

В крышке для слива жидкой фракции прорези 2 и перегородки 3 могут быть выполнены зигзагообразными и взаимно эквидистантными. Перегородки 3 могут быть выполнены с различной высотой. Наличие этих существенных признаков еще более затрудняет контакт плотных ингредиентов с прорезями 2 в дне сосуда 4.

Крышка для слива жидкой фракции работает следующим образом. Крышку 1 плотно надевают на горлышко сосуда 4 и переворачивают. Перегородки 3 не дают плотным ингредиентам перекрыть прорези 2, что обеспечивает непрерывное истечение жидкости.

Таким образом, при использовании предлагаемой крышки достигается технический результат в виде обеспечения непрерывного истечения жидкой фракции из сосуда.

Настоящая работа выполнена в рамках изучения учебного модуля «Защита интеллектуальной собственности».

Список литературы

1. Патент № 187193 РФ. МКИ кл. В65D 41/48. Крышка для слива жидкой фракции / Емельянов В.Н., Алексеева А.В. – Заявл. 28.06.2018; опубл. 22.02.2019, Бюл. №6.

Сведения об авторах:

Алексеева Анастасия Владимировна – студентка направления «Машиностроение», НовГУ, г.Великий Новгород;

Емельянов Валерий Николаевич – д.т.н., профессор кафедры технологии машиностроения, НовГУ, г.Великий Новгород.

УДК 621.787.6

<https://doi.org/10.26160/2541-9579-2019-5-39-42>

ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕНТРОБЕЖНО-УДАРНОЙ ОБРАБОТКИ И МОДЕРНИЗАЦИЯ КРЕПЛЕНИЯ ЕЕ ИНСТРУМЕНТА

Белобородов Н.А., Иванов Е.А., Казимиров Д.Ю.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г.Иркутск

Ключевые слова: центробежная обработка, устройства для упрочнения.

Аннотация. Рассмотрена технология и инструменты для центробежно-ударной обработки. Для крепления инструмента на шлифовальном станке была спроектирована, рассчитана на точность и изготовлена втулка.

TECHNOLOGY OF CENTRIFUGAL-SHOCK TREATMENT AND MODERNIZATION OF FASTENING OF ITS TOOL

Beloborodov NA., Ivanov E. A., Kazimirov D.Yu.

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk

Keywords: centrifugal processing, hardening devices.

Abstract. The technology and tools for centrifugal shock processing are considered. For mounting the tool on the grinding machine was designed, designed for precision and manufactured sleeve.

Среди технологических методов большое значение имеет обработка методами поверхностно-пластического деформирования (ППД). В результате обработки методами ППД изменяются физико-механические свойства поверхностного слоя, образуется поверхность с меньшей шероховатостью. Указанные изменения вызывают существенное повышение прочности поверхностного слоя. К наиболее простым методам обработки ППД плоских поверхностей следует отнести обкатывание, алмазное выглаживание и центробежно-ударную обработку (ЦУО) [1,2]. Каждый из методов обладает определенными достоинствами и недостатками.

Суть ЦУО заключается в следующем. При вращении диска 3 (рис. 1) свободно сидящие шарики 2 под действием центробежных сил выступают над цилиндрической поверхностью. Заготовка 1 и диск 3 вращаются и перемещаются относительно друг друга. Встречное направление вращения упрочнителя и заготовки повышает эффект упрочнения из-за возрастающей суммарной кинетической энергии [3]. Межосевое расстояние, устанавливаемое между диском и заготовкой, обеспечивает пересечение поверхности заготовки траекторией наиболее выступающей части шариков. Таким образом, шарики ударяют по обрабатываемой поверхности, упрочняя ее и оставляя следы в виде лунок.

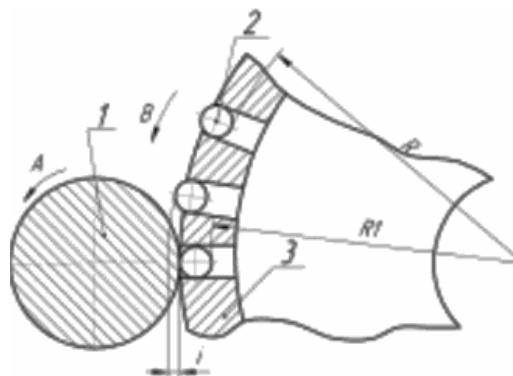


Рис. 1. Схема центробежной обработки

В качестве деформирующих тел используют шарики и ролики. Шарики, благодаря своей простоте и доступности, используют в единичном и серийном производствах. Их делают из материала ШХ15, а твердость варьируется HRC 58-64.

