

Анализ ряда задач позволил установить, что эффект снижения температурного перепада зависит от относительного содержания в ГФМ легкоплавкой фазы, ее теплоты фазового перехода, режима термического нагружения, а также от величины эффективных теплофизических характеристик ГФМ в целом. Относительная жесткость выбранных режимов нагружения позволяет предположить, что при работе изделий в менее тяжелых условиях эффект снижения температурного перепада будет более значительным.

Исследование показало перспективность применения ГФМ для инструмента и деталей, подвергающихся по условиям работы циклическим нагревам и охлаждениям. Использование ГФМ можно сочетать с такими известными способами, как повышение теплопроводности и механических характеристик материала, членение рабочей поверхности, ее термическая изоляция. Разработанный метод исследования режимов термического нагружения позволяет выбрать оптимальный состав ГФМ для конкретных условий эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. — М., 1967.
2. Коздоба Л.А. Методы решения нелинейных задач теплопроводности. — М., 1975.
3. Лукьянов В.С. Гидравлические приборы для технических расчетов. — Изв. АН СССР, отд. техн. наук, 1939, № 2, 58.
4. Дольнев Г.Н., Заричняк Ю.П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов. — Л., 1974.
5. Вейник А.И. Тепловые основы теории литья. — М., 1953.
6. Иванцов Г.П., Афанасьев К.И., Селькин Г.С. Исследование теплообмена слитка и изложницы. — Теплотехника слитка и печей, 1953, вып. 2.

УДК 621.7

В.С. ИВАШКО, Н.В. СПИРИДОНОВ,  
А.А. КОРОЛЬКО, А.С. НИКИТИНА

#### К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОКРЫТИЙ ИЗ САМОФЛЮСЮЮЩИХСЯ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ, НАНЕСЕННЫХ МЕТОДОМ НАПЫЛЕНИЯ

Покрытия из износостойкого сплава ПГ-Ср4 (ГОСТ 21448-75), нанесенные методом плазменного напыления на рабочие поверхности деталей машин, находят широкое применение в различных областях техники.

Расчет годовой экономической эффективности от применения упрочняющей технологии для деталей, работающих менее одного года, на одну машину можно произвести по формуле [1].

$$\Theta = [3_1 \frac{Y_1}{Y_2} + \frac{(U_1' - U_2') - E_H(K_2' - K_1')}{y_2} - 3_2] 1, \quad (1)$$

где  $3_1, 3_2$  — приведенные затраты серийной и упрочненной детали, руб.,  $Y_1, Y_2$  — расход серийных и упрочненных деталей в течение года, руб.;  $U_1', U_2'$  — затраты на замену деталей, руб.;  $K_1, K_2$  — капитальные вложения при изготовлении серийных и упрочненных деталей на единицу продукции, руб.;  $E_H$  — нормативный коэффициент эффективности 0,15.

Приведенные затраты

$$3 = c + E_H K, \quad (2)$$

где  $c$  — себестоимость одной детали, руб.

При упрочнении новых деталей выражение (1) можно записать так:

$$\Theta = [c_d k_1 + (k_1 c_p - c_p) - E_H(K_{2H}' + K_{2оп}' + K_{2об}') - c_d - (c_H + c_{оп} + c_{об}) - E_H(K_H' + K_{2оп}' + K_{2об}') ] k_2, \quad (3)$$

где  $k_1 = \frac{y_1}{y_2}$  — коэффициент, учитывающий увеличение срока службы

упрочненных деталей по сравнению с неупрочненными;  $c_d = 3_1$  — стоимость неупрочненных деталей на одну машину;  $c_p = U_1' = U_2'$  — затраты на замену изношенных деталей;  $K_{2H}', K_{2оп}', K_{2об}'$  — капитальные вложения соответственно для процесса напыления, оплавления и обработки деталей на одну машину;  $c_H, c_{оп}, c_{об}$  — себестоимость, соответственно процесса напыления, оплавления и обработки деталей на одну машину;  $k_2$  — коэффициент, учитывающий количество замен упрочненных деталей, подлежащих замене на одной машине в течение года.

Упростим выражение (3)

$$\Theta = k_2 [(k_1 - 1) (c_d + c_p) - (3_H + 3_{оп} + 3_{об})], \quad (4)$$

где  $3_H = (c_H + 2E_H K_{2H}')$  — приведенные затраты на процесс напыления деталей на одну машину;  $3_{оп} = (c_{оп} + 2E_H K_{2оп}')$  — приведенные затраты на процесс оплавления деталей на одну машину;  $3_{об} = (c_{об} + 2E_H K_{2об}')$  — приведенные затраты на процесс механической обработки деталей на одну машину.

Для удобства применения выражения (4) рассчитаем приведенные затраты на процесс напыления, оплавления и механической обработки деталей на один квадратный метр покрытия.

