

S. P. BOGDANOVICH

WATER, CARBON FIBRE AND CARBON BLACK EFFECTS ON PHYSICAL PROPERTIES OF POLIAMIDE 6

In this paper the influence of the amount of sorbate water and carbonic fillers (carbon fiber and carbon black) on the specific volume electric resistance and physical-mechanical properties of polyamide 6 (PA6) has been analysed. The content of filler has been varied from 0 to 40 wt. %. It has been determined that water effect on PA6 electrical conduction is ambiguous and depends on the concentration of carbon filler in addition to water reduction of PA6 glass-transition temperatures. The boundary concentration of carbon filler when the formation of the conduction "chains" of about 20 wt. % starts has been defined.

Получено 24.12.2009

**ISBN 978-985-468-707-0. Механика. Научные исследования
и учебно-методические разработки. Вып. 4. Гомель, 2010**

УДК 621.785.5

А. И. ВЕРЕМЕЙЧИК, М. И. САЗОНОВ, В. М. ХВИСЕВИЧ

Брестский государственный технический университет, Беларусь

ПОВЕРХНОСТНОЕ ПЛАЗМЕННОЕ УПРОЧНЕНИЕ ЧУГУННЫХ МАТРИЦ

В работе изучены особенности плазменного упрочнения деталей из чугуна на примере матриц штамповочного прессы. Проведено исследование влияния выходных параметров плазменной дуги на фазовый состав, микроструктуру и прочность поверхностного слоя. Рассмотрены особенности закалки сталей и кромок режущих инструментов.

Введение. Для повышения надежности и долговечности деталей, экономии энергетических ресурсов используются различные способы упрочнения металлоизделий. работа посвящена изучению особенностей плазменного упрочнения деталей из чугуна на примере матриц штамповочного прессы. Традиционно для их упрочнения используют объемную термическую закалку [1]. Как показали исследования и практика, при таком способе упрочнения происходят большие затраты электроэнергии, времени и других ресурсов; кроме того, невозможно произвести закалку с постоянной твердостью. В области кромок деталей возникают значительные напряжения, которые в процессе эксплуатации приводят к возникновению трещин и разрушению детали. Для решения этой проблемы предлагается применить поверхностную плазменную закалку (ППЗ) при помощи сжатой движущейся плазменной дуги, горящей в потоке аргона [2, 3, 5].

Применение такого высококонцентрированного источника нагрева позволяет существенно снизить затраты энергии, осуществлять поверхностную за-

калку изделия, причем лишь только его изнашиваемых участков, что позволяет реализовать процесс упрочнения на незначительную глубину, исключая закалку его сердцевины и сохраняя тем самым пластические свойства материала. Для реализации такого процесса был модернизирован плазменный генератор и создана плазменная установка. Исследования проводились на образцах из чугуна заданной толщины.

Поверхностное плазменное упрочнение детали. Для исследования особенностей взаимодействия плазменного потока с твердым телом и разработки основ технологий упрочнения чугуна создана экспериментальная установка (рисунок 1). Установка состоит из плазмотрона постоянного тока 2, силового источника 1 питания дуги, устройства ВЧ-поджига дуги 3, системы газоснабжения плазмотрона аргоном и системы водоохлаждения плазмотрона. Для перемещения плазмотрона с заданной скоростью создано устройство, реализующее плоскопараллельное движение по копиру упрочняемой детали относительно плазмотрона. Силовой источник обеспечивает горение дуги при напряжении 14–35 В и напряжении холостого хода –60 В. При закалке различных деталей источник позволяет изменять ток от 6 до 32 А.



