

# ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 621.923.42

*Литвин О.О.*

Чернігівський національний технологічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДВОСТОРОННЬОГО ШЛІФУВАННЯ ТОРЦІВ ДЕТАЛЕЙ ІЗ РІЗНИМИ ДІАМЕТРАМИ

*Запропоновано тривимірне геометричне моделювання інструментів, процесу зняття припуску та формоутворення під час двостороннього шліфування торців штовхачів із різними діаметрами, що не обертаються в процесі шліфування. Обробка деталей виконується орієнтованими профільованими шліфувальними кругами. Деталі перебувають у зоні обробки в парній кількості для урівноваження дії сил різання.*

**Ключові слова:** шліфування, різні діаметри торців деталей, орієнтовані шліфувальні круги, калібруючі ділянки.

**Постановка проблеми.** У машинобудуванні широко використовуються деталі з високоточними торцевими поверхнями, а саме: штовхачі, клапани, пальці, стержні та ін. Параметри точності й якості оброблення відповідальних деталей традиційно формуються під час шліфування та потребують високих показників.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Двостороннє торцеве шліфування деталей кругами з калібруючими ділянками [1; 2] забезпечує зняття припуску за один прохід. Шліфувальні круги орієнтують залежно від припуску, що знімається, водночас калібруючі ділянки не беруть участі в знятті чорнового припуску. Це підвищує точність і продуктивність обробки. Не досліджено вплив орієнтації деталей на геометричну точність формоутворення деталей із торцями різного діаметра. Патент RU 2 417 148 C2 Російська Федерація, МПК, B24B 1/00, B24B 19/00, спосіб шліфування стрижневидних деталей, що обробляються, шліфувальний верстат (варіанти) і шліфувальна секція спареного розташування / Г. Хіммельсбах (DE), Х. Мюллер (DE); опубл. 27 квітня 2011 р. у Бюл. № 12, за яким оброблюються деталі некруглого поперечного перерізу, що утворені рівними та/або дугоподібними лініями, та плоскі, проходячи паралельно одна до одної торцеві сторони, а також до шліфувального верстата (варіанти) і шліфувальної секції спареного розташування.

Провідна фірма Saturn (Німеччина) [3] виконує обробку деталей різноманітної форми на двосторонніх торцешліфувальних верстатах спареними кругами. У даній роботі не наведено дослідження впливу орієнтації деталей із круглим профілем щодо напрямку подачі на точність їх формоутворення під час оброблення за роторною та маятниковою схемами деталей із торцями різного діаметра.

У роботі [4] розроблені ефективні шліфувальні круги, відпрацьована технологія двостороннього шліфування багатогранних пластин із твердих сплавів і ріжучої кераміки. Виявлено, що для досягнення однакової шорсткості поверхонь пластин верхній круг необхідно виконувати із зернистістю алмазів на один пункт менше. Але не зазначений вплив орієнтації деталі щодо напрямку подачі на точність формоутворення деталей із торцями різного діаметра.

У праці [5] наведено розрахунок поточної координати обробки під час двостороннього торцевого шліфування. Виявлено, що для зменшення торцевого биття потрібно забезпечити обертання деталі в процесі оброблення. У роботі розглядаються тільки деталі з круглим профілем.

У роботі [6] досліджено двостороннє торцеве шліфування деталей із круглими торцевими поверхнями, обробка відбувається орієнтованими шліфувальними кругами. Досліджено точність формоутворення поверхонь, продуктивність обробки, знос шліфувальних кругів. Відсутні дослідження

впливу орієнтації деталі щодо напрямку подачі на точність формоутворення торцевих поверхонь деталей із торцями різного діаметра.

У роботі [7] досліджено процес шліфування торцевих поверхонь деталей алмазними кругами на заточувальних верстатах. Проведено оптимізацію режимів різання для забезпечення початку шліфування з периферії, водночас шліфувальний круг необхідно повертати за годинниковою стрілкою на невеликий кут. Відсутні дослідження впливу кута орієнтації шліфувального круга на геометричну похибку формоутворення деталей із торцями різного діаметра.

