

ростей наростообразования указанное явление не наблюдалось, однако некруглость обработанных деталей уменьшается с увеличением параметра h , т.е. с увеличением неравномерности разбивки зубьев силовой развертки по окружной.

В ы в о д ы

1. С целью повышения точности обработки рекомендуется выполнять силовые развертки с неравномерным расположением зубьев по окружности.

2. Величина некруглости обработанного отверстия зависит от схемы расположения зубьев по окружности, в частности, от степени неравномерности центральных углов между зубьями.

3. Рекомендуемые схемы для четырехзубой силовой развертки $\tau_1 = 120^\circ; \tau_2 = 60^\circ; \tau_3 = 60^\circ; \tau_4 = 120^\circ$; для шестизубой $\tau_1 = 50^\circ; \tau_2 = 60^\circ; \tau_3 = 70^\circ; \tau_4 = 50^\circ; \tau_5 = 60^\circ; \tau_6 = 70^\circ$.

Л и т е р а т у р а

1. Комаров В.Н., Миткевич С.И., Овчинников Л. С. Повышение точности обработки при силовом развертывании путем изменения шага зубьев по окружности. — В сб.: Мат-лы I Всесоюз. науч.-техн.конф. "Совершенствование процессов финишной обработки в машиностроении". Минск, 1975. 2. Кудинов В.А., Стрельцов В.А., Кожуховский В.А. Расчет разверток с целью прогнозирования волнистости обработанных отверстий. — "Изв. вузов", 1976, № 5. 3. Ящерицын П.И., Миткевич С.И., Комаров В.Н. Режущий инструмент. Авт. свид. № 371037. — "Бюл. изобр.", 1973, № 12.

УДК 621.797

В.Г. Ходосевич, канд.техн.наук,
А.И. Шевцов, канд.техн.наук

ИНДУКЦИОННАЯ НАПЛАВКА -- ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ТРАКТОРНЫХ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ

Исследования показали, целесообразность применения индукционной центробежной наплавки порошковой шихтой при упрочнении тракторных гильз. Не менее актуальным является вопрос повышения износостойкости восстанавливаемых, бывших

в эксплуатации гильз цилиндров. При разработке процесса восстановления с целью получения качественного наплавленного слоя проводились исследования технологических параметров процесса.

Для получения качественной наплавки необходимо прежде всего, чтобы расплав ПГ-Ср4 хорошо смачивал наплавляемую чугунную поверхность. Улучшение растекания достигается введением в состав флюса поверхностно-активных компонентов, способствующих очищению сплава и наплавляемой поверхности от окислов. При исследовании активности флюса анализировались бинарные системы на основе буры: содержание B_2O_3 , $LiCl$, $NaCl$, KCl , KF , LiF , NaF , азотнокислый висмут (неосновной). Наиболее химически активными оказались флюсы с добавкой хлоридов и азотнокислого висмута.

Флюс сможет выполнить свое назначение в условиях растекания его по раскисляемой поверхности. Для учета требования жидкотекучести флюса проводились соответствующие исследования. Хлоридные системы показали наличие максимального значения данного параметра.

Таким образом, можно сделать вывод, что флюсы с добавкой хлоридов позволяют получить качественную наплавку. Однако, как установлено опытами, при достаточно надежной свариваемости сплава ПГ-Ср4 и чугунной основы наблюдается повышенное количество газовых раковин в наплавленном слое за счет образования летучих соединений хлора с кремнием и железом.

Положительные результаты были достигнуты при использовании в качестве флюса высокоактивной системы бура — азотнокислый висмут, к которой в дальнейшем добавляли борный ангидрид. Оптимальным является следующий состав флюса (весовые проценты): азотнокислый висмут (неосновной) — 10%; бура — 45; борный ангидрид — 45%. Разработанный флюс имеет температуру плавления $923^{\circ}K$.

Немаловажным фактором предлагаемой технологии восстановления гильз следует считать скорость вращения последних. При выборе скорости вращения проанализированы закономерности, действующие в период порошкообразной шихты и после расплавления ее (жидкая ванна сплава). На первом этапе наплавки определяющим показателем является теплопроводность дисперсной шихты, от которой зависит интенсивность прогрева шихтовых материалов с последующим влиянием на качество и производительность процесса. Можно записать:

$$\lambda_{\text{эф}} = f_1 \left[p = f_2(\omega) \right] = f(\omega), \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{эф}}$ — эффективный коэффициент теплопроводности шихты, Вт/м·град; p — пористость шихты; ω — угловая скорость вращения гильзы, 1/с.

Уравнение $p = f_2(\omega)$ получено аналитическим путем и имеет вид

$$p = 1 - \frac{1}{\beta_0} \sqrt{1 + \frac{(\beta_0^4 - 1)(R_1 + R_2)(R_1^2 R_2^2 (\text{комп})) \rho \omega^2}{4 R_1^3 F_K}}, \quad (2)$$

где β_0 — относительный объем насыпки, $\beta_0 = \frac{\rho}{\rho_0}$; ρ — плотность материала порошка шихты, кг/м³; ρ_0 — плотность насыпки материала шихты, кг/м³; R_1 — радиус проточки гильзы, м; R_2 — радиус свободной поверхности порошкообразной шихты, м; $R_2(\text{комп})$ — радиус свободной поверхности компактного (безпористого) материала шихты, м; F_K — давление истечения максимально упроченного материала порошка (хрупкая деформация рассматривается как частный случай пластической), Н/м² [1].

