

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНЫМИ БРУСКАМИ

Новиков С.Г., канд. техн. наук, **Малыхин В.В.**, канд. техн. наук,
Ткаченко Т.Б., канд. экон. наук, **Горбатенко С.А.**, канд. техн. наук,
(Курский институт социального образования (филиал) Российского
государственного социального университета,
Юго-Западный государственный университет, г. Курск)

Новиков Ф.В., докт. техн. наук
(Харьковский национальный экономический университет им. Семена Кузнеця)

Развитие современной техники предъявляет возрастающие требования к качеству поверхностей, в особенности, на окончательных технологических операциях. В настоящее время с этой целью широко применяются, например, шлифование абразивными сегментами и планетарное шлифование, осуществляющие эффективную прерывистую обработку. Так известно дискретное шлифование торцовыми кругами с абразивными сегментами, обеспечивающими высокое качество деталей и производительность процесса [1]. Однако данная обработка имеет следующие недостатки:

1. Абразивные сегменты жестко закреплены на торце круга и совершают простейшее вращательное движение, при этом зерно сегмента при встрече с твердым зерном обрабатываемого материала не может обойти возникшее препятствие, смещаясь в сторону, и принять прежнее положение, это приводит к вырыванию зерен сегментов из связки или к их разрушению, изнашиванию и затуплению, что снижает производительность плоского шлифования.

2. Невозможность обработки фасонных поверхностей, например, фасок и галтелей.

Известно также планетарное торцовое шлифование, создающее прерывистость контакта алмазных зерен наружного и внутренних инструментов с качественно обрабатываемой поверхностью [2]. Наряду с указанными выше недостатками следует добавить еще и следующие:

1. Сложность конструкции и изготовления планетарного механизма.

2. Шумность работы при шлифовании, связанную с наличием большого количества зубчатых зацеплений, а также быстрый износ цилиндрических зубчатых колес, работающих при больших нагрузках, что приводит к биениям и ухудшению качества обрабатываемой поверхности, так как в планетарном механизме не предусмотрено демпфирование возникающих колебаний.

3. Быстрое «засаливание» шлифовальных инструментов, так как они хотя и совершают сложное плоскопараллельное движение, но лишь в одной плоскости, параллельной обрабатываемой поверхности.

4. Низкие эксплуатационные характеристики из-за неизменной жесткости шлифовального инструмента при любых параметрах технологического процес-

са, что не позволяет регулировать жесткость планетарного устройства при обработке различных конструкционных материалов.

Технической задачей наших разработок является создание альтернативных устройств, не только сохраняющих все достоинства указанных способов шлифования, но и реализующих устранение приведенных недостатков, а также улучшающих эксплуатационные характеристики обработки.

Нами предложено несколько устройств, позволяющих решить поставленную техническую задачу. Описание конструкций и работы некоторых из них было приведено ранее [3-6]. Остановимся подробнее на последней наиболее прогрессивной разработке. На рисунке представлено устройство для отделочной обработки изделий. Диски 1 и 2 с помощью пальцев 3, неподвижно закрепленных на торцевых поверхностях дисков, шарнирно связаны с концами шатуна 4. Алмазно-абразивные бруски 5 размещены в контейнерах 6 в виде прямоугольных параллелепипедов с выступанием над контейнерами 6, установленными в пазах 7 шатуна 4, выполненных по форме контейнеров 6 со сквозными отверстиями 8 в основаниях пазов 7, с возможностью контакта алмазно-абразивных брусков 5 с обрабатываемыми поверхностями изделий.

Контейнеры 6 изготовлены из вулканизированного материала с образованием замкнутых эластичных оболочек с сообщающимися полыми боковыми стенками и днищами параллелепипедов с внутренними размерами, равными длине и ширине алмазно-абразивных брусков 5, а во внешних стенках днищ жестко зафиксированы цилиндрические штуцеры 9 с диаметрами d_1 , меньшими диаметров d_2 сквозных отверстий 8 в основаниях пазов 7.

Контейнеры 6 с алмазно-абразивными брусками 5 установлены свободно с зазорами в пазах 7 шатуна 4, а штуцеры 9 пропущены соосно со сквозными отверстиями 8 пазов 7. Через штуцеры 9 закачан сжатый воздух в сообщающиеся полости днищ и боковых стенок замкнутых эластичных оболочек параллелепипедов до создания необходимого избыточного давления для образования единой механической системы алмазно-абразивные бруски 5 – контейнеры 6 с закачанным сжатым воздухом – шатун 4, с обеспечением регулирования жесткости устройства за счет дополнительного закачивания воздуха в замкнутые эластичные оболочки контейнеров 6 или сбрасывания его из оболочек.

