

УДК 621.19

Ю.Г. Гуревич, В.В. Марфицын

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫГЛАЖИВАТЕЛЕЙ ИЗ БЕЛОГО ЧУГУНА

Известно, что одним из лучших материалов, работающих в условиях трения, является белый чугун, который обладает низким коэффициентом трения и высокой износостойкостью. Поэтому деталь из белого чугуна, работающая в условиях трения, обладает не только повышенной износостойкостью, но и эффективным видом изнашивания. Вместо изнашивания, со схватыванием, которое часто наблюдается при работе стальных деталей, наблюдается абразивное изнашивание при трении деталей из белого чугуна. Такие свойства белого чугуна обусловлены высокой твердостью ледебуритной эвтектики, а также наличием карбидов (цементита) в структуре заэвтектоидного чугуна.

Чугун с ледебуритной структурой может быть получен двумя способами: отбелом соответствующих зон детали в процессе ее отливки и методом местного эвтектического (контактного) плавления [1,2].

Исследования показали, что оба варианта ледебуритной структуры имеют одинаковую работоспособность [3]. Между тем, способ местного эвтектического плавления имеет преимущества, состоящие в большей точности и стабильности результатов, существенно большей производительности, возможности автоматизации производства и меньшей стоимости обработанных этим методом деталей.

Процесс эвтектического (контактного) плавления происходит в том случае, когда нагреваются до эвтектической температуры, приведенные в соприкосновении кристаллы двух компонентов, образующих эвтектическую систему. Контактное плавление, как известно, характеризуется тем, что оно происходит при температуре ниже температур плавления обоих компонентов. Очень важно, что эффект контактного плавления не связан с определенным соотношением масс соприкасающихся кристаллов, полный переход в жидкое состояние происходит при постоянной температуре. Если масса одного из кристаллов выходит за пределы такого соотношения, то избыточное количество этого вещества не переходит в расплав, а остается нерасплавленным. Скорость нагрева не оказывает влияние на температуру контактного плавления, она остается неизменной и соответствует диаграмме состояния компонентов.

Самым дешевым источником тепла для организации контактного плавления является локальный нагрев за счет электроконтактного выделения тепла. Это положение легло в основу предложенного и разработанного нового способа электроконтактной химико-термической обработки стали (ЭКХТО).

На поверхность стальной детали наносится гра-

фитовый порошок, после чего к ней прижимается графитовый ролик-электрод, через которого пропускается электрический ток и который движется по поверхности детали.. В качестве контакта используется соединение деталь-графит (рис. 1). Для электродов использовался графит марки ЭПГ, обладающий малой пористостью, поскольку большая пористость, во-первых, снижает долговечность электрода, а во-вторых, вызывает значительные изменения плотности тока в контакте.

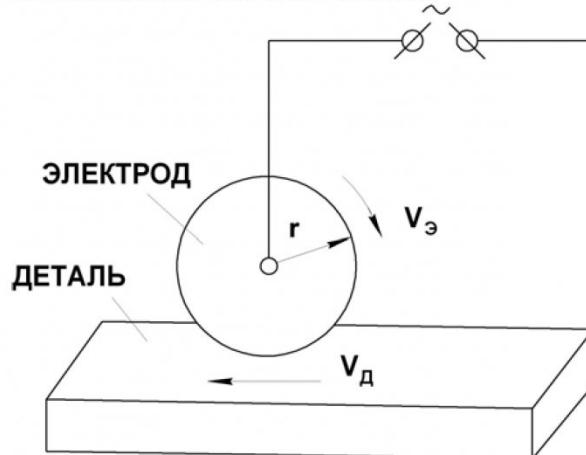


Рис. 1. Схема электроконтактной обработки стали

Важное значение имеют толщина ( $v_k$ ) и радиус ( $R_s$ ) ролика-электрода. С одной стороны, чем больше его диаметр и толщина, тем больше долговечность и выше производительность процесса, особенно, когда обрабатывается большая площадь поверхности. Поэтому желательно выбирать электроды больших размеров.

С другой стороны, при большом диаметре и толщине ролика-электрода трудно обеспечить равномерный нагрев поверхности детали в следствии неизбежных колебаний площади и плотности контакта. Это обусловлено радиальным и торцевым биением диска, неравномерным выгоранием графита, колебаниями пористости по пятну контакта, наличием микронеровностей на поверхности детали. Поэтому оптимальные размеры ролика-электрода были подобраны экспериментальным путем. Были установлены толщина ролика-электрода  $v_k=2..8$  мм и радиус  $R_s=40..80$  мм.

