

УДК 621.9

Пірогов Д.О., аспірант
Воронцов Б.С., докт. техн. наук, професор
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
voronts@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОБРОБЛЕННЯ ЗАГОТОВОК ІЗ ТИТАНУ ОТРИМАНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ХВЕАМ 3D METAL PRINTING

Адитивне виробництво є швидким та зручним способом виготовлення заготовок та прототипів для майбутніх виробів. Деякі технології друку металів базуються на методах розплавлення, спікання порошку за допомогою лазера або електронного променя і застосовуються у медицині, авіації, автомобілебудуванні та інших сферах. Однак методи 3D друку, які використовують порошки є досить вартісним, що залежить від дорогого обладнання, складної експлуатації, дорогих матеріалів і низької продуктивності, що призводить до високої собівартості отриманих заготовок. Якщо розглянути традиційні методи отримання заготовок, наприклад, ливарне виробництво, то є необхідність виготовлення окремої ливарної форми, що також призводить до додаткових витрат [1].

На відміну від заготовок отриманих із порошкового металу або традиційних методів, технологія xBeam 3D дозволяє виготовляти заготовки та прототипи деталей із більш гнучкими підходами, із застосування дроту в якості витратного матеріалу, що є більш продуктивним, розміри заготовок не мають суттєвих обмежень, а витратний матеріал, сам дріт, доступний і недорогий [1]. Крім того, використання матеріалу у вигляді дроту є конкурентною перевагою, механічні випробування підтвердили, що отримані заготовки, не поступаються стандартним. Тому даний метод є найкращим рішенням для виготовлення деталей машин середньої складності та середньо-великих розмірів [2]. Використання заготовок із титану Ti6Al-4V зросло на 9% особливо в літакобудуванні, такий прогрес пояснюється його високою корозійною стійкістю, міцністю, але механічна обробка є досить складною через високі сили різання, схильність до налипання на ріжучий інструмент [3]. Заготовки, отримані за технологією xBeam 3D, як правило, мають високу шорсткість поверхні, хвилястість по формі заготовки (рис. 1), а також не досягають необхідного допуску. Через геометричні та механічні вимоги аерокосмічного сектору, процеси механічного оброблення необхідні для покращення гладкості поверхні та отримання необхідної точності розмірів. Тому найпоширенішим підходом є фінішне оброблення деталей, виготовлених адитивним способом, за допомогою процесу кінцевої обробки [2].



а)



б)

Рис. 1 – Заготовка а) до оброблення, б) після фінішного оброблення

Основні рекомендації по обробленню заготовок із титану отриманих методами адитивного виробництва із використанням металевого дроту, наприклад, обточуванням та фрезеруванням, і які відповідають авіаційним стандартам, демонструють, що вплив стратегій оброблення та зміна траєкторій руху інструмента впливає на якість кінцевої поверхні. Основною проблемою при обробці титану є подолання стійкості інструменту, яка зазвичай не дозволяє використовувати високі швидкості різання. Для того, щоб забезпечити хорошу стійкість інструменту, швидкість різання для Ti-6Al-4V часто обмежують. Існує кілька способів покращити оброблюваність титану. До них відносять використання стандартних мастильно-охолоджуючих рідин та використання альтернативних матеріалів різального інструменту, таких як твердосплавні різальні інструменти з покриттям (Al, Si, Ti, N), які подвоюють термін служби інструменту в порівнянні з твердосплавним інструментом без покриття [2].

Фрезерування титану є більш складною операцією, ніж точіння. Фреза фрезерує лише частину кожного обороту, і стружка має тенденцію прилипати до зубців під час тієї частини обороту, яку кожен зуб не фрезерує. При наступному контакті, коли стружка збивається, зуб може бути пошкоджений. Цю проблему можна значно полегшити, використовуючи фрезерування з підйомом замість звичайного фрезерування. При цьому типі фрезерування, фреза контактує з найтоншою частиною стружки при виході з різку, що мінімізує "налипання" стружки. При фрезеруванні титану, коли різальна кромка виходить з ладу, це, як правило, відбувається через відколи. Збільшення швидкості різання на 20-30%, яке можливе при використанні твердосплавних інструментів у порівнянні з інструментами зі швидкорізальної сталі, не завжди компенсує додаткові витрати на заточку інструменту. Отже, рекомендується спробувати як інструменти зі швидкорізальної сталі, так і твердосплавні інструменти, щоб визначити кращий з них для кожного режиму фрезерування. Рекомендується використовувати MOP на водній основі. Токарну обробку титану можна застосовувати без особливих труднощів. Для токарної та розточувальної обробки слід використовувати твердосплавні інструменти, оскільки вони забезпечують вищу продуктивність і довший термін служби. При обробці швидкорізальних сталей рекомендується використовувати надвисокі швидкості. Слід уникати прогину інструменту, а на поверхню різання подавати сильний і постійний потік мастильно-охолоджуючої рідини [2, 4].

Але необхідні рекомендації із застосування технології xBeam 3D в поєднанні із процесами різання відсутні, тому дана майбутнє дослідження вимагає подальших експериментів та має на меті запропонувати різні промислові стратегії, а зокрема описати виробничий процес, експерименти із режимами різання і процедурою для досягнення необхідної якості поверхні, провести необхідні дослідження із визначенням сил різання, деформацій, вібрацій, які впливають на мікроструктурні результати.

Список посилань

1. Технологія xBeam 3D Metal Printing на шляху до промислового виробництва [Електронний ресурс] / Д.В. Ковальчук, В.Г. Мельник, І.В. Мельник, Б.А. Тугай // Сучасна електрометалургія. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/sem/2020/03/04>.

2. Analysis of the Machining Process of Titanium Ti6Al-4V Parts Manufactured by Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) [Електронний ресурс] / Fernando Veiga, Alain Gil Del Val, Alfredo Suárez, Unai Alonso // Materials 2020. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.3390/ma13030766>

3. WAAM-State of the Art and the Future Prospects. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://waammat.com/documents/waamstate-of-the-art-and-future-prospects>

4. Machining of Titanium Alloys: A Review [Електронний ресурс] / Moaz H. Ali Abotiheen, Basim A. Khidhir, Bashir Mohamed та ін.] // Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers Part B- journal of Engineering Manufacture. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.1243/PIME_PROC_1990_204_04.