

УДК 621.9 – 05, 539.31

ДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ РЕМОНТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Р.Ш. Халимов, кандидат технических наук, доцент,
8(8422) 55-95-90, hrsasp29@yandex.ru*

*Н.П. Аюгин, кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(8422) 55-95-83, Nikall85g@yandex.ru*

*Д.Е. Молочников, кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(8422) 55-95-13, denmol@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: Дисбаланс, точность обработки, балансировка, качество поверхности.

Разработаны теоретически обоснованные способы, устройства автоматической балансировки и динамических гасителей колебаний ремонтного оборудования, обеспечивающие значительное повышение точности обработки и качества поверхности, в т.ч. неуравновешенных деталей при ремонте машин.

Введение. Одной из причин снижения ресурса технологической системы ремонтного оборудования, в частности их узлов и обрабатывающего инструмента является вибрации, возникающие вследствие дисбаланса ремонтной детали типа вал (коленчатый вал, карданный вал и т.д.). При обработке коленчатого вала на металлорежущем станке возникает динамическая неуравновешенность, (центр масс смещается относительно оси вращения вала, а вместе с ним и главная центральная ось инерции) [10]. Вышесказанное свидетельствует о возникновении трудностей при обработке деталей сложного профиля, при этом значительно снижается точность обработки, что приводит к нецелесообразности применения высокоточного ремонтного оборудования на предприятиях АПК.

Для значительного снижения автоколебаний необходимо разрабатывать новые способы повышения динамической устойчивости металлообрабатывающего оборудования[5]. Для автобалансировки ремонтируемой детали применим конструкторский метод - применение устройств, обеспечивающих уравнивание обрабатываемой детали при резании (АБУ).

Материалы и методы исследования: В данное время существуют способы ремонта деталей резанием и устройства для реализации принципа центральной механической обработки при их закреплении в зоне

резания с помощью специальных поводковых центров [1, 2], что позволяет проводить обработку наружных поверхностей сложного профиля по всей длине за одну установку в станке, обеспечивая тем самым высокую производительность и точность ремонта. Такие устройства имеют простоту конструкции и значительную универсальность. Их недостатком является недостаточное гашение вибрации, обусловленные автоколебаниями неуравновешенной вращающейся детали.

Также известны устройства для автоматической балансировки роторов в процессе их вращения, имеющие балансировочные камеры [3], заполненные специальной жидкостью, и дополнительные инерционные массы с позиционными элементами упругости, обеспечивающие сопротивление силам инерции [4] и др.

Общим недостатком вышеуказанных изобретений является сравнительно низкая точность и стабильность процесса балансировки ремонтной детали, весьма ограниченные функциональные возможности при ремонте сложных форм деталей.

Следующее устройство для автоматической балансировки конструктивных элементов оборудования с неуравновешенной деталью [8] содержит корректирующие диски, которые размещены в специальной масляной ванне с возможностью их поворота в устройстве. Дисбаланс неуравновешенной детали уменьшается при ее вращении автоматически в процессе последующего центрирования. Устройство обладает достаточной универсальностью, выполнено в виде встраиваемого модуля.

Однако рассматриваемая конструкция является достаточно сложной, она не может быть установлена, например, на конце длинномерной детали со стороны задней бабки токарного станка, чтобы обеспечить возможность поворота главной центральной оси инерции детали до совмещения с ее осью вращения (т.е. чтобы устранить комбинацию статического дисбаланса и дисбаланса пары сил).

Авторами разработан «Способ обработки и технологическое модульное устройство для автоматической балансировки неуравновешенных заготовок типа валов» [9]. Общий вид устройства по предлагаемому способу представлен на рисунке 1; на рисунке 2 показан вариант исполнения данного устройства с балансировочными цилиндрами.