В результате нагрева контакта до 1200°C возникает контактное (евтектическое) плавление системы железо-графит и на поверхности стальной детали образуется капля жидкого чугуна, которая из-за быстрого охлаждения отбеливается.

Контактное эвтектическое плавление системы железо-графит является наиболее важным и харак-

терным этапом формирования покрытия в процессе ЭКХТО. В зависимости от режима процесса (плотности тока  $g$ ,  $A/cm^2$  и скорости движения ролика-электрода,  $V$ ,  $cm/s$ ) на поверхности стали можно получить доэвтектический, эвтектический или заэвтектический белые чугуны.

Под слоем белого чугуна, независимо от его химического состава, образуются переходная зона и зона химико-термического влияния (рис 2). Это зоны стали, в которые в период электроконтактной химико-термической обработки успело пронифильтровать некоторое количество углерода из жидкого чугуна.

Металлографическим исследованием установлено, что непосредственно под белым чугуном образуется слой мелкоигольчатого мартенсита с микротвердостью 8000..8500 МПа.

Под мартенситом просматривается зона с перлито-ферритной структурой, причем доля перлита постепенно уменьшается до величины исходной структуры стали. Глубина переходной мартенситной зоны 30..50 мкм, а перлито-ферритной- до 1000 мкм.

Таким образом, металлографическое исследование наплавленного слоя показало, что белый чугун крепко соединен с основным металлом.



Рис. 2. Слои заэвтектического чугуна на стали 20 и структура переходных зон x200

На рис.3 представлена построенная по экспериментальным данным диаграмма, на которой показаны в координатах  $g$ ,  $A/cm^2$  -  $V$ ,  $cm/s$  области наиболее вероятного образования эвтектического, за- и до эвтектического чугуна. Дорожки наплавленного чугуна имели грубую шероховатую поверхность и по внешнему виду напоминали сварочные швы.

Толщина наплавленного слоя белого чугуна - 1,0...1,2 мм. Для выравнивания поверхности необходима шлифовка на глубину 0,3..0,5 мм.

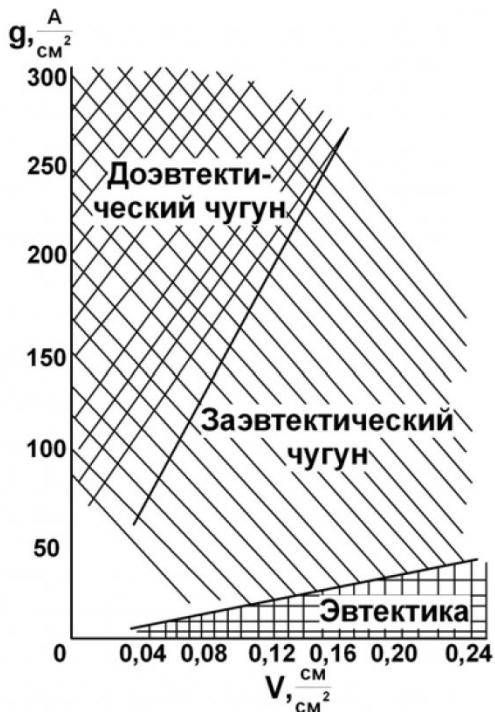


Рис. 3. Режимы ЭКХТО, способствующие образованию белого чугуна различного состава, -  $g$  - плотность тока ( $A/cm^2$ ),  $V$  – скорость перемещения электрода ( $cm/s$ )

Аbrasивный износ покрытия определяли на установке ЗФ ЧПИ [4]. Полученные данные показали что, по сравнению с цементированными изделиями, опытные образцы после ЭКХТО имели большую твердость и износостойкость. Кроме того, белый чугун может более длительно работать при высоких температурах, поскольку в отличие от закаленной стали при нагреве не отпускается и сохраняет свою твердость и износостойкость.

Экспериментальные исследования по определению стойкости инструмента - выглаживателей из термоупрочненных сталей проводились по сравнению с металлокерамикой ВОК-60 для двух групп материалов:

Бр. 9-4-190.(90..180 HB) и сталь 40Х (180..220 HB).

