

Дослідження та розробка технології виробництва великогабаритних литих робочих коліс компресорів

І. Н. Примак, кандидат технічних наук

В. М. Щеглов, кандидат технічних наук

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

Розроблена і експериментально випробувана технологія виготовлення великогабаритних литих коліс компресорів з просторовими лопаттями методом лиття під тиском під час заливки і кристалізації.

Робочі колеса компресорних машин є відповідальними деталями, габарити яких, залежно від призначення, знаходяться в межах 40 – 4000 мм при швидкостях обертання 500 – 10000 об/хв. Високі динамічні навантаження при мінімальних значеннях дисбалансу вимагають дотримання високої точності геометричних параметрів деталей, чистоти обробки поверхні і відповідної якості металу – середньовуглецевих хромонікельмолібденових сталей [1].

У більшості випадків робочі колеса компресорів виготовляють із деформівних заготовок з подальшою складною механічною обробкою і зварюванням чи заклепуванням, що суттєво підвищує їх собівартість. Виходячи з цього перспективною може бути технологія виготовлення цих виробів з використанням однією литої заготовки.

Дослідження в цьому напрямі проведено стосовно робочого колеса конструкції Невського машинобудівного заводу (Санкт-Петербург). Основні характеристики виробу: маса 71 кг; зовнішній діаметр 552 мм; висота 130 мм; кількість просторових лопаток 18; товщина 2 – 5 мм; сталь 34ХНЗМА. При цьому необхідно забезпечити геометричну точність розмірів і взаємного розташування проточних каналів робочого колеса, чистоту поверхні і відсутність ливарних дефектів, поверхневих та внутрішніх тріщин, високу якість металу у всіх елементах вилівка. Проте традиційна гравітаційна заливка таких виробів не дозволяє одержати їх з потрібною високою якістю. З врахуванням цього для вирішення проблеми найбільш придатним технологічним рішенням є лиття під тиском [2]. Тому подальші дослідження і технологічні варіанти виконували з урахуванням особливостей цього процесу.

Для забезпечення плавних переходів від дисків колеса до лопаток розроблено варіант збірного стрижня з окремих елементів для кожного каналу колеса (рис. 1). Зміщений роз'єм знаків стрижнів виключає утворення заливів на кінцях лопатей і забезпечує надійну фіксацію стрижнів у блоці. Потрібну чистоту поверхні і геометричну точність виливків забезпечило використання



Рис. 1. Стрижні для виконання каналів робочого колеса.

керамічних стрижнів, виготовлених шлікерним литтям. Проте такі стрижні можуть бути рекомендовані для широкого використання лише за умов підвищення їх стійкості щодо термічного удару, зменшення опору вільній усадці виливка і тріщиноутворення.

Виходячи з цього досліджено можливість використання для виготовлення стрижнів смоляних холоднотвердіючих сумішей з різними вогнетривкими наповнювачами (хроміт, магнезит, кварцевий пісок). Кращі результати одержані при використанні

якісного кварцевого піску. При цьому необхідно наносити два щари самовисихаючих фарб – проникаючої і контактної з цирконієвим порошком в якості наповнювача.

Зовнішні поверхні литого колеса формували кокілем і кришкою кокіля з покриттям вогнетривкими цирконієвими фарбами.

Центральний стрижень, зібраний у спеціальному кільці, встановлюється у нижній половині кокіля (рис. 2). Для необхідного при застосуванні технології лиття вижиманням з кристалізацією під тиском (ЛВКТ), вакуумування або заповнення форми інертним газом на знаковій поверхні кокіля і верхній частині кришки виконані спеціальні канали.

Для пошуку оптимальних режимів заливки і регулювання потоків розплаву проведено моделювання гідродинамічних процесів, що дозволило зупинитись на схемі сифонної заливки через циліндричний вертикальний стояк, який перед входом в ливарну форму переходить у дифузор.

Важливого значення для одержання якісних литих коліс набуває якість металу і оптимальні режими виготовлення виливків. Експериментальні плавки сталі 34ХНЗМА для виготовлення коліс здійснювали в індукційній печі ИСТ-016 з основною футеровкою. Рафінування розплаву забезпечували введенням 3 % суміші прожареного вапна 80 % і плавикового шпату 20 %. Зниження вмісту фосфору і сірки досягало відповідно від 0,035 % до 0,01 % та від 0,032 до 0,008 %. Для запобігання низької газонасиченості металу передбачено також продувка в ковші просушеним аргоном через занурену фурму.

