

УДК 621.979:621

Р.Д. Іскович-Лотоцький, проф., д.т.н.

О.Д. Манжілевський, к.т.н.

Вінницький національний технічний університет

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІБРОАБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ ІЗ НАКЛАДАННЯМ СКЛАДНОПРОСТОРОВОГО ВІБРОНАВАНТАЖЕННЯ

*Дана стаття присвячена експериментальному порівнянню ефективності віброабразивної обробки деталей складної конфігурації на установці з гідроімпульсним приводом, що створює складнопросторове вібраційне навантаження, порівняно з віброабразивною обробкою на вібраційному обладнанні з накладанням одновісного вібронавантаження.*

**Постановка проблеми.** На сучасних машинобудівних підприємствах досить часто виникає потреба в очищенні зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей складної конфігурації від окалини, оксидів, бруду, а також обробки цих поверхонь перед фарбуванням та нанесенням різних типів покриттів.

На механічну обробку зазначених поверхонь витрачається вартісний інструмент або застосовуються шкідливі для довкілля методи хімічної очистки.

З відомих способів очистки подібних деталей найбільш ефективним та екологічно безпечним є спосіб віброабразивної обробки на спеціальному вібраційному обладнанні із різними типами приводів з використанням одновісного вібронавантаження деталей. Але як показує досвід експлуатації подібного обладнання, воно є недостатньо продуктивне при обробці деталей складної конфігурації. Для реалізації способу віброабразивної обробки деталей складної конфігурації використовують обладнання з гідроімпульсним приводом, який забезпечує складно-просторовий режим вібронавантаження. Гідроімпульсний привод дозволяє відносно просто регулювати частоту і амплітуду проходження силових імпульсів і енергію одного робочого ходу по кожному з напрямків вібронавантаження.

Проведені на кафедрі Вінницького національного технічного університету (ВНТУ) «Металорізальні верстати та обладнання автоматизованого виробництва» дослідження на експериментальній установці для віброабразивної обробки (УВО) деталей складної конфігурації побудованої на основі гідроімпульсного приводу, за

допомогою якого реалізується складнопросторове вібраційне навантаження, підтвердили реальну його ефективність [1–5].

Для підтвердження ефективності УВО, в якій реалізується складнопросторове вібраційне навантаження, віброобразивній обробці піддавалися деталі типу кутник прохідний (Ду 50) із однієї партії на вібраційному обладнанні з накладанням одновісного та складнопросторового вібронавантаження до однакового значення шорсткості зовнішньої поверхні.

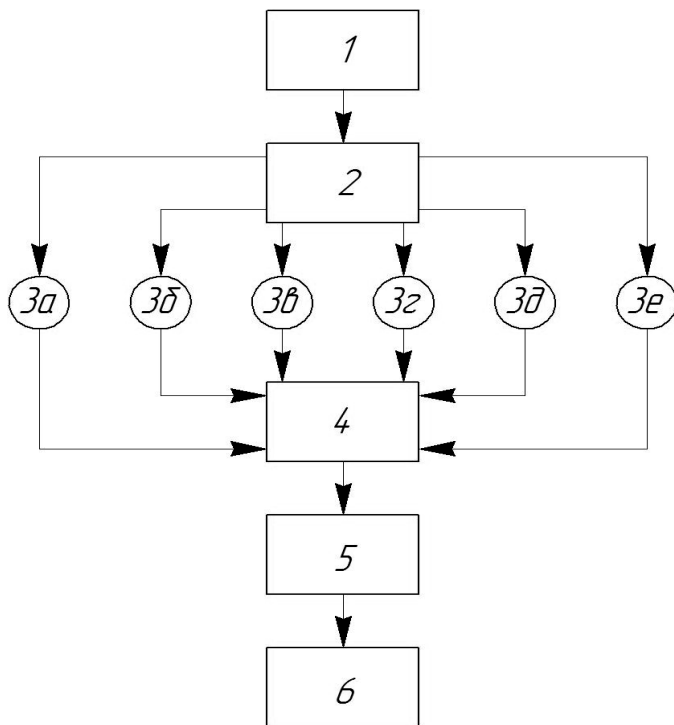
**Викладення основного матеріалу.** Експериментальні дослідження проводилися відповідно до схеми, що надана на рисунку 1.

Під час проведення експериментальних досліджень гідроімпульсного приводу УВО вимірювались такі параметри: переміщення виконавчої ланки; тиск в напірній гідроліній гідросистеми приводу; тиск в порожнині гідроциліндра; витрата енергоносія, яку споживає гідроімпульсний привод УВО; температура робочої рідини.