Крепятся инструмент на шлифовальные, фрезерные станки в шпиндель и токарные станки с помощью замены верхнего суппорта на механизированную установку, в которой размещен упрочнитель, приводимый во вращение от электродвигателя через ременную передачу.

Эффективность упрочнения, производительность и применимость зависят от схемы, конструкции и принципа действия установки. Наиболее простая конструкция представлена в [4].

В инструменте рабочие шарики определенной массы размещают в радиальных пазах сепаратора в шахматном порядке. Это позволяет выдержать условия обработки заданной поверхности. Основной недостаток – это быстрый износ деформирующих элементов. Однако в изобретении повышение качества обработки достигается путем применения СОЖ через отверстия под шарики [5].

В отличие от инструмента на рис.1 в изобретении [6] (рис. 2) добавляется пневматическая камера 7, закреплённая с помощью подшипника 9 на торце корпуса 1. В днище радиальных гнезд выполнены отверстия для соединения их с пневматической камерой. В стенке пневматической камеры, прилегающей к торцу корпуса, выполнен паз 12 в виде сектора, открывающий доступ сжатого воздуха в несколько радиальных гнезд. Таким образом, создается пневматический буфер, позволяющий избежать удары деформирующих элементов о днище радиальных гнезд при их отскоке, и повысить стойкость деформирующих элементов и производительность обработки. Однако это устройство требует подвода сжатого воздуха.

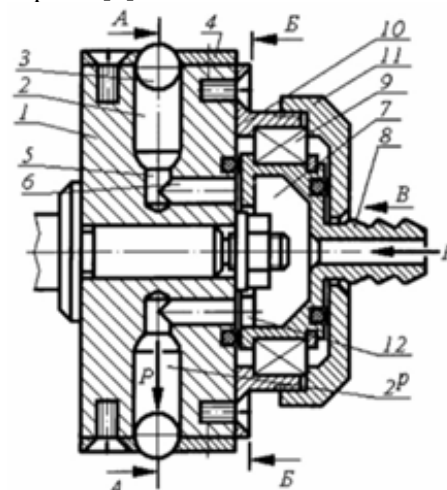


Рис. 2. Схема строения инструмента

Этот недостаток устранен в изобретении [7], в котором в отличие от предыдущего используются магниты. Вращаемое магнитное поле перемещает деформирующие элементы в окружном направлении кольцевой камеры. Возникающая центробежная сила прижимает деформирующие элементы к обрабатываемой поверхности. Под действием динамической магнитной силы деформирующие элементы приобретают высокочастотные колебания, интенсифицирующие процесс упрочнения. Инструмент применяется только для внутренних отверстий. Эти конструкции не позволяют обрабатывать криволинейные поверхности. Данный недостаток исключен в конструкции устройства [8], но оно предназначено только для токарных станков при обработке, например, кулачков.

Результатом применения устройств для ЦУО становится следующее. Точность размеров можно увеличить на 10-20%, а отклонения формы может составлять 10-30 мкм. В результате обработки достигается параметр шероховатости поверхности $Ra=0.2...0.8$ при исходном значении $Ra=0.8...3.2$ мкм. Это зависит от материала, рабочего усилия, конструкции инструмента и т.д. Твердость поверхности при упрочняющей обработке увеличивается на 30-80% при глубине наклепанного слоя 0,3-3 мм, а на сглаживающих режимах на 15-20%. Усталостная долговечность может быть повышена в 3-5 раз. Остаточные напряжения сжатия достигают на поверхности 400-800 МПа. При работе с шариковой головкой остаточные напряжения примерно в 1,5 раза выше, чем при обработке с роликовой.

