

ШЛИФОВАНИЕ СО СКОРОСТЬЮ 70 м/сек КРУГАМИ НА КЕРАМИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ

В. А. ГОВОРУХИН, Б. Ф. ШЕРКУНОВ, Н. В. ЯРЕМЕНКО

(Представлена объединенным научным семинаром кафедры станков
и резания металлов и кафедры технологии машиностроения)

В последнее время промышленность СССР и зарубежных стран начинает внедрять шлифование со скоростями 60—100 м/сек. Однако широкое использование скоростного шлифования ограничено рядом технических причин. Во-первых, отсутствуют конструкции и связки шлифовальных кругов, позволяющие изготавливать последние в широком ассортименте. Как правило, применяются скоростные круги только на органических связках, которые дают возможность при изготовлении круга армировать его для увеличения прочности различными прокладками из прочной ткани — нейлона, капрона, стеклосетки. Шлифовальные круги на керамической связке в процессе изготовления для получения их рабочих свойств подвергаются термической обработке при значительной температуре, в результате которой армирующие элементы выгорают. Это не позволяет создать прочного круга для высоких скоростей шлифования. В ФРГ, США, Швеции появились патенты на конструкции высокоскоростных кругов на керамической связке, прочность которых достигается за счет армирования круга при его изготовлении металлической сеткой или металлическим кольцом. Причем в первом случае конструкция круга получается довольно сложной. Все это является причиной незначительного числа исследований работы высокоскоростных шлифовальных кругов на керамической связке.

Во-вторых, почти полностью отсутствуют шлифовальные станки и станки для испытания на прочность высокоскоростных шлифовальных кругов. Кроме того, должны быть созданы установки для подвода с большим расходом и под значительным давлением смазочно-охлаждающей жидкости.

В связи с этим целью данной работы являлось апробирование возможности шлифования со скоростью 70 м/сек составными шлифовальными кругами [1], изготовленными из стандартных шлифовальных кругов на керамической связке, предназначенных для работы со скоростью 35 м/сек.

Составной шлифовальный круг представлял абразивное кольцо, с наружным диаметром 300 мм, внутренним диаметром — 248 мм и высотой 40 мм, вырезанное из шлифовального круга Э9А16СТ1К и наклеенное на металлическое кольцо с внутренним диаметром 63 мм. Перед работой составной шлифовальный круг подвергался статической балластуировке, испытанию на прочность при окружной скорости 105 м/сек,

правке на станке алмазным карандашом и вторичной балансировке с последующим испытанием на прочность.

Шлифование производилось на круглошлифовальном станке модели 312М, модернизированном для высокоскоростного шлифования. Шпиндель шлифовального круга был установлен на подшипниках качения. Изменение чисел оборотов шлифовального круга осуществлялось с помощью сменных шкивов. В качестве обрабатываемых деталей служили втулки диаметром 65 мм из стали 9Х2МФ, закаленной до твердости НРС 63—64. Крепление втулок осуществлялось на оправке в неподвижных центрах станка. Охлаждающей жидкостью служила слабоэмульсионная вода с 5%-ным содержанием кальцинированной соды. Охлаждающая жидкость в зону резания подавалась насосом производительностью 20 л/мин.

В процессе шлифования измерялись износ круга, объем сошлифованного материала и мощность, затраченная на шлифование. Износ шлифовального круга измерялся с помощью простейшего устройства, представляющего индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм, закрепленного на планке. Перед началом шлифования замерялось расстояние от периферии круга, на которую накладывалась планка, до цилиндрического пояса, имеющегося на металлическом диске составного шлифовального круга. По мере износа абразивного кольца измеряемое расстояние уменьшалось, и разность двух измерений позволяла определить износ шлифовального круга по радиусу.

Мощность, потребляемая двигателем главного движения, измерялась с помощью ваттметра. Разность показаний ваттметра перед шлифованием и в процессе шлифования позволяла с некоторой погрешностью оценить мощность и главную составляющую силы резания P_z . Неточность измерения вызвана тем, что отсутствовали данные об изменении коэффициента полезного действия электродвигателя и шпинделя станка в зависимости от передаваемой мощности.

Таблица 1

№ опыта	V_k , м/сек	n_d , об/мин	V_d , м/мин	$S_{пр}$, мм/мин	q	P	z , мм/мм·сек	N_e , кВт	P_z , кг
1	35	300	42,4— —47	3600	44,7— —49,5	33,4	1,06	2,71	7,82
2	35	250	41— 44	3000	47,7— 51,2	25,4	0,977	2,56	7,4
3	35	150	23,50— —24,6	1800	85,5— —89,5	30,3	0,567	1,21	3,5
4	70	300	46,4— —48,2	3600	87— —90,5	2,47	0,162	4,82	7,2
5	70	400	64— —68,5	4800	61,5— 65,5	3,47	1,53	6,2	8,9
6	70	500	70,8 —77,4	6000	54,5— 60	21	1,73	6,2	8,9

Эксперименты проводились при скорости шлифовального круга 35 м/сек и 70 м/сек, продольной подаче, равной 0,3 высоты круга и глубине шлифования — 0,005 мм на ход стола.

