

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЧУГУННЫХ МАТРИЦ

Батрак В.В., Веремейчик А.И., Сазонов М.И., Хвисевич В.М., Дорофеев П.Е.

Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь

Поверхностная плазменная термообработка деталей (ПУ) наиболее полно обеспечивает оптимальное сочетание величины вязкости сердцевинной детали с высокой поверхностной твердостью. Такое упрочнение реализуется путем локальной закалки с помощью быстро перемещающегося высокоинтенсивного высококонцентрированного источника тепла, а именно – плазменной дуги, генерируемой плазмотроном постоянного тока мощностью до 1,0 кВт с высоким тепловым КПД.

Плазменное упрочнение деталей характеризуется рядом преимуществ:

- соответствующей расчетной глубиной закалки детали лишь в зоне износа;
- при ПУ твердость поверхностного слоя заметно выше, чем при объемной закалке;
- отсутствие термических деформаций изготавливаемой детали благодаря локальности и кратковременности взаимодействия плазмы с поверхностью металла;
- закалка производится в одну стадию без необходимости последующей механической обработки.

Создана установка, которая состоит из плазмотрона постоянного тока, силового источника питания дуги, устройства ВЧ-поджига дуги, систем газоснабжения плазмотрона аргоном и азотом, а также его водоохлаждения. Для разработки процесса поверхностного плазменного упрочнения были изготовлены образцы из высокопрочного чугуна марки ВЧ 100 (рис. 1).

Химический состав образца представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав чугуна ВЧ 100, %

Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Mg	Ti	Al
93.56	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



Рисунок 1 – Закаливаемый чугунный образец

Установлено, что чугун высокопрочный марки ВЧ 100 по форме включения содержит графит шаровидный в сочетании с пластинчатым в виде мелких и средних включений (рис. 2, а).

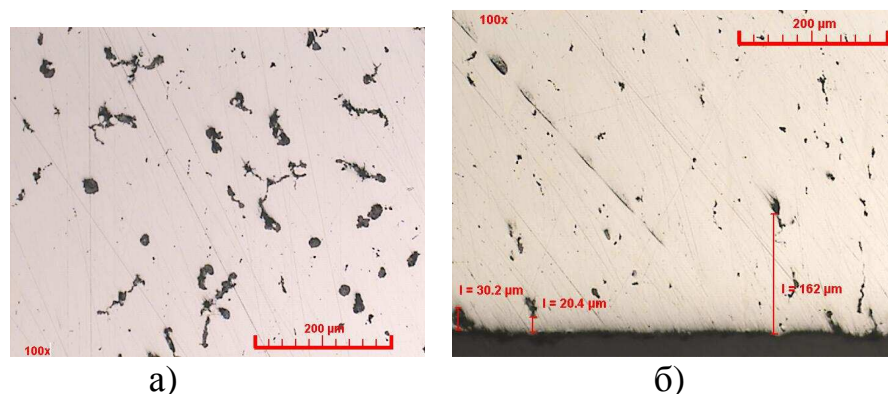


Рис. 2. Микроструктура высокопрочного чугуна (ВЧ 100)

При металлографическом исследовании шлифов чугунных образцов (рис. 2) было установлено, что при воздействии высококонцентрированного источника тепла в процессе поверхностной плазменной заправки 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 предположительно, что это обуславливается выделением карбидов и других включений. Твердость чугуна в исходном состоянии составила 296 НВ.

Плазменная закалка производилась при токах дуги $I = 6 - 32$ А. В качестве плазмообразующего газа использовали аргон, причем в плазмотроне было применено обжимающее сопло с диаметром отверстия, равном 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 $v = 11-13$ мм/с, ток дуги $I = 22$ А, расход защитного газа $Q_{N_2} = 3,1$ л/мин.

Типичное распределение микротвердости поверхностного слоя по ширине «дорожки» приведено на рис. 3.

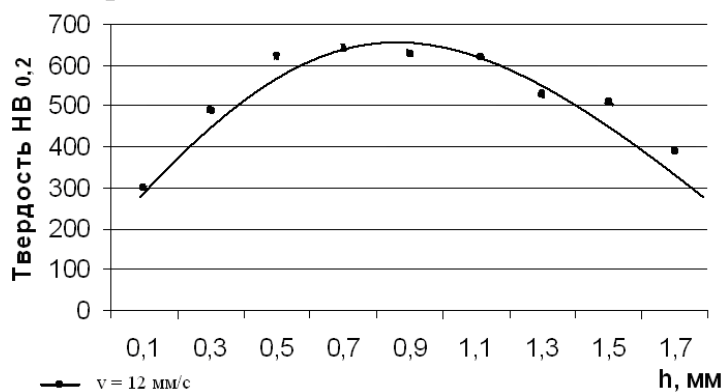


Рис. 3. Распределение микротвердости закаленного слоя по ширине «дорожки»

Исследована микротвердость поверхностного слоя в зависимости от расхода аргона, тока дуги, скорости перемещения плазматрона. На рис. 4 представлено распределение микротвердости по глубине «дорожки».