В процессе обработки происходит износ, как самого сепаратора, так и шариков. В результате происходит образование дефектов, как на детали, так и на инструменте, локальные изменения структуры материала. Сепаратор приспособления с шариками смазывается смесью из веретенного масла и керосина каждые 5-10 мин. Но одним из новых направлений развития машиностроения по повышению стойкости инструмента, снижения влияния трения, а также для удержания смазочного слоя в зоне контакта является нанесение на рабочую поверхность инструмента композиции фторсодержащих ПАВ, которые носят общее название – эпиламы [9].

Сила удара как основного фактора воздействия на поверхность зависит от таких параметров как окружная скорость V , натяг i , число шаров в сепараторе Z , диаметр шаров $d_{ш}$, скорость обрабатываемой поверхности детали $V_{д}$, продольная подача S , число рабочих ходов k , масса рабочего тела m . Параметры выбираются исходя из свойств обрабатываемых материалов, конструкций и требований к детали $V=8...40$ м/мин; $V_{д}=30...90$ м/мин, $i=0,005...0,5$ мм; $Z=4...30$; $S=0,02...0,2$ мм/об; $d_{ш}=5...16$ мм.

Одной из важных характеристик ударного упрочнения это количество ударов, приходящихся на 1мм^2 обрабатываемой поверхности и определяется по формуле $K = Z \cdot n / (\pi \cdot D \cdot S \cdot n_{д})$, где D - диаметр обрабатываемой поверхности, мм, n - частота вращения диска, мин, $n_{д}$ - частота вращения обрабатываемой детали [3].

Еще одной важной характеристикой является время обработки: $t = l_d / (S_0 \cdot n_d \cdot k)$, где l_d - длина детали, мм; S_0 - подача инструмента, мм/об; n_d - число оборотов детали в мин; k - число рабочих ходов [10].

С целью расширения технологических возможностей плоскошлифовального станка и отработки технологической последовательности «шлифование – упрочнение импульсно-ударным инструментом» на плоские титановые детали встала технологическая задача по унификации крепления упрочнителя (рис. 3).

Для установки ударного упрочнителя на плоскошлифовальный станок 3Г71 необходимо изготовить переходную втулку (верхняя красная деталь). Крепление втулки на ударном диске при помощи резьбового соединения, а на шлифовальном станке - при помощи конического соединения имеющим уклон $\angle 1:5$ (шпиндель шлифовального станка по ГОСТ 2323-76 с последующим прижатием через сквозное отверстие во втулке винтом.

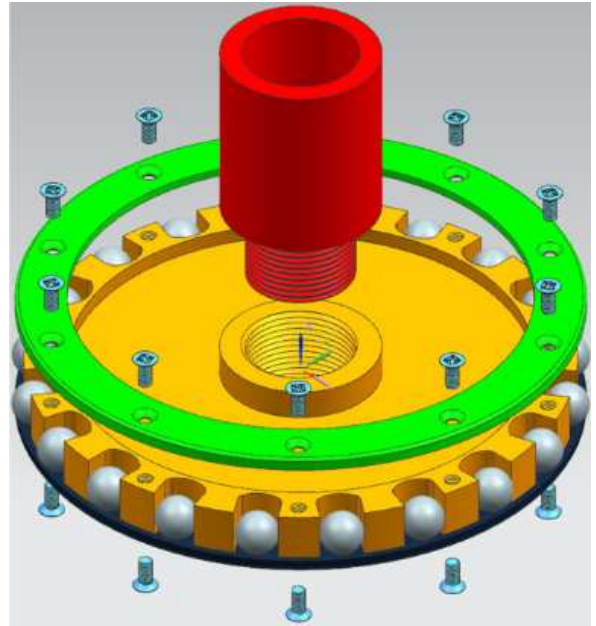


Рис. 3. Сборка упрочнителя

Для того, чтобы ударная установка не проворачивалась на шпинделе станка, конические поверхности сопрягаемых поверхностей должны иметь плотное прилегание, то есть оно должно быть *неподвижным*, обеспечивая натяги, необходимые для передачи крутящих моментов, полученные за счет затяжки деталей конусной пары.