Ці параметри реєструвались за допомогою вимірювального комплексу (рис. 2), до складу якого входять: датчики тиску типу DMP 334, індуктивний датчик переміщення "Turck" моделі NI8-M18-LIU, аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) моделі E14-440 фірми "L-CARD" та персональний комп'ютер типу Pentium IV.

Дослідні роботи з одновісним накладанням вібрації виконувались на установці прототипом якої є вібропрес ІВПМ–16 [1, 2] (рис. 3).

Гідроімпульсним привод експериментальної віброустановки з одновісним накладанням вібрації (рис. 3) містить: насос 1 постійної продуктивності типу НШ 100-3, запобіжний клапан 2 типу Г52-2, регулятор потоку 3 типу ПГ-55-24, двопозиційний розподільник 4 з ручним керуванням оригінальної конструкції, фільтр 5, манометр 11, що приєднаний до напірної лінії за допомогою крана 12.



*Рис. 1. Структурна схема методики проведення експериментальних досліджень: 1 – підготовка віброустановки до проведення експериментальних досліджень; 2 – проведення експерименту; 3а...3е – визначення залежностей; 4 – обробка результатів вимірювань; 5 – оцінка точності результатів вимірювань; 6 – побудова за результатами вимірювань графічних залежностей*

А також до складу приводу належить вертикальний вібраційний гідроциліндр 6, плунжер якого з'єднаний із вібростолом 7. Робоча порожнина А вібраційного гідроциліндра з'єднана за допомогою гідролінії 8 з насосною станцією. Зливна порожнина Б вібраційного гідроциліндра з'єднана із баком 18 каналом 19. Залишки рідини з порожнини утвореною кулькою 20 та внутрішнім отвором гідроциліндра 6 витісняються через дросель 17 у бак 18. Вібростіл 7 підпружинений відносно станини 9 пружинами 10. Станина 9 встановлена на віброізоляції 16.

Гідроапаратура 2, 3, 4 та 5 стиковим способом кріпиться за допомогою шпильок до розподільного паралелепіпеда (на рисунку 2 не

показаний), яка пристиковується до лінійного гідроциліндра 8, який, в свою чергу, стикається бічною поверхнею з кутовим вібраційним гідроциліндром оригінальної конструкції 9.

Гідронасос 1 через кран 10 з'єднаний із сітчастим фільтром 11, що вбудований у всмоктуючий відсік гідробака. Лінія зливу розподільної плити з'єднана із гідробаком через кран 12.

Контроль поточних параметрів установки виконувався осцилографуванням за допомогою тензOMETричних датчиків тиску і переміщення. Датчик 13 для контролю величини тиску в гідросистемі ввімкнений в напірну гідролінію. Величина переміщення виконавчої ланки 14, на якій встановлений контейнер з абразивною масою 15, в лінійному та кутовому напрямках вимірювалась датчиками 16 і 17. Постійне навантаження на виконавчу ланку змінювалась варіюванням попередньої деформації елементів пружного повернення 18.

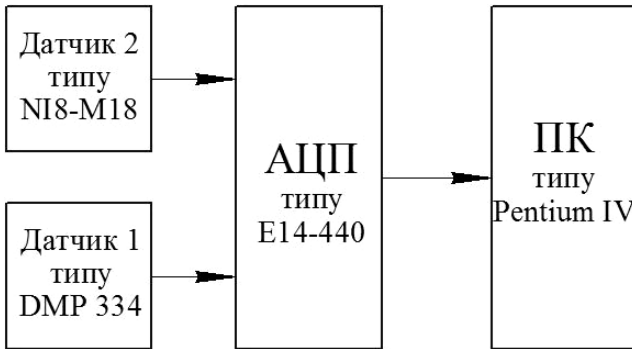


Рис. 2. Схема комплексу виміральної апаратури

Паралельно з вимірюванням основних робочих параметрів приводу віброустановки вимірювалась залежність шорсткості поверхні від амплітуди вібрації. На рисунку 3 показано графік залежності шорсткості поверхні від амплітуди вібрації для зразків деталей типу кутник прохідний (Ду 50) виготовлених із матеріалів – Сталь 5 та чавун СЧ 12-28 з вихідною шорсткістю після фрезерування.

Для контролю режимів роботи установки використовувались два датчики тиску 13, 14 та індукційний датчик переміщення 15.

Гідролінія 8 являє собою сталеву трубу з приведеним модулем об'ємної пружності  $E_{\text{прг}} = 2,84 \cdot 10^{10}$  Па.