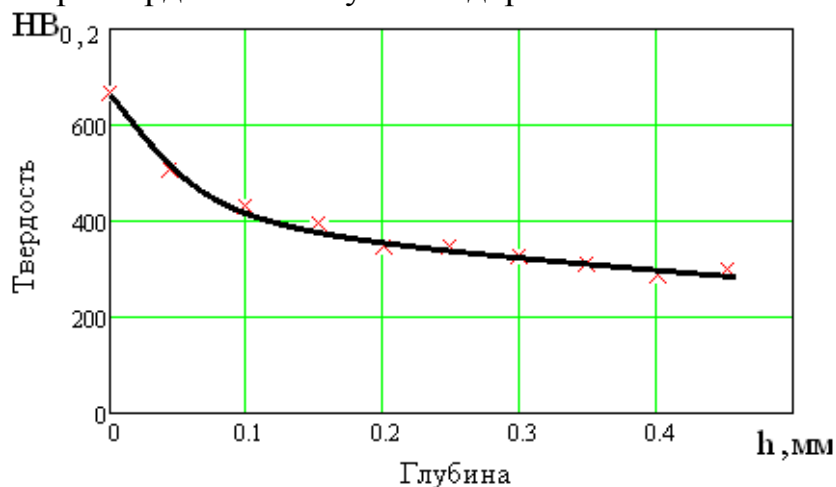


Рис. 4. Распределение микротвердости упрочненного слоя по глубине «дорожки» при скорости движения $v=12$ мм/с

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что микротвердость материала изменяется по глубине слоя. Максимальное значение достигается на поверхности образца и составляет 650 НВ. По глубине слоя микротвердость убывает.

При металлографическом исследовании шлифов чугуновых образцов после поверхностной плазменной закалки (рис. 2, б) было установлено, что при воздействии высококонцентрированного источника тепла 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.

На дифрактограмме, помимо искажения пиков от аустенитной фазы, наблюдается ряд новых пиков от вновь образованных структур. Значительное уширение пиков свидетельствует о значительных внутренних напряжениях в результате воздействия струи плазмы и быстрого охлаждения детали. Сдвиг пиков влево вдоль оси 2θ может являться диффузией азота в твердом растворе γ , которая приводит к увеличению постоянной решетки аустенита.

Раздвоение пиков аустенита и появление ряда новых можно объяснить мартенситными превращениями в структуре поверхностного слоя обусловленных локальностью нагрева и скоростном охлаждении металла. Идентификация новых пиков указывает на присутствие нитрида железа Fe_3N . Ширина их, а также их сдвиг может являться образованием сложных фаз ϵ на основе азота с участием твердого раствора углерода. Предположительно в поверхностном слое образовался азотистый мартенсит.

Результаты измерения микротвердости при поверхностной плазменной закалке показали существенный рост микротвердости по глубине поверхностного слоя, в отличие от варианта упрочнения без подачи азота. В поверхностном

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

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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. – Мн.: Высшая школа, 1988. – 155 с.
3. Рыкалин, Н.Н. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов. Справочник / Н.Н. Рыкалин, А.Л. Углов, И.В. Зуев, А.Н. Кокора. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
4. Гиршович, Н.Г. Справочник по чугунному литью / Н.Г. Гиршович. – М.: Машиностроение, 1961. – 800 с.
5. Лещинский, Л.К. Плазменное поверхностное упрочнение / Л.К. Лещинский, С.С. Самотугин, И.И. Пирч, В.И. Комаров. – Киев: «Тэхника», 1990. – 109 с.

УДК 539.3

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ УСАДКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Василевич Ю.В., Неумержицкая Е.Ю., Василевич А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Одним из важнейших направлений современных исследований является моделирование отверждения изделий при заданных технологических высоких температурах, изготавливаемых из композитов. Широко наблюдаемым на практике остаточным эффектом является искажение формы конструкции, обусловленным процессами, сопровождающими отверждение связующего: его химической усадкой во время полимеризации и температурной усадкой при охлаждении до комнатной температуры.

Отверждение связующего начинается с момента его приготовления и заканчивается в готовом изделии. Именно на этой стадии фиксируется форма изделия и создается конечная структура композиционного материала. Процесс отверждения связующего с образованием сетчатого полимера сопровождается переходом связующего из вязкой жидкости в твердое тело. В процессе отверждения при постоянной температуре вязкость связующего на начальной стадии или жесткость его на конечной стадии могут резко возрастать не только в результате гелеобразования, но и при застекловывании связующего вследствие увеличения молекулярного веса, образования новых химических и физических связей или увеличения плотности сетки. Физическое состояние полимера на любой стадии его образования и, следовательно, гибкость его цепей определяются соотношением между температурой стеклования полимера и температурой отверждения. Если температура отверждения становится ниже температуры стек-