

УДК 621.9.048

А.В. Мицьк, канд. техн. наук.,
В.А. Федорович, д-р техн. наук, Харьков, Украина

НОВАЯ РАЗНОВИДНОСТЬ СПОСОБА ОТДЕЛОЧНО-ЗАЧИСТНОЙ ОБРАБОТКИ И АГРЕГАТИРОВАННЫЙ ВИБРОСТАНОК ВИБРАЦИОННОГО И ЦЕНТРОБЕЖНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Вказані стан та актуальність механізації операцій оздоблювально-зачищувальної віброобробки. Наведено виробничу статистику операцій. Описано напрямки розвитку віброобробки та розширення її технологічних можливостей створенням нового різновиду способу. Обрана технологія-аналог нового різновиду і оцінений рівень її ефективності. Запропоновано схему модернізації технології-аналога і агрегування вибоверстату на основі вібраційного і відцентрового динамічного впливу. Описано регламент виконання мультіенергетичної технології згідно нового різновиду способу віброобробки.

Ключові слова: оздоблювально-зачищувальна віброобробка, мультіенергетична технологія

Указаны состояние и актуальность механизации операций отделочно-зачистной виброобработки. Приведена производственная статистика операций. Описаны направления развития виброобработки и расширения ее технологических возможностей созданием новой разновидности способа. Выбрана технология-аналог новой разновидности и оценен уровень ее эффективности. Предложена схема модернизации технологии-аналога и агрегатирования вибростанка на основе вибрационного и центробежного динамического воздействия. Описан регламент выполнения мультіенергетической технологии согласно новой разновидности виброобработки.

Ключевые слова: отделочно-зачистная виброобработка, мультіенергетическая технология

State and relevance of vibration finishing treatment mechanization are shown. Operations production statistics is shown. Vibration treatment development trends and technological capabilities expansion by creating a new type of process described. Selected new type of analog technology and estimated it's efficiency level. Analog technology modernization scheme and vibration machine-tool aggregation based on vibratory and centrifugal dynamic effects offered. Multi-energy technology regulations according to new way of vibration treatment described.

Keywords: vibration finishing treatment, multi-energy technology

Состояние и актуальность вопроса

Одной из актуальных проблем металлообрабатывающих производств является механизация и автоматизация операций отделочно-зачистной обработки поверхностей широкой номенклатуры средне – и крупногабаритных корпусных деталей тел вращения, имеющих различную форму сложности. Сюда также можно отнести зубчатые колеса, втулки, катушки, плунжеры, шкивы и др. Конструкции этих деталей образованна сопряжением цилиндрических, конических и других криволинейных поверхностей с малыми радиусами соединения, имеют место ниши, карманы, глухие и сквозные отверстия различной глубины и диаметра [1, 2].

Финишная обработка описанной номенклатуры деталей является неотъемлемой частью производственного цикла изготовления, включающей операции точения, фрезерования и сверления, шлифования с уменьшением шероховатости, а также очистку поверхностей от различного рода технологических загрязнений.

Производственная статистика

Производственная статистика показывает, что перечисленные операции содержат значительную долю ручного труда, что определяет высокую себестоимость выпускаемых изделий при низкой рентабельности и культуре производства. Так, очистка отливок составляет 6...10 %, скругление острых кромок и удаление заусенцев после обработки на металлорежущих станках 10...70 %, шлифование с уменьшением шероховатости поверхности 10...50 % от общей трудоемкости изготовления.

Следует дополнить, что состояние выполнения отделочно-зачистных операций наряду с обеспечением качества поверхности в значительной степени влияет на надежность и стабильность работы различных редукторов, электромеханических приводов и гидротопливных агрегатов.

Развитие вибрационной отделочно-зачистной обработки и расширение ее технологических возможностей

Постоянное развитие технологии машиностроения позволило разработать и внедрить множество новых способов отделочно-зачистной обработки свободной абразивной средой, связанных со скруглением острых кромок, удалением заусенцев и шлифованием поверхностей детали. Среди них способы в основе которых лежит вибрационное, центробежное и гидродинамическое воздействие на абразивную среду с различными физико-механическими свойствами и обрабатываемые детали с различными техническими характеристиками, обеспечивающими достижение требуемого результата обработки.

Расширение технологических возможностей и управление процессом вибрационной отделочно-зачистной обработки во многих случаях направлено по пути создания ее новых разновидностей, что реализуется при использовании физических эффектов, полученных при комбинировании различных схем энергетического воздействия на рабочую среду и детали [3, 4].