Під час зливу металу з печі в ківш на струмінь розплаву подавався комплексний модифікатор ФС30РЗМ20 з розрахунку 0,45 кг/т сталі. Це забезпечувало потрібну однорідність і дисперсність структури у ступиці і в лопастях колеса. Температурний режим розраховували, виходячи з втрат тепла на технологічні операції і необхідність забезпечення температури металу в камері вижимання 1550 °С.



Рис. 2. Нижня півформа зі стрижнями.

Після заливки металу в камеру вижимання і підняття рухомого столу установки до контакту з металопроводом, під тиском пуансону метал вижимався в ливарну форму, де знаходився під тиском протягом всього часу заливки і кристалізації [4]. Такий спосіб забезпечує надійне живлення вилівка і якісне заповнення найтонших елементів вилівка. Кристалізація під тиском з інтенсивним тепловідбором дозволяє відмовитись від масивних надливів, обмежившись лише незначною за масою бобишкою у верхній частині ступиці. При виконанні роботи вдосконалено процес ЛВКТ стосовно підвищення коефіцієнта використання металу [4].



Рис. 3. Вилівок робочого колеса компресора.

Такий вдосконалений технологічний процес дозволяє розширити можливість виготовлення відповідальних виробів – великогабаритних коліс з просторовими лопастями для відцентрових компресорів і підвищити коефіцієнт використання металу.

Література

1. Шнепп В.Б. Конструкция и расчет центробежных компрессорных машин. – М.: Машиностроение, 1995. – 240 с.
2. Караник Ю.А. // Литейн. пр-во. – 1990. – 6. – С. 15 – 16.
3. Примак І.Н., Великанов Г.Ф., Бречко А.А. // Литейн. пр-во. – 1983. – 12. – С. 15.
4. Патент № 46294 України, МПК В22Д27/11,7/04. Способ получения длиномерных пустотелых отливок и устройство для его выполнения. /И.Н. Примак, В.М. Щеглов, С.Е. Кондратюк. – Опубл. 2002. – Бюл. № 5.
5. Патент № 14621 України, МПК В22Д27/12/02. Устройство для получения отливок / И.Н. Примак, В.М. Щеглов. – Опубл. 1997. – Бюл. № 2.

Одержано 21.11.12

И. Н. Примак, В. М. Щеглов

Исследование и разработка технологии изготовления крупногабаритных литых рабочих колес компрессоров

Резюме

Разработана и экспериментально опробована технология изготовления крупногабаритных литых колес компрессоров с пространственными лопатками методом литья под давлением во время заливки и кристаллизации.

I. N. Primak, V. M. Shcheglov

Investigation and development of the process of production of large compressor wheels

Summary

Technology for production of large-cast compressor wheels with impeller blades by the spatial LVKT method are developed and experimentally tested.

Іван Никанорович Примак

До 80-річчя від дня народження



9 жовтня 2012 р. виповнилось 80 років відомому вченому в галузі ливарного виробництва, кандидату технічних наук, старшому науковому співробітнику відділу лиття та структуроутворення сталі ФТІМС НАН України *Івану Никаноровичу Примаку*.

Свій трудовий шлях ювіляр почав після закінчення у 1955 р. Київського політехнічного інституту інженером-технологом сталеливарного цеху Невського машинобудівного заводу. Згодом з 1963 по 1968 рр. вже на посаді головного металурга Ленінградського заводу «Економайзер» брав участь в організації виробництва великорозмірних коліс судових насосів. З 1968 по 1975 рр. І. Н. Примак працює на посаді головного металурга Невського заводу, а з 1975 по 1986 рр. одночасно з цим на посаді головного металурга НДІ Турбокомпресоробудування. В ці роки він приймав безпосередню участь в організації серійного виробництва всіх типів газових турбін та нагнітачів для магістральних газопроводів, зокрема Уренгой-Помари-Ужгород. За його участі вироблялись унікальні виливки для турбін Братської, Красноярської та Асуанської ГЕС. Цей багатий досвід узагальнено в книзі «Производство отливок для энергомашиностроения». З 1986 р. Іван Никанорович працює в Україні завідувачим відділом і заступником директора СКТБ, а з 1992 року старшим науковим співробітником ФТІМС НАНУ. Він є автором 67 наукових публікацій та 43 винаходів і патентів, відзначений орденом Трудового червоного прапора, медалями ВДНГ, лауреат премії Ради Міністрів СРСР. Іван Никанорович активно і успішно працює в напрямі створення нових технологій виготовлення великогабаритних виливків з підвищеними фізико-механічними властивостями.

*Колектив ФТІМС НАН України,
редакція журналу «МОМ», колеги і друзі щиро
поздоровляють Івана Никаноровича з ювілеєм,
зичать йому міцного здоров'я, щастя і
подальших творчих здобутків.*