Технологическое модульное устройство для автоматической балансировки неуравновешенных заготовок типа валов содержат составной корпус, выполненный в виде разъемных фланца 1 и закрепленного на его ступице диска 2. На наружном диаметре корпуса установлено кольцо 3, герметически закрывающее выполненные симметрично рас-

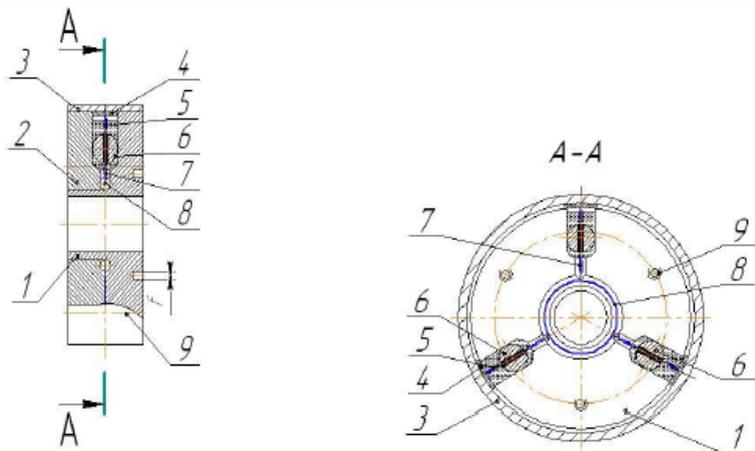


Рисунок 1 – Общий вид устройства для автобалансировки заготовок

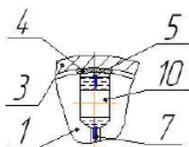


Рисунок 2 – Вариант исполнения устройства для автобалансировки заготовок с балансировочными цилиндрами

положенные по окружности корпуса радиальные цилиндрические каналы, заполненные балансировочной жидкостью. В каждом из радиальных каналов размещены идентичные элементы системы автоматической балансировки детали: закладные пластины 4, к которым присоединены через упругие связи 5, шарообразные балансировочные массы 6, в другом варианте – это прецизионные цилиндры 10, на другой стороне которых упругие связи 7 закреплены с упругим кольцом 8, расположенным в концентричной кольцевой канавке корпуса. Фланец 1 и диск 2 соединены в монолитный блок (модуль) посредством винтов 9.

Предлагаемое приспособление функционирует следующим образом. При вращении шпинделя с неуравновешенной деталью возникают центробежные силы от ее несбалансированных масс, что приводит к смещению главной центральной оси инерции относительно оси вращения. Причем балансировочные массы предлагаемой конструкции под дей-

ствием центробежных сил занимают в конце положение, прямо противоположное положению несбалансированных масс ремонтируемой детали [10], обеспечивая эффект самобалансировки технологической системы ремонтного оборудования при резании и совпадение главной центральной оси инерции с общей осью вращения шпинделя станка с деталью.

Результаты исследований и их обсуждение. Возможность осуществления вместе со статической и динамическую балансировку технологической системы ремонтного оборудования позволяет расширить ее функционально – технологические возможности, интенсифицировать процесс резания и повысить точность ремонта. Приспособление для осуществления автобалансировки заготовки отличается простотой, оно выполнено в модульном исполнении, минимальные габариты, позволяя дополнительно комплектовать ремонтное оборудование, а также может использоваться во многих других конструкциях с вращающимися узлами при различных режимах работы, обеспечивая высокую технико-экономическую эффективность. В совокупности вышеназванное устройство и предложенные ранее технические решения [7, 8, 11] позволяют встраивать и устанавливать эти АБУ в разнообразные зоны рабочего пространства технологической системы ремонтного оборудования (рисунок 3) исходя из необходимости их технологического при-

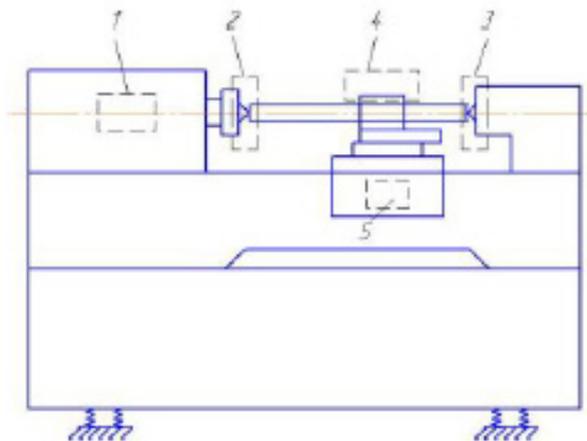


Рисунок 3 – Схема станка с вариантами установки АБУ и динамических гасителей колебаний: позиции № 1 – [7], 2 – [8], 3 – [9], 4, 5 – [11]

