

Экспериментальное обоснование эффективности виброабразивной обработки деталей сложной конфигурации в условиях сложнопространственного вибронагружения

Искович-Лотоцкий Р. Д., д.т.н., профессор
Манжилевський О. Д., к.т.н., ст. преподаватель
Винницький національний технічний університет, Україна

На современных машиностроительных предприятиях довольно часто возникает потребность в очистке наружных и внутренних поверхностей деталей сложной конфигурации от окалины, окислов, грязи, а также обработки этих поверхностей перед покраской и нанесением различных типов покрытий.

На механическую обработку указанных поверхностей расходуется дорогостоящий инструмент или применяются вредные для окружающей среды методы химической очистки.

Из известных способов очистки подобных деталей наиболее эффективным и экологически безопасным является способ виброабразивной обработки на специальном вибрационном оборудовании с различными типами приводов с использованием одноосного вибронагружения деталей. Но как показывает опыт эксплуатации подобного оборудования, оно недостаточно производительное при обработке деталей сложной конфигурации.

На основе проведенных исследований было установлено, что наиболее эффективной при финишной обработке деталей сложной конфигурации является технология сложнопространственной виброабразивной обработки [2, 3, 5].

Для реализации способа виброабразивной обработки деталей сложной конфигурации часто используют оборудование с гидроимпульсным приводом, который обеспечивает сложнопространственный режим вибронагружения. Гидропривод позволяет относительно просто регулировать частоту и амплитуду прохождения силовых импульсов и энергию одного рабочего хода по каждому из направлений вибронагружения.

Проведенные на кафедре Винницкого национального технического университета (ВНТУ) «Металлорежущие станки и оборудование автоматизированных производств» исследования на экспериментальной установке для виброабразивной обработки (УВО) деталей сложной конфигурации построенной на основе гидроимпульсного привода, с помощью которого реализуется сложнопространственная вибрационная нагрузка, подтвердили реальную его эффективность [1-5]. Для подтверждения эффективности УВО, в которой реализуется сложнопространственная вибрационная нагрузка, виброабразивной обработке подвергались детали типа уголок проходной (Ду 50) с одной партии на вибрационном оборудовании с наложением одноосного и сложнопространственной вибронагрузки к одинаковому значению шероховатости обрабатываемой поверхности.

При проведении экспериментальных исследований гидроимпульсного привода УВО измерялись следующие параметры: перемещение исполнительного звена; давление в напорной гидролинии гидросистемы привода; давление в полости гидроцилиндров; расход энергоносителя потребляемого гидроприводом УВО, температура рабочей жидкости.

Эти параметры регистрировались с помощью измерительного комплекса в состав которого входили: датчики давления типа DMP 334, индуктивный датчик перемещения «Turck» модели NI8-M18-LIU, аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) модели E14-440 фирмы «L-CARD» и персональный компьютер типа Pentium IV .

Исследовательские работы с одноосным наложением вибрации выполнялись на установке прототипом которой является вибропресс ИВПМ - 16 [1 , 2] (рисунок 2).

Гидроимпульсный привод экспериментальной виброустановки с одноосным наложением вибрации (см. рисунок 2) включает: насос 1 постоянной производительности типа НШ 100-3, предохранительный клапан 2 типа Г52-2, регулятор потока 3 типа ПГ-55-24, двухпозиционный распределитель 4 с ручным управлением оригинальной конструкции, фильтр 5, манометр 11, который присоединен к напорной линии с помощью крана 12.

А также в состав привода входит вертикальный вибрационный гидроцилиндр 6, плунжер которого соединен с вибростолом 7. Рабочая полость А вибрационного гидроцилиндра соединена с помощью гидролинии 8 с насосной станцией. Сливная полость Б вибрационного гидроцилиндра соединена с баком 18 посредством канала 19. Остатки жидкости из полости образованной шариком 20 и внутренним отверстием гидроцилиндра 6 вытесняются через дроссель 17 в бак 18. Вибростол 7 подпружиненный относительно станины 9 пружинами 10. Станина 9 установлена на виброизоляции 16.

Гидроаппаратура 2 - 4 стыковым способом крепится с помощью шпилек к распределительному параллелепипеду (на рисунке 2 не показан). Гидронасос 1 соединен с сетчатым фильтром 5, который встроен во всасывающий отсек гидробака.

Контроль текущих параметров установки выполнялся осциллографированием с помощью тензометрических датчиков давления и перемещения. Датчики 13 и 14 для контроля величины давления в гидросистеме включен в напорную гидролинию 8. Размер перемещения исполнительного звена 7, на которой установлен контейнер с абразивной массой в линейном направлении измерялось датчиком 15. Постоянная нагрузка на исполнительное звено изменений варьированием предварительной деформации элементов упругого возврата 10.