В предшествующих публикациях авторами настоящей статьи предлагалась вариативная схема комбинирования энергетических воздействий и конструктивных элементов технических решений новых разновидностей способа виброобработки [5]. Такое изучение процесса отделочно-зачистной обработки позволило подойти к созданию мультиэнергетических технологий и гибридных вибростанков, компонетика

которых была получена методом агрегатирования узлов и механизмов существующего металлообрабатывающего оборудования [4, 5].

При этом как наиболее перспективные рассматривались механические, гидродинамические и химические источники энергетических воздействий. Использование электрохимических, электрофизических, магнитно-абразивных эффектов не изучалось, что, несомненно, составит дополнительный резерв в проектировании нового технологического оснащения отделочно-зачистной обработки [6].

Технология-аналог новой разновидности отделочно-зачистной обработки и уровень ее эффективности

В практике виброобработки применяется технология, которая состоит в том, что в подпружиненный резервуар помещают рабочую среду и обрабатываемые детали, которые приводят во вращательное движение импеллером, установленным во внутренней нижней части резервуара на его вертикальной оси, и в колебательное движение – инерционным вибровозбудителем, расположенным вне резервуара на валу импеллера по оси его вращения. В циркуляционных потоках содержимого резервуара микрорезанием и упругопластическим деформированием проводят обработку, удаляют дефектный слой материала и уменьшают шероховатость поверхности [4, 5].

Несмотря на промышленное применение известная технология виброобработки малоэффективна для корпусных деталей, имеющих увеличенные габариты и массу, что связано со сложностью загрузки деталей в резервуар и последующей их выгрузки через горловину, имеющую малую площадь. Так же виброобработка корпусных деталей «внавал» связана с возникновением технологического брака в виде забоин, вмятин и других дефектов, приобретенных от взаимных соударений деталей при их циркуляционном движении.

Обработка по вышеприведенной технологии плоскостных деталей типа дисков и шайб связана с образованием сводов деталей, слипанием их в пакеты и взаимным перекрытием обрабатываемых поверхностей, что вызывает заклинивание содержимого резервуара и появление до 20 % брака обработки.

Модернизация технологии-аналога в новую разновидность способа отделочно-зачистной обработки и агрегатирование вибростанка

Модернизация заключается в том, что обработку проводят при одновременном использовании энергии вибрационных и центробежных сил, воздействующих на рабочую среду, формообразующие свойства которой, обеспечивающие микрорезание и упругопластическое деформирование, проявляются при равномерном и стабильном контакте с обрабатываемой

поверхностью любой сложности. Такой характер комбинированного энергетического воздействия формируется в резервуаре, имеющем форму, совмещенных по условной плоскости оснований, полых фигур цилиндра и усеченного конуса с большей вертикальной осью при агрегатировании конструкции вибростанка из двух, комплексно функционирующих, колебательных систем резервуара с импеллером и свободно помещенного в резервуар приспособления для установки обрабатываемых деталей (рис. 1).

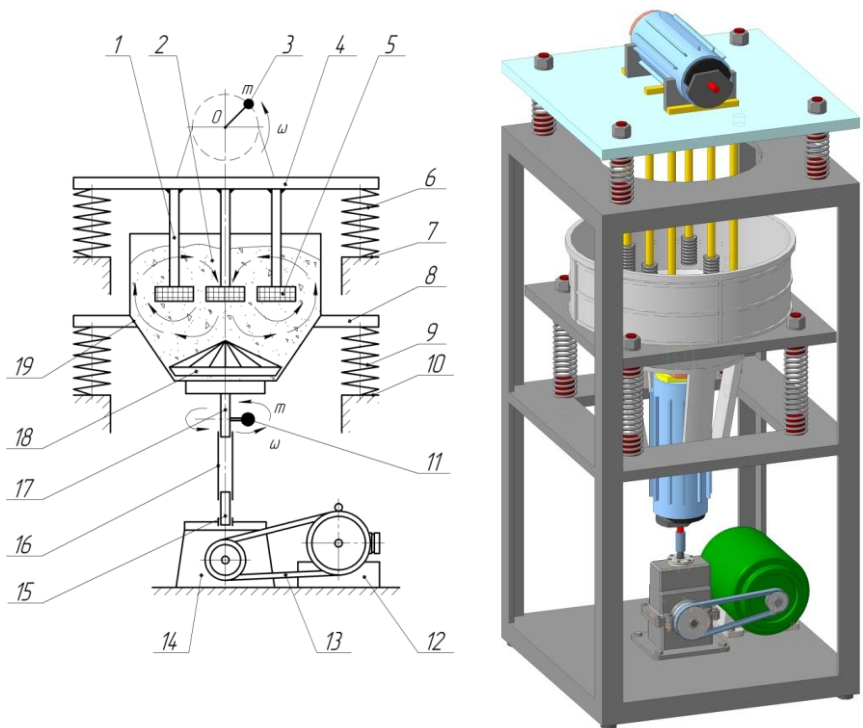


Рисунок 1 – Принципиальная схема и общий вид компонентки гибридного вибростанка вибрационного и центробежного динамического воздействия

