

уравнений различны. Таким образом, имеется система трех линейно-независимых уравнений для определения этих параметров. Решая данную систему, находили показатели вязкоупругости как функции времени. Типичные зависимости показаны на рис. 3.

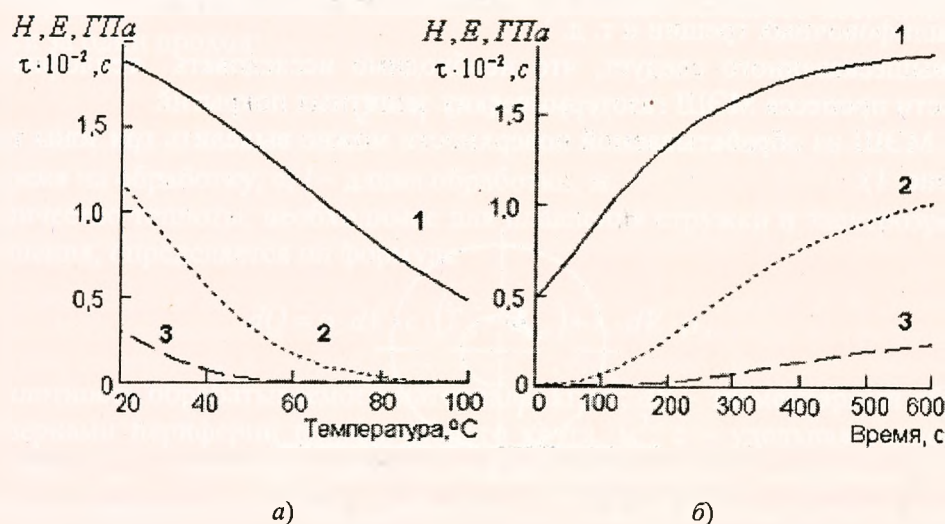


Рис. 3. Параметры уравнения вязкоупругости (1):  
а – как функции температуры и б – времени охлаждения

Используя эти зависимости и уравнение вязкоупругости в форме (1), можно рассчитать процессы релаксации термоструктурных напряжений в неоднородных (гибридных) структурах.

#### Литература

1. Ставров, В. П. Профили из армированных термопластов с гибридной структурой. 1. Конструкция / В. П. Ставров, О. И. Карпович, А. Л. Наркевич // *Материалы, технологии, инструменты*. – 2005. – Т. 10, № 4. – С. 101–108.
2. Ставров, В. П. Формообразование изделий из композиционных материалов / В. П. Ставров. – Минск : БГТУ, 2006. – 482 с.

### ТЕРМИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ШЛИФОВАНИЯ НА ГАЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

М. В. Нерода

*Барановичский государственный университет, Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Спиридонов

Магнитно-электрическое шлифование (МЭШ) представляет собой способ комбинированной электрофизической обработки, при котором производится совмещение микрорезания абразивными зёрнами с электроконтактными и электроэрозионными воздействиями на обрабатываемую поверхность при наложении на зону обработки магнитного поля [1].

При обработке поверхность материала подвергается значительным температурным воздействиям. От степени нагрева металла, характера распределения теплоты и деформаций обрабатываемого поверхностного слоя зависят структурные и фазовые

превращения, механические, технологические и служебные свойства поверхности. Кроме того, от интенсивности протекания тепловых процессов в зоне резания зависит производительность шлифования и качество поверхностного слоя металла. При обработке упрочненных поверхностей возможно изменение физико-механических свойств материала, потеря твердости, отслоение твердого покрытия, прижоги, образование шлифовочных трещин и т. д.

Из вышесказанного следует, что необходимо исследовать теплофизические особенности процесса МЭШ газотермических защитных покрытий.

При МЭШ на обрабатываемой поверхности можно выделить три зоны температур (см. рис. 1).

