

А.П.Абызов, В.В.Якунин, Ф.С.Юнусов

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ РАДИУСОВ ВИБРОАБРАЗИВНЫМ МЕТОДОМ

При изготовлении деталей почти во всех случаях встает вопрос о скруглении острых кромок или образовании вполне заданных величин радиусов по контуру детали или отдельным ее элементам.

Эти слесарно-доводочные работы занимают еще значительное место в производстве. Так, при изготовлении спецпластин (рис. 1) требуется выполнить вполне определенный радиус скругления как по контуру, так и в отверстиях.

С целью максимальной механизации слесарно-доводочных работ при получении заданных в чертеже радиусов скругления и обеспечения их стабильности были проведены исследования на двухкомпонентной вибрационной установке с U-образным контейнером.

В качестве образцов при исследовании использовались натуральные детали, изготовленные из высокопрочной нержавеющей стали ВНС-9, которые крепились набором по 10 штук в приспособлении на манипуляторе независимо от контейнера установки. Манипулятор обеспечивал возможность устанавливать детали под различными углами к потоку абразива и таким образом находить угол, при котором абразивная масса равномерно обтекала их. В случае разности углов встречи частиц абразивного наполнителя с противоположными поверхностями пластин после обработки имело место коробление деталей. Экспериментально был установлен оптимальный угол расположения детали к продольной оси контейнера, равный 45° .

На процесс формообразования радиуса скругления $R_{скр}$ исследовалось влияние следующих технологических факторов: материала абразивного наполнителя (M), амплитуды (A) и частоты колебаний контейнера (ω_k), частоты колебаний детали от привода манипулятора (ω_m) и времени обработки (t), т.е.

$$R_{скр} = f(M, A, \omega_k, \omega_m, t).$$

В качестве абразивных наполнителей применяли бой шарошлифовальных кругов, электрокорунда хромистого плавленного, кварцита белого и формованные гранулы ПТ 15 с 50% добавкой фарфоровых шариков, диаметром 6 мм. В состав промывочной жидкости входила вода с добавлением 3 г/л хромпика.

Основным критерием выбора абразивного наполнителя являлось получение радиуса скругления острых кромок в зависимости от продолжительности обработки. Зависимость величины радиуса скругления от продолжительности обработки и материала абразивного наполнителя показаны на рис. 1. Величина радиуса скругления замерялась на поперечном шлифе пластины оптическим прибором модели AP-9 с увеличением в 100 раз.

Поскольку одновременно обрабатывался набор деталей, состоящий из 10 штук, то при построении графиков зависимостей $R_{скр}$ (рис. 1 и 2) результаты замеров осреднялись.

Из графиков рис. 1 видно, что наилучшие результаты формирования величины радиуса получены с применением абразивного наполнителя, состоящего из смеси формованных гранул ПТ-15 с фарфоровыми шариками, диаметром 6 мм. Поэтому дальнейшие исследования были проведены с этой смесью абразивного наполнителя.

Чтобы установить влияние амплитуды и частоты колебаний контейнера на величину формирования радиусов, были проведены исследования, результаты которых представлены на рис. 2. При этом частота колебаний детали от привода манипулятора составляла 20 Гц, а время обработки - 45 мин.

Как видно из графика 1 (рис. 2) амплитуда колебаний контейнера оказывает большое влияние на процесс формообразования радиуса скругления острых кромок.

Анализ полученной зависимости позволяет установить, что заданный чертежом радиус скругления по наружному контуру детали ($R = 0,25^{+0,05}$) формируется в интервале амплитуд, равном 2,5 - 5 мм. Поэтому для дальнейших исследований была принята амплитуда, равная 2,7 мм, обеспечивающая получение величины заданного радиуса скругления острой кромки и повышение ресурса установки при эксплуатации.

Из рис. 2 видно, что формирование радиуса скругления в зависимости от частоты колебаний контейнера происходит наиболее интенсивно в диапазоне 15 - 20 Гц. При этих частотах величина радиуса изменяется от 0,13 до 0,26 мм. Дальнейшее увеличение частоты колебаний контейнера существенного изменения радиуса скругления не вызывает.

Из эксплуатации вибрационных установок известно, что чем больше использована частота колебаний контейнера, тем значительно возрастает нагрузка на движущиеся части вибромашины, что ведет к быстрому их износу. Исходя из этого, была выбрана частота колебаний контейнера,