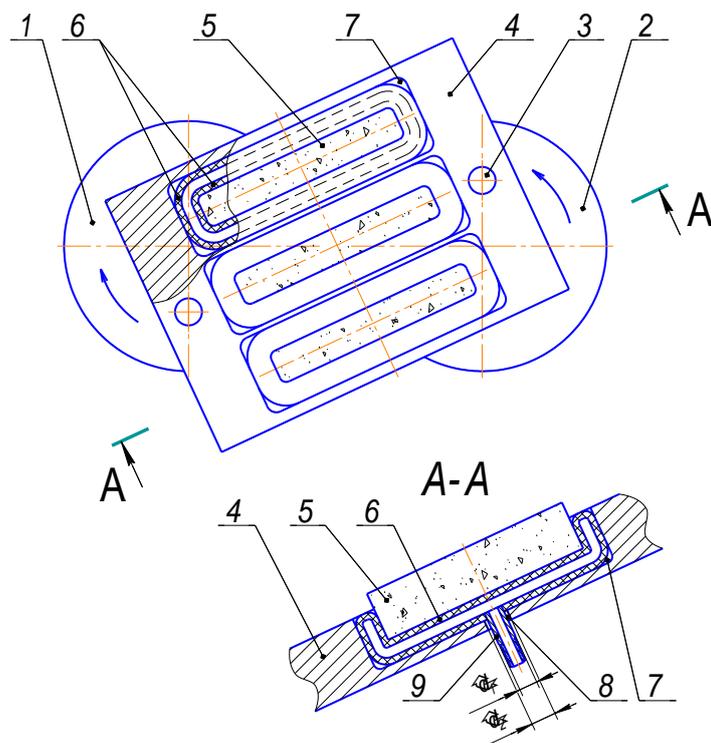


Рисунок. Устройство с регулируемой жесткостью для отделочной обработки изделий

Материалами замкнутых эластичных оболочек контейнеров 6 в виде прямоугольных параллелепипедов с сообщающимися полыми боковыми стенками и днищами могут быть, например, резины или тканевые каркасы с двусторонними резиновыми обкладками, подвергнутыми вулканизации. Так как внутренние размеры оболочек параллелепипедов равны длине и ширине алмазно-абразивных брусков 5, а эластичный материал оболочек растяжим, то размещение алмазно-абразивных брусков 5 в контейнерах 6 происходит быстро и не является трудоемким, при этом контейнеры 6 плотно охватывают находящиеся в них нижние части алмазно-абразивных брусков 5, а свободные верхние части которых выступают над контейнерами 6.

Размеры пазов 7, выполненных в шатуне 4 по форме контейнеров 6, выбирают таким образом, чтобы в пазах 7 свободно с малыми зазорами были установлены контейнеры 6 с выступающими над ними алмазно-абразивными брусками 5, при этом глубина пазов 7 должна обеспечивать возможность контакта алмазно-абразивных брусков 5 с обрабатываемыми поверхностями изделий. Штуцеры 9 пропускают соосно со сквозными отверстиями 8 в основаниях пазов 7, диаметры d_1 штуцеров 9 меньше диаметров d_2 отверстий ($d_1 < d_2$).

Через штуцеры 9 в сообщающиеся полости днищ и боковых стенок замкнутых эластичных оболочек параллелепипедов закачивают сжатый воздух до заполнения контейнерами 6 зазоров между пазами 7 шатуна 4 и создают необходимое избыточное давление для образования единой механической системы алмазно-абразивные бруски 5 – контейнеры 6 с закачанным сжатым воздухом – шатун 4. Минимальным давлением P_{\min} в контейнерах 6, обуславливающим работоспособность устройства, является давление, исключаящее возмож-

ность вырыва алмазно-абразивных брусков 5 из контейнеров 6 и контейнеров 6 из пазов 7 шатуна 4, а также взаимные перемещения (проскальзывание) поверхностей контакта указанных составных частей устройства при любых параметрах режима обработки конструкционных материалов, кроме того, за счет созданного избыточного давления в контейнерах 6 происходит самоцентрирование алмазно-абразивных брусков 5, и они устанавливаются на одинаковых расстояниях от оснований и боковых стенок пазов 7 шатуна 4 и не требуется дополнительное фиксирование контейнеров 6 в пазах 7.

