

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ИЗНОС И ПРОЧНОСТЬ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Скуратов Д.Л., Трусов В.Н.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

При шлифовании скорость резания определяется скоростью вращения абразивного круга v_k , так как она во много раз превышает скорость вращения или линейного перемещения обрабатываемой детали. Скорость резания зависит от требований, предъявляемых к качеству обработанной поверхности и стойкости круга.

Для достижения большей производительности при шлифовании операцию необходимо разбить на два перехода: предварительный и окончательный.

При предварительном шлифовании обработку целесообразно вести на интенсивных режимах при повышенных скоростях резания (50...60 м/с) [1, 2]. Как показал опыт, износ круга с увеличением скорости его вращения уменьшается, особенно при $v_k = 40...50$ м/с [3, 4]. На операциях предварительного шлифования допускается появление прижогов на обработанных поверхностях с глубиной залегания до 0,02 мм с последующим их удалением при окончательном шлифовании. Используемые при предварительном шлифовании режимы должны обеспечить получение точности детали на 1-2 качества ниже точности, требуемой по чертежу [3].

Операции окончательного шлифовании необходимо осуществлять на режимах значительно менее напряженных по сравнению с операциями предварительного шлифовании, при скоростях резания не превышающих 35 м/с с целью исключения возможности появления структурных изменений в поверхностном слое, и, как следствие, формирования значительных растягивающих остаточных напряжений, обеспечения требуемой точности и шероховатости [1].

В процессе шлифовании вследствие износа и главным образом в результате правки диаметр круга систематически уменьшается, что влечет за собой уменьшение его скорости, так как частота вращения шпинделя шлифовальной бабки у большей части шлифовальных станков не регулируется или в лучшем случае имеет несколько частот вращения [5]. Если учесть, что диаметры фланцев, с помощью которых шлифовальные круги крепятся на станках, составляют не более 0,36...0,65 от диаметра шлифовальных кругов, то реально по мере

износа круга возможно существенное уменьшение скорости резания по сравнению с исходной (табл. 1).

Таблица 1

Максимально возможное уменьшение скорости резания по мере износа круга и коэффициент полезного использования шлифовальных кругов при применении элементов крепления абразивного инструмента по ГОСТ 2270 - 78

Размеры кругов формы "ПП", мм	Диаметр фланцев, мм	Минимальный диаметр неиспользуемой части, мм	КПИ, %	Максимально возможное уменьшение скорости резания по мере износа круга, %
63x10x20	30	34	78,8	185
63x20x20	30	34	78,8	185
63x32x20	30	34	78,8	185
80x10x20	35	39	81,3	205
80x20x20	35	39	81,3	205
80x63x20	35	39	81,3	205
100x10x20	40	44	84,0	227
100x20x20	40	44	84,0	227
100x32x20	40	44	84,0	227
100x63x20	40	44	84,0	227
150x10x32	65	70	82	215
150x20x32	65	70	82	215
150x40x32	65	70	82	215
200x10x32	80	86	83,7	232
200x25x32	80	86	83,7	232
200x63x32	80	86	83,7	232
300x20x76	115	121	89,5	248
300x40x76	115	121	89,5	248
300x63x76	115	121	89,5	248
300x20x127	165	171	82,3	176
300x40x127	165	171	82,3	176
300x63x127	165	171	82,3	176
350x20x127	175	181	84,4	193
350x40x127	175	181	84,4	193
350x100x127	175	181	84,4	193
400x25x203	260	266	75,1	150
400x32x203	260	266	75,1	150

Размеры кругов формы "ПГ", мм	Диаметр фланцев, мм	Минимальный диаметр неиспользуемой части, мм	КПИ, %	Максимально возможное уменьшение скорости резания по мере износа круга, %
400x50x203	260	266	75,1	150
500x25x203	260	266	85,8	188
500x50x203	260	266	85,8	188
500x100x203	260	266	85,8	188
600x32x305	365	371	83,3	162
600x50x305	365	371	83,3	162
600x100x305	365	371	83,3	162
750x50x305	380	388	87,7	193
750x80x305	380	388	87,7	193
750x100x305	380	388	87,7	193
900x63x305	380	390	91,8	230
900x75x305	380	390	91,8	230
900x100x305	380	390	91,8	230
1060x50x305	380	390	94,3	272

При шлифовании ответственных деталей газотурбинных двигателей (ГТД) и агрегатов самолетов предъявляются жесткие требования к обеспечению режимов обработки. Изменение скорости резания на таких операциях шлифования не должно превышать 10...15%. Поэтому при шлифовании таких деталей серийные шлифовальные круги использовать нецелесообразно, так как коэффициент полезного использования (КПИ) их объема резко уменьшается. Например, для серийных шлифовальных кругов, приведенных в табл. 1 и используемых на вышеуказанных операциях, КПИ уменьшается с 75,1...94,3% до 28,5...41,3%. Фактически же этот коэффициент еще меньше, так как значительная доля объема абразивного инструмента изнашивается не при работе круга, а при его правке.