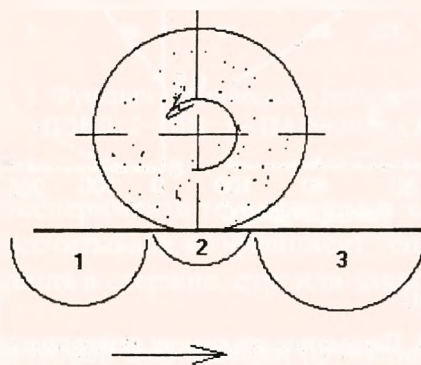


Рис. 1. Зоны температур на поверхности обработки при МЭШ газотермических покрытий

Первая зона – это зона до обработки. Она характеризуется температурой окружающей среды и термическим влиянием зоны 2.

Вторая зона – это непосредственно зона обработки. Характеризуется термическим влиянием технологического тока, сил трения, магнитной индукции и т. д.

Третья зона – это зона после обработки. Характеризуется процессом охлаждения, конвективным теплообменом между поверхностью детали и окружающей средой, а также полиморфными превращениями в поверхностном слое детали [2].

Температурные процессы при обработке покрытия являются нестационарными, так как поверхность сначала нагревается, а потом охлаждается. Для установления уравнения температурных полей в зоне обработки необходимо решить уравнение теплопроводности для данного случая. Предположим, что шлифуется поверхность периферией круга, ширина которого равна  $B$ . Поверхность нагрева или зону термического влияния при МЭШ в данный момент времени можно определить как линию соприкосновения периферии круга с поверхностью заготовки.

Количество теплоты  $dQ$ , передаваемое поверхности за промежуток времени  $dt$ , определяется по формуле

$$dQ = q \cdot B \cdot dt, \quad (1)$$

где  $q$  – эффективная тепловая мощность, Вт;  $B$  – ширина электрод-инструмента, м.

Эффективная тепловая мощность определяется по формуле

$$q = \eta \cdot U \cdot I, \quad (2)$$

где  $\eta$  – КПД;  $U$  – напряжение между электродинструментом и деталью, В;  $I$  – сила технологического тока в зоне обработки, А.

Подставляя формулу (2) в (1), получим:

$$dQ = \eta \cdot U \cdot I \cdot B \cdot dt. \quad (3)$$

Интегрируя обе части уравнения (3) по длине обрабатываемой поверхности  $l$ , получим уравнение количества теплоты  $Q$ , затраченное на нагрев всей поверхности обработки за один проход:

$$Q = \eta \cdot U \cdot I \cdot B \cdot l \cdot \tau, \quad (4)$$

где  $\tau$  – время на обработку, с;  $l$  – длина обработки, м.

Количество теплоты, необходимое для плавления стружки и электроэрозионного разрушения, определяется по формуле

$$dQ = \rho \cdot dV \cdot c \cdot (T_{\text{пл}} - T_{\text{дет}}) + \lambda \cdot dV \cdot \rho, \quad (5)$$

где  $\rho$  – плотность обрабатываемого материала, кг/м<sup>3</sup>;  $dV$  – элементарный объем срезаемый зернами периферии шлифовального круга, м<sup>3</sup>;  $c$  – удельная теплоемкость, Дж/кг · град;  $T_{\text{пл}}$  – температура плавления обрабатываемого материала, °С;  $T_{\text{дет}}$  – температура поверхности детали до обработки, °С;  $\lambda$  – удельная теплота плавления, Дж/кг.

Предполагаем, что объем стружки, срезаемый всеми зернами периферии шлифовального круга, является объемом прямоугольного параллелепипеда с измерениями  $B$ ,  $dl$ ,  $t$ , тогда

$$dV = B \cdot dl \cdot t, \quad (6)$$

где  $B$  – ширина шлифовального круга, м;  $dl$  – элементарная длина обработки;  $t$  – глубина резания, м.