На торцевых поверхностях дисков 1 и 2 вниз и вверх от соответствующих центров дисков или левее и правее этих центров на одинаковых расстояниях жестко закреплены пальцы 3. Например, один из пальцев 3 установлен слева от центра диска 1, а второй - на таком же расстоянии соответственно справа от центра диска 2, причем центры дисков 1, 2 и пальцев 3 располагаются на одной прямой. Концы шатуна 4 с установленными в его пазах 7 контейнерами 6 с закачанным в них воздухом и алмазно-абразивными брусками 5, выступающими над шатуном 4, при помощи пальцев 3 шарнирно связывают с дисками 1 и 2 с образованием двух кинематических пар вращения. Производят тарировку жесткость – давление образованной механической системы. Давление внутри замкнутых эластичных оболочек контейнеров 6 контролируют манометром (не показан).

Устройство с регулируемой жесткостью для отделочной обработки изделий функционирует следующим образом.

По произведенной тарировке жесткость-давление в зависимости от обрабатываемого материала регулируют жесткость устройства за счет дополнительного закачивания через штуцер 9 воздуха в замкнутую эластичную оболочку контейнера 6 или сбрасывания его из оболочки.

Дискам 1 и 2 сообщают вращение в противоположные стороны, например, диску 1 - по часовой, диску 2 - против часовой стрелки, при этом шатун 4 с алмазно-абразивными брусками 5 совершает сложное плоское (плоскопараллельное) движение в плоскости, параллельной торцевым поверхностям дисков 1 и 2. Кроме того, при контактировании с обрабатываемым материалом сами алмазно-абразивные бруски 5, размещенные в контейнерах с закачанным в них сжатым воздухом, могут совершать сложные плоские движения еще в двух перпендикулярных к торцевым поверхностям дисков 1 и 2 плоскостях. Таким образом алмазно-абразивные зерна брусков 5 осуществляют сложное движение, являющееся результатом суммирования их плоских движений в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. При этом алмазно-абразивные зерна, как бы, находятся в двух связках одновременно: зерна, расположенные в брусках 5 – металлическая связка, а сами алмазно-абразивные бруски 5, размещенные в контейнерах 6 с закачанным в них сжатым воздухом – имитация поведения зерен в органической связке, это улучшает эксплуатационные качества отделочной обработки изделий.

Так как алмазно-абразивные бруски 5 в результате самоцентрирования за счет созданного избыточного давления в контейнерах 6 установлены на одинаковых расстояниях от оснований и стенок пазов 8 шатуна 4, а диаметры d_1

штуцеров 9 меньше диаметров d_2 сквозных отверстий 8 в основаниях пазов 7, то не происходит взаимодействие алмазно-абразивных брусков 5 и штуцеров 9 с шатуном 4 за все время шлифования изделий.

В случаях возникновения два раза за один оборот дисков 1 и 2 простейших мгновенно поступательных движений шатуна 4 (когда скорости пальцев 3 шатуна 4 равны по модулям и совпадают по направлениям, то восстановленные к скоростям в точках их приложения перпендикуляры параллельны, мгновенный центр скоростей шатуна 4 находится в бесконечности) алмазно-абразивные зерна брусков 5 продолжают совершать сложные движения в двух плоскостях, перпендикулярных торцевым поверхностям дисков 1 и 2, при этом постоянно поддерживается условие самозатачивания зерен брусков 5, уменьшается их засаливание и повышается производительность обработки.

При встрече на своем пути твердого зерна обрабатываемого материала алмазно-абразивное зерно бруска 5 обходит возникшее препятствие, смещаясь в сторону, и образует скол части зерна обрабатываемого материала, после чего принимает прежнее положение. Этим продлевается срок эксплуатации алмазно-абразивных брусков 5, увеличивается съём материала с обрабатываемой поверхности и повышается производительность обработки.

Устройство позволяет обрабатывать плоские, цилиндрические и фасонные поверхности, например, конические, фаски, галтели, так как движения алмазно-абразивных брусков 5, размещенных в контейнерах 6 с закачанным в них воздухом, копируют углы наклона обрабатываемых сложных поверхностей.

Бесступенчатое дистанционное регулирование жесткости устройства за счет изменения давления сжатого воздуха в замкнутых эластичных оболочках контейнеров 6 можно осуществлять и непосредственно в процессе механической обработки материалов, это создает возможность смещения собственных частот колебаний устройства и возмущающей силы резания в широких диапазонах, позволяет избежать нежелательного явления резонанса. Размещение алмазно-абразивных брусков 5 в контейнерах 6, заполненных сжатым воздухом, дает возможность демпфировать возникающие при механической обработке незатухающие колебания и повысить качество и точность обрабатываемых поверхностей. Все приведенные факторы позволяют улучшить эксплуатационные характеристики процесса отделочной обработки с осуществлением прерывистого шлифования, так как обработка ведется тремя брусками.

