УДК 621.000
DOI:10.62717/3083-7057-2026-1-101

Назаренко А.А.,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail:artemkaif2282@gmail.com

Бондаренко О.В.,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
ORCID 0000-0003-4958-1777
E-mail:bov1977@i.ua

ВИГОТОВЛЕННЯ СТУПІНЧАСТИХ ВАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНОГО МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Анотація. В роботі розглянуті способи виготовлення ступінчастих валів з використанням сучасного металорізального обладнання. Основна увага приділена можливостям і умовам виготовлення валів на одному верстаті за одну операцію. Наведені вимоги до обладнання, яке дозволяє таку обробку.
Ключові слова: ступінчастий вал, обробний центр, типовий технологічний процес

A. Nazarenko,
Oles Honchar Dnipro National University
E-mail:artemkaif2282@gmail.com

O. Bondarenko,
Oles Honchar Dnipro National University
ORCID 0000-0003-4958-1777
E-mail:bov1977@i.ua

MANUFACTURING OF STEPPED SHAFTS USING MODERN METALCUTTING EQUIPMENT

Annotation. The paper considers methods for manufacturing stepped shafts using modern metal-cutting equipment. The main attention is paid to the possibilities and conditions for manufacturing shafts on one machine in one operation. The requirements for equipment that allows such processing are given.
Keywords: stepped shaft, machining center, typical technological process.

Ступінчасті вали є однією з найбільш розповсюджених деталей машин. Використовуються вони і в ракетно-космічній техніці (вали турбонасосних агрегатів, вали систем розведення сонячних батарей), в авіаційній – вали різноманітних насосів і турбін, а також електричних двигунів і генераторів. Типові технологічні процеси виготовлення для валів широко відомі і описані

в багатьох джерелах [1-5]. Основний матеріал валів – вуглецеві та леговані сталі [1]. Вони передбачають використання в якості заготовок сортового і круглого прокату, кованих і штампованих поковок [1], які піддаються чорновій, чистовій та оздоблювальній обробці [2-5]. Термічна обробка передбачається після кування або штампування (відпал або нормалізація) та після чистової обробки (загартування і відпускання). В деяких випадках поліпшення (загартування і високе відпускання) рекомендують здійснювати після чорнової обробки для компенсації можливого жолоблення [6].Перед основною формоутворюючою обробкою здійснюють обдирання (в разі необхідності), а також обробку торців (фрезерування або підрізання на токарному верстаті) та центрування – обробку центрувальних отворів, які слугують базою для подальшої обробки. Чорнова обробка полягає у чорновому обточуванні шийок валів [1-6]. На етапі чистової обробки здійснюють чистове обточування шийок валів, фрезерують шпонкові пази, шліци, багатогранники, нарізають різьби [1-6]. На етапі оздоблювальної обробки здійснюють попереднє та чистове шліфування шийок валів, а також в разі необхідності шліців і різьб [1-6]. Заміною шліфування може стати тонке або алмазне обточування [7]. Перед оздоблювальною обробкою необхідно виправити центрові отвори, наприклад, твердосплавними центрувальними свердлами. В особливих випадках, наприклад, при виготовленні валів турбін авіаційних двигунів, оздоблювальна обробка може здійснюватися за кілька операцій і поєднувати лезову і абразивну обробку, поверхневе пластичне деформування, нанесення покриттів, хіміко-термічну і променеву обробку [7]. Контроль якості виконання робіт здійснюється різними способами на всіх стадіях виготовлення [6,7] Все це потребую від трьох до десяти одиниць верстатів та іншого обладнання основного виробництва (без урахування заготівельного і термічного).

Вали ракетно-космічної техніки, як правило, не потребують такої складної обробки. Для їх виготовлення цілком достатньо остаточної (оздоблювальної) обробки у вигляді чорнового та чистового шліфування. З’єднання валів з робочими колесами турбін здійснюється найчастіше за допомогою шпонок. За сучасних умов, коли значна увага приділяється зменшенню площ, які займає виробництво, виникає запитання – чи можливо виготовити ступінчастий вал на одному верстаті. Сучасні металорізальні верстати типу обробний центр дають таку можливість [7]. Прикладом токарно-фрезерного обробного центра, який опціонально може бути обладнаний шліфувальним супортом або використати шліфувальні круги, які розташовані у револьверній голівці, є Milturn CTX 2500/700. Для здійснення основної формоутворюючої обробки на цьому верстаті необхідно попередньо відпалити заготовку після кування чи штампування, підрізати чи профрезерувати торці, обробити центрувальні гнізда, термічно обробити заготовку (загартувати і відпустити). Після цього виправити центрові отвори, наприклад, твердосплавними центрувальними свердлами. Далі заготовка встановлюється на верстат в центри і послідовно піддається за

програмою чорновій, чистовій та оздоблювальній обробці. З використанням кутових інструментальних головок можуть бути профрезеровані шпонкові пази. Активний контроль якості обробки здійснюється засобами верстата. Таким чином, значна частина валів сучасних машин може бути оброблена на одному верстаті і навіть за один установ.

Бібліографічні посилання

1. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування і виробництво заготовок / підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 353 с.
2. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. К.: Вища школа, 1993, 414 с.
3. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна мехеніка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
4. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування / І.Е. Яковенко, О.А. Пермяков, А.В. Фесенко – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 421с.
5. Основи технологій обробки поверхонь деталей машин : підручник / В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський; за ред. В.А. Кириловича. – Житомир :Видавець О.О. Євенок, 2017. – 266с.
6. В.М. Доля Технологія обробки типових деталей. Конспект лекцій. Міністерство освіти і науки України. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». – 2003, 63с.
7. Технології формоутворення сучасних складнопрофільних деталей [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізацій «Технології виготовлення літальних апаратів», «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю.В. Петраков, С.В. Сохань, В.К. Фролов, В.М. Кореньков. – Електронні текстові данні (1 файл: 22,5 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 379 с
8. Бочков В. М. Обладнання автоматизованого виробництва : підручник / В. М. Бочков, Р. І. Сілін; за ред. А. І. Сіліна; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка», Хмельн. нац. ун-т. – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2015. – 404 с.: іл.
9. Джур Е.А. Цели и направления разработки интегрированных технологий производства машиностроительной продукции./Джур Е.А., Проволоцкий А.Е., Фесенко А.Г., Бондаренко И.И., Бондаренко О.В. // Високі технології в машинобудуванні: Збірник наукових праць НТУ “ХПІ”. – Харків, 2004. – Вип.1(8) – 208 с.