

УДК 679.87

**Установка для грубого шлифования шариков из хрупких
неметаллических материалов**

Щетникович К. Г.

Белорусский национальный технический университет

В оптических и измерительных приборах, в ювелирных изделиях используют шарики из стекла, кварца, корунда и других минералов и синтетических камней. Заготовки, поступающие на операцию грубого шлифования, имеют значительные отклонения от сферической формы, а после ее выполнения должны иметь геометрические параметры одного уровня точности.

В оптическом производстве применяется станок для грубого шлифования шариков, который содержит два несоосных абразивных круга, вращающихся в противоположных направлениях, и эксцентрично расположенный приводной сепаратор. Станок предъявляет жесткие требования к точности исходных заготовок, так как в момент входа шариков в зазор между дисками на них действуют большие динамические нагрузки. В ювелирном производстве, обработку шариков осуществляют в неподвижном сепараторе между совершающим плоскопараллельное движение по окружности нижним диском с эластичным покрытием и верхним прижимным диском. Однако скорость кругового поступательного движения нижнего диска ограничена неуравновешенностью масс движущихся тел, поэтому невозможно применение интенсивных режимов обработки.

С учетом недостатков рассмотренных станков была разработана установка для грубого шлифования шариков между двумя несоосными дисками в приводном сепараторе. Конструкция применяемого инструмента, показана на рис. 1. Нижний диск 11, имеющий резиновое покрытие, вместе с оправкой 12 закреплен на нижнем шпинделе 13. На верхнем шпинделе 5 закреплена оправка 6 с сепаратором 9 в отверстиях которого размещены обрабатываемые шарики 15. Соосно с сепаратором на насыпном подшипнике 7 установлен верхний диск, состоящий из двух полудисков 3 и 8, скрепленных двумя планками 4,. Насыпной подшипник обеспечивает соосность сепаратора и верхнего диска и не препятствует его

самоустановке параллельно торцевой поверхности нижнего диска.

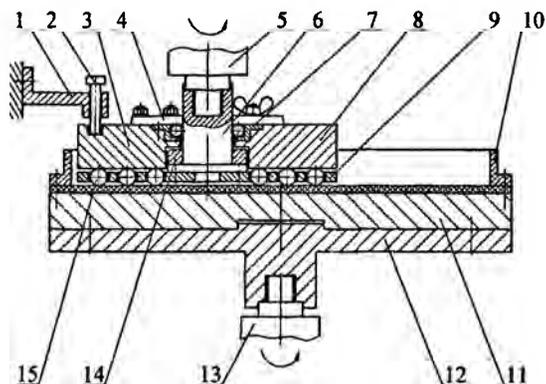


Рис. 1. Инструмент для грубого шлифования шариков

На оправке 6 установлено кольцо 14, которое дает возможность регулировать натяг между заготовками и верхним диском. Шлифование шариков можно производить при свободно вращающемся и неподвижном верхнем диске. Для фиксации верхнего диска используют съемный кронштейн 1 выдвигной палец 2 которого входит в отверстие на верхнем диске. Кольцо 10 предотвращает выход абразивной суспензии из рабочей зоны. Нагрузка на шарики определяется весом верхнего диска и может быть увеличена с помощью сменных грузов. Сборная конструкция верхнего диска облегчает загрузку заготовок.

Обработка шариков, расположенных в приводном сепараторе, происходит вследствие разности линейных скоростей нижнего диска и сепаратора. Скорость некоторой точки M нижнего диска (рис. 2) относительно вышерасположенной точки на сепараторе равна

$$\vec{V}_{отн} = \vec{V}_н - \vec{V}_с = \vec{\omega}_н \times \vec{R}_н - \vec{\omega}_с \times \vec{R}_с,$$

где V_n и V_c – линейные скорости нижнего диска и сепаратора; $\vec{\omega}_н$ и $\vec{\omega}_с$ – векторы угловой скорости нижнего диска и сепаратора; R_n – радиус-вектор точки M , проведенный из точки

O_n на оси вращения нижнего диска; R_c - радиус-вектор, проведенный из точки O_c на оси вращения сепаратора.

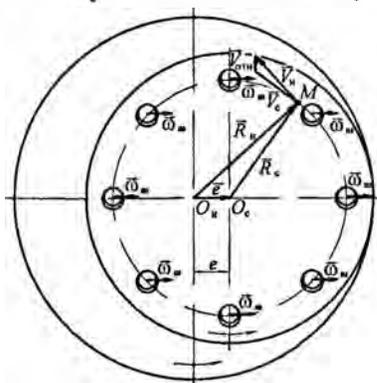


Рис. 2. Кинематика шариков в рабочей зоне

При равенстве угловых скоростей нижнего диска и сепаратора, т.е. $\bar{\omega}_n = \bar{\omega}_c = \bar{\omega}$ относительная скорость равна

$$\vec{V}_{отн} = \bar{\omega} \times (\vec{R}_n - \vec{R}_c) = \bar{\omega} \times \vec{e},$$

где \vec{e} – вектор, соединяющий оси вращения нижнего диска O_n и сепаратора O_c .

Следовательно, нижний диск относительно сепаратора движется поступательно по окружности радиусом e . Поскольку коэффициент трения шара об эластичное покрытие нижнего диска намного больше коэффициента трения о верхний диск, то линейная скорость точки шара, контактирующей с нижним диском, в относительном движении равна относительной скорости $V_{отн}$. Угловая скорость вращения шара будет равна

$$\omega_{ш} = V_{отн} / r,$$

где r – радиус шара.

Вектор угловой скорости шара $\bar{\omega}_{ш}$ перпендикулярен вектору $\vec{V}_{отн}$ и поэтому для всех обрабатываемых шариков направлен параллельно линии $O_n O_c$. Относительно вращающегося сепаратора

вектор $\vec{\omega}_ш$ равномерно поворачивается на 360° за каждый его оборот. Следовательно, мгновенная ось вращения шарика постоянно изменяет свое положение относительно инструмента.

В процессе обработки каждый шарик действует на верхний диск с силой трения, направленной параллельно вектору $\vec{V}_{отн}$. Равнодействующая этих сил проходит через ось диска, поэтому относительно сепаратора верхний диск неподвижен.

При вращательном движении нижнего диска и сепаратора с одинаковой угловой скоростью, в относительном движении реализуется поступательное движение инструмента по окружности. Такая кинематика инструмента обеспечивает одинаковые условия шлифования для всех шариков в обрабатываемой партии. Допустимая скорость вращательного движения значительно выше скорости плоскопараллельного движения и, следовательно, интенсивность обработки может быть повышена.

Торможение верхнего диска позволяет увеличить скорость проскальзывания шариков в зоне обработки. Скорость съема припуска возрастает, однако величина скорости проскальзывания зависит от расположения шарика в сепараторе, что вызывает неравномерность обработки заготовок.

Экспериментальные исследования подтвердили высокую эффективность применения рассмотренной установки при обработке шариков из минерального сырья. Например, при шлифовании шариков из кварца, имеющих отклонения от сферической формы 1,4 – 1,7 мм при среднем диаметре 11 мм, через три часа обработки разноразмерность шариков составила 0,3 мм, а отклонение от сферической формы не превышало 0,2 мм. При обработке использовалась абразивная суспензия порошка карбида кремния зеленого зернистостью 12.

Выводы

1. В разработанной установке используется вращательное движение инструмента, что упрощает ее конструкцию и позволяет вести обработку на повышенных скоростях по сравнению со станками с плоскопараллельным движением инструмента.

2. Установка дает возможность обрабатывать заготовки со значительными отклонениями от сферической формы.