Рисунок 1 – Фрагмент экспериментальной установки для поверхностного упрочнения металлоизделий

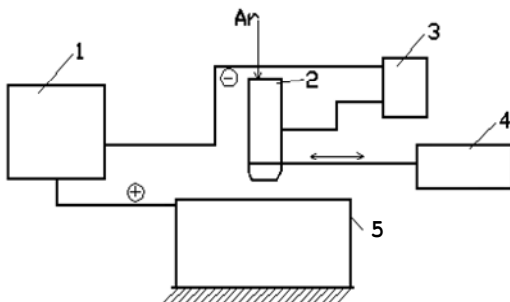


Рисунок 2 – Принципиальная схема установки для поверхностной плазменной закалки:
1 – силовой источник питания; 2 – плазмотрон; 3 – высокочастотный генератор; 4 – манипулятор;
5 – упрочняемая деталь

Поджиг дуги производится при помощи высоковольтного ВЧ-генератора 3, который подключен одним полюсом к катоду плазмотрона, другим – к его соплу. Перед запуском плазмотрона устанавливаются заданные расходы рабочего газа – аргона. Кроме того, задается определенная скорость перемещения плазмотрона на основе предварительно проведенных экспериментов по упрочнению образцов. Затем на плазмотрон подается напряжение от силового источника и включается ВЧ-генератор, который обеспечивает пробой газового зазора между катодом и соплом; в этот момент сопло служит поджигающим электродом. По образовавшемуся искровому каналу развивается дежурная дуга между катодом и соплом, причем ток дуги ограничивается переменным сопротивлением, которое включено в электрическую цепь между соплом и анодом. Под действием потока аргона через плазмотрон слаботочная дуга выдувается из плазмотрона и замыкается на анод-деталь. Приложенное напряжение к плазмотрону от силового источника обеспечивает горение основной дуги между катодом и анодом, а дежурная дуга автоматически отключается.

Проведены исследования вольт-амперных характеристик дуги (рисунок 3) при токах 7–30 А, при этом напряжение дуги составляет 14–36 В в зависимости от соотношения расходов аргона и азота.

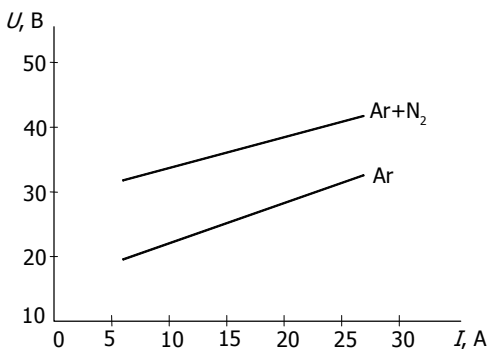


Рисунок 3 – Вольт-амперные характеристики плазменной дуги

Аргон и азот в плазмотрон подаются из баллонов высокого давления через редукторы и вентили. Измерение расходов аргона осуществляется при помощи расходомера типа РМ – 0.63 ГУЗ, а азота – РМ – 0.063 ГУЗ. Измерения расхода воды производилось при помощи мерного сосуда и секундомера, а температура холодной и нагретой в плазмотроне воды – ртутным термометром.

Для перемещения плазмотрона относительно закаливаемой детали используется манипулятор с двигателем с магнитным роликом, который приводится во вращательное движение ротором, в свою очередь, ролик катится по торцу модели закаливаемой детали. Кроме того, разработан и изготовлен специаль-

ный манипулятор, который непосредственно вращает упрочняемую деталь с заданной скоростью, причем угловая скорость детали может изменяться в пределах 0,5–180 об/мин при помощи разработанной электронной системы управления двигателем.

Для определения воздействия влияния плазменной дуги на микроструктуру и свойства чугуна выполнены металлографические анализы. Для металлографического анализа отобраны образцы с нанесенной плазменной дорожкой в форме параллелепипеда.

Подготовку микрошлифов осуществляли на установках PR-4X и SPECTRUM SISTEM 2000 фирмы “LECO” Травление шлифов чугуна производится в 2 %-ном спиртовом растворе HNO_3 .

На анализаторе CS-200 фирмы “LECO” определяли процентное содержание серы и углерода в образцах. Микроструктуру материалов определили с помощью оптического микроскопа OLYMPUS – IX70. Микротвердость по глубине зоны воздействия плазменной дуги и по поверхности определяли микротвердомером ПМТ – 3.

Разработка методики процесса поверхностного плазменного упрочнения матриц. Для разработки процесса поверхностного плазменного упрочнения были изготовлены образцы из высокопрочного чугуна марки ВЧ 100 (рисунок 4). Установлено, что этот материал по форме включения содержит графит шаровидный в сочетании с пластинчатым в виде мелких и средних включений (рисунок 5). Химический состав образца представлен в таблице 1. Твердость чугуна в исходном состоянии составила 296 НВ.



