

что наличие в шлифовальном круге графитовых вставок, обеспечивающих разрыв теплового потока в зоне контакта круга и изделия, приводит к резкому снижению (до 50%) максимальной температуры на поверхности обрабатываемой детали.

### Л и т е р а т у р а

1. Васильев А.М., Дилигенский Н.В., Подзей В.А. Температура в зоне резания при алмазном шлифовании. "Вестник машиностроения", 1969, № 7.
2. Сипайлов В.А. Основы теории тепловых явлений при шлифовании. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук (реферат). Ижевск, 1970.
3. Ящерицын П. И., Цоккур А.К., Еременко М.П. Тепловые явления при шлифовании и свойства обработанных поверхностей. Минск, "Наука и техника", 1973, № 3.
4. Урывский Ф.П., Маркушин Е.М. Расчет температурных полей при шлифовании с охлаждением. Межвузовский сборник, вып.4, КуАИ, 1976.

УДК 621.923

А.Е.Борисоглебский, В.В.Елесин

### ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО ПРОЦЕССА ПРИ ШЛИФОВАНИИ, РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУР

Тепловой процесс при шлифовании имеет сложный характер и может быть охарактеризован по крайней мере тремя видами температур: импульсной, средней контактной и поверхностной.

Импульсная температура возникает в зоне резания отдельных зерен круга.

Поскольку в резании одновременно участвует много зерен, то на площадке контакта круга с деталью существует большое количество локальных участков, нагретых до высокой температуры. В связи с быстрым распространением тепла из локальных участков происходит нагрев всей зоны контакта до определенной температуры, которую принято называть средней контактной температурой.

При высокой частоте прохождения шлифовального круга по одному и тому же участку обрабатываемой поверхности контактная температура не успевает снизиться до температуры детали, и поэтому на этом участке поверхности детали образуется повышенная температу-

ра, которую принято называть поверхностной.

Многочисленными исследованиями установлено существенное влияние на эксплуатационные свойства деталей таких факторов, как образование микротрещин, остаточных напряжений, изменение микроструктуры, появление которых связано с возникновением значительной контактной температуры при шлифовании.

Кроме того, возможно появление при шлифовании опасных локальных дефектов на обработанной поверхности, по-видимому, непосредственно под воздействием импульсной температуры.

Для обеспечения возможности надежной регистрации импульсной температуры были уточнены требования к термопарам и усовершенствована ранее применявшаяся методика.

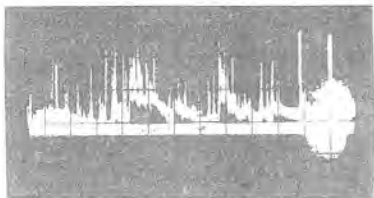
Размеры и материалы электродов термопар должны выбираться с учетом свойств материала обрабатываемых деталей или образцов. Для измерения температур при шлифовании жаропрочных сплавов в качестве термоэлектродов могут быть рекомендованы алюминель, константан и другие подобные материалы, приближающиеся по своим механическим свойствам к обрабатываемым сплавам и имеющие монотонную характеристику ТЭДС по отношению к ним. Изоляционные прокладки должны иметь достаточную прочность и толщину, чтобы не происходило замыкание термоэлектрода под действием силы, создаваемой режущим зерном вне зоны пластической деформации. Общая толщина прокладок и термоэлектрода должна быть в несколько раз меньше среднего размера площадок контакта зерен применяемого круга с деталью.

Для круга зернистостью 25 надежные результаты измерений при чистовом шлифовании обеспечивают термопары размером 0,03 мм с использованием в качестве изоляционных прокладок слюды.

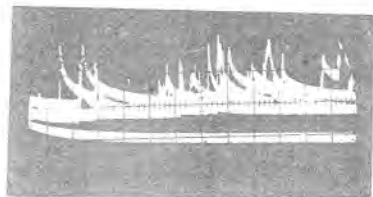
Инерционность таких термопар незначительно отражается на точности измерений, поскольку спай находится непосредственно в зонах пластической деформации и теплообразования.

