

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МОДЕЛЬНОЇ ОСНАСТКИ РОБОЧИХ КОЛІС

Шелепко П. В., Пономаренко О. І. (Харків, НТУ «ХП»)

Робоче колесо являє собою складну деталь із просторовими лопатками, яка вимагає високої точності геометрії, чистоти поверхні та врахування гідродинамічних характеристик. Ключовим елементом у його виробництві є модельна оснастка, що включає ливарні моделі та стрижневі ящики, які визначають конфігурацію відливки. Оснастка повинна враховувати усадку сплаву, ливарні ухили та припуски на механічну обробку, а також розрахунок литників і прибутків, що робить процес її виготовлення критично важливим етапом.

Обладнання для створення оснастки відіграє визначальну роль у забезпеченні точності та якості готової продукції. Сучасні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) дозволяють виконувати чорнову й чистову обробку заготовок із деревини, пластику, металу та композитів, відтворюючи складну геометрію робочих коліс із криволінійними поверхнями та лопатковими каналами.

Тривісні фрезерні верстати з ЧПК демонструють високу ефективність при створенні точної геометрії моделей зі склеєних заготовок, забезпечуючи повторюваність та скорочення трудомісткості.

Токарні верстати з ЧПК застосовуються для виготовлення циліндричних елементів оснастки: стояків, прибутків, втулок і стрижневих знаків, що забезпечують точну збірку та позиціонування. Сучасні технологічні рішення дозволяють відмовитися від дорогих п'ятиосьових обробних центрів для фрезерування складних міжлопаткових просторів із від'ємними ухилами.

Аддитивні технології та 3D-друк відкривають нові можливості для виготовлення криволінійних лопаток, значно прискорюючи процес і знижуючи собівартість за рахунок зменшення кількості технологічних операцій.

Гібридні підходи у виготовленні модельної оснастки передбачають раціональне поєднання традиційної ЧПК-фрезерування та адитивних технологій. При цьому саме фрезерні верстати з ЧПК виконують основне завдання — із масиву деревини, пластику чи композиційного матеріалу відфрезерується базова конфігурація моделі, включаючи основні геометричні поверхні та проточні частини робочого колеса. Такий метод забезпечує високу точність, швидкість і стабільність процесу. Водночас 3D-друк використовується як допоміжний інструмент, що дає змогу виготовляти складні дрібномасштабні елементи оснастки, вставки та деталі з криволінійною чи внутрішньою структурою, які було б вкрай складно або неефективно обробляти фрезою.

Таким чином, фрезерування відповідає за основне формоутворення та точність усієї моделі загалом, а 3D-принтери вирішують завдання

відтворення складної дрібної геометрії, що робить процес більш гнучким, швидким і економічно доцільним.

Системи контролю якості, до яких належать координатно-вимірювальні машини, 3D-сканери та оптичні вимірювальні комплекси, забезпечують відповідність оснастки проектним параметрам, перевіряючи точність профілів, лопаткових поверхонь та кутових розмірів із формуванням цифрової звітності. Цифрові двійники дають змогу проводити віртуальні випробування оснастки, прогнозувати ливарні дефекти та оптимізувати технологічні процеси ще на етапі проектування.

Автоматизація виробничих процесів із використанням роботизованих комплексів для обробки та контролю скорочує виробничий цикл і мінімізує людський фактор. Сучасний підхід до виготовлення модельної оснастки робочих коліс насосів інтегрує тривісні фрезерні ЧПК-верстати, адитивні технології, гібридні системи та прецизійне контрольоване обладнання, що забезпечує відтворюваність складних гідродинамічних поверхонь. Така технологічна база дозволяє мінімізувати брак, оптимізувати виробничі цикли, підвищити ефективність ливарного виробництва та гарантувати відповідність продукції міжнародним стандартам якості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Shelepko, P. *Production of model equipment in the modern foundry*/ P. Shelepko, O. Ponomarenko, M. Vorobyov. //Тези доповідей XXXI Міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024 «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». (22-25 травня 2024 р., м. Харків) – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – С. 332.
URI <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/79276>
2. Шелепко П. В. Виготовлення модельного комплекту оснастки в сучасному ливарному виробництві [Електронний ресурс] / П. В. Шелепко, О. І. Пономаренко, М. М. Воробйов., // *Литво. Металургія. 2024 : матеріали 20-ї, 13-ї Ювілейної Міжнар. наук.-практ. конф., 28-30 травня 2024 р. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т» [та ін.] ; заг. ред. О. І. Пономаренко. – Електрон. текст. дані. – Харків ; Київ, 2024. – С. 283-284.*
URI <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/79688>
3. Шелепко П.В., Пономаренко О.І., Євтушенко Є.Д. ЕТАПИ ВИГОТОВЛЕННЯ МОДЕЛЬНОЇ ОСНАСТКИ ДЛЯ ЛИТТЯ СТАЛЬНИХ РОБОЧИХ КОЛІС У ХТС./ Збірник тез XVII Міжнародної науково-технічної конференції Запоріжжя, 26-27 листопада 2024 року С. 36
4. Шелепко П.В., Пономаренко О.І. ПЕРЕВАГИ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІДЛИВОК ЛИТИХ РОБОЧИХ КОЛІС НАСОСІВ У ХТС/ Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025, 14-17 травня 2025 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – С 423.