Для изготовления переходной втулки была взята заготовка из конструкционной стали ступенчатой формы. Для обеспечения взаимозаменяемости необходимо получить втулку с размерами: $\varnothing 49$ на 48 и $\varnothing 35$ на 17 со сквозным на $\varnothing 16,5$ и коническим отверстием на $\varnothing 39,5$ с уклоном 1:5. Технологический процесс включал в себя следующие этапы изготовления. Заготовка закреплялась в трехлапчатом патроне и выверялась до радиального биения $< 0,04$ мм индикатором по ГОСТ 577-68. Она протачивалась по наружному диаметру до $\varnothing 49$ для уменьшения биения и получения чистой базы. После переворачивалась и аналогично выверялась и закреплялась. Подрезался торец на длину $l=48$, протачивался диаметр для обеспечения соосности ранее обработанной базы и удаления поверхностных дефектов. После зацентровки сверлилось сквозное отверстие $\varnothing 16,5$. Для получения конической поверхности была произведена ступенчатая расточка отверстия. Далее коническую поверхность обрабатывали многопроходным растачиванием с поворотом резцедержателя на угол $5,7^\circ$, примеряя угол по ответной детали, так что бы посадка была плотная.

Качество конусных соединений зависит от точности выполнения диаметров и длин конусов. Отклонения от номинальных размеров любого из этих размеров влекут за собой соответствующие изменения величины базорасстояния C , благодаря чему оно является приведенным размером конусного соединения.

Для нашего случая, когда $\alpha_B > \alpha_A$ (где α_B – уклон посадочной поверхности шпинделя, явл. неизменным, α_A – уклон посадочной поверхности переходной втулки) Определим допуск размера C .

Исходя из номинальных значений размеров $C=5$, $D_B=\varnothing 40$, $\delta D_B = 0,016$, $d_A=\varnothing 31$, $\delta d_A = 0,039^\circ$ $L_A=35,5$, $\delta L_A = 0,039$, $\delta \alpha_A = 0,0575$ и уклона $\alpha_B = \angle 1:5$ выбираем $K=0,2$ из [10].

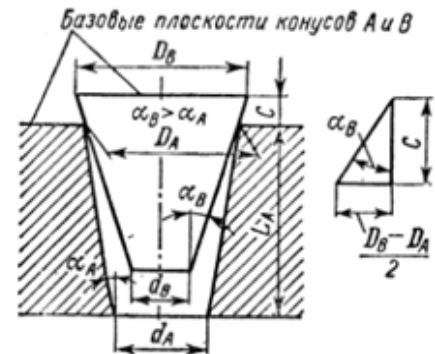


Рис. 4. Основные элементы наружного и внутреннего конусов

Допуск на конус шпинделя принимаем по степени точности АТ6. Согласно этому $\delta \alpha_B = 0,0145^\circ$. Остальные величины выбираем из соответствующих стандартов.

$$\text{Тогда: } \delta C = \frac{\delta D_B + \delta d_A}{K} + \frac{0,582 \cdot 10^{-3} C}{K} \cdot \delta \alpha_B + \frac{0,582 \cdot 10^{-3} L_A}{K} \cdot \delta \alpha_A + \delta L_A = 0,32 \text{ мм.}$$

Контроль осуществляли эталонными мерами длины (ГОСТ 9038-90). После этого заготовка была перевернута, подрезался торец и протачивалась поверхность длиной $l=17$ до $\varnothing 35$ на которой нарезалась метрическая резьба с шагом $P=3$. Контроль резьбы осуществляли по шаблону ГОСТ, размеров ШЦ-1 ГОСТ 519-77. Аналогично получена внутренняя резьба в диске упрочнителя на длине 19 мм посадкой по $8H/8h$. Так как длина свинчивания укладывается в следующий диапазон:

$$l_{N_{\min}} = 2,24Pd^{0,2} = 2,24 \cdot 3 \cdot 35^{0,2} = 13,68;$$

$$l_{N_{\max}} = 6,7Pd^{0,2} = 6,7 \cdot 3 \cdot 35^{0,2} = 40,93,$$

то она является нормальной - N, следовательно класс точности резьбы - грубый. Отсюда выбираем по ГОСТ 16093-81 отклонения на диаметры резьбы: нижние - на D , D_1 , $D_2=0$ мкм; верхние- на $D=0$ мкм, $D_1=+800$ мкм, $D_2=+425$ мкм.

Известно, что шлифовальные круги обязательно балансируются перед установкой на шлифовальные станки.

