

УДК 531.3/6:621.2  
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ  
ПРИ РАСПИЛОВКЕ АЛМАЗА И САПФИРА

Д.А. БЛИЗНЕЦ  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА»  
Гомель, Беларусь

Кристаллы кремния, германия, сапфира, алмаза, как компоненты оптических систем, находят свое широкое применение во многих отраслях промышленности, таких как электроника, приборостроение, оптическая и ювелирная.

Несмотря на то, что на сегодняшний день известно много способов разделения заготовок, наиболее распространенным остается метод механического распиливания тонким металлическим диском, шаржированным алмазным микропорошком. Данный процесс сопровождается интенсивным тепловыделением в зоне резания, которое значительно ухудшает качество получаемых деталей. Такая закономерность и обуславливает необходимость изучения тепловых полей в зоне контакта абразивного инструмента и заготовки.

Распиливание сапфира производилось на специально разработанной установке, состоящей из высокоскоростной машины трения и системы регистрации температурных полей. Распиловка алмазов осуществлялась по стандартной технологии на многосекционных станках ШП-2. Температурные поля в зоне резания регистрировались ИК-сканером IR Snap Shot модели 525.

Установлено, что зависимость максимальной температуры сапфирового образца от времени графически изображается кривой с максимумом. Объясняется такая зависимость влиянием конкурирующих факторов: аккумуляция тепловой энергии в объеме материала в начальный период времени и теплообмен сапфирового образца с окружающей средой и воздухом, захватываемым диском и проходящим в зазоре между образцом и абразивным инструментом.

В начальный момент времени первый фактор преобладает и происходит интенсивное накопление тепловой энергии в объеме образца и, соответственно, повышается температура. С течением времени увеличивается теплоотвод в окружающую среду и интенсифицируется теплообмен за счет конвекции воздушных потоков через зазор между сапфировым образцом и диском.

Нормальная нагрузка оказывает существенное влияние на интенсивность роста максимальной температуры в контакте. С увеличением нагрузки увеличивается теплообразование в зоне резания, и максимум температуры достигается значительно раньше. При этом форма кривой зависимости существенно не меняется.

При изучении термограммы, полученной в процессе распиливания сапфира при скорости  $v=24,6$  м/с и нагрузке  $P=0,65$  Н выявлено, что область максимальной температуры находится впереди контактной зоны. Такой эффект обусловлен аккумуляцией тепловой энергии в процессе резания в объеме материала, в то время как область контакта постоянно охлаждается потоками воздуха, которые захватываются распиловочным диском.

В отличие от сапфира скорость распиливания алмаза на порядок ниже. Обусловлено это высокой твердостью минерала.

В общем случае кривая зависимости максимальной температуры кристалла алмаза от времени имеет вид кривой с максимумом. В начале глубина внедрения диска мала и температура кристалла незначительно превышает температуру окружающей среды. По мере распиловки глубина внедрения диска в кристалл растет и увеличивается, соответственно, дуга контакта. В результате время взаимодействия поверхности, распиливаемого кристалла, и абразивных зерен возрастает, что и приводит к повышению температуры. Повышение температуры продолжается до тех пор, пока растет дуга контакта. После достижения максимума температура начинает снижаться за счет того, что дуга контакта после распиловки середины кристалла постоянно уменьшается.

Продолжительность распиливания и максимальная температура в контакте определяется напряженно-деформированным состоянием монокристалла алмаза. Экспериментально была зафиксирована средняя поверхностная температура ( $T_{пов}$ ), превышающая  $350$  °С. Выполненные ранее исследования по определению температуры вспышек ( $T_{всп}$ ) в зоне трения, позволяют предположить, что при полученной  $T_{пов}$ ,  $T_{всп}$  на пятнах контакта может превышать температуру графитизации алмаза ( $\sim 600$  °С).

**Заключение.** Установлено, что при распиловке сапфира и алмаза кинетические зависимости имеют вид кривой с максимумом. К тому же область максимальной температуры при распиловке сапфира находится не в зоне контакта диска с заготовкой, а на некотором расстоянии впереди неё. Связано это с накоплением тепла в объеме материала, в то время как зона резания постоянно охлаждается потоками воздуха, захватываемого распиловочным диском.

При распиливании алмаза наибольшее влияние на вид кривой зависимости максимальной температуры от времени оказывает длина дуги контакта распиловочного диска с кристаллом, поскольку от этого зависит время нахождения абразивных зерен в контакте с поверхностью. Температура на локальных участках контакта может превышать температуру графитизации алмаза ( $\sim 600$  °С).