

ПОВЕРХНОСТНОЕ ПЛАЗМЕННОЕ УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЧУГУНА

Батрак В. В., Веремейчик А. И., Сазонов М. И., Хвисевич В. М.

Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь
vai_mrtm@bstu.by

Работа посвящена изучению особенностей плазменного упрочнения деталей из чугуна. Для повышения надежности и долговечности деталей, экономии энергетических ресурсов используются различные способы упрочнения металлоизделий. Традиционно для их упрочнения используют объемную термозакалку [1]. Как показали исследования и практика, при таком способе упрочнения происходят большие затраты электроэнергии, 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 поверхностное плазменное упрочнение при помощи сжатой движущейся плазменной дуги, горящей в среде аргона [2, 3]. Применение такого высококонцентрированного источника нагрева позволяет существенно снизить затраты энергии, осуществлять поверхностную закалку изделия, причем лишь только его изнашиваемых участков, что позволяет реализовать процесс упрочнения на незначительную глубину, исключая закалку его сердцевины и сохраняя тем самым внутренние свойства материала. Для реализации такого процесса был модернизирован плазменный генератор и создана плазменная установка. Исследования проводились на образцах из чугуна заданной толщины.

Испытания проводились на штампах штамповочной машины. Проведены обследования деталей штампа после длительной работы, которые показали ряд типичных дефектов – поверхностная коррозия металла, затупление, растрескивание и выламывание режущей кромки, отламывание кусков в периферийной зоне.

Для повышения износостойкости в процессе трения и повышения сопротивляемости хрупкому разрушению в данной работе предлагается применить поверхностную термообработку детали (ПУ), как наиболее полно обеспечивающая оптимальное сочетание величины вязкости сердцевины детали с высокой поверхностной твердостью. Такое упрочнение реализуется путем локальной закалки при помощи быстро перемещающегося высокоинтенсивного высококонцентрированного источника тепла, а именно – плазменной дуги, генерируемой плазмотроном постоянного тока мощностью 1,0 – 1,4 кВт.

Такое упрочнение деталей характеризуется рядом преимуществ: достаточно малой глубиной закалки и всего лишь в местах износа; твердость поверхностного слоя при ПУ заметно выше, чем при объемной закалке; отсутствуют термические деформации детали благодаря локальности и кратковременности взаимодействия плазмы с поверхностью чугуна.

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 (рис.1). Силовой источник обеспечивает горение дуги при напряжении 14–35 В и токах до 32 А, а его напряжение холостого хода – 60 В. При закалке различных деталей источник позволяет изменять ток от 6 А до 32 А.

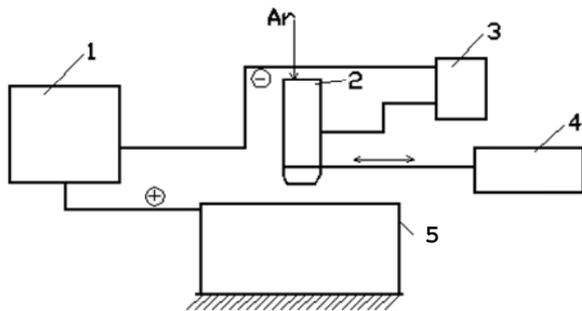


Рис. 1. Принципиальная схема установки для поверхностной плазменной заделки деталей из чугуна.

- 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 на образцах. 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 и устанавливается в пределах 4–6 А. 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.

Плазменная закалка производилась при токах дуги $I = 10\text{--}30$ А и использовании в качестве плазмообразующего газа аргона; в плазмотроне применено обжимающее сопло с диаметром отверстия, равном 1,2 мм. Скорость перемещения плазмотрона варьировалась от 5 до 25 мм/с. В результате проведенных экспериментов определены оптимальные параметры упрочнения. Установлено, что ширина упрочненной плазменной дугой «дорожки» составляет 0,7–1,2 мм. Исследованы твердость поверхностного слоя в зависимости от расхода аргона, тока дуги, скорости перемещения плазмотрона, получены соответствующие зависимости. На рис. 2 представлено типичное распределение твердости упрочненного слоя от тока дуги.