Вращающийся импеллер в виде усеченного конуса с гофрированной поверхностью, установленный большим основанием к днищу резервуара, через вал импеллера, находящегося вне резервуара, жестко связан с инерционным вибровозбудителем, а затем последовательно через гибкую муфту с валом конического редуктора и с помощью клиноременной передачи

с электродвигателем. При этом валы инерционных вибровозбудителей колебательных систем конструктивно расположены вблизи к верхней и нижней частям резервуара, а их оси, как и плоскости колебаний перпендикулярны друг другу, причем ось вибровозбудителя колебательной системы резервуара совпадает с вертикальной осью резервуара и перпендикулярна его сечению в плоскости колебаний.

Обрабатываемые детали устанавливают на расположенных по концентрическим окружностям установочных пальцах многоместной, жестко связанной с инерционным вибровозбудителем, колебательной системы приспособления, упруго установленного на жесткой опоре с возможностью погружения в рабочую зону резервуара и выхода из нее до и после обработки.

При таком аппаратурном оформлении способа виброобработки, который сопровождается одновременным воздействием на рабочую среду и обрабатываемые детали вибрационных и центробежных сил, в резервуаре вибростанка создается комбинированный характер кругового и волнового движения гранул рабочей среды, свободно проникающих ко всем труднодоступным поверхностям обрабатываемых деталей, что приводит к высокой интенсивности обработки, управление которой осуществляют при регулировке инерционных вибровозбудителей колебательных систем.

Регламент выполнения мультиэнергетической технологии согласно новой разновидности способа отделочно-зачистной обработки

Изначально в подпружиненный резервуар 19 колебательной системы 8 помещают рабочую среду 2 и обрабатываемые детали 5, которую приводят во вращательное движение импеллером 18 установленным во внутренней нижней части резервуара 19 на его вертикальной оси, и в колебательное движение инерционным вибровозбудителем 11, расположенным вне резервуара 19 на валу 17 импеллера 18 по оси его вращения. В циркуляционных потоках содержимого резервуара 19 микрорезанием и упругопластическим деформированием проводят обработку, удаляют дефектный слой материала, уменьшают шероховатость поверхности.

Обработку проводят при одновременном использовании энергии вибрационных и центробежных сил, воздействующих на рабочую среду 2, формообразующие свойства которой, обеспечивающие микрорезание и упругопластическое деформирование, проявляются при равномерном и стабильном контакте с обрабатываемой поверхностью любой сложности.

Рабочую среду 2 помещают в упруго смонтированный с помощью упругой подвески 9 на жесткой опоре 10 резервуар 19, имеющий форму совмещенных по условной плоскости оснований полых фигур цилиндра и усеченного конуса с большей вертикальной осью. Рабочей среде 2 посредством импеллера 18 в виде усеченного конуса с гофрированной поверхностью, установленного большим основанием к днищу резервуара 19

от электродвигателя 12 через конический редуктор 14 клиноременную передачу 13 и гибкую муфту 16, соединяющую вал импеллера 17 и вал 15 конического редуктора 14 сообщают вращательное движение со скоростью 50...1440 об/мин и одновременно от вибровозбудителя 11, расположенного на валу 17 импеллера 18, колебательные движения с частотой 30...70 Гц и амплитудой 0,2...3,0 мм.

Колебательной системе приспособления 4 с деталями 5, расположенными по концентрическим окружностям на установочных пальцах 1, при помощи инерционного вибровозбудителя 3 сообщают колебательные движения в вертикальной плоскости с частотой 30...70 Гц и амплитудой 0,2...3,0 мм и погружают колебательную систему приспособления 4 с деталями 5, упруго установленную с помощью подвески 6 на основании 7, в движущийся с рабочей средой 2 резервуар 19. При этом обеспечивают микрорезание и упругопластическое деформирование процесса виброобработки, управление которым, а также расширение его технологических возможностей производят за счет использования рациональных сочетаний скоростей вращения импеллера 18 и амплитудно-частотных параметров движения колебательных систем, получаемых при регулировке их инерционных вибровозбудителей 3 и 4.

