

АБРАЗИВНО - АЛМАЗНАЯ ОБРАБОТКА И МЕТОДЫ ЕЕ УЛУЧШЕНИЯ

М.Э. Иткин, Л.А. Юсупов, Г.К. Камалов, А.А. Заднев

ИЗЫСКАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЬБОРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ  
ПЛАСТИЧНЫХ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

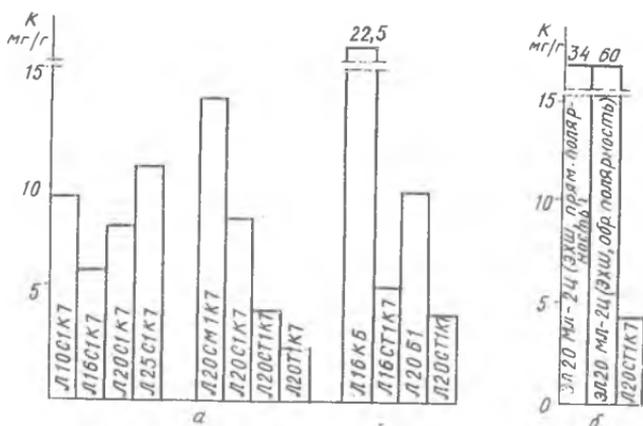
Возможность эффективного применения эльборовых кругов при шлифовании пластичных легированных сталей еще не установлена, причиной тому является повышенный износ инструмента из эльбора при обычных технологических условиях его эксплуатации. Цель данной работы - установить оптимальные значения технологических факторов - характеристики круга, параметров режима обработки - и изучить некоторые особенности теплового режима и формирования качества поверхностного слоя детали при шлифовании кругами из эльбора пластичных нержавеющей сталей.

Опыты проводились на круглошлифовальном станке особо высокой точности модели ЗЕИ2. Обрабатываемый материал - нержавеющая сталь XIX8N9T, некоторые сравнительные испытания проводились на закаленной нержавеющей стали ZXI3 (HRC52-54). В качестве смазывающе-охлаждающей жидкости использовался 20%-ый раствор эмульсола НГЛ-205 [1].

Для установления оптимальной характеристики испытывались эльборовые круги зернистостей I0, I6, 20 и 25, твердости SM, SI, ST и TI на керамической, органической, а также металлической связках. Увеличение номера зернистости круга с I0 до I6 способствует снижению удельного расхода эльбора в 1,65 раза (рис.1), дальнейшее увеличение номера зернистости с I6 до 25, - наоборот, возрастанию расхода эльбора в 2 раза, что, по-видимому, объясняется расщеплением поликристаллов эльбора крупной зернистости.

Увеличение твердости эльборовых кругов на керамической связке с SM до TI сокращает расход эльбора в несколько раз, к недостатку кругов твердости TI нужно отнести быстрое засаливание, поэтому более предпочтительными являются круги твердости ST. При шлифовании кругами на органической связке (Б, КБ) удельный расход эльбора значительно возрастает.

Использование в обычных условиях эльборовых кругов на металлической связке оказалось практически невозможным вследствие их форсированного засаливания. Поэтому эти круги испытывались в режиме



Р и с.1. Влияние характеристики эльборовых кругов (а) и метода шлифования (б) на удельный расход эльбора:

$t = 0,004$  мм/дв.ход,  $S_{np} = 1$  м/мин,  $V_g = 25$  м/мин (а);  
 $t = 0,005$  мм/дв.ход,  $S_{np} = 1,2$  м/мин,  $V_g = 40$  м/мин (б)

электрохимического шлифования (ЭХШ). Опыты проводились на модернизированном круглошлифовальном станке модели ЗП10-М эльборовыми кругами на металлической связке ЭЛ20М-2Ц. Сила тока при шлифовании с прямой полярностью (круг - катод, деталь - анод) составляла 40А, при шлифовании с обратной полярностью (круг - анод, деталь - катод) - 30А. В качестве электролита использовался раствор хлористого натрия оптимальной концентрации 10%.

Установлено, что при электрохимическом шлифовании стали 1Х18Н9Т кругами из эльбора на металлической связке (электроэльборовое шлифование) происходит повышенный по сравнению с кругами на керамической связке расход эльбора ( см. рис.1,б). Шероховатость обработки при электроабразивном и электроэльборовом шлифовании практически не отличается (рис.2). Таким образом, эти методы шлифования не могут быть рекомендованы для чистовой обработки пластичных нержавеющей сталей.

Чистовое шлифование указанных материалов целесообразно производить эльборовыми кругами на керамической связке зернистости 16-20 и твердости СТ1.