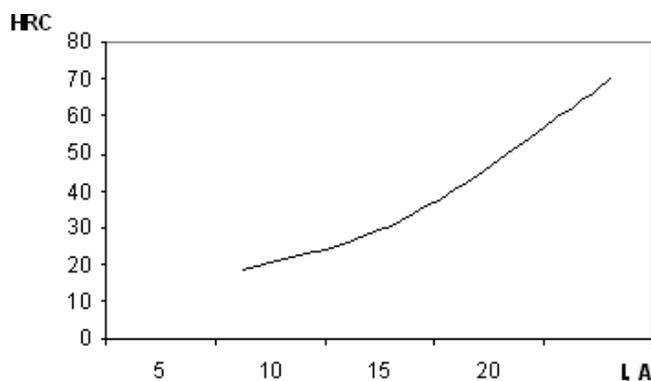


Рис. 2. Распределение твердости упрочненного слоя от тока дуги.

В результате проведенных исследований установлено, при каких параметрах процесса достигается увеличение микротвердости до значений 700–730 НВ.

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

При металлографическом исследовании шлифов чугуновых образцов (рис. 4) было установлено,

что при воздействии высококонцентрированного источника тепла ППЗ происхо-

дит 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.

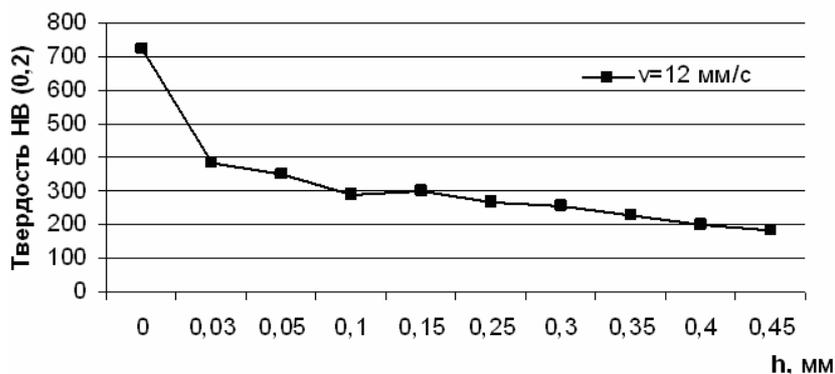


Рис. 3. Распределение микротвердости упрочненного слоя высокопрочного чугуна (ВЧ 100) по глубине «дорожки».

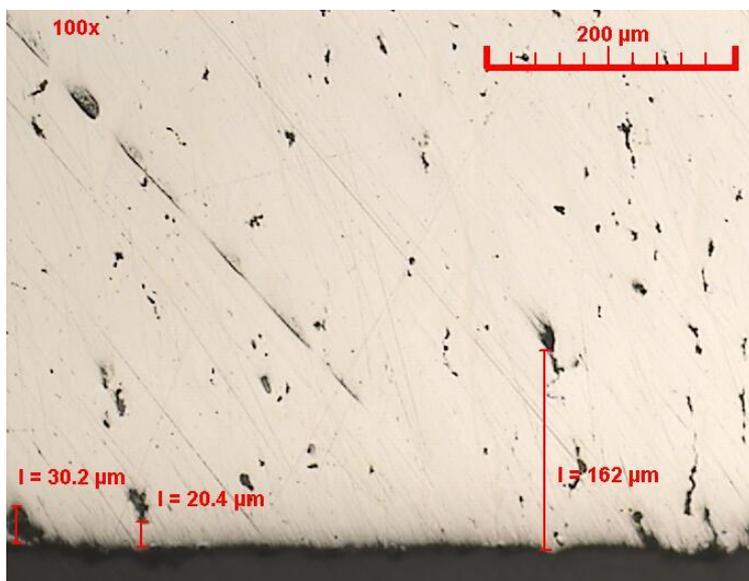


Рис. 4. Микроструктура высокопрочного чугуна (ВЧ 100) $\times 100$ после поверхностной плазменной закалки.

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

В результате проведенных экспериментов достигнуто увеличение микротвердости до 70 HRC, причем толщина упрочненного слоя может изменяться в зависимости от скорости упрочнения от 0,1 до 1,2 мм. Экспериментально подтверждена возможность закалки при наложении соседних дорожек друг на друга с расстоянием между их осями, равным 0,4 мм.

Список литературы

1. Райцес В.Б. Термическая обработка. – М.: Машиностроение, 1980. – 247 с.
2. Спиридонов Н.В., Кобяков О.С., Куприянов И.Л. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин. – Мн.: Высшая школа, 1988. – 155 с.
3. Лещинский Л.К., Сомотугин С.С., Пирч И.И., Комаров В.И. Плазменное поверхностное упрочнение. – Киев.: «Тэхника», 1990. – 109 с.