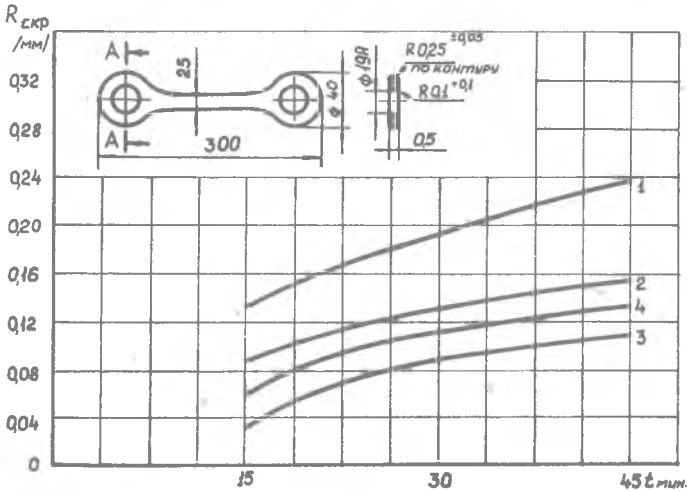


Рис.1. Эскиз детали и графики изменения радиуса скругления как функции времени обработки и абразивного материала рабочей среды при $A = 2,5$ мм, $\omega_k = \omega_m = 20$ Гц с применением: 1 - смеси формованного абразива ПТ-15 и 50% фарфоровых шариков, диаметром 6 мм; 2 - гранул карбида кремния черного; 3 - гранул электрокорунда хромистого плавленного; 4 - гранул кварцита белого

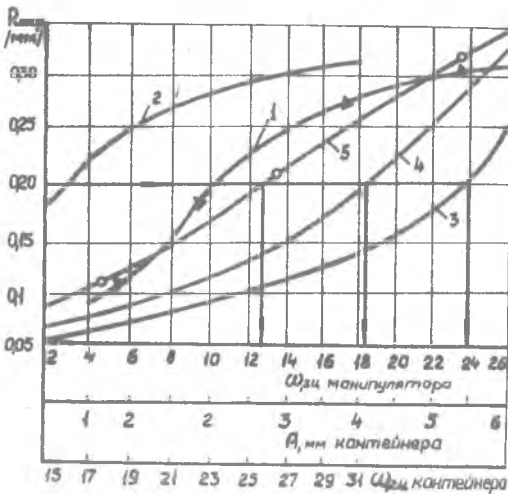


Рис.2. Графики изменения радиуса скругления как функции параметров режимов вибрационной обработки:

1 - $R_{скр} = f(A)$ при $\omega_k = \omega_m = 20$ Гц, $t = 45$ мин; 2 - $R_{скр} = f(\omega_k)$ при $A = 2,7$ мм, $\omega_m = 20$ Гц, $t = 45$ мин; 3, 4, 5 - $R_{скр} = f(\omega_m)$ при $A = 2,7$ мм, $\omega_k = 20$ Гц, $t = 15; 30; 45$ мин

равная 20 Гц, которая обеспечивает наибольшую производительность обработки $R_{скр}$ и позволяет длительно эксплуатировать вибрационную установку.

С целью интенсификации процесса формообразования радиусов скругления, пластинам независимо от колеблющегося контейнера придавали дополнительную вибрацию от привода манипулятора. Наличие дополнительной вибрации обеспечивало получение стабильных радиусов скругления острой кромки по всему контуру пластины. Обработка пластин без дополнительной вибрации показала, что величина радиуса скругления непостоянна по длине пластины. Наибольших значений она достигает на концах пластины, расположенных у стенки контейнера, где энергия колебания частиц наиболее высокая. От стенок к центру контейнера происходит затухание энергии частиц абразивного наполнителя, что и создает получение нестабильного радиуса скругления.

Зависимости величины радиуса скругления от частоты дополнительной вибрации детали для различной продолжительности обработки представлены графиками 3,4,5 на рис. 2. Анализ этих графиков показывает, что увеличение частоты дополнительной вибрации детали на 6-8 Гц сокращает время вибрационной обработки приблизительно в 3 раза.

На основании результатов экспериментального исследования для обеспечения радиусов скругления детали, можно рекомендовать следующие режимы вибрационной обработки: амплитуда колебания контейнера $A - 2,7$ мм, частота колебания контейнера $\omega_k - 20$ Гц, частота колебания детали в манипуляторе $\omega_m - 26$ Гц, угол расположения детали к продольной оси контейнера $- 45^\circ$, время обработки $t - 20$ мин.

Рабочая среда - формованные гранулы ПТ-15с 50%-ными фарфоровыми шариками, диаметром 6 мм.

Для других деталей, изготавливаемых из материала ВНС-9 с размерами, отличающимися от показанной детали (рис. 1), режимы обработки возможно выбрать по найденным зависимостям.

В заключение можно отметить, что установленные в работе зависимости помогут технологам выбирать режимы при разработке технологических процессов вибрационной обработки деталей с определенными заданными значениями радиусов скругления острых кромок, а конструкторам - в выборе параметров при проектировании манипуляторов к вибрационным установкам.

Использование независимого от контейнера манипулятора позволит управлять процессом виброабразивной обработки, интенсифицировать процесс при малой величине амплитуде колебания и, следовательно, повысить ресурс вибрационной установки, обеспечит получение стабильных значений радиусов скругления.