Исследование влияния параметров режима обработки на удельный

расход эльбора, проведенное с применением метода многофакторного

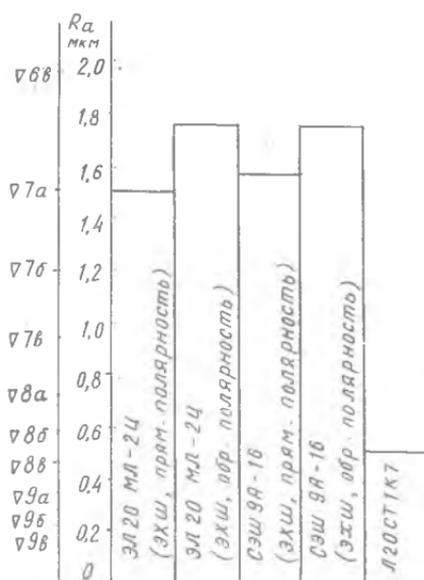
планирования эксперимента, позволило установить режимы чистового шлифования нержавеющей стали: удельный расход эльбора равен 2-4 мг/г; глубина шлифования для стали 1Х18Н9Т до 0,002-0,004 мм/дв.ход, для стали 3Х13 (НР С52-54) до 0,01-0,012 мм/дв.ход; продольная подача 0,1В-0,2В (В - ширина круга); скорость вращения детали 20-40 м/мин.

Исследование температуры в зоне шлифования производилось методом полуконтактной микротермопары с использованием в качестве регистрирующего прибора запоминающего электронного осциллографа СВ-1.

В таблице приведены матрица планирования и значения импульсных и контактных температур (среднее 10 наблюдений) при  $i = 1, 2, \dots, 8$  сочетаниях параметров режима шлифования, последние варьировались на уровнях: глубина шлифования  $t = 0,004-0,012 \frac{\text{мм}}{\text{дв.ход}}$ , продольная подача  $s_{пр} = 0,1-0,3 \text{ В}$  (В-ширина круга), скорость детали  $V_d = 15-45 \text{ м/мин}$ .

Ввиду естественного при измерении температуры шлифования разброса фиксируемых значений правомочность принятия тех или иных величин оценивалась по критерию для исключения резко выделяющихся значений с последующей проверкой однородности распределений в рассматриваемых совокупностях ( $i = 1, 2, \dots, 8$ ) по критерию Кочрена [2], [3].

Из таблицы видно, что почти во всем обследованном диапазоне параметров режима обработки (при постоянной скорости круга) импульсная температура изменяется весьма слабо. Только при сочетании максимальных значений  $t, s_{пр}$  и  $V_d$  ( $i = 8$ ) зафиксировано более высокое значение температуры ( $T_{и} = 997^\circ\text{C}$ ), что объясняется значитель-



Р и с.2. Шероховатость поверхности при различных методах шлифования:  
 $t = 0,005 \text{ мм/дв.ход}$ ,  $s_{пр} = 1,2 \text{ м/мин}$ ,  
 $V_d = 40 \text{ м/мин}$

Т а б л и ц а

Матрица планирования и значения температур

$i \backslash j$	$Z_j^{(1)}$			$T_n \text{ } ^\circ\text{C}$	$T_k \text{ } ^\circ\text{C}$
	$Z_1$ ( $t$ )	$Z_2$ ( $S_{np}$ )	$Z_3$ ( $V_a$ )		
1	-I	-I	-I	698	206
2	-I	+I	-I	785	169
3	-I	-I	+I	782	149
4	-I	+I	+I	793	201
5	+I	-I	-I	764	189
6	+I	+I	-I	747	191
7	+I	-I	+I	814	208
8	+I	+I	+I	997	302

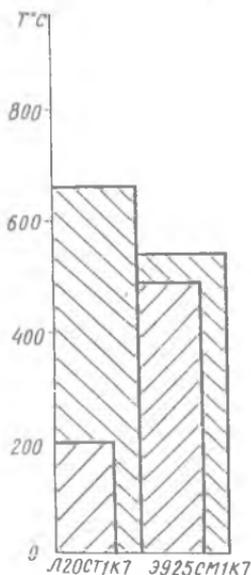
X  $Z_j$  - уровни варьирования параметров режима шлифования в безразмерной системе

ным налипанием на этом режиме частиц обрабатываемого металла на зерна круга и интенсивным теплообразованием при трении металла о металл. При шлифовании эльборовыми кругами в отличие от обычных абразивных кругов не происходит существенного накопления температуры от импульса к импульсу и поэтому максимальная контактная температура незначительна ( см. табл.). При шлифовании же с обычными абразивными кругами максимальная контактная температура превышает  $500^\circ\text{C}$  ( рис.3), таким образом в момент врезания очередного зерна круга температура металла в зоне контакта остается высокой в результате работы предшествующих зерен. Вызванное этим снижение прочностных свойств материала и повышение его коэффициента теплопроводности приводит к некоторому уменьшению импульсной температуры при шлифовании обычными абразивными кругами ( рис.3).