менения при обработке различных классов деталей: неуравновешенных фланцев, дисков, коленчатых валов, гибких длинномерных валов и др. В ряде случаев возможны режимы обработки, когда определяющее влияние на точность ремонта оказывает суппорт, являясь при этом слабым звеном системы СПИД, из-за низкой жесткости и при большом угле в плане резца ($\phi > 30^\circ$). Отрицательное влияние при ремонтных воздействиях может быть таким, что гашение колебаний, например, шпиндельного узла существенного улучшения динамической устойчивости ремонтного оборудования не обеспечивает. В этом случае следует обеспечивать динамическое гашение другого узла в системе [11]. При установке предлагаемого динамического гасителя колебаний уровень колебаний снижается в 2 раза, при этом качество обрабатываемой поверхности улучшается до шероховатости $R_a = 0,32$ [10].

Заключение. Применение данных устройств позволяет повысить функционально – технологические возможности ремонтного оборудования, улучшить точность механической обработки, обеспечивая тем самым высокую технико-экономическую эффективность ремонта на предприятиях АПК, в т.ч. крестьянско-фермерских хозяйствах с изношенным парком ремонтного оборудования. В то же время совместное применение метода получения поверхности пары трения [6] и устройства для автоматической балансировки детали, имеющей дисбаланс, позволяет значительно снизить уровень автоколебаний инструмента и детали в технологической системе ремонтного оборудования, обеспечивая достаточное качество поверхности ремонтируемой детали ($R_a = 0,16 - 0,32$).

Библиографический список:

1. Жиганов В.И., Бабилова Л.И. Патрон поводковый с комплектом сменных центров и насадок. Информ. листок № 176 – 88. – ЦНТИ, Ульяновск.
2. Ерохин В.В. Конструктивные особенности поводковой оснастки // СТИН. – 2006. - №12.
3. Вибрации в технике. Справочник под ред. чл. – кор. АН СССР К.В. Фролова, том 6, М.: Машиностроение. – 1981, с. 74 – 76.
4. А.с. СССР №968640, кл. G01M 1/12, 1978.
5. Жиганов В.И. Некоторые способы улучшения динамических характеристик технологической системы токарного станка/ В.И. Жиганов, Р.Ш. Халимов// Сб. трудов II ВНПК “Молодежь и наука 21 века”. – Ульяновск: УГСХА, 2007.
6. Жиганов В.И. Новые методы получения направленного регулярного микро-рельефа поверхностей трения/ В.И. Жиганов, Р.Ш. Халимов// Материалы

- 10-й международной научно – практической конференции “Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки”. – Санкт – Петербург: СпГПУ (НПФ “Плазмацентр”), 2008
7. Патент №2070479, РФ, МКИ В23В 19/02, F16F 15/22, F16C 3/20, G01M 1/24. Устройство для автоматической балансировки / Жиганов В.И., Седляский П.П., Сахно Ю.А., Сахно Е.Ю. Заявл. 13.02.95. Оpubл. 20.12.96. Бюл.№35.
 8. Патент №2242330, РФ, МПК В23В 19/02. Устройство для автоматической балансировки / Жиганов В.И., Сахно Ю.А., Сахно Е.Ю., Жиганов С.В., Морозов А.В. Заявл. 19.02.2003. Оpubл.20.12.2004. Бюл. №35.
 9. Патент №2414332 Способ обработки и технологическое модульное устройство для автоматической балансировки неуравновешенных заготовок типа валов / Жиганов В.И., Санкин Ю.Н., Халимов Р.Ш., Жиганов С.В. Заявл. 25.05.2009. Оpubл. 20.03.2011. Бюл. №33.
 10. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара.- Л.: Машиностроение, 1976.- 320 с.
 11. Патент №1738600, РФ, МПК В23Q 11/08. Устройство для ограждения зоны резания токарного станка / Жиганов В.И. Заявл. 14.06.90. Оpubл. 07.06.92. Бюл.21.

DYNAMIC STABILITY OF REPAIR EQUIPMENT EQUIPMENTS

Khalimov R.SH., Ayugin N.P., Molochnikov D.E.

Keyword: *Unbalance, processing accuracy, balancing, surface quality.*

Theoretically based methods and devices for automatic balancing and dynamic vibration dampers of repair equipment have been developed, which provide a significant increase in the accuracy of processing and surface quality, including unbalanced parts when repairing machines.