Подачу сжатого воздуха в замкнутые эластичные оболочки контейнеров 6 до создания необходимого давления возможно осуществлять или одновременно, например, через «гребенку» - конструкцию с замкнутым герметичным объемом, имеющим с одной стороны выходы, соединяемые с штуцерами 9, а с другой стороны снабженным выводом, подключенным к воздухопроводу от средства подачи сжатого воздуха, или поочередно в любой из контейнеров 6. Регулирование подачи сжатого воздуха через штуцеры 9 в полости контейнеров 6 производится, например, при помощи трехпозиционного крана, установленного на воздуховоде от средства подачи сжатого воздуха, например, компрессора. Первая позиция крана связывает средство подачи сжатого воздуха с замкнутыми эластичными оболочками контейнеров 6. Второе положение крана пере-

крывает подачу воздуха в полые боковые поверхности и днища контейнеров 6. Третья позиция – связывает контейнеры 6 с атмосферой (воздуховод, трехпозиционный кран и «гребенка» не показаны). Возможно регулирование подачи сжатого воздуха при помощи клапанов, золотниковых или других устройств.

При износе алмазно-абразивных брусков 5 и невозможности их дальнейшей эксплуатации сбрасывают давление в замкнутых эластичных оболочках контейнеров 6 до величины атмосферного, после чего существовавшая механическая система алмазно-абразивные бруски 5 – контейнеры 6 с закачанным сжатым воздухом – шатун 4 распадается на отдельные составляющие части без трудозатрат. Заменяют изношенные бруски 5, контейнеры 6 с размещенными в них новыми алмазно-абразивными брусками 5 устанавливают в пазах 7 шатуна 4, через штуцеры 9 подают сжатый воздух в замкнутые эластичные оболочки контейнеров 6 до создания требуемой жесткости устройства и продолжают отделочную обработку поверхностей изделий [7].

Таким образом, предложенные конструкции позволяют осуществить высокоэффективное прерывистое шлифование, при этом улучшить эксплуатационные характеристики и повысить производительность обработки. Оригинальность и новизна разработок позволили получить два патента РФ и подать заявку на предполагаемое изобретение.

Список литературы: 1. Разработка и исследование инструмента и процесса плоского торцового шлифования дискретными абразивными сегментами / П.С. Швагирев // Автореф. диссерт. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». – Владимир, 2011. – 18 с. 2. Повышение эффективности планетарного шлифования за счет применения устройства для абразивной обработки плоских поверхностей / Д.С. Люпа // Автореф. диссерт. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.03.01 - «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». – Ижевск, 2006 – 22 с. 3. Новиков С.Г., Малыхин В.В., Яцун Е.И., (РФ), Новиков Ф.В.(Украина). Патент на изобретение №2449876, МПК В24В 35/00. Устройство для отделочной обработки изделий (2006.01); опубл. 10.05.2012. Бюл. №13. 4. Технология отделочной обработки изделий / С.Г. Новиков, В.В. Малыхин, Ф.В. Новиков [и др.] // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2010. –Выпуск 101. – С. 203-207. 5. Конструкция устройства для отделочной обработки изделий алмазно-абразивными брусками / С.Г. Новиков, В.В. Малыхин, Ф.В. Новиков // Физические и компьютерные технологии: Тр. 16-й Междунар. научно-техн. конф., 15-16 сентября 2010г. – Харьков: ХНПК «ФЭД», 2010. – С.85-89. 6. Пат. 2449876 Рос. Федерация: МПК В 24В35/00. Устройство для отделочной обработки изделий / Новиков С.Г., Малыхин В.В., Новиков Ф.В. [и др.] №2010135621/02; заявл. 25.08.2010; опубл. 10.05.2012, бюл. №13. – 8 с. 7. Расширение технологических возможностей отделочной обработки абразивными брусками / Новиков С.Г., Малыхин В.В., Новиков Ф.В. [и др.] //Машиностроение – основа технологического развития России ТМ 2013: сб. науч. ст. V Междунар. науч.-техн. конф., 22-24 мая 2013г. / редкол.: Е.И. Яцун [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2013. – С. 403-410.