Общеизвестно, что разрушение быстровращающихся дисков с центральным отверстием, к которым относятся и шлифовальные круги,

начинается с поверхности посадочного отверстия, так как именно там возникают максимальные окружные напряжения. Значения радиальных и окружных напряжений, возникающих во вращающемся шлифовальном круге, можно определить по формулам, приведенным в работе [6]:

$$\sigma_r = \frac{\gamma \omega^2}{8g} (3 + \mu) \left(b^2 + a^2 - \frac{a^2 b^2}{r^2} - r^2 \right);$$

$$\sigma_t = \frac{\gamma \omega^2}{8g} (3 + \mu) \left(b^2 + a^2 + \frac{a^2 b^2}{r^2} - \frac{1 + 3\mu}{3 + \mu} r^2 \right),$$

где ω - угловая скорость шлифовального круга, с⁻¹;

γ - удельный вес круга, Н/м³;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

μ - коэффициент Пуассона;

b - значение радиуса периферийной поверхности круга, м;

a - значение радиуса посадочного отверстия круга, м;

r - текущее значение радиуса круга, м.

Исходя из вышеизложенного шлифование ответственных деталей целесообразно осуществлять сборными кругами с металлической корпусом и абразивной частью, состоящей из сегментов. Такая конструкция разгружает абразивную часть круга от окружных растягивающих напряжений и позволяет существенно повысить коэффициент использования абразивного инструмента. Каждый сегмент круга испытывает радиальные напряжения сжатия во внутренней зоне от фланцами (рис. 1) и небольшие напряжения растяжения в наружной обочей части.

Сегментные круги позволяют вести обработку на скоростях, достигающих 150-180 м/с [7].

Перспективным направлением повышения прочности шлифовальных кругов является использование высокопористого абразивного инструмента на керамической связке. Например, плотность высокопористых кругов на керамической связке твердостью СМ1 обычно находится в пределах 1500...2000 кг/м³, у кругов с открытой структурой той же твердости - 2000...2200 кг/м³. Поэтому максимальные напряжения у высокопористых кругов будут соответственно меньше. При скорости круга 50 м/с максимальные напряжения составляют: для высокопористых кругов в среднем 4,25 МПа, для кругов с открытой структурой, примерно, 4,65 МПа [8].

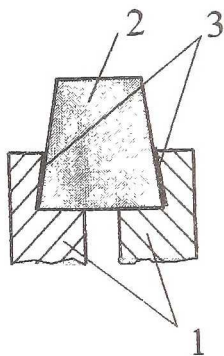


Рис. 1. Замковая часть сборного шлифовального круга:
1 - фланцы прижимные; 2 - круг кольцевой; 3 - картонные прокладки

Список литературы

1. Обработка металлов шлифованием и методы ее интенсификации / Д.Л. Скуратов, В.Н. Трусков; Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 1997. 88 с.
2. Мутянко В.И. Основы выбора шлифовальных кругов и подготовки их к эксплуатации / Под ред. Л.Н. Филимонова. Л.: Машиностроение, 1987. 134 с.
3. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова.- М.: Машиностроение, 1990. 400 с.
4. Шлифование легированных и жаропрочных сталей / В.Ф. Совкина, Е.В. Быков, А.М. Бударин и др.; Под ред. В.Ф. Совкина. Куйбышев: Куйбышев. кн. изд-во, 1967. 160 с.
5. Кашук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика. М.: Машиностроение, 1988. 480 с.
6. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М.: Наука, 1970. 544 с.
7. Филимонов Л.Н. Плоское шлифование / Под ред. В.И. Мутянко. Л.: Машиностроение, 1985. 109 с.
8. Попов С.А., Ананьян Р.В. Шлифование высокопористыми кругами. М.: Машиностроение, 1980. 79 с.