Рисунок 4 – Закаливаемый чугунный образец

Плазменная закалка производилась при токах дуги $I = 6 \dots 32$ А. В качестве плазмообразующего газа использовали аргон, причем в плазмотроне было применено обжимающее сопло с диаметром отверстия, равным 1,2 мм. Скорость перемещения плазмотрона варьировалась от 4 до 27 мм/с. В результате проведенных экспериментов и статической обработки их результатов были определены оптимальные параметры процесса поверхностного упрочнения: скорость перемещения плазмотрона $v = 11 \dots 13$ мм/с, ток дуги $I = 22$ А, расход защитного газа $Q_{\text{N}_2} = 3,1$ л/мин.

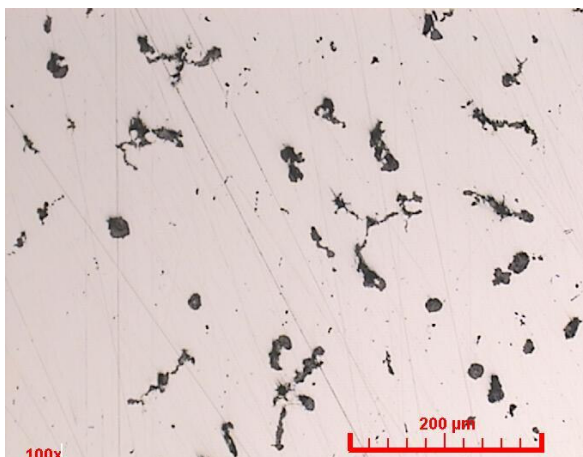


Рисунок 5 – Микроструктура высокопрочного чугуна (ВЧ 100)

Таблица 1 – Химический состав образца из высокопрочного чугуна (ВЧ 100)

В процентах

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Mg	Ti	Al	Fe
3,296	3,410	0,438	0,081	0,001	0,176	0,100	0,009	0,014	0,162	0,026	0,001	0,024	93,56

Типичное распределение микротвердости поверхностного слоя по ширине «дорожки» приведено на рисунке 6.

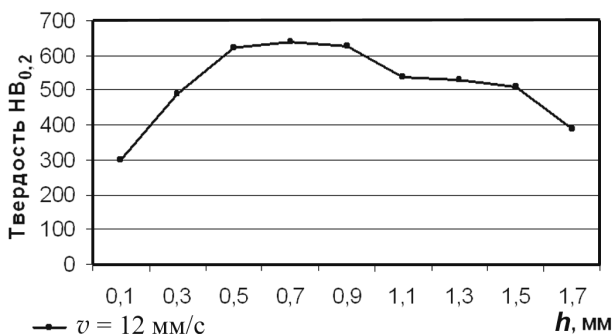


Рисунок 6 – Распределение микротвердости закаленного слоя по ширине «дорожки»

Исследована микротвердость поверхностного слоя в зависимости от расхода аргона, тока дуги, скорости перемещения плазматрона. На рисунках 7, 8 представлены распределения микротвердости по длине и глубине «дорожки».

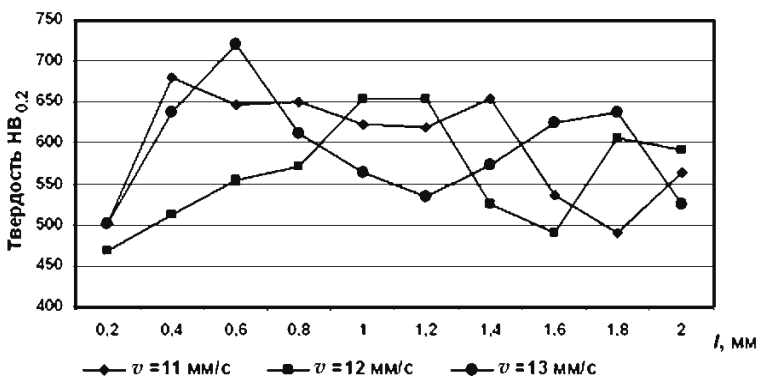


Рисунок 7 – Распределение микротвердости упрочненного слоя по длине дорожки»

