

ОСОБЛИВОСТІ І ВЛАСТИВОСТІ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБКИ ЧАВУНІВ

Чавун – це залізний сплав, який історично використовується в різних галузях промисловості завдяки своїм унікальним властивостям. Зокрема, сірий та високоміцний чавун мають свої характеристики, які впливають на їхнє застосування у металообробці [1].

Металургія та металообробка завжди були важливими секторами промисловості, які відіграли важливу роль у розвитку суспільства. Починаючи з часів епохи бронзи та до наших днів, обробка металів є ключовим компонентом виробництва продуктів, які ми використовуємо у повсякденному житті. Варіативність властивостей різних видів металів вимагає глибокого розуміння для їх успішної обробки. Давайте розглянемо особливості сірого та високоміцного чавунів, їх роль у процесі металообробки, а також сучасні методи та інструменти, які дозволяють оптимізувати процес обробки цих матеріалів.[2]

Обробка металів є однією з ключових операцій у сфері металообробки, що дозволяє отримувати вироби з необхідною формою та розмірами. У виготовленні багатьох деталей та конструкцій часто застосовуються сірий та високоміцний чавун. Властивості цих матеріалів впливають на вибір методів та інструментів для їх обробки.[3]

Чавун, завдяки своїй унікальній структурі з графіту, потребує особливого підходу під час обробки. Цей матеріал може бути таким твердим, як сталь, або навіть м'якшим в залежності від його типу, але його графітна складова завжди робить обробку викликом.

Основні види чавуну, такі як зносостійкий, високоміцний та вермикулярний, мають різні характеристики, які впливають на вибір інструментів під час обробки. Наприклад, вермикулярний чавун, який має графіт у формі вермикулітів, потребує використання інструментів з підвищеною твердістю та здатністю амортизувати вібрації [4].

Особливості інструментів для обробки чавуну включають наступне:

- **вібростійкість:** обробка чавуну часто супроводжується вібрацією через його графітну структуру. Тому інструменти повинні мати демпфуючі властивості для зменшення інтенсивності вібрацій;
- **твердість:** для ефективної обробки чавуну інструменти повинні бути дуже твердими, щоб уникнути швидкого зношування;
- **термостійкість:** під час різання чавуну відбувається вища тепловиділення, тому інструменти повинні витримувати високі температури [5].

Особливості обробки чавуну включають також:

- **підвищені температури:** через структуру чавуну, під час обробки можуть виникати підвищені температури;
- **вища швидкість різання:** чавун, особливо вермикулярний, може вимагати вищих швидкостей різання для оптимального відділення матеріалу припуску;
- **нерівномірність поверхні:** під час обробки частки чавуну можуть випадати, залишаючи нерівності на обробленій поверхні;
- **вібрації:** значні вібрації можуть призвести до проблем зі стійкістю інструментів, точністю та якістю обробки [6].

Також важливо враховувати вибір оптимальних параметрів різання для різних видів чавуну. Наприклад, при обробці високоміцних чавунів рекомендується використовувати нижчі швидкості та глибину різання порівняно з обробкою сірого чавуну, але залишаючи великі подачі.

Ще одним важливим аспектом є техніка охолодження. Оскільки високоміцний чавун відрізняється великою твердістю, що викликає інтенсивне зношування інструментів, рекомендується використовувати охолодження під час обробки цих матеріалів. Охолодження допомагає знизити температуру в зоні різання, зменшує ризик перегріву, зносу та руйнування інструментів, а також поліпшує якість обробленої поверхні [7].

Крім того, вибір інструментів може залежати від конкретної задачі, будь то груба лезова обробка, чистова лезова обробка чи фінішне шліфування.

Для грубої обробки іноді обирають інструменти з більшою жорсткістю, але меншою стійкістю до зношування, тоді як для чистової обробки потрібний інструмент з високою стійкістю до зношування.

Правильний вибір інструменту для обробки чавуну, з урахуванням його особливостей та властивостей, є ключовим фактором для забезпечення високої продуктивності виробництва і якості виробів. Новітні технології та матеріали для різальних інструментів постійно розвиваються, щоб відповідати високим вимогам сучасного виробництва [8].

Основна відмінність сірого чавуну від інших видів чавуну полягає у наявності у ньому пластинчастого графіту. Ці пластинки графіту розділяють металеву основу чавуну, створюючи характерну "шарувату" структуру матеріалу. Це призводить до підвищеної ломкості при обробці сірого чавуну, що полегшує процес різання та забезпечує кращу оброблюваність [9].