У роботі [8] розроблена загальна модель шліфування деталей на двосторонніх торцешліфувальних верстатах орієнтованими профільованими кругами, наведено розрахунок продуктивності оброблення, досліджено вплив орієнтації шліфувальних кругів на торцеве биття. Але не розглядається вплив орієнтації деталі щодо напрямку подачі на точність формоутворення її торцевої поверхні. Досліджено процес двостороннього торцевого шліфування хрестовин карданних валів. Але не досліджено вплив величини припуску, що знімається, та профілювання кругів на геометричну похибку формоутворення деталей із торцями різного діаметра.

Автором [9] розроблено переривчастий шліфувальний круг для роторної схеми оброблення, який складається з елементів, що кріпляться на металевому диску для обробки твердосплавних і керамічних пластин. Для попередження ударів і сколювання керамічних пластин алмазні сегменти на найбільшому діаметрі встановлюються під кутом  $5...8^\circ$ . Досліджено оптимальні режими різання під час оброблення керамічних і твердосплавних пластин. Але не досліджено вплив орієнтації деталей із некруглим профілем щодо напрямку подачі на точність формоутворення торцевих поверхонь деталей із торцями різного діаметра.

Двостороннє торцеве шліфування деталей кругами з калібруючими ділянками [10; 11] забезпечує зняття припуску за один прохід. Шліфувальні круги орієнтують залежно від припуску, що знімається, водночас калібруючі ділянки не беруть участі в знятті чорнового припуску. Це підвищує точність та продуктивність оброблення. Не досліджено вплив орієнтації деталі з некруглим профілем щодо напрямку подачі на геометричну точність формоутворення деталей із торцями різного діаметра.

Обробка кінцевих мір виконується на плоскошліфувальних верстатах, фіксування деталей здійснюється на магнітних плитах, що потребує

переустанови деталей та їх розмагнічування і, як наслідок, зменшує продуктивність обробки. Не досліджено вплив фіксації деталей із торцями різного діаметра в барабані подачі.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Відомі способи шліфування торцевих поверхонь циліндричних деталей із круглим профілем і торцями різного діаметра, фіксація яких в осьовому напрямку відбувається торцями кругів. За різного припуску на обробку з обох боків деталі відбувається її переміщення в осьовому напрямку під дією сил різання до їх вирівнювання. Але відсутні дослідження впливу кутової орієнтації деталей із різними діаметрами торців щодо напрямку подачі на точність формоутворення їх поверхонь. Під час оброблення штовхачів на двосторонніх торцешліфувальних верстатах їхню фіксацію здійснюють в кутовому та осьовому напрямках. Але відсутні дослідження впливу способу фіксації штовхачів в осьовому напрямку на точність формоутворення та симетричність їхніх торцевих поверхонь деталей із торцями різного діаметра.

**Постановка завдання.** Метою роботи є підвищення ефективності шліфування торців деталей завдяки розробленню теоретичних основ процесу шліфування торців деталей орієнтацією їх і профільованих кругів як бази для створення нових способів їх оброблення, способів підвищення продуктивності та точності оброблення торцевих поверхонь деталей різних діаметрів шліфувальними кругами із плоскими торцевими поверхнями.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Вищезгадана мета досягається тим, що під час оброблення торців різних діаметрів деталі в барабані подачі встановлюються більшим і меншим діаметром почергово. А також тим, що деталі не обертаються навколо своїх осей під час оброблення.

Розрахункову схему процесу двостороннього шліфування торців штовхачів різного діаметра в барабані подачі зображено на рис. 1: 1 – барабан подачі; 2 – посадочний отвір заготовки; 3, 4 – орієнтовані шліфувальні круги, які можуть бути повернуті щодо вертикальної ХШК осі на кути  $\psi$  та за горизонтальною віссю УШК на кути  $\varphi$ , з калібруючими ділянками 10, рівними діаметру більшого діаметра заготовки, що правляться алмазними олівцями 8, розташованими на барабані подачі, що обертається навколо своєї осі й утворює ділянки на кругах, паралельні торцям заготовок; 5 – оброблювані заготовки, які обертаються навколо своїх осей у процесі обробки від крутного моменту шліфувальних кругів;

6, 7 – відповідно ліва та права бабки шліфувального станка; 9 – алмазний олівець для правлення плоских ділянок шліфувальних кругів, які перпендикулярні до осей їх обертання, який рухається за радіусом  $RП$  на кут  $\theta_{ПК}$  щодо осі  $Z_{ПК}$ , початок координат якої розташований у точці  $O_{ПК}$ ; 11 – регульована опора бабки шліфувального верстата із центром у точці  $O_C$ .

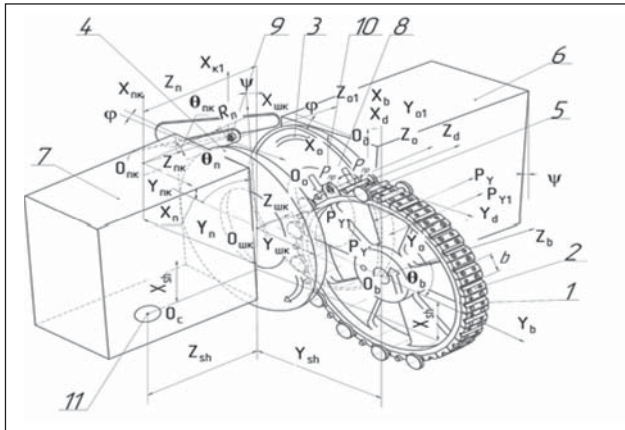


Рис. 1. Розрахункова схема формоутворення торців деталей різних діаметрів із розташуванням їх у барабані подачі

Під час оброблення торців заготовок, що обертаються в процесі шліфування і базуються в отворах барабана подачі із зазором (рис. 3), виникає неперпендикулярність торця до осі деталі. Тому під час оброблення ці  $L/d = (0,8 - 3) d$  деталей прийнято базувати їх беззазорно, як показано на рис. 2. Перед обробкою деталей із торцями різних діаметрів на двосторонніх торцешліфувальних верстатах спочатку визначається величина припуску, що знімається під час шліфування. Якщо припуск невеликий, то доцільно виконувати обробку орієнтованими шліфувальними кругами без калібруючих ділянок [1]. У разі оброблення деталей зі зняттям великих припусків, обробка здійснюється орієнтованими шліфувальними кругами без калібруючих ділянок з одностороннім розташуванням торців одного діаметра [13], якщо похибка на торці більшого діаметра не більше допустимої. Для забезпечення оброблення деталей за один прохід та необхідної точності роботи, на масовому виробництві використовується спосіб шліфування орієнтованими кругами з калібруючими ділянками з одностороннім розташуванням торців одного діаметра. Якщо даний спосіб не забезпечує необхідної точності, потрібно виконувати обробку орієнтованими шліфувальними кругами з калібруючими ділянками й орієнтацією деталей по чергово меншим і більшим діаметром, кіль-

кість деталей у зоні оброблення має бути парною для забезпечення точності формоутворення, продуктивності й ефективності операції. Розрахунок точності формоутворення деталей здійснюється за програмою універсальної моделі точності формоутворення деталей із торцями різних діаметрів.

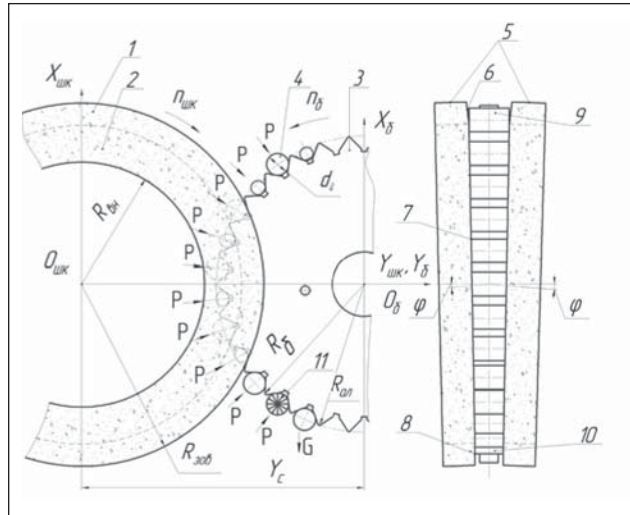


Рис. 2. Схема обробки деталей, що не обертаються

На рис. 3 показано схему для визначення перекосу деталі в отворі барабана подачі під час шліфування. Як видно зі схеми, навіть невеликі значення  $\Delta$  призводять до погіршення паралельності торців оброблювальних заготовок щодо їх базування.

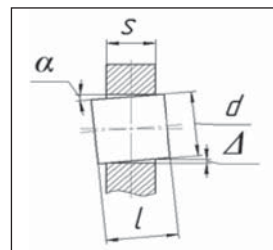


Рис. 3. Схема визначення перекосу деталі в отворі барабана подачі під час шліфування

**Висновки.** Проведено дослідження процесу шліфування торців різного діаметра штовхачів, способу кріплення, вплив способу фіксації штовхачів у барабані подачі виробів. Запропоновано розташовувати кріплення деталей у барабані подачі виробів по чергово, установлюючи менший і більший діаметри, що дозволить забезпечити високу точність формоутворення, продуктивність і ефективність оброблення деталей. Це дозволить створювати нові високоефективні технології та методи шліфування торців деталей із різним діаметром торців, а також впроваджувати їх у виробничі процеси.

**Список літератури:**

1. Венжега В. Підвищення ефективності шліфування торців при схрещених осях деталі та круга з калібрувальною ділянкою: дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01. Харків, 2009. 214 с.
2. Грабченко А., Кальченко В., Кальченко В. Шлифование со скрещивающимися осями инструмента и детали: монография. Издание 2-е, дополненное. Чернигов: ЧНТУ, 2015. 504 с.
3. Saturn. Mechanical grinding twin grinding wheels: Prospect firm "Junker maschinen" / Erwin Junker: Maschinen fabric GmbH, Junkerstraße 2. Postfach 25. D 77787. Nordrash, Germany, 2005. 8 с.
4. Лавриненко В., Лещук И. Технология финишного двустороннего шлифования опорных поверхностей многогранных пластин. Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві: зб. наук. праць. Одеса: ОНПУ, 2014. Вип. 2 (7). С. 93–96.
5. Вайнер Л., Шахновский С. Рациональная форма рабочей зоны при двустороннем шлифовании торцов цилиндрических роликов. Обработка резанием. 1984. № 1. С. 1–5.
6. Пасов Г. Повышение точности шлифования торцов за счет ориентации профилированного круга и учета его текущего износа: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.03.01. Харьков, 2000. 19 с.
7. Кальченко В. Підвищення ефективності двостороннього шліфування торців циліндричних деталей орієнтованими абразивними кругами: дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01. Харків. 1998. 142 с.
8. Польшаков В. Теоретические и практические основы высокопроизводительного торцевого шлифования тяжело обрабатываемых материалов: автореф. дисс. ... д. техн. наук. Киев. 1998. 33 с.
9. Музичка Д. Підвищення ефективності шліфування твердих сплавів спрямованим обмеженням формозміни різальної поверхні шліфувальних кругів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.03.01 «Процеси механічної обробки, верстати та інструменти». Чернігів. 2015. 20 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВУХСТОРОННЕГО ШЛИФОВАНИЯ ТОРЦОВ ТОЛКАТЕЛЕЙ С РАЗНЫМИ ДИАМЕТРАМИ**

*Предложено трехмерное геометрическое моделирование инструментов, процесса снятия припуска и формообразования при двустороннем шлифовании торцов толкателей с разными диаметрами, которые не вращаются во время шлифования. Обработка деталей выполняется ориентированными профилированными шлифовальными кругами. Детали находятся в зоне обработки в четном количестве для уравновешивания действия сил резания.*

**Ключевые слова:** *шлифование, разные диаметры торцов деталей, ориентированные шлифовальные круги, калибрующие участки.*

**INVESTIGATION OF THE PROCESS OF DOUBLE-SIDED GRINDING OF TORCHES OF PUSHERS WITH DIFFERENT DIAMETERS**

*The three-dimensional geometric modeling of the instruments, the process of removing the abutment and shaping of the two-sided grinding of the pusher blades with different diameters of parts and circles with non-rotating parts during grinding is proposed. The machining of parts is done by oriented profiled grinding wheels. The details are in the processing area in a pair of quantities to balance the effect of cutting forces.*

**Key words:** *grinding, various diameters of ends of parts, oriented grinding wheels, calibrating sections.*