

УДК 621.74.045

О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ

ТОНКОСТІННИЙ ВИЛИВОК З ВИСОКОМІЦНОГО СПЛАВУ ЯК ОДНЕ З ГОЛОВНИХ ЗАВДАНЬ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Близько 38% вартості виробів світової промисловості складає продукція машинобудування, розвиток якого пов'язаний з виготовленням литих заготовок, підвищенням рівня їх характеристик разом зі зниженням металоємності, удосконаленням існуючих та створенням нових сплавів з розширеними функціональними можливостями. Особливий інтерес становить розробка і виробництво просторових виливків тонкостінної оболонкової чи (та комірчастої конструкції, що дозволяє знизити металоємність заготовок та підвищити їх ресурсоефективність. Для цього найбільш продуктивним є лиття за моделями, що газифікуються (ЛГМ), способи якого протягом кількох десятиліть успішно удосконалюються і патентуються відділом ФХЛП, включно з застосуванням новітніх 3D-технологій для виготовлення ливарних разових моделей, ливарної металевої оснастки та контролю якості литва. Розкриттю потенціалу моделювання габаритних легковагих конструкцій сприяє виняткова легкість обробки застосовуваних для цього пінополістиролу та інших полімерів, в тому числі легкоплавких чи легкорозчинних. Такі матеріали вибрано для виготовлення разових моделей виливків в різних діапазонах автоматизації, серійності і маси металу вилівка від десятків чи сотень грамів до кількох тонн.

За технологічною функцією ливарна модель при ЛГМ формується в контейнері з сухим піском і в наших дослідженнях розглядається як разова фасонна та нерідко великогабаритна оснастка, що взаємодіє з двома текучими середовищами – металом, що заливається та заміщує модель зсередини, і рухомих піщаними середовищем, що оточує модель зовні при формовці. Концепція взаємодії моделі з двома плинними середовищами дала поштовх проектуванню нових легковагих литих металовиробів, в тому числі за аналогами конструкцій з природи і методами математичного та фізичного моделювання. При цьому дослідники відповідали на питання «як твердотільні конструкції можуть оптимально заповнити певний об'єм простору з найменшими витратами ресурсів?». По суті, в живій чи неживій природі відібрано еволюцією саме такі «підкоряючі» простір конструкції, що часто мають фрактальну, а не

евклідову геометрію, відповідають співвідношенням золотої пропорції та, нерідко мають поверхні, що визначені в математиці як мінімальні (за площею). Програми 3D-технологій сьогодні також за еволюційним алгоритмом (згідно з біонікою) конструюють виливки здебільшого тонкостінної та комірчастої структури з оптимальною кривизною оболонок, що знижує металоємність виробів та прийнятне для ЛГМ. Для живлення металом тонких периферійних стінок вилівка залучають різнофасонні ливникові системи (моделі з легких полімерів), для засмокування металу - вакуум форми та/чи надмірний тиск на метал. Таким чином, при ЛГМ на конструкцію вилівка впливає функція ливарної моделі як взаємодія її з двома текучими середовищами в поєднанні з експлуатаційними функціями отриманого по ній вилівка, що сприяє створенню легковагих вилівок оболонкової, каркасної чи стільникової будови за аналогами конструкцій з природи і способами математичного чи фізичного моделювання. Нами запатентовано більше десятка конструкцій та способів збирання таких моделей для ЛГМ. Також тонку стінку вилівка слід утворити з високоміцних сплавів, до яких сьогодні, замість конструювання нових, частіше застосовують управління структурою і, відповідно, властивостями сплавів, що вже існують.

Вплив на структуру ми досягали регулюванням швидкості охолодження вилівок аж до застосування режимів термообробки в процесах лиття для створення мікроструктури, що відповідає підвищеним властивостям металу. Останніми роками нами запатентовано способи виробництва вилівок з високоміцних чавунів та сталей для отримання двофазних чи багатофазних мікро- і макронеоднорідних структур методами ступінчастого охолодження з литого аустенітного стану (ізотермічне гартування тощо), що значно підвищує механічні і службові властивості вилівок, економить легуючі елементи та енерговитрати, а також, за потреби, дозволяє покращити оброблюваність різанням. Зазначені технології поліпшення експлуатаційних властивостей в комплексі з оптимальним моделюванням, у т. ч. з застосуванням автоматичних 3D-верстатів з ЧПУ, дозволять зниження товщин стінок литих конструкцій, а цифровізація і автоматизація підвищать швидкість технологічної підготовки та продуктивність виробництва, у тому числі великогабаритних, оболонкових та комірчастих вилівок, що, в цілому, завдяки поглибленню досліджень за цією темою сприятиме вирішенню актуальної проблеми зменшення металоємності та збільшення ресурсу експлуатації литих заготовок для машинобудування.