

Литература.

1. Кишуров В.М., Черников П.П. Проектирование режущего инструмента в машиностроении. – М.: Издательство МАИ, 2006. – 159 с.
2. Схиртладзе А.Г., Чупина Л.А., Пульбере А.И., Гречишников В.А. Формообразующие инструменты в машиностроении /– М.: Новое знание, 2006. – 557 с.
3. Фельдштейн, Е.Э. Режущий инструмент / – Минск: Новое знание, 2007. — 400 с.: ил.
4. Грановский Г.И., Панченко К.П. Фасонные резцы. – М.: Машиностроение, 1979. – 308 с.
5. Смирнов М.Ю. Расчет и проектирование фасонных резцов / М.Ю. Смирнов, Г.И. Киреев, В.В. Демидов. Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 77 с.

ПЛАЗМЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ ЧУГУННЫХ ВАЛКОВ НА РАЗЛИЧНЫХ МАСШТАБНЫХ УРОВНЯХ

*В.Е. Громов, д-р. физ.-мат. наук, проф., Ю.А. Рубанникова, научный сотрудник УНИ,
Д.А. Косинов, научный сотрудник УНИ
Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Новокузнецк, ул. Кирова, 42, e-mail: gromov@physics.sibsiu.ru*

Аннотация: Методами современного физического материаловедения показано, что плазменное упрочнение валков прокатного стана приводит к формированию слоистой структуры, характеризующейся закономерным изменением механических характеристик, фазового состава, дефектной субструктуры материала и проявляющейся на различных структурно-масштабных уровнях: макро- (образец в целом), мезо- (состояние зеренно-субзеренного ансамбля), микро- (состояние карбидной и дислокационной подсистем) и наноструктурном (состояние твердого раствора) уровнях.

Abstract: By methods of modern material science it is shown that plasma hardening of cast-iron rolls of rolling mill leads to the formation of layer structure being characterized by the regular change of mechanical characteristics, phase composition and defect substructure of material and being realized at different structure-scale levels: macro (the sample as a whole), meso (grain-subgrain ensemble state), micro (carbide and dislocation subsystems state), nano (solid solution state).

Введение

Создание технологий упрочнения, обеспечивающих получение требуемого комплекса прочностных и пластических свойств материалов, требует понимания природы процессов, протекающих в них. Установление физических механизмов формирования и эволюции структурно-фазовых состояний является одной из важных задач современной физики конденсированного состояния, поскольку лежит в основе разработки и создания эффективных способов повышения служебных характеристик [1, 2].

Важной проблемой, в значительной степени определяющей показатели работы станов, является повышение стойкости чугунных валков. Одним из направлений ее решения является плазменная закалка рабочей поверхности калибров валков.

Целью настоящей работы являлось установление на различных масштабных уровнях закономерностей формирования структуры, дефектной субструктуры, фазового состава, поверхности разрушения чугунных валков в условиях плазменного упрочнения и анализ их эволюции при прокатке термомеханически упрочненной арматуры в различных режимах.

В качестве материала исследований использовались литые валки диаметром ~500 мм из чугуна марки СШХНФ состава С=3.75%, Мn=0.57%, S=0.02%, Si=1.52 P=0.15%, Ni=1.51%, Cr=0.35%, V=0.13% (массовые проценты).

Плазменную обработку проводили плазмотроном прямого и (или) косвенного действия. Плазменную струю получали путем вдувания в электрическую дугу, возбужденную между электродами, плазмообразующего газа, и его газодинамического обжатия в канале охлаждаемого сопла.

Процесс закалки заключался в нагреве плазменной дугой участка поверхности и охлаждении его на массу валка со скоростями, обеспечивающими получение закалочных структур. Схема обработки задавалась формированием кольцевых дорожек при вращении валка.

Исследования структур поверхности плазменного воздействия и поперечного сечения образцов осуществляли на сканирующем электронном микроскопе “SEM 515 Philips”.

Основными параметрами плазменного упрочнения являются: мощность излучения P , кВт; диаметр активного пятна d_n , см; скорость перемещения детали V , см/с; плотность мощности q , Вт/см². Рассчитывали параметры плазменной обработки: мощность плазменной дуги, площадь ак-

тивного пятна дуги, плотность теплового потока, время закалки активного пятна, температуру закалки, глубину зоны упрочнения (табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	Диаметр валков, мм	Режим обработки			Прокатано металла, т	Удельный износ, мм/100т		Превышение нормативной стойкости, %
		сопло, см	I, А	V, см/с		неупр.	упроч.	
	530	1,2	130	2,0	673	0,075	0,07	+18
	505	1,2	150	1,7	986	0,175	0,089	+73
	505	1,2	150	1,5	1026	0,175	0,08	+80

Калибр упрочнялся за один проход, что позволяло исключить зоны отпуска с пониженными механическими свойствами и определяло максимальное упрочнение в местах наиболее интенсивного износа (в крайних точках вертикального диаметра калибра).

Испытания плазменно-упрочненных валков при горячей прокатке арматуры большого диаметра (32 – 40 мм) показали значительное увеличение стойкости (табл.1). Такое повышение служебных свойств валков обусловлено формированием структурно-фазовых состояний при плазменной обработке на различных масштабных уровнях [3].