На відміну від сірого чавуну, високоміцний чавун містить значно більше кремнію, а також різні домішки та карбіді. Ці компоненти надають високоміцному чавуну велику твердість, що робить процес обробки більш вимогливим. Збільшена твердість матеріалу ускладнює процес різання та вимагає використання спеціалізованого інструменту та оптимальних параметрів обробки [10].

Внаслідок цього розхід інструменту при обробці високоміцного чавуну значно вищий, ніж при роботі із сірим чавуном. Тому для ефективної обробки високоміцних чавунів потрібно використовувати спеціальні інструменти та методи [5].

Для зменшення зносу ріжучих інструментів шляхом зниження інтенсивності адгезії до оброблюваного матеріалу застосовують різні види покриттів. Серед них можна виділити такі, як TiN, TiAlN, і TiSiN, які зменшують адгезійну взаємодію. Для зниження інтенсивності окислювальних процесів використовується покриття на основі Al₂O₃.

Наразі найпоширенішим вибором для інструментів, виготовлених з твердих сплавів з кобальтовим сполученням, є покриття, засновані на нітриді титану (TiN), які наносяться як хімічним, так і фізичним методом осадження. Властивості такого покриття сильно залежать від вмісту азоту в нітриді та швидкості його нанесення. За високої швидкості нанесення виникають дефекти в структурі, а за низької швидкості утворюється лускате покриття, що негативно позначається на експлуатаційних характеристиках інструменту. Крім того, висока мікротвердість TiN (20-40 ГПа) пов'язана з внутрішніми напруженнями, що досягають 10-12 ГПа. Ще одним істотним недоліком, що обмежує використання цього покриття в інструментальному виробництві, є його низька стійкість до окислення. Під час нагрівання вище 550 °C на поверхні покриття TiN утворюється крихкий шар титанового оксиду з низькою адгезією, що істотно знижує зносостійкість покриття.

Завдяки сучасним матеріалам та технологіям, таким як багат шарові покриття на різальних інструментах, можливо досягти високої продуктивності та довгого терміну служби інструменту під час обробки таких складних матеріалів, як високоміцний чавун.

Література:

1. Araki T. Influence of Metallurgy on Machinability / T. Araki, S. Yamamoto // Proceed. of the Inter. Symposium on Influence of Metall. on Machinability, 1975. – Vol. 7. – P. 159–173.
2. The Effect of Metallurgical Variables on the Machinability of Compacted Graphite Iron / S. Dawson, I. Hollinger and other. – SinterCast, 2014 [Electronic resource]. – Access mode: <https://sintercast.com/media/1571/sintercast-the-effect-of-metallurgical-variables-on-the-machinability-of-compacted-graphite-iron-1.pdf>.
3. ISO 16112-2017 Compacted (vermicular) graphite cast irons Classification.
4. Machining of gray cast irons and compacted graphite iron / B. Tasdelen, M. Escursell, G. Grenmyr, L. Nyborg // Swedish Production Symposium. – 2007.
5. Study on surface integrity of compacted graphite iron milled by cemented carbide tools and ceramic tools / Jiahui Niu, Chuanzhen Huang, Rui Su and other.
6. Виговський, Г.М. Визначення режимів обробки торцевими фрезами, оснащеними надтвердими матеріалами, при чорновій обробці сірого чавуну / Г.М. Виговський, В.М. Бушля // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. – 2012. – Вип. 13. – С. 28–38.
7. Milling Forces of Compacted Graphite Iron (CGI) and Gray Iron (GI) / Y. Guo, C. Y. Wang, H. Yuan and other.
8. Радкевич, С.І. Оброблюваність чавунів при фінішному торцевому фрезеруванні плоских поверхонь надтвердими матеріалами / С.І. Радкевич, Л.Є. Глембоцька, П.П. Мельничук // Технічна інженерія. – 2021. – № 1 (87). – С. 38–48.
9. Чавун з вермикулярним графітом : навчально-методичний комплекс для студентів денної і заочної форм навчання / В.М. Кропівний, О.В. Кузик, А.В. Кропівна, Г.М. Засінець ; заг. ред. В.М. Кропівного. – Кропивницький: Видавець В.Ф. Лисенко, 2019. – 222 с.
10. Кропівна А.В. Аналіз та гармонізація національних до міжнародних стандартів якісних показників чавунів з вермикулярним графітом / А.В. Кропівна, О.В. Кузик // Центральноукраїнський науковий вісник. Сер. Технічні науки: зб. наук. пр. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – Вип. 3 (34). – С. 88–95.