Гидролиния 8 представляет собой стальную трубу с приведенным модулем объемной упругости $E_{np8} = 2,84 \cdot 10^{10}$ Па.

Опыты с использованием пространственного вибраций выполнялись на установке с двумя приводными гидроцилиндрами, которая спроектирована в ВНТУ и установлена в лаборатории кафедры «Металлорежущие станки и

оборудование автоматизированных производств». Исполнительное звено (вибростол) данной машины может осуществлять вертикально-линейные и угловые вибрации, что позволяет создавать сложнопространственную вибрационную нагрузку.

На рисунке 3 показана принципиальная гидрокинематическая схема экспериментального образца виброустановки для создания пространственного виброн нагружения с установленными на ней датчиками контроля ее основных параметров [1, 2].

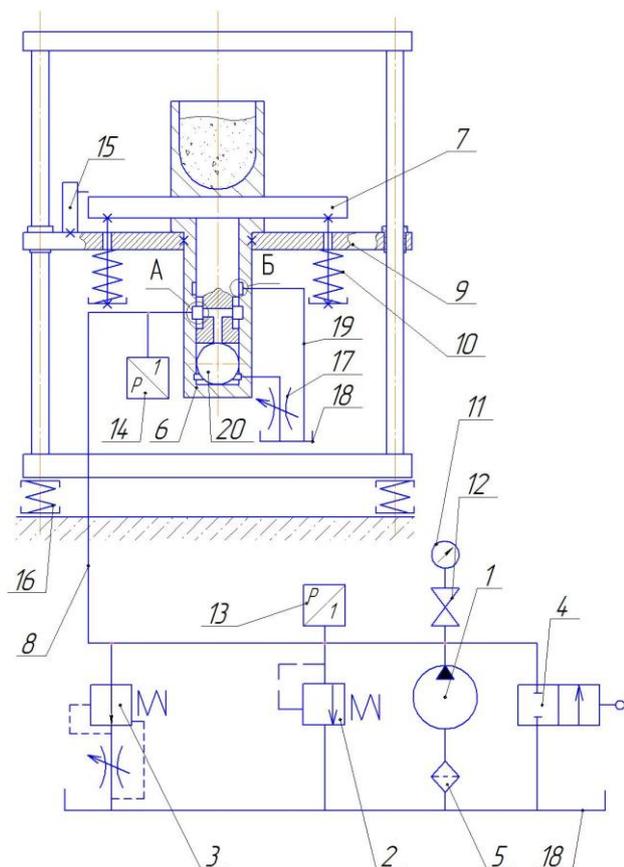


Рисунок 2 – Принципиальная гидрокинематическая схема экспериментальной виброустановки с одноосной вибрационной нагрузкой

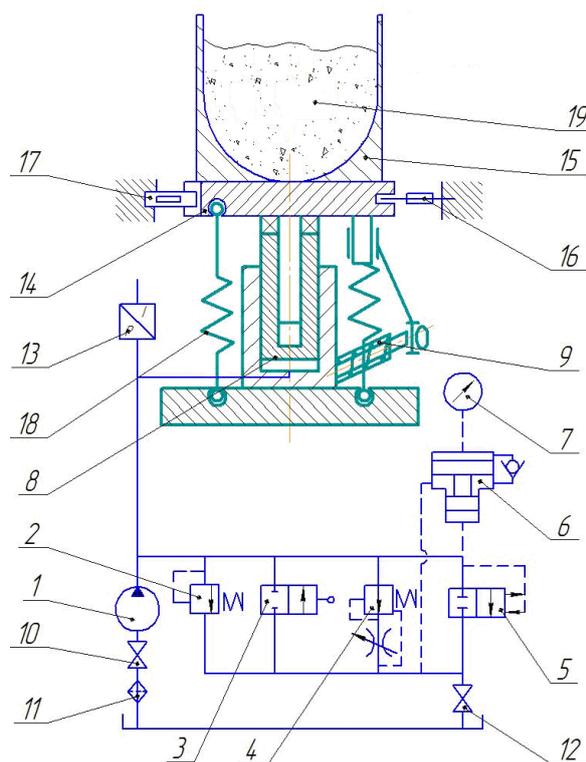


Рисунок 3 – Принципиальная гидрокинематическая схема экспериментальной виброустановки с пространственной вибрационной нагрузкой

Установка (см. рисунок 3) состоит из гидронасоса 1 типа НШ-100-2 ГОСТ 8753-71, предохранительного клапана 2 (20-200-2 ГОСТ 21148-75), распределителя 3, регулятора потока 4 (ПГ-55-24), вибровозбудителя 5, демультипликатора 6, который соединен через кран (на рисунке не указан) с манометром 7. Демультипликатор 6 использован с целью предотвращения передачи высокого пульсирующего давления на пульт управления установки. Шкала манометра 7 оттарированы в соответствии с реальными значениями величин давления в гидросистеме установки.