Были выявлены закономерности влияния режимов обработки на толщину и структуру поверхностных слоев валкового чугуна, а именно формирование упрочненного слоя, состоящего из зоны оплавления с твердостью 1000-1100 HV и структурой мелкодисперсного аустенита и цементита, и зоны термического влияния с твердостью 400-990 HV и структурой мартенсита, остаточного аустенита и графита.

На мезоуровне эксплуатация вала, подвергнутого плазменной обработке, сопровождается разрушением поверхностного слоя путем формирования фрагментов и выкрашивания материала в зоне контакта соседних фрагментов.

На микромасштабном уровне при послойном микродифракционном электронномикроскопическом анализе валков после плазменного упрочнения выявлено формирование структуры, основными составляющими которой являются α -фаза, γ -фаза, графит и карбид железа (цементит). Данные фазы распределены в объеме исследуемого материала закономерным образом, относительное содержание их существенным образом зависит от глубины анализируемого слоя.

На наноразмерном масштабном уровне на поверхности плазменной обработки выявлено формирование наноразмерной структуры (размер кристаллитов 35-40 нм) на основе α -фазы. По границам кристаллов α -фазы обнаружены частицы цементита, размеры которых ~3-5 нм [4].

Структурно свободный феррит присутствует в двух морфологических состояниях – зерна микронных размеров с хаотической дислокационной субструктурой со скалярной плотностью ~ $3,2 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$ и наноразмеров (рисунок 1).

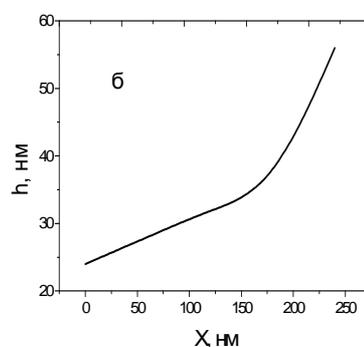
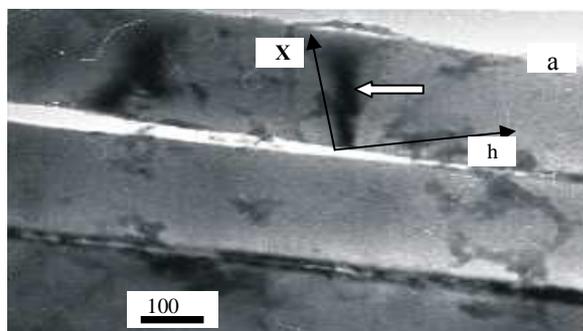


Рис. 1. Электронномикроскопическое изображение колонии пластинчатого перлита (а) и зависимость толщины изгибного экстинкционного контура от расстояния до границы раздела пластин цементита и феррита (б)

На (а) стрелкой указан экстинкционный изгибный контур, свидетельствующий о изгибе-кручении решетки пластины феррита

На различных масштабных уровнях (макро-, мезо-, микро- и нано-) установлена природа формирования и изменения структурно-фазовых состояний, дислокационной субструктуры чугуновых валков при современных упрочняющих обработках, обеспечивающих существенное увеличение служебных характеристик при последующей эксплуатации.

Плазменная упрочняющая обработка валков приводит к формированию зоны оплавления и зоны термического влияния (макроуровень). Слой, образовавшийся в результате высокоскоростной кристаллизации расплава, имеет столбчатое строение (мезоуровень). Сформированные α -фаза, γ -фаза, графит и цементит распределены в объеме исследуемого материала закономерным образом, их относительное содержание и морфология существенно зависят от глубины слоя (микроуровень).

Эксплуатация плазменноупрочненных валков сопровождается множественными закономерными изменениями дефектной субструктуры и фазового состава.

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ (№ 16-32-60048 мол_а_дк)

Литература.

1. Ефимов, О. Ю. Формирование структуры, фазового состава и свойств сталей и сплавов в упрочняющих технологиях обработки давлением / О. Ю. Ефимов, В. Е. Громов, Ю. Ф. Иванов. – Новокузнецк: Изд-во «Интер-Кузбасс», 2012. – 345 с.
2. Ефимов, О. Ю. Структурно-фазовые состояния и технология производства упрочненной стальной арматуры и чугуновых валков / О. Ю. Ефимов. – Новокузнецк: Изд-во ОАО «Новокузнецкий полиграфический комбинат», 2008. – 300 с.
3. Громов, В. Е. Структурно-фазовые состояния и свойства упрочненных стального проката и чугуновых валков / В. Е. Громов, О. Ю. Ефимов, В. Б. Костерев [и др.]. – Новокузнецк: Типография СибГИУ, 2011. – 200 с.
4. Громов, В. Е. Формирование и эволюция наноразмерных структурно-фазовых состояний чугуна при плазменном упрочнении и последующей эксплуатации / В. Е. Громов, Ю. Ф. Иванов, Г. Танг, О. Ю. Ефимов [и др.] // Перспективные материалы. – 2011. – Специальный выпуск (13), октябрь. – С. 202 – 206.

ВЛИЯНИЕ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ НА СТЕПЕНЬ УСВОЕНИЯ АЛЮМИНИЯ

*М.А. Платонов, к.т.н., преподаватель, А.И. Чеботков, преподаватель,
Юргинский технологический колледж
652050, Кемеровская область, г. Юрга, ул. Заