

характеристики процесу складання, а також комп'ютерне моделювання процесу складання вісесиметричних деталей для вертикальної схеми типу «втулка-вал».

#### Список посилань

1. Юрковець В.І., Вислоух С.П. Кінематичний аналіз процесу складання вісесиметричних деталей // Збірник праць XVIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні", 06-07 грудня 2022 р. – К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2022. – 128-133.
2. M. W. Abdullah, H Roth. M. Weyrich and J. Wahrburg. / An approach for peg-in-hole assembling using intuitive search algorithm on human behavior and carried by sensors guided industrial robot, IFAC-PapersOnLive 48(3), 1476-1481 (2015)
3. K. Van Wyk, M. Culleton, J. Falco and K. Kelly. Comperative peg-in-hole testing of a force-based manipulator control robotic hand, IEEE Transactoins on Robotics 34(2), 542-549 (2018).

УДК 621.923

**Кальченко В.В., докт. техн. наук, професор**  
**Кальченко В.І., докт. техн. наук, професор**  
**Венжега В.І., канд. техн. наук, доцент**  
**Машковцев Д.С., аспірант**

Національний університет «Чернігівська політехніка», mashkovtsevdmitro@gmail.com

### **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ШЛІФУВАННЯ ЗІ СХРЕЩЕНИМИ ОСЯМИ РОЗПОДІЛЬНОГО ВАЛУ ТА КРУГА**

Через конкуренцію на ринку машинобудування та автомобільного транспорту якість обробки деталей дуже важлива. Тому актуальним завданням для науковців є модернізація процесів та якості обробки кулачків та шийок розподільних валів у машинобудуванні та автомобілебудуванні.

Для виготовлення високоточних поверхонь кулачків та шийок розподільних валів необхідно використовувати новітні способи обробки поверхні. Процеси шліфування розподільних валів та верстати для шліфування поступово змінюються та модернізуються. Тому необхідно проводити аналіз методів шліфування розподільних валів. В процес шліфування зі схрещеними осями додаються нові методи обробки тому необхідно провести їх аналіз.

В роботі [1] описується процес шліфування опорних кулачків розподільного валу орієнтованим інструментом за один установ.

В науковій статті [2] проведений аналіз методів для дослідження, кількісного визначення, характеристики вібрацій та хвилястості під час шліфування розподільного валу, а також показано застосування цих методів для дослідження параметрів що впливають на вібрації при високошвидкісному шліфуванні розподільного валу.

В статті [3] розглядаються проблеми управління процесом шліфування, які виникають при виготовленні колінчастих валів. Дослідження було зосереджено на вимірюванні таких параметрів, як рівень, лінійність, паралельність, биття та співвісність відповідних механічних частин шліфувальної машини.

В статті [4] представлено структуру верстата для шліфування розподільного валу та порівняно два методи шліфування розподільного валу, переваги моторизованого шпинделя, опорного підшипника, системи подачі та застосування.

У роботі [5] запропоновано модульне тривимірне геометричне моделювання інструментів, зняття припуску та формоутворення опорних шийок та кулачків розподільних валів. Шліфування опорних шийок та кулачків розподільного валу виконується за один установ кругом зі схрещеними осями його і деталі.

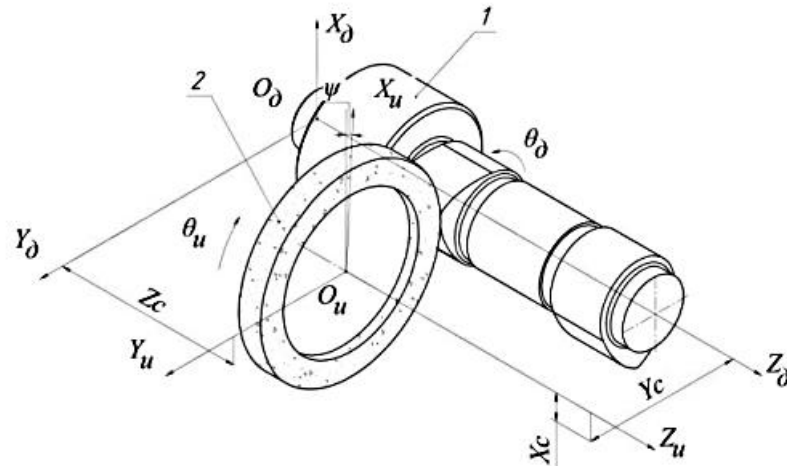


Рис. 1 – Розрахункова схема шліфування розподільного валу: 1 – розподільний вал, 2 – абразивний круг