Параллельно с измерением основных рабочих параметров привода виброустановки измерялась зависимость шероховатости поверхности от амплитуды вибрации. На рисунке 4 показан график зависимости шероховатости поверхности от амплитуды вибрации для образцов деталей типа уголок проходной (Ду 50) изготовленных из материалов – Сталь 5 и чугун СЧ 12-28.

Можно отметить влияние исходной высоты микронеровностей на конечный результат при работе с малыми амплитудами ($A = 1 \dots 2$ мм). При виброобработке предварительно обработанной поверхности сначала (с увеличением A до 2 мм) происходит уменьшение Ra , а затем характер зависимости $Ra - A$ меняется в сторону увеличения Ra .

Это можно объяснить тем, что при грубых микронеровностях предварительно обработанной поверхности интенсивность съема металла при $A = 1$ мм недостаточна для их удаления за короткое время, в результате чего на обрабатываемой поверхности остаются сравнительно небольшие гребешки микронеровностей. С увеличением амплитуды колебаний до 2 мм снятия металла увеличивается и становится достаточным для удаления исходных микронеровностей. В этом случае образуется новая шероховатость поверхности, которая соответствует принятой характеристике абразива и величине амплитуды колебаний и является в данном случае по высоте меньше, чем шероховатость исходной поверхности.

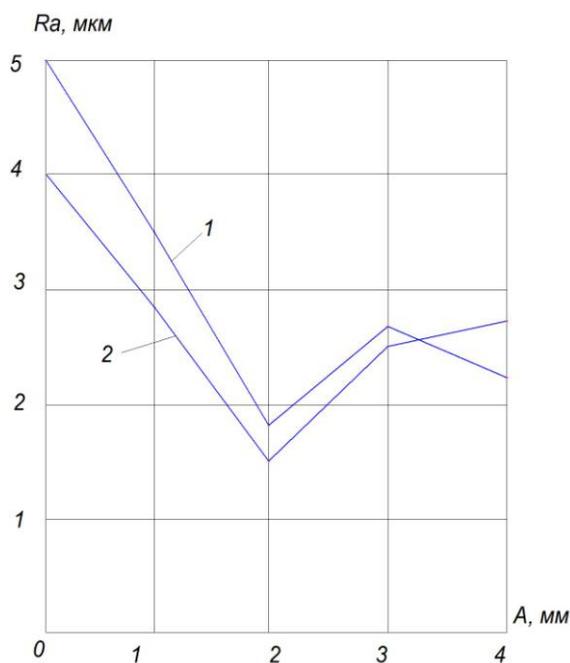


Рисунок 4 – Зависимость шероховатости поверхности от амплитуды вибрации для материалов: 1 – Сталь 5; 2 – чугун СЧ 12-28

Исходя из полученных зависимостей (см. рисунок 4) можно определить наиболее рациональные режимы обработки, это амплитуда $A = 2,5$ мм и частота $f = 30$ Гц.

Проведенные экспериментальные исследования на гидроимпульсных виброустановках по очистке с помощью кварцевого песка образцов деталей типа уголок проходной (Ду 50) показали, что наиболее эффективно очистка поверхности деталей происходит при сложно-пространственном вибронгружении при частотах в пределах 20 ... 30 Гц и амплитуды линейных колебаний 2,5 ... 3 мм. По сравнению с однокоординатным (осевым) вибронгружением с одинаковыми линейной амплитудой и частотой продолжительность процесса очистки деталей к тождественной шероховатости уменьшается на 40%.

ЛИТЕРАТУРА

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. – ISBN 966-641-178-4.
2. Манжілевський О. Д. Гідроімпульсний привод установки для віброобразивної обробки деталей складної конфігурації: дис. канд. техн. наук: 05.02.02 / О.Д Манжілевський. – ВНТУ:, 2013. – 196 с.
3. Іскович-Лотоцький Р. Д. Сучасне обладнання для віброобразивної обробки деталей складної конфігурації / Р.Д. Іскович-Лотоцький, Ю.В. Булига, О.Д. Манжілевський // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. Луцьк. – 2011. – №31. – С. 134–138. – УДК 621.(0)÷629.7; 539.
4. Іскович-Лотоцький Р. Д. Спеціальний верстат для віброобразивної обробки деталей складної конфігурації/ Р.Д. Іскович-Лотоцький, Ю.В. Булига, О.Д. Манжілевський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – №6(87). – С. 86-89. – ISSN 1997-9266.
5. Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович. Використання елементів паралельної кінематики в установках для віброобразивної 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. – ISBN 5-7763-9123.