Описанные термопары позволяют регистрировать сигнал ТЭДС по всей дуге контакта круга с деталью. При скорости записи 10м/с регистрируется импульсная температура (в виде кратковременных всплесков), а также контактная температура, которую следует определять по величине отклонения от нулевой линии огибающей к основаниям отдельных всплесков (рис.1а). Для регистрации формы сигналов импульсной температуры целесообразно использовать ско-

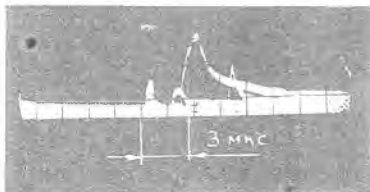
рость записи от 100 до 1000 м/с. При меньших ее значениях



а



б



в

Р и с.1. Осциллограммы температуры в зоне контакта круга с деталью: а - шлифование при  $t = 0,02$  мм, скорости записи 10 м/с; б - шлифование при  $t = 0,02$  мм, скорости записи 1000 м/с; в - выхаживание

может быть зарегистрирована форма сигнала ТЭДС, соответствующего импульсной температуре в целом, а при больших скоростях записи выявляются изменения температуры в момент движения вершины зерна через область расположения термопары (рис.1,б).

Проведенные исследования показали, что импульсная температура при шлифовании, как правило, значительно превосходит контактную. Даже в тех случаях, когда отдельные зерна круга осуществляют резание в процессе выхаживания, температура, возникающая в зоне резания (рис.1,в), достигает значений, близких к импульсной температуре при шлифовании с глубиной резания 0,01–0,02 мм. Следует обратить внимание на тот факт, что отдельные зерна шлифовального круга могут создавать относительно длительное (до 2–3 мкс) горячее ( $\Theta = 900\text{--}1200^\circ$ ) состояние локальных участков поверхности детали. В течение этого времени вполне вероятно возникновение быстротекущих процессов разрушения и структурных изменений.

Учитывая это обстоятельство, следует уточнить известные принципы подхода к выбору режимов резания и характеристик шлифовальных кругов, обеспечивающих обработку без тепловых дефектов поверхностного слоя деталей. Так, применение рекомендаций по выбору крупнозернистых кругов, обеспечивающих уменьшение средней кон-

тактной температуры, не позволяет предотвратить локальные дефекты, поскольку длительность отдельных импульсов температуры возрастает, а ее величина при этом не уменьшается. С этой точки зрения следует подчеркнуть дополнительные преимущества высокопористых кругов, которые, обеспечивая обработку с относительно невысокой контактной температурой, могут при надлежащем выборе зернистости обеспечить предотвращение локальных шлифовочных дефектов.

УДК 621.789

Ф.П.Уривский, В.Н.Трусов, Ю.А.Копытин

### УСТАНОВКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Известно, что при шлифовании жаропрочных и титановых сплавов, а также высокопрочных сталей, доминирующим фактором в формировании свойств поверхностного слоя детали является тепловой. На состояние поверхностного слоя существенное влияние оказывают параметры термического цикла обработки, такие как скорость нагрева, охлаждения, время действия критических температур и др.

Непосредственное изучение влияния указанных факторов при шлифовании представляет значительную трудность. Поэтому в лаборатории № 3 Куйбышевского авиационного института спроектирована и изготовлена установка, позволяющая изменять упомянутые параметры в широком диапазоне для моделирования термического цикла при шлифовании. Блок-схема этой установки представлена на рис. 1. Нагрев образцов производится за счет пропускания через них электрического тока большой величины от силового трансформатора (ТР2) типа ОСУ-40.

Изготовленная установка по своему назначению аналогична быстроедействующему dilatометру ИМЕТ-ДБ, описанному в работе [1].

В целях исключения влияния окисления поверхностных слоев металла образцы помещаются в специальную герметичную камеру, в которую подается нейтральный газ. Скорость нагрева образцов регулируется подводимой мощностью от силового трансформатора (ТР2). Скорость охлаждения изменяется в зависимости от интенсивности обдувки поверхности образцов сжатым воздухом.