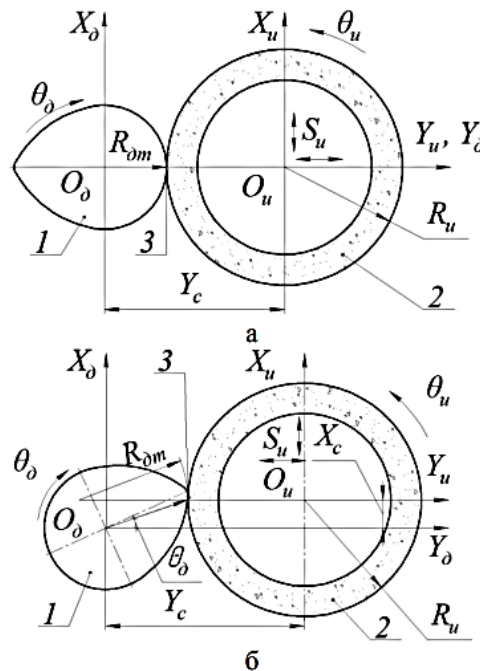


Рис. 2 – Шліфування розподільного валу: 1 – кулачок 2 – абразивний круг

#### Список посилань

1. Кальченко В.В. Аналіз методів шліфування зі схрещеними осями розподільного валу та круга / Кальченко В.В., Кальченко В.І., Венжега В.І., Машковцев Д.С. // Технічні науки та технології: науковий журнал. – 2023.– No1 (31). – С.7-12
2. Шліфування розподільних валів кругами з кубічними нітрида бора. Проспект фірми «Junker maschinen» на верстати «JUCAM 1000», «JUCAM 3000», «JUCAM 5000», «JUCAM 6000». Erwin Junker. Maschinen fabric Gmbh, Junckerstraße 2. 77787 Nordrash. Germany, 2006. 8 с.
3. Experimental Analysis of Process Parameter Effects on Vibrations in the High-Speed Grinding of a Camshaft. / [Tao Liu, Zhaohui Deng, Lishu Lv, Shuailong She, Wei Liu, Chengyao Luo]// Journal of Mechanical Engineering – 66. – 2020(3) – p. 175-183.
4. Вивчення геометрії шліфувальних верстатів, які використовуються для обробки великогабаритних колінчастих валів. / [Збігнев Сементковській, Мирослав Руцький, Дмитро Морозов, Роберт Мартиновський, Островець-Свентокшиський, Олександр Шелковий, Юрій Гуцаленко] // Різання та інструмент в технологічних системах. – 2019. – випуск 91. –с. 207-219

5. Summary of the Camshaft Grinding Machine and the Finite Element Analysis of grinding wheel rack frame Jinwei Fan, Hongliang Wang and Lanqing Zhang, 2nd International Conference on Machinery, Materials Engineering, Chemical Engineering and Biotechnology (ММЕСЕВ 2015)

6. Кальченко В. І. Модульне 3D-моделювання інструментів, процесу зняття припуску та формоутворення при шліфуванні зі схрещеними осями розподільного валу і круга / Кальченко В. І., Кальченко Д. В., Следнікова О. С. // Різання та інструмент в технологічних системах. – 2015 – Вип. 85. – С. 98 – 106.

УДК 621.438

**Качан О. Я., докт. техн. наук, професор**  
**Уланов С. О., доктор філософії**  
**Шаломєєв А. В., аспірант**  
**Шаломєєв В. В., аспірант**

Національний університет «Запорізька політехніка», [ulanov@zp.edu.ua](mailto:ulanov@zp.edu.ua)

### **ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДИСКІВ КОМПРЕСОРІВ ГТД ІЗ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ**

Надійність деталей ГТД визначається якістю їхнього поверхневого шару, який формується в процесі виготовлення на фінішних технологічних операціях.

Якість поверхневого шару деталей ГТД у процесі виготовлення забезпечують цілеспрямовано з урахуванням конкретних умов їх експлуатації.

Диски компресора як у процесі виготовлення, так і під час експлуатації отримують різну пошкоджуваність, яка впливає на їхню довговічність [1].

Одним із напрямів підвищення несучої здатності дисків компресора є застосування на фінішних технологічних операціях їх виготовлення оздоблювально-зміцнювальних методів [2].

Для підвищення несучої здатності дисків компресора найбільшого поширення набули такі технологічні методи: віброабразивна обробка, обробка в псевдозрідженому шарі абразиву, дробоструменева обробка, ультразвукове зміцнення, обробка сталевими мікрокульками, комбіновані обробно-зміцнювальні методи тощо. [3].

Ультразвукове зміцнення обідної частини дисків компресора високого тиску призводить до підвищення межі витривалості на 22,4 % за температури 20 °С і на 11,5 % за температури 550 °С порівняно з обробкою після ПША [4].

Підвищення опору втоми диска компресора поверхнево-пластичним деформуванням сталевими мікрокульками досягається завдяки формуванню в поверхневому шарі стискаючих початкових напружень у межах 250...370 МПа на глибині до 80 мкм.

Зміцнені зразки порівняно з незміцненими підвищують циклічну довговічність на 50...70 % [5].

У роботі [6] показано, що підвищення довговічності дисків компресора можливе як завдяки оптимізації геометрії паза, так і завдяки формуванню в поверхневому шарі стискаючих залишкових напружень.

Ультразвукове зміцнення зразків, вирізаних із дисків компресора. Як робочі тіла використовували кульки зі сталі ШХ15, діаметром 1,3 мм, загальною масою 80...100 г. Час обробки - 10 хв. Ультразвукове зміцнення зразків проводили на серійній установці АТ "Мотор Січ" з ультразвуковим генератором УЗГ-2-10 і магнітострикційним перетворювачем типу ПМС-15А-18. Резонансна частота коливань перетворювача перебувала в межах 16...22 кГц, а амплітуда коливань випромінювальної поверхні - 10...25 мкм.

Обробка дисків компресора в псевдозрідженому шарі абразиву. Обробку дисків у псевдозрідженому шарі абразиву проводили на установці АПС-600А, де відповідно до