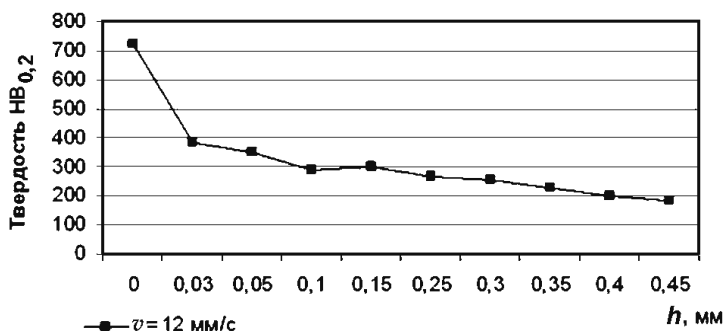


Рисунок 8 – Распределение микротвердости упрочненного слоя по глубине «дорожки»

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что микротвердость материала изменяется по глубине слоя. Максимальное значение достигается на поверхности образца и составляет порядка 730 НВ. По глубине слоя микротвердость убывает.

При металлографическом исследовании шлифов чугуновых образцов (рисунок 9) было установлено, что при воздействии высококонцентрированного источника тепла ППЗ происходит растворение шаровидного графита, а пластинчатый принимает вид мелких включений. С помощью данной обработки были увеличены отбеленные слои «белый излом», характеризующийся низкой вязкостью. На основании изучения фотографий микроструктур можно предположить, что это обуславливается выделением карбидов и других включений.

В поверхностном слое микроструктура состоит из ледебурита, цементита, карбидов мартенсита и троостита переходящего в перлит, и далее переходит в исходное состояние.

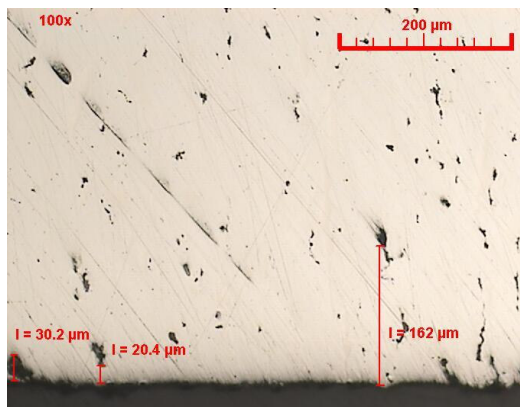


Рисунок 9 – Микроструктура высокопрочного чугуна (ВЧ 100) $\times 100$ после поверхностной плазменной закалки

Заключение. Проведено исследование влияния выходных параметров плазменной дуги на фазовый состав и микроструктуру поверхностного слоя. Установлено, что при данных температурах нагрева плазменной дугой в приповерхностном слое металла образуются карбиды и нитриды железа. Изучены особенности закалки сталей и кромок режущих инструментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Райцес, В. Б. Термическая обработка / В.Б. Райцес. – М.: Машиностроение, 1980. – 247 с.
- 2 Спиридонов, Н.В. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин / Н. В. Спиридонов, О. С. Кобяков, И. Л. Куприянов. – Минск: Вышш. шк., 1988. – 155 с.
- 3 Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: справочник / Н. Н. Рыкалин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 4 Гиршович, Н. Г. Справочник по чугунному литью / Н. Г. Гиршович. – М.: Машиностроение, 1961. – 800 с.
- 5 Плазменное поверхностное упрочнение / Л. К. Лещинский [и др.]. – Киев: Тэхника, 1990. – 107 с.

A. I. VEREMEICHICK, M. I. SAZONOV, V. M. KHVISEVICH SURFACE PLASMA STRENGTHENING OF CAST IRON MATRIXES

In this paper plasma strengthening of cast iron details by the example of forming press matrixes is being studied. The influence of output plasma arc parameters on the phase composition, microstructure and strength of the surface layer had been carried out. The features of steel and tooling edge hardening have been examined.

Получено 24.09.2009