Собранный диск с шариками и кольцами заневоливания, представляет собой неуравновешенную динамическую систему со смещенным центром масс, то изготовленному устройству требовалась балансировка, т.к. скорость вращения на станке 3Г71 составляет 30 м/с.

Балансировка представляет собой устранение не уравновешивающих друг друга сил инерции в деталях машин и узлах [11]. К основным причинам дисбаланса относят: неточность изготовления деталей; неравномерность распределения материала детали относительно оси вращения; неточная сборка узла, в результате которой образуется неравномерное распределение массы деталей; смещение детали в сборочном узле при эксплуатации. Различают следующие виды: статическая; динамическая; общая.

Статическая неуравновешенность образуется в том случае, когда неуравновешенные массы тела приводятся к одной массе и одной центробежной силе, вызываемой этой массой при вращении тела. Она наблюдается в деталях большого диаметра и малой длины (шкивы, маховики, диски). Последовательность балансировки была следующей. Ударный упрочнитель был установлен на оправку типа вал, которая являлась осью для балансировки, она была положена на балансировочный стенд. Изменения угловое положение установки относительно оси вращения проверялось, находится ли упрочнитель в спокойном состоянии, а не стремиться ли проворачиваться, что говорит о его неуравновешенности. Существуют два способа избавиться от неуравновешенности: путем приваривания или приклеивания массы к точке противоположной точке центра масс на прямой проходящей через ось вращения относительно утяжеления. Или вычитанием массы диска упрочнителя высверливанием ее на прямой которая идет от центра вращения до точки тяжести. Эти два способа выполняются многократно до тех пор, пока система не будет сбалансирована.

Был использован способ путем вычитания массы тела из ударного диска. Высверливание проводилось на станке 2М112 сверлом $\varnothing 8$, $\varnothing 10$ под углом 90 град к поверхности диска. Для исключения систематической погрешности выполнялся разворот диска на 180° и аналогичная балансировка с последующим высверливанием на другой плоскости. Это проводилось для устранения торцевого дисбаланса.

Работоспособность упрочнителя проверена на пробных пусках.

Список литературы

1. Отделочные методы обработки деталей машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cherch.ru>
2. Папшев Д.Д. Эффективность методов отделочно-упрочняющей обработки // Вестник машиностроения. 1983. №7. С. 42-43.
3. Проскорякова Ю.А. Методика проектирования технологических процессов центробежной обработки // Вестник ДГТУ. – 2009. – Т.9, № 1.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. –4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496с.
5. Патент № 2155126 РФ. Способ центробежной обработки детали шариками / Казаков В.М. – опубл. 27.08.2000, Бюл. №24.
6. Патент № 2411117 РФ. Способ центробежной обработки ППД с пневматическим буфером / Степанов Ю.С., Киричек А.В., Сафронов В.В., Самойлов Н.Н., Афанасьев Б.И., Иножарский В.В., Вицен М.Е., Жуков С.А. – опубл. 10.02.2011, Бюл. № 4.
7. Довгалева А.М., Свирипа Д.М., Рыжанков Д. М Классификация инструментов для магнитно- динамического упрочнения // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2008. – №2.
8. Патент № 2146596 РФ. Устройство для упрочняюще-чистовой обработки деталей / Забродин В.А., Шайбеков В.Р. – опубл. 20.03.2000, Бюл. № 8.
9. Сычев И.Т., Соколова И.А. Анализ методов упрочнения деталей машин и режущих инструментов // Калининградский государственный технический университет. – 2011. – №21.
10. Бойцов А.Н., Волосевич Ф.П., Одинг Г.А. и др. Справочник по производственному контролю в машиностроении. – Л.: «Машиностроение», Ленинградское отделение, 1974. – 977с.
11. Левит М.Е., Рыженков В.М. Балансировка деталей и узлов. – М.: Машиностроение, 1986. – 248с.

Сведения об авторах:

Белобородов Никита Андреевич – студент направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», ИРНИТУ, г.Иркутск;

Иванов Евгений Анатольевич – студент направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», ИРНИТУ, г.Иркутск;

Казимиров Денис Юрьевич – к.т.н., доцент, доцент кафедры Технологии и оборудования машиностроительных производств, ИРНИТУ, г.Иркутск.