Досліди з використанням просторового вібраційного навантаження виконувались на установці з двома приводними гідроциліндрами, яка

спроектована у ВНТУ та встановлена в лабораторії кафедри «Металорізальні верстати та обладнання автоматизованих виробництв». Виконавча ланка (вібростіл) даної машини може здійснювати вертикально-лінійні і кутові вібрації, що дозволяє створювати складнопросторове вібраційне навантаження.

На рисунку 2 показана принципова гідрокінематична схема експериментального зразка віброустановки для створення просторового вібронавантаження з встановленими на ній датчиками контролю її основних параметрів [1, 2].

Установка (рис. 4) складається з гідронасоса 1 типу НШ-100-2 ГОСТ 8753-71, запобіжний клапан 2 (20-200-2 ГОСТ 21148-75), регулятор потоку 3 (ПГ-55-24), вібробуджувач 4, демультіплікатор 5, що з'єднаний через кран 6 з манометром 7. Демультіплікатор 5 використаний з метою унеможливлення передачі високого пульсуючого тиску на пульт керування установки. Шкала манометра 7 відтарована відповідно до реальних значень величин тиску в гідросистемі установки.

Можна помітити вплив вихідної висоти мікронерівностей на кінцевий результат при роботі з малими амплітудами ( $A = 1-2$  мм). При віброобробці фрезерованої поверхні спочатку (зі збільшенням  $A$  до 2 мм) відбувається зменшення  $R_a$ , а потім характер залежності  $R_a-A$  змінюється в бік збільшення  $R_a$ .



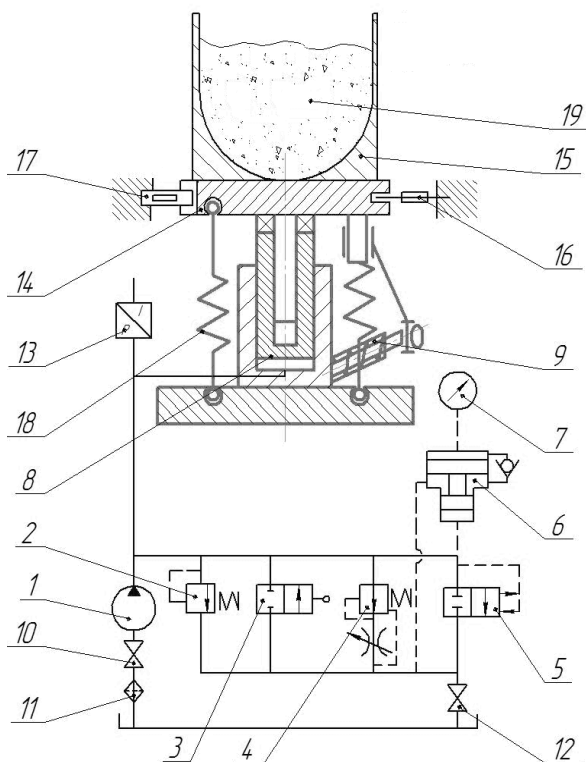


Рис. 4. Принципова гідрокінематична схема експериментальної віброустановки з просторовим вібраційним навантаженням

Це можна пояснити тим, що при грубих мікронерівностях поверхні (фрезерованій) інтенсивність знімання металу при  $A = 1$  мм недостатня для їх видалення за короткий час, внаслідок чого на оброблюваній поверхні залишаються порівняно невеликі гребінці мікронерівностей. Зі збільшенням амплітуди коливань до 2 мм зняття металу збільшується і стає достатнім для видалення вихідних мікронерівностей. В цьому випадку утворюється нова шорсткість поверхні, що відповідає прийнятій характеристиці абразиву і величині амплітуди коливань і є в даному випадку по висоті меншою, ніж шорсткість вихідної поверхні.

Виходячи з отриманих залежностей (рис. 5), можна визначити найбільш раціональні режими обробки, це амплітуда  $A = 2,5$  мм і частота  $f = 30$  Гц.

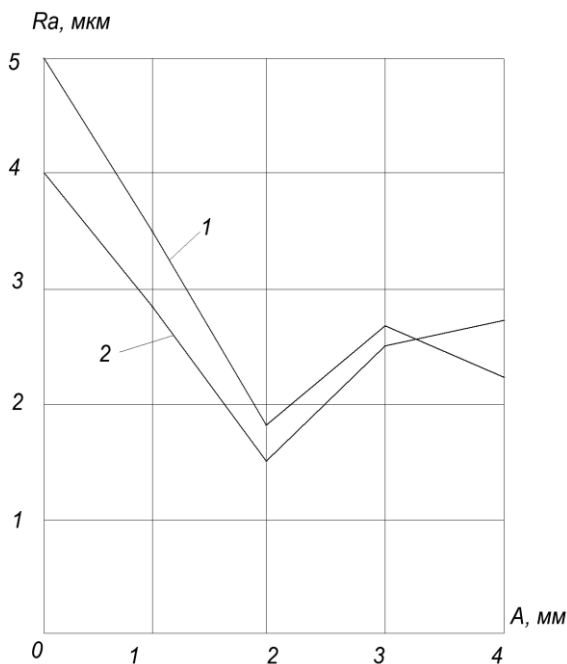


Рис. 5. Залежність шорсткості поверхні від амплітуди вібрації для матеріалів: 1 – Сталь 5; 2 – чавун СЧ 12-28