Был выбран способ выглаживания с жестким закреплением инструмента. При данном способе выглаживания происходило принудительное исправление погрешностей формы деталей как в продольном, так и в поперечном направлениях, повышение точности размеров. Выглаживатели имели цилиндрическую форму рабочей поверхности, так как она обеспечивает меньшую вибрацию, минимальную шероховатость, более высокие параметры качества поверхностного слоя деталей.

Выбор радиуса выглаживателя определяется твердостью материала обрабатываемых деталей.

## Стойкость выглаживателей (радиус 6,5 мм)

Материал выглаживателя	Обрабатываемый материал	Режим обработки <sup>1</sup>			Износостойкость (часы машинного времени)
		п.мин <sup>-1</sup>	S, мм/об	H, мкм	
Минералокерамика ВОК-60	Бр. 9-4-1	250	0,05	30	10,5-12,5
				60	9,2-11,2
				90	7,9-10,0
Термоупрочненная сталь	Бр. 9-4-1	250	0,05	30	11,5-13,2
				60	10,1-11,4
				90	9,1-10,2
Минералокерамика ВОК-60	Сталь 40	250	0,05	30	9,5-10,7
				60	8,5-9,1
				90	7,5-8,3
Термоупрочненная сталь	Сталь 40	250	0,05	30	8,2-9,2
				60	7,8-8,5
				90	7,5-8,3

Для материалов из мягких сталей и цветных сплавов применяли радиус выглаживателя более 3,5 мм.

В качестве инструментального материала для изготовления рабочих частей выглаживающего инструмента применялись упрочненные методом ЭКХТО стали и инструментальная металлокерамика марки ВОК-60. Для стабилизации упругих свойств рабочей части державку изготавливали из закаленной стали У8 твердостью 44-48 HRC.

Заточка формы рабочей части выглаживателей осуществлялась на универсально-заточном станке модели ЗВ642. Доводка проводилась алмазной пастой АМ40/28, АМ28/20, затем окончательно доводилась пастой АМ3/2. После доводки шероховатость рабочей части инструмента соответствовала

Ra 0,015...0,020 мкм.

В качестве критерия износа рабочей части выглаживателя принималось значение среднего арифметического отклонения профиля поверхности (Ra), превышающее минимально получаемое значение на один уровень. Эксперимент прекращался при достижении предпочтительного значения Ra=0,100 мкм. Результаты исследования приведены в таблице.

Примечание, п- частота вращения шпинделя станка, мин<sup>-1</sup>; S - подача, мм/об; Н - натяг (глубина) внедрения индентора (выглаживателя), мкм. Полученные данные убедительно показывают, что для цветных металлов (бронзы) целесобразно применять дешевые выглаживатели из термоупрочненной стали 45.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрияхин В.М. Влияние схемы упрочнения гильз цилиндра лазерным излучением на износостойкость // Металловедение и термическая обработка металлов. 1982. №9. С.41-43
2. Гуревич Ю.Г. Электроконтактное термоупрочнение стали / Ю.Г. Гуревич, Д.Е. Дорфман, А.П. Кузьмичева, В.В. Марфицын // Новые материалы и ресурсосберегающие технологии термической и химико-термической обработки деталей машин и инструмента. Тезисы докладов зональной конференции.- Пенза. ЦДНТП. 1990.-С. 40-41.
3. Марфицын В.В. Обработка изделий инструментами из термоупрочненных сталей / Совершенствование технологических процессов изготовления деталей машин // Сб. научн. трудов. Курган: 1993, С. 20-22.
4. Серебряков В.Е., Соколова Н.М., Гунякова С.С. Установка для испытания металлов и сплавов на износ / В.Е. Серебряков, Н.М. Соколова С.С. Гунякова // Совершенствование машиностроительных материалов, конструкций машин и методов обработки деталей.- Челябинск.: 1988.-с. 14-17.

□ Авторы статьи:

Гуревич  
Юрий Григорьевич  
- докт.техн.наук, проф. каф. инновации и менеджмента качества (Курганская гос. университет), email: [ygg@rambler.ru](mailto:ygg@rambler.ru)

Марфицын  
Валерий Владимирович  
- канд.техн.наук, доц. каф. инновации и менеджмента качества (Курганская гос. университет), email: [ygg@rambler.ru](mailto:ygg@rambler.ru)