Подставляя в (2) численные значения параметров, нетрудно убедиться, что уменьшение пористости (возрастание теплопроводности) шихты практически начинается при весьма высоких скоростях вращения гильзы, которые нереальны в данном случае. Поэтому можно считать функцию $\lambda_{\text{эф}} = f(\omega) = \text{const}$, т.е. выбор скорости не лимитируется закономерностями, действующими на первом этапе наплавки. Правильность высказанного утверждения была подтверждена экспериментально.

На втором этапе наплавки (жидкая ванна сплава) наилучшее совпадение с опытами дает расчет скорости при отсутствии в наплавленном слое усадочных раковин и рыхлот, известный из практики центробежного литья.

Показано также, что для флюсо- и шлакоотделения число оборотов гильз должно быть

$$N \geq \frac{\varepsilon \pi (R_1 - R_{2p})}{30 \tau_1} \frac{1}{\sqrt{1,33 \frac{(R_1 + R_{2p})(\rho - \rho_{\text{ш}})}{c \rho} r_{\text{ш}} - d \frac{R_1 + R_{2p}}{2}}}}, \quad (3)$$

где ε — коэффициент, учитывающий распределение скоростей в слое расплава и зависящий от времени его застывания, вязкости и других факторов; R_{2p} — радиус свободной поверхности расплава, м; τ_1 — время застывания расплава; при восстановлении гильз $\tau_1 \approx 2-3$ с; $(\rho - \rho_{ш})$ — разность плотностей расплава и шлака, кг/м³; $r_{ш}$ — радиус шлаковых частиц, м; c — коэффициент сопротивления; $c = f(Re)$, при изменении критерия Рейнольдса в пределах от 10^3 до 10^5 $c \approx 0,4$ [2]; α — коэффициент пропорциональности, $\alpha \approx 0,2$ [2].

Расчет по приведенной методике не ограничивает возрастание скорости и не обеспечивает центробежную деформацию гильз в допустимых пределах. Во избежание этого число оборотов ограничивалось равенством, учитывающим давление расплава на стенку цилиндра и действие на нее центробежных сил.

Расчетные данные и проверка их опытным путем позволили установить оптимальную скорость вращения, которая составляет 750–950 об/мин.

При отработке температурного режима на основании решения дифференциального уравнения теплопроводности Фурье и последующих преобразований получено выражение времени нагрева (τ , с) для достижения заданной температуры наружной поверхности гильзы в зоне наплавки:

$$\tau = \frac{\lambda(T - T_0) (2R_{2p} \psi_n + 2R_{2p} \psi_\Gamma + \psi_\Gamma^2)}{2\rho a R_1}, \quad (4)$$

где λ — коэффициент удельной теплопроводности материала нагреваемой детали, Вт/м·град; T — температура детали в фиксируемый момент времени, °К; T_0 — начальная температура окружающей среды, $T_0 = 293$ °К; ψ_n — толщина наплавленного слоя, м; ψ_Γ — толщина стенки гильз, м; ρ — удельная мощность, выделяющаяся в обтекаемой индукционным током гильзе, Вт/м²; a — коэффициент температуропроводности гильз, м²/с.

Коэффициенты тепло- и температуропроводности гильз рассматривались как постоянные величины, при этом пренебрегали зависимостью от температуры и принимали их средние значения.

Температура наружной поверхности гильз контролировалась с помощью фотоэлектрического пирометра ФЭП-60М и дублировалась показаниями контактной термопары. Установлено, что оптимальной ее величиной является $[T] = 1290-1320^{\circ}\text{K}$.

После подстановки в уравнение (4) численных значений оптимальной температуры и других параметров определено необходимое время нагрева, которое согласовывалось с экспериментальными данными. Длительность процесса наплавки не превышала 1,5-2,0 мин.

Обработка технологических факторов индукционной центробежной наплавки дала возможность получить качественный наносимый слой твердого сплава. По предлагаемой технологии восстановлена и испытана партия гильз. Как показали испытания, износостойкость наплавленных деталей в среднем в 5 раз выше серийных, восстановленных расточкой.

Итак, проведены исследования технологических параметров процесса восстановления тракторных гильз индукционной центробежной наплавкой. Установлены оптимальные состав флюса, скорость вращения наплаваемых гильз, температурный режим наплавки. Показано, что индукционная центробежная наплавка эффективна при восстановлении тракторных гильз и повышает их износостойкость в среднем в 5 раз по сравнению с серийными, восстановленными расточкой деталями.

Л и т е р а т у р а

1. Жданович Г.М. Некоторые вопросы теории процесса прессования металлических порошков и их смесей. Минск, 1960.
2. Рабинович Б.В. Теоретические основы конструирования шлакоуловителей. - "Литейное производство", 1954, № 7.

УДК 621.9.06-82

Е.С. Яцура, канд.техн.наук,
К.К. Кузьмич, К.Ф. Горский,
А.В. Терентьев

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ СТАНОЧНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ

В настоящей работе на примере гидропривода транспортного устройства автоматической линии предлагается статистическое определение характеристик процессов по экспериментальным данным и методика оптимизации времени цикла, учитывающая