Для установления влияния на качество поверхностного слоя детали особенностей температурного режима при шлифовании эльборовыми и обычными абразивными кругами проводилось исследование остаточных напряжений, которые определялись по способу непрерывного электрополирования с последующими расчетами по методике академика Н.Н. Давиденкова.

Из эпок остаточных напряжений, приведенных на рис.4 следует, что

применение эльборовых кругов при шлифовании стали 1Х18Н9Т позволяет снизить растягивающие остаточные напряжения в поверхностном слое детали по величине в 2 раза и по глубине распространения в 1,6 раза по сравнению с обычными абразивными кругами, при шлифовании стали 3Х1З (HRC52-54) эльборовыми кругами образуются сжимающие остаточные напряжения. Так как продолжительность действия температурных импульсов от зерен намного меньше времени действия контактной температуры, то она, видимо, будет оказывать решающее влияние на формирование напряженно-деформированного состояния обрабатываемой поверхности. При шлифовании кругами из эльбора максимальная контактная температура значительно ниже, чем при шлифовании обычными абразивными кругами, а для стали 3Х1З (HRC52-54) ее величина не превосходит температуры возникновения термопластических деформаций. Поэтому при эльборовом

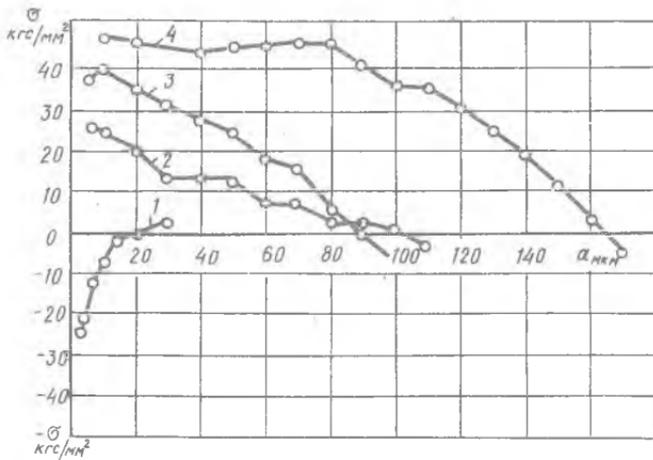


Р и с.3. Импульсная и контактная температуры при шлифовании эльборовыми и обычными абразивными кругами:  $t = 0,008$  мм/дв.ход;  $S_{лр} = 0,5$  м/мин;  $V_a = 20$  м/мин; круг Л20СТ1К7 (а); круг 39А25СМ1К7 (б)

шлифовании в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала образуются незначительные растягивающие или сжимающие остаточные напряжения.

Непосредственное изучение состояния поверхности деталей после шлифования производилось на электронном микроскопе УЭМВ-100А. Эти исследования показали, что при шлифовании обычными абразивными кругами в отличие от шлифовании кругами из эльбора на поверхности детали возникают локальные субмикронеровности. Поэтому чистота обработки при эльборовом шлифовании выше.

Проведенные исследования позволили установить возможность рационального и эффективного применения кругов из эльбора для чистового шлифовании нержавеющей сталей.



Р и с.4. Распределение остаточных напряжений в поверхностном слое детали при шлифовании эльборовыми и обычными абразивными кругами:  $t = 0,008$  мм/дв.ход;  $S_{пр} = 0,5$  м/мин;  $V_a = 20$  м/мин; 1 - круг Л20СТ1К7, материал ЗХ13 (НРС52-54); 2 - круг Л20СТ1К7, материал IX18Н9Т; 3 - круг Э9А25СМ1К7, материал ЗХ13 (НРС52-54); 4 - круг Э9А25СМ1К7, материал IX18Н9Т

### Л и т е р а т у р а

1. Иткин И.Э., Камалов Г.К., Юсупов Ж.А., Токарев В.Т., Заднев А.А. Выбор состава смазочно-охлаждающей жидкости при шлифовании нержавеющей стали кругами из эльбора. Науч.-техн.реф.сб. Абразивы, вып.2, М., НИИМАШ, 1974.
2. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики. М., "Наука", 1969.
3. Румшицкий М.Э. Математическая обработка результатов эксперимента. М., "Наука", 1971.