

сплавы и покрытия. — М.: Машиностроение, 1980. — 120 с. 3. Спиридонов И. В. Технологические основы формирования поверхностных слоев с повышенными эксплуатационными свойствами. — Дис. на соискание уч. степени д. т. н. — Минск, 1989.

УДК 621.7:621.8:621.9

В.С. Точило

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ И НАПЛАВКИ С ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

*Полоцкий государственный университет,
Новополоцк, Беларусь*

Повышение надежности и долговечности машин и их составных частей в процессе ремонта — главная цель предприятий, занимающихся разработкой технологий и организацией ремонтного производства. Обеспечить высокое качество отремонтированных машин в процессе освоения технологий и организации ремонта можно за счет внедрения новых методов восстановления, упрочнения и обработки деталей, сварки и сборки узлов машин и текущего контроля на технологических операциях ремонтного производства [1, 2].

В этой связи ремонтному предприятию, прежде всего, требуется определить процессы производства и обслуживания, результаты которых не могут быть проверены с помощью последующего мониторинга и измерений. К ним относятся процессы, недостатки которых становятся очевидными только после начала использования продукции или после предоставления услуги [2].

Для изучения способов контроля параметров качества специальных процессов рассмотрим методы восстановления деталей двигателей автомобилей наплавкой проволоки на сварочных автоматах с одновременной обработкой сварочных швов [1, 3].

Наиболее распространена сварка и наплавка в среде углекислого газа плавящимся электродом. При такой сварке хорошо формируется шов, наплавленный металл получается плотным, зона термического влияния невелика [1].

Для изучения процесса применялся наплавочный автомат А-580М, усановленный на модернизированном токарном станке 1624М, в качестве источника тока использовался выпрямитель ВС-300. Автоматическую наплавку ответственных деталей с высокой твердостью рабочих поверхностей вели

проволокой Нп-30ХГСА диаметром 1,6...1,8 мм с последующей закалкой с нагрева токами высокой частоты.

Режимы наплавки: напряжение дуги $U=20\text{В}$, сварочный ток $I=150\text{А}$, скорость наплавки $V=0,01\text{ м/с}$, подача или шаг наплавки $S=4\text{ мм/об}$, вылет электрода $h_{\text{за}}=15\text{ мм}$, скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{за}}=0,035\text{ м/с}$, расход углекислого газа $G_{\text{г}}=0,6\text{ м}^3/\text{ч}$.

Наиболее производительна вибродуговая наплавка, в процессе которой электрод вибрирует с частотой $n=40\dots 50\text{ кол/с}$. Наплавленный валик интенсивно остывает за счет теплоотвода в деталь и охлаждающую жидкость и получает закалку. Такая наплавка дает возможность получить слой высокой твердости без последующей термообработки, однако слой имеет значительное количество пор, высокие внутренние растягивающие напряжения и неоднородные физико-механические свойства [1].

Для вибродуговой наплавки применялась автоматическая наплавочная головка ОКС-6569 с источником питания ВС-300, установленная на суппорте модернизированного токарного станка 1624М. Необходимую твердость наплавленного слоя можно получить только используя материал соответствующего химического состава, поэтому применяли высокоуглеродистую проволоку Нп-65Г диаметром 1,6...1,8 мм. Для окончательного устранения пор, снятия термических напряжений и выравнивания физико-механических характеристик поверхностного слоя при последующей механической обработке использовался дополнительный нагрев [3].

Режимы вибродуговой наплавки: напряжение дуги $U=20\text{В}$, сила тока $I=180\text{А}$, скорость наплавки $V=0,025\text{ м/с}$, шаг наплавки $S=4\text{ мм/об}$, вылет электрода $h_{\text{за}}=10\text{ мм}$, амплитуда вибрации электрода $a_{\text{г}}=2\text{ мм}$, скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{за}}=0,035\text{ м/с}$, расход жидкости — 5% раствора кальцинированной соды и 0,5% минерального масла $G_{\text{ж}}=0,03\text{ м}^3/\text{ч}$.

Совмещение сварки и наплавки как вибродуговой, так и в среде углекислого газа с термомеханической обработкой в момент кристаллизации наплавленного слоя (рис. 1) благоприятно сказывается на уменьшении пор и трещин и на увеличении усталостной прочности деталей [1, 3].

Использование ротационного самовращающегося резца в качестве деформирующего инструмента позволяет не только улучшить физико-механические характеристики наплавленного слоя, но и обеспечить путем завальцовывания впадин между сварочными швами, залечивания пор и трещин геометрические параметры качества, резко сокращающие последующую механическую обработку [3].

Контроль качества поверхностного слоя, получаемого в процессе наплавки в среде углекислого газа или при вибродуговой наплавке с упрочняющим резанием ротационным резцом осуществлялся экспериментально в производственных условиях.

В качестве контролируемых параметров были приняты показатели геометрии поверхности S_{m_w} — средний шаг волн поперечной шероховатости, мм и Ra — среднеарифметическое отклонение профиля поверхности, мкм.