Наименьшее расстояние L между рабочей поверхностью резервуара 19 и импеллера 18, а также поверхностями обрабатываемых деталей 5, для обеспечения неразрывного вращательного и колебательного движения среды 2 выбирается из условия $L \geq b$, где b – наибольший габаритный размер обрабатываемой детали 5, высота H резервуара 19 из условия обеспечения равномерности давления среды 2 во всех его зонах примерно равна $3R+h$, то есть $H \approx 3R+h$, радиус R цилиндрической части резервуара принимается равным $(1,5...1,6)r$, то есть $R \approx (1,5...1,6)r$, где r – радиус основания резервуара 19. Высота h импеллера 18 с целью регулирования силы взаимодействия рабочей среды 2 и обрабатываемых деталей 5 принимается равной $(0,1...0,2)H$, то есть $h \approx (0,1...0,2)H$.

Выводы

Таким образом, непрерывное совершенствование процесса вибрационной отделочно-зачистной обработки, поиск путей его интенсификации и расширения технологических возможностей сопровождается созданием новых разновидностей способа и агрегатированием гибридных вибростанков динамического воздействия для реализации соответствующих мультиэнергетических технологий. Основной предпосылкой к их разработке является принцип комбинирования различных схем обработки, а также комплексного использования двух или более видов обеспечивающего процесс энергетического воздействия.

Анализируя физико-технологические особенности вибрационной обработки, можно отметить широкие возможности создания ее новых разновидностей путем синтезирования различных видов энергетического воздействия. Такое же заключение касается и агрегатирования гибридных вибростанков отделочно-зачистной обработки.

Список использованных источников: 1. Определитель деталей общемашиностроительного применения. Руководящий технический материал Общесоюзного классификатора промышленной и сельскохозяйственной продукции / Под ред. *Е.А. Панфилов, Ю.И. Блохин, Л.М. Кулик, Б.А. Погodin, Г.М. Шнайман*. – М.: Изд-во стандартов, 1977. 2. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения / Под ред. *В.П. Огурцова*. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 255 с. 3. *Бабичев А.П.* Основы вибрационной технологии / *А.П. Бабичев, И.А. Бабичев*. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с. 4. *Мицык А.В.* Пути интенсификации вибрационной отделочно-зачистной обработки комбинированием схем энергетических воздействий на рабочую среду и детали / *А.В. Мицык, В.А. Федорович* // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2011. – № 6 (83). – С. 26 – 34. 5. *Mamalis A.G., Kundrak J., Mitsyk A.V., Fedorovich V.A.* Development of Modular Machine Design and Technologies of Dynamic Action for Finishing-Grinding Treatment by an Oscillating Abrasive Medium. *Journal of Machining and Forming Technologies*. 2015. 7, 1-10. 6. Применение вибрационных технологий на операциях отделочно-зачистной обработки деталей (очистка, мойка, удаление облоя и заусенцев, обработка кромок) / *А.П. Бабичев, П.Д. Мотренко, Л.К. Гиллеспи и др.*; под ред. *А.П. Бабичева*. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2010. – 289 с.

Bibliography (transliterated): 1. Opredelitel' detalej obshhemashinostroitel'nogo primenenija. Rukovodjashhij tehničeskij material Obshhesojuznogo klassifikatora promyšlennoj i sel'skhozajstvennoj produkcii / Pod red. *E.A. Panfilov, Ju.I. Blohin, L.M. Kulik, B.A. Pogodin, G.M. Shnajdman*. – М.: Izd-vo standartov, 1977. 2. Tehnologičeskij klassifikator detalej mashinostroenija i priborostroenija / Pod red. *V.P. Ogurcova*. – М.: Izd-vo standartov, 1987. – 255 s. 3. *Babichev A.P.* Osnovy vibracionnoj tehnologii / *A.P. Babichev, I.A. Babichev*. – Rostov n/D: Izdatel'skij centr DGTU, 2008. – 694 s. 4. *Micyk A.V.* Puti intensifikacii vibracionnoj otdelocno-zachistnoj obrabotki kombinirovaniem shem jenergetičeskix vozdeystvij na rabochuju sredu i detali / *A.V. Micyk, V.A. Fedorovich* // *Aviacijno-kosmična tehnika i tehnologija*. – 2011. – № 6 (83). – S. 26 – 34. 5. *Mamalis A.G., Kundrak J., Mitsyk A.V., Fedorovich V.A.* Development of Modular Machine Design and Technologies of Dynamic Action for Finishing-Grinding Treatment by an Oscillating Abrasive Medium. *Journal of Machining and Forming Technologies*. 2015. 7, 1-10. 6. Primenenie vibracionnyh tehnologij na operacijah otdelocno-zachistnoj obrabotki detalej (ochistka, mojka, udalenie obloja i zausencev, obrabotka kromok) / *A.P. Babichev, P.D. Motrenko, L.K. Gillespi i dr.*; pod red. *A.P. Babicheva*. – Rostov n/D: Izdatel'skij centr DGTU, 2010. – 289 s.