Приведенные затраты операции нанесения покрытий

$$Z_H = M_1 + Z + Э + Н + 2E_H K'_{2H}, \quad (5)$$

где  $M_1$  — стоимость материала покрытия;  $Z$  — суммарная заработная плата рабочих с отчислениями на соцстрах;  $Э$  — затраты на электроэнергию и газы;  $Н$  — накладные расходы (140%).

Приведенные затраты операции оплавления

$$Z_{оп} = Z + Э + Н + 2E_H K'_{2оп}. \quad (6)$$

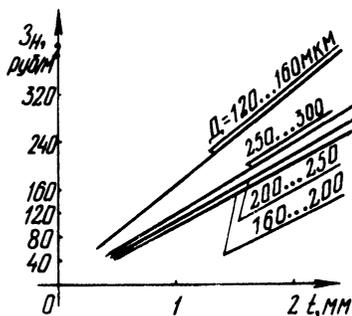


Рис. 1. Приведенные затраты процесса напыления одного квадратного метра покрытия в зависимости от толщины слоя для различной грануляции порошка.

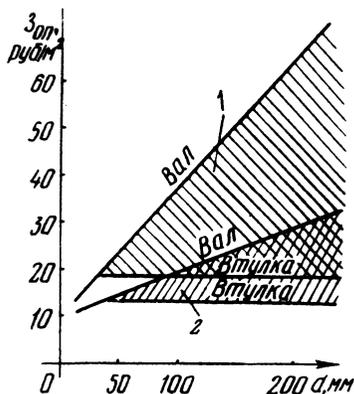


Рис. 2. Приведенные затраты процесса оплавления одного квадратного метра покрытия в зависимости от диаметра детали для сплошного вала и втулки с толщиной стенки 10 мм:

1 — предварительный нагрев на установке ТВЧ; 2 — предварительный нагрев в печи.

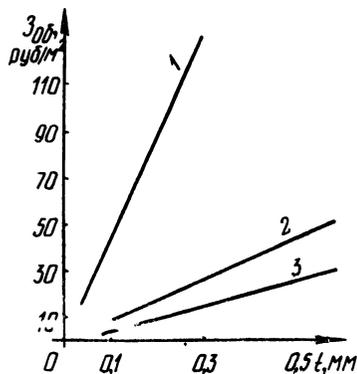


Рис. 3. Приведенные затраты процесса механической обработки одного квадратного метра детали от величины снимаемого припуска:

1 — шлифовка кругом из эльбора; 2 — шлифовка кругом из карбида кремния; 3 — обточка резцом из эльбора-Р.

Приведенные затраты механической обработки

$$Z_{об} = M_2 + Z + Э + Н + 2E_n K'_{2об}, \quad (7)$$

где  $M_2$  — стоимость изношенного инструмента.

Суммарная заработная плата рабочих и капитальные вложения на единицу продукции определялись из расчета односменной работы и 50%-ной загрузки машинного времени оборудования. Для небольших участков упрочняющей технологии 50% технологического времени уходит на ремонт и настройку оборудования силами работников участка. Рассчитанные приведенные затраты на  $1 \text{ м}^2$  покрытия представлены на рис. 1, 2, 3.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. — Экономическая газета, 1977, № 10.

УДК 629.7

В.С. ИВАШКО, В.А. ПРОТАСЕВИЧ,  
Е.С. ВАСИЛЕВСКИЙ

### ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОКРЫТИЙ ИЗ НАПЫЛЕННОГО И ПОДВЕРГНУТОГО ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ УПЛОТНЕНИЮ СПЛАВА НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ

Высокотемпературное уплотнение напыленных покрытий позволяет снизить себестоимость процесса упрочнения за счет исключения последующей механической обработки. При оптимальных режимах уплотнения покрытий шероховатость поверхностного слоя находится в пределах  $1 \dots 1,5R_a$ , погрешность формы не превышает  $0,1 \dots 0,15 \text{ мм}$ .

Для исследования износостойкости покрытия из упрочненных образцов диаметром  $63,5 \text{ мм}$  вырезались диски толщиной  $12 \text{ мм}$  и проводилось их истирание на машине трения СМЦ-2 по схеме диск–колодка. Контртелом служила термообработанная сталь 40Х. Площадь трения составляла  $20 \text{ мм}^2$ , скорость скольжения  $3,33 \text{ м/с}$ , удельное давление  $10 \text{ МН/м}^2$ . В качестве смазки использовалась нефть с содержанием серы около 2% в пересчете на элементарную. По условиям опыта нефть находилась в контакте с воздухом, что обуславливало свободное насыщение ее кислородом. Износ образцов определялся по изменению веса на аналитических весах с точностью  $0,1 \text{ мг}$ . Путь трения каждого опыта составлял  $20 \text{ км}$ . Полученные зависимости потери веса на  $1 \text{ км}$  пути представлены на рис. 1. Как видно, в первый период происходит интенсивное изнашивание образца. Дальнейшее изнашивание приводит к стабилизации потери веса.