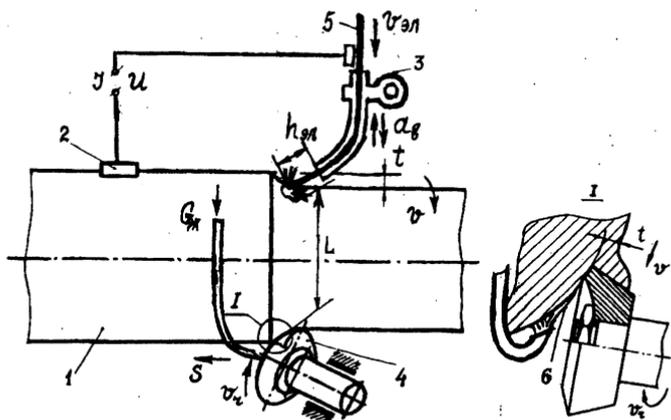


Рис. 1. Вибродуговая наплавка с упрочняющим резанием: 1 — обрабатываемая деталь; 2 — скользящий контакт; 3 — вибрирующий мундштук наплавочной головки; 4 — ротационный резец; 5 — наплавочная проволока; 6 — охлаждающая жидкость; V — скорость главного движения; V_r — скорость дополнительного движения реза; S — скорость подачи; $V_{эл}$ — скорость подачи электродной проволоки; $h_{эл}$ — вылет электрода; $a_{эл}$ — амплитуда вибраций электрода, $G_{ж}$ — расход жидкости; I — сила тока; U — напряжение дуги; t — глубина резания; L — расстояние от электрода до реза

Эффективность обработки оценивалась кинематическим коэффициентом K , равным отношению скорости дополнительного движения инструмента V_r и скорости главного движения обработки V .

Так как после наплавки проволокой Нп-30ХГСА в среде углекислого газа, следует закалка, а после вибродуговой наплавки проволокой Нп-65Г дополнительный нагрев при механической обработке, то физико-механические параметры качества поверхностного слоя не рассматривались.

В виду того, что режимы наплавки определены заранее и для ротационного упрочняющего резания выбирались резцы известных конструкций, а глубину резания назначали в соответствии с необходимостью обеспечить заданную толщину наносимого покрытия [3], то для совмещенных процессов в качестве регулируемого фактора принималось L — расстояние от наплавочной проволоки до режущей кромки инструмента.

Обработка результатов опытов при изменении расстояния L от 10 до 30 мм позволила получить линейные зависимости с точностью до $\pm 6\%$ относительно экспериментальных данных.

Для наплавки проволокой Нп-30ХГСА в среде углекислого газа с упрочняющим ротационным резанием

$$Sm_w = 1,46 + 0,08L \quad (1)$$

$$Ra = 1,08 + 0,64L \quad (2)$$

$$K = 0,88 - 0,02L \quad (3)$$

Для вибродуговой наплавки проволоки Нп-65Г совмещенной с ротационным резанием

$$Sm_w = 1,81 + 0,06L \quad (4)$$

$$Ra = 2,63 + 0,59L \quad (5)$$

$$K = 0,92 - 0,02L \quad (6)$$

Анализ зависимостей (1)-(3) и (4)-(6) показывает, что для контроля параметров процессов восстановления деталей сваркой и наплавкой, совмещенной с термомеханической обработкой на рабочем месте достаточно визуального наблюдения за ходом процессов, так как коэффициент K определяемый скоростью вращения режущей кромки изменяется в 2,5 и 2,3 раз соответственно. Волнистость поверхности Sm_w увеличивается в 1,7 и 1,5 раза до 3,9 и 3,6 мм, что заметно не вооруженным взглядом, а шероховатость Ra возрастает до 20 мкм в 2,7 и 2,4 раза соответственно, что также можно оценить визуально по образцам шероховатости.

Для изучения путей управления специальными процессами на первом этапе рассмотрена совмещенная обработка — нанесение покрытий с поверхностным деформированием, у которой чередуя материалы наносимого покрытия (ферромагнитные порошки FeV, P6M5K5, FeTi) сокращалось сначала число контролируемых параметров ($Y_1 = HRC$ — твердость, $Y_2 = Ra$ —

шероховатость, $Y_3 = \epsilon$ — относительная износостойкость, $Y_4 = Q$ — производительность нанесения покрытия), а затем количество технологических факторов ($X_1 = I$ — сила разрядного тока, $X_2 = B$ — магнитная индукция в рабочей зоне, $X_3 = S$ — скорость подачи инструмента, $X_4 = V$ — скорость вращения детали, $X_5 = P$ — усилие деформирования поверхности).

На втором этапе исследовано управление комбинированной упрочняюще-размерной обработкой наплавленных покрытий, для которой при различных технологиях предварительного нанесения различных материалов обрабатываемого покрытия (плазменная наплавка хромоникелевым порошком ПГ-СР4, вибродуговая наплавка стальной проволокой Нп-65Г, газопламенная наплавка хромоникелевым порошком ПГ-10Н-01) последовательность сокращалась.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. — М.: Колос, 1981. — 351 с.
2. Статистический анализ конструктивных элементов и технологических параметров деталей / М.Л. Хейфец, В.С. Точило, В.И. Семенов и др. — Новополоцк: ПГУ, 2001. — 112 с.
3. Обработка износостойких покрытий / Под ред. Ж.А. Мрочка. — Мн.: Дизайн ПРО, 1997. — 208 с.

УДК 621.7

А.С. Шкинь, А.Ф. Присевок, Н.В. Шкинь

ТЕРМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Наука и техника начала третьего тысячелетия развивается в темпах геометрической прогрессии, не является исключением и промышленность как одна из самых масштабных сфер деятельности человека. В связи с не безупречностью технологических процессов на данном этапе неизбежно негативное воздействие промышленности на окружающую среду, промышленных отходов как компонента данного воздействия. Ежегодно во всем мире миллионы тонн твердых, пастообразных, жидких, газообразных отходов поступает в биосферу, нанося тем самым непоправимый урон как живой, так и неживой природе. Огромное