**Висновки.** Проведені експериментальні дослідження на гідроімпульсних віброустановках з очищення за допомогою кварцового піску зразків деталей типу кутник прохідний (Ду 50) показали, що найбільш ефективно очищення поверхні деталей відбувається при складно-просторовому вібронавантаженні при частотах в межах 20.. 30 Гц і амплітуди лінійних коливань 2,5...3 мм. Порівняно з однокоординатним (осьовим) вібронавантаженням з однаковими лінійної амплітудою і частотою, тривалість процесу очищення деталей до тотожної шорсткості зменшується на 40 %.

#### Список використаної літератури:



1. *Іскович-Лотоцький Р.Д.* Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування : монографія / *Р.Д. Іскович-Лотоцький.* – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2006. – 338 с.
2. . Гідроімпульсний привод установки для віброабразивної обробки деталей складної конфігурації : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.02 / *Манжілевський Олександр Дмитрович.* – ВНТУ, 2013. – 196 с.
3. *Іскович-Лотоцький Р.Д.* Сучасне обладнання для віброабразивної обробки деталей складної конфігурації / *Р.Д. Іскович-Лотоцький, Ю.В. Булига, О.Д. Манжілевський* // Наукові нотатки : міжвуз. зб. – Луцьк, 2011. – № 31. – С. 134–138.
4. *Іскович-Лотоцький Р.Д.* Спеціальний верстат для віброабразивної обробки деталей складної конфігурації / *Р.Д. Іскович-Лотоцький, Ю.В. Булига, О.Д. Манжілевський* // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – № 6(87). – С. 86–89.
5. *Іскович-Лотоцький Р.Д.* Використання елементів паралельної кінематики в установках для віброабразивної обробки виробів складної форми / *Р.Д. Іскович-Лотоцький, Ю.В. Булига, О.Д. Манжілевський* // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. – № 3(55). – С. 66–68.

ІСКОВИЧ-ЛОТОЦЬКИЙ Ростислав Дмитрович – професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри Металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв Вінницького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

- складнопросторове вібронавантаження;
- віброабразивна обробка.

Тел.: (0432)46–16–78.

МАНЖІЛЕВСЬКИЙ Олександр Дмитрович – кандидат технічних наук, асистент кафедри Металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв Вінницького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

- віброабразивна обробка.

Тел.: (096)174–22–88.

E-mail: manzhilevskyy@gmail.com

Стаття надійшла до редакції 15.09.2013

**Іскович-Лотоцький Р.Д., Манжілевський О.Д.** Експериментальне обґрунтування ефективності віброабразивної обробки деталей складної конфігурації із накладанням складно просторового вібронавантаження

**Іскович-Лотоцький Р.Д., Манжілевський О.Д.** Экспериментальное обоснование эффективности виброабразивной обработки деталей сложной конфигурации с накладыванием сложнопостранственного виброн нагружения

УДК 621.979.621

**Экспериментальное обоснование эффективности виброабразивной обработки деталей сложной конфигурации с накладыванием сложнопостранственного виброн нагружения / Р.Д. Искович-Лотоцкий, О.Д. Манжилевский**

Данная статья посвящена экспериментальному подтверждению эффективности виброабразивной обработки деталей сложной конфигурации на установке с гидроимпульсным приводом, который создает сложнопостранственную вибрационную нагрузку по сравнению с виброабразивной обработкой на вибрационном оборудовании с наложением одноосного виброн нагружения.

УДК 621.979.621

**Экспериментальное обоснование эффективности виброабразивной обработки деталей сложной конфигурации с накладыванием сложнопостранственного виброн нагружения / Р.Д. Искович-Лотоцкий, О.Д. Манжилевский**

This paper describes an experimental confirmation of the efficiency vibroabrasive machining of parts of complex configuration on the installation with hydraulic impulsive drive that creates complex dimensional vibration load compared with vibroabrasive working on the vibration feature of overlapping uniaxial vibration load.