 174	174