Подставляя уравнение (6) в (5) и интегрируя обе части уравнения (5) по длине обрабатываемой поверхности  $l$ , определим уравнение количества теплоты, затрачиваемое на плавление стружки и электроэрозионные явления по всей поверхности обработки за один проход:

$$Q = \rho \cdot B \cdot t \cdot l \cdot c \cdot (T_{\text{пл}} - T_{\text{дет}}) + \lambda \cdot B \cdot t \cdot l \cdot \rho = \rho \cdot B \cdot t \cdot l \cdot [c \cdot (T_{\text{пл}} - T_{\text{дет}}) + \lambda]. \quad (7)$$

Приравнявая уравнения (4) и (7), получим:

$$\eta \cdot U \cdot I \cdot B \cdot l \cdot \tau = \rho \cdot B \cdot t \cdot l \cdot [c \cdot (T_{\text{пл}} - T_{\text{дет}}) + \lambda]. \quad (8)$$

Тогда сила технологического тока, необходимая для оплавления поверхностного слоя, равна

$$I = \frac{\rho \cdot t \cdot [c \cdot (T_{\text{пл}} - T_{\text{дет}}) + \lambda]}{\eta \cdot U \cdot \tau}. \quad (9)$$

Из вышеприведенных расчетов можно сделать следующие выводы.

Выявлены зоны температурных воздействий при МЭШ газотермических покрытий. Основное влияние на теплообразование в зоне МЭШ оказывает технологи-

ческий ток. На основании теоретических расчетов получено уравнение, связывающее технологический ток с механическими и физическими параметрами обрабатываемого материала, а также с температурными факторами. Подставляя в уравнение (9) справочные значения для материала покрытия, можно определить оптимальную величину технологического тока при МЭШ, необходимого для оплавления покрытия.

#### Литература

1. Дмитриченко, Э. И. Роль режимов магнитно-электрического шлифования на теплообразование в зоне контакта / Э. И. Дмитриченко // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы междунар. науч.-техн. конф. : в 3 ч. / М-во образования Респ. Беларусь [и др.] ; редкол.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2006. – Ч. 1. – С. 50–51.
2. Нерода, М. В. Термические циклы на поверхности обработки при магнитно-электрическом шлифовании / М. В. Нерода, М. Г. Струков // Содружество наук. Барановичи-2006 : материалы науч.-практ. студ. конф., Барановичи, 27 апр. 2006 г. / редкол.: В. В. Таруц (гл. ред.) [и др.]. – Барановичи : БарГУ, 2006. – С. 356–357.
3. Кибец, И. Н. Физика : справ. / И. Н. Кибец, В. И. Кибец. – Харьков : Фолио ; Ростов-на-Дону : Феникс, 1997. – 479 с.

## **МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ САМОСМАЗЫВАЮЩИХСЯ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

**В. В. Макеев**

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Научный руководитель В. И. Врублевская

Существующая технология производства подшипников скольжения самосмазывающихся (ПСС) на основе прессованной модифицированной древесины предусматривает формирование древесных вкладышей по внутреннему диаметру до 20 мм ( $L \leq 130$  мм) за одну операцию торцово-прессового деформирования (ТПД). Производство подшипников, древесные вкладыши которых по внутреннему диаметру превышают 20 мм, изготавливают из нескольких заготовок (крупногабаритные ПСС). Их торцово-прессовое деформирование производится отдельно. В готовом подшипнике они разделялись компенсаторами, образуя составной вкладыш (рис. 1).

Изготовление древесного вкладыша крупногабаритного ПСС из нескольких заготовок предопределяется следующими причинами:

– длина древесной заготовки лимитирована диаметром ствола древесины березы. Его наибольшее значение составляет 800 мм [1]. Однако, как свидетельствует практика лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий, под вырубку подпадают деревья с диаметром ствола в комлевой части в среднем от 320–360 мм до 440 мм;

– заготовку необходимой длины зачастую возможно сформировать только из максимальных по ширине сердцевинных или центральных досок. Следует учитывать, что в бревнах диаметром 360 мм и выше не рекомендуется выпиливать центральные доски, а минимальная толщина сердцевинных досок должна быть равна приблизительно 50 мм. Это объясняется тем, что сердцевина и отлупные трещины в годовых слоях (ГОСТ 2140–81 «Пороки древесины»), прилегающих к ней, снижают качество досок [2, с. 37], [3, с. 63];