

С. В. Аджамський^{1,2}, Г. А. Кононенко^{1,3}, Р. В. Подольський^{1,3}

¹ LLC «Additive Laser Technology of Ukraine», Україна, Дніпро

² Інститут транспортних систем і технологій НАН України, Дніпро

³ Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України, Дніпро

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

Титан відноситься до металів, для яких необхідно створити спеціальні умови, перш ніж приступити до роботи з ними. Це обумовлене його високою твердістю. Через те, що продукт володіє підвищеною міцністю, при токарній обробці титану доводиться використовувати інструмент з надміцного сплаву [1-3].

При необхідності роботи з титаном обов'язково потрібно враховувати такі особливості [1, 3-5]:

- Налипання. При обробці титану з використанням токарного верстата створюється висока температура, через яку матеріал починає плавитися і прилипати до ріжучого інструменту.
- Під час обробки також виникає дрібний дисперсний пил. Він може детонувати, а тому під час роботи дуже важливо суворо дотримуватися всіх правил техніки безпеки.
- Для того щоб якісно здійснити процес різання такого надміцного металу, необхідний інструмент, який може забезпечити відповідний режим.
- Спеціально підбирати інструмент для різання доводиться ще й тому, що титан характеризується низькою теплопровідністю.

Основна проблема, з якою стикаються при обробці цієї сировини, це налипання і задирання на інструмент. Через це термічна обробка титану дуже складна. Крім того, досить багато проблем доставляє і той факт, що метал відрізняється дуже низькою теплопровідністю. Через те, що інші метали чинять опір нагріву набагато слабкіше, при контакті з титаном найчастіше вони утворюють сплав [5-9]. Це є основною причиною швидкого зносу інструментів. Для того щоб дещо зменшити задирання і налипання, а також відвести частину тепла, фахівці рекомендують робити наступне:

- по-перше, потрібно обов'язково використовувати охолоджувальну рідину;

- по-друге, при проведенні заточки заготовок, наприклад, повинні використовуватися інструменти з таких же надміцних матеріалів;
- по-третє, при обробці сировини за допомогою різців швидкість значно знижують, щоб знизити нагрів [6-9].

Після того як обробка титану закінчується, готова деталь зазвичай підігрівається, після чого їй дають охолонути на відкритому повітрі. Таким чином створюють захисну плівку на поверхні матеріалу. Через те, що на поверхні металу утворюється плівка TiO_2 , він володіє хорошою стійкістю до всіх зовнішніх впливів [8-11].

Варто звернути увагу на те, що під час обробки титану різанням від 85 до 90% всієї енергії буде перетворюватися на теплову, яка буде поглинатися стружкою, оброблюваною заготовкою, різцями і рідиною, яка призначена для охолодження. Зазвичай температура в зоні робіт сягає 1000-1100 °C [9].

Також дуже важливо відзначити, що механічна обробка титану на такому обладнанні завжди проводиться тільки при наявності подачі спеціальної охолоджувальної емульсії. Субстанція подається під тиском на робочий інструмент. Це необхідно для того, щоб створити нормальний температурний режим роботи [7-10].

Під час експлуатації робочий інструмент піддається абразивному, адгезійному і дифузному зношуванню. Особливу увагу варто приділити дифузному зношуванню, оскільки в цей час відбувається процес розчинення і ріжучого матеріалу, і заготовки з титану. Найбільш активно ці процеси протікають, якщо температура знаходиться в межах від 900 до 1200 °C [9-15].

У зв'язку з наведеними вище складнощами механічної обробки титану, і як наслідок, значними труднощами у виготовленні виробів з суцільної заготовки, технологія селективного лазерного плавлення як спосіб адитивного виробництва відкриває значні перспективи щодо застосування титану та його сплавів для деталей складної геометричної форми.

ВИСНОВКИ

Ґрунтуючись на інформаційно-аналітичному аналізі встановлено, що механічна обробка титанових сплавів відіграє значну роль у формуванні кінцевих службових та експлуатаційних властивостей. Враховуючи вище зазначене, механічна обробка деталей виготовлених за SLM технологією потребує значного контролю.

Література:

1. Wood, J. R., Russo P. A. (2004). Heat Treatment of Titanium Alloys, Industrial Heating.

2. Kirk-Othmer (1992). Encyclopedia of Chemical Technology, Titanium and Titanium Alloys, 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York.
3. Molchanova, M. (1965). Phase Diagrams of Titanium Alloys, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, Israel.
4. Froes F. H., Eylon D., Bomberger H. B. (1985). Titanium Technology: Present Status and Future Trends, International Titanium Association.
5. Boyer R., Welsch G., Collings E. (1994). Materials Property Handbook: Titanium Alloys, ASM International.
6. Donachie, M. J. (1988). Titanium, A Technical Guide, ASM International, 1988.
7. Polmear, I. J. (1996). Light Alloys, Metallurgy of the Light Metals, 3rd ed., Edward Arnold.
8. Margolin H., Neilson H. (1960). Titanium Metallurgy, Modern Materials, Advances in Development and Applications, H. H. Hauser (Ed.), Academic Press, New York, vol. 2, 225–325.
9. Joseph S. S., Froes F. H. (1988). Light Metal Age, 4-6 (11-12), 5-12.
10. Herring, D. H. (2007). Practical Aspects Related to the Heat Treatment of Titanium and Titanium Alloys, Industrial Heating.
11. Hill R. Solar Atmospheres of Western Pennsylvania, private correspondence.
12. Аджамський С.В., Кононенко А.А., Подольський Р.В. (2020) Исследование влияния режимов SLM-процесса на качество в области контура изделий. Міжнародна конференція «Університетська наука-2020», 1, 157–158. Режим доступу до ресурсу.
13. Аджамський С.В., Кононенко Г.А., Подольський Р.В. (2020) Вплив технологічних параметрів SLM-процесу на пористість металовиробів. Автоматичне зварювання, 10, 14–20. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2020.10.03>
14. Аджамський С.В., Кононенко Г.А., Подольський Р.В. (2021) Підвищення продуктивності слп-процесу шляхом регулювання діаметра фокусної плями променя лазерного пучка. Автоматичне зварювання, 5, 21–27. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2021.05.03>
15. S. V. Adzhamskyy, H. A. Kononenko, and R. V. Podolskyi, Analysis of Structure after Heat Treatment of Inconel 718 Heat-Resistant Alloys Made by SLM-Technology, Metallofiz. Noveishie Tekhnol., 43, No. 7: 909–924 (2021) (in Ukrainian), DOI: 10.15407/mfint.43.07.0909.