Средняя мощность, измеренная ваттметром, не остается постоянной в процессе шлифования, а увеличивается постепенно до полного засаливания круга, что иллюстрируется рис. 1, на котором показано изменение мощности во времени для опыта № 6. В начале процесса шлифования мощность резко уменьшается за 2—4 хода стола и после этого начинает возрастать с периодическим падением в результате

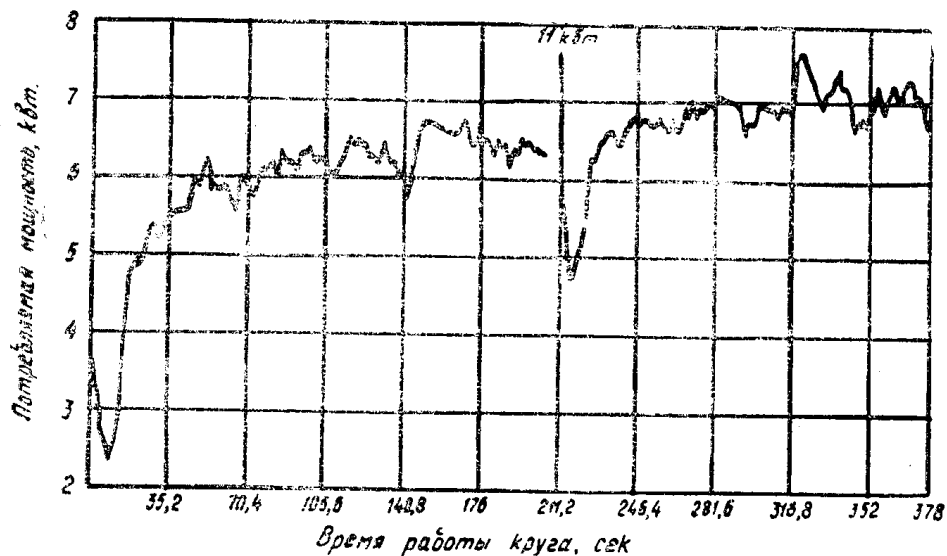


Рис. 1. Зависимость мощности от времени работы шлифовального круга ($V_k = 70$ м/сек, $t = 0,005$ мм/ход, $S_{пр} = 0,4B$, $q = 54,5-60$, сталь 9Х2МФ, Э9А16СТ1К)

обновления некоторого числа режущих зерен. После того, как шлифовальный круг проработал 211 сек, станок был выключен для обнаружения дефектов на обработанной поверхности и после этого включен вновь. На рисунке этому моменту соответствует резкое возрастание мощности шлифования до 11 кВт, затем падение ее до 4,7 кВт и дальнейшее повышение мощности. Такое изменение мощности шлифования объясняется недостаточной жесткостью станка. Малое время работы шлифовального круга в этом и других опытах объясняется несоответствием характеристики круга условиям шлифования и недостаточным количеством смазочно-охлаждающей жидкости.

Данные табл. 1 показывают, что при постоянной скорости вращения шлифовального круга увеличение скорости детали при всех прочих постоянных параметрах приводит к возрастанию мощности шлифования и силы P_z . Это вызвано увеличением толщины среза a , приходящейся на каждое режущее зерно шлифовального круга [2].

$$a = \frac{2 \cdot V \cdot \sqrt{t_\phi}}{q \cdot i_p} \cdot \sqrt{\frac{D + d}{D \cdot d}}, \quad (1)$$

где q — параметр, характеризующий отношение скорости вращения круга к скорости вращения детали, $q = \frac{V_k}{V_d}$;

t_ϕ — фактическая глубина резания;

i_p — число режущих зерен на единицу длины круга;

D и d — диаметры шлифовального круга и детали.

Сравнение опытов 3 и 4 показывает, что при скорости шлифования 70 м/сек сила резания P_z превышает таковую при скорости 35 м/сек,

Повышение силы резания при увеличении скорости резания в данных опытах объясняется недостаточным охлаждением и засаливанием круга при скорости 70 м/сек, что приводило к появлению прижогов и рифлености обработанной поверхности.

Какое-либо существенное изменение удельного съема P металла при обычном и скоростном шлифовании также не было выявлено из-за кратковременности опытов и очень малого износа круга.

$$P = \frac{Q_M \text{ объем сошлифованного материала}}{Q_A \text{ объем изношенного материала}}$$

Однако производительность резания, под которой понимают количество материала, снимаемого за одну секунду одним миллиметром высоты шлифовального круга, при скоростном шлифовании выше

$$Z = \frac{Q_M \text{ мм}^3}{V \cdot t \text{ мм} \cdot \text{сек}}$$

В результате проведенных экспериментов установлено, что конструкция составного шлифовального круга позволяет работать на повышенных скоростях, при этом некоторое усложнение круга компенсируется уменьшением расхода абразивного материала, так как абразивное кольцо используется полностью.

Вновь создаваемые и модернизируемые станки для скоростного шлифования должны оснащаться как минимум в 2 раза более мощными электродвигателями.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Говорухин и др. Экспериментальная проверка прочности составных шлифовальных кругов. Сб. трудов научно-технической конференции. «Технология машиностроения». Ч. III, Томск, 1970.
 2. Г. М. Ипполитов. Абразивно-алмазная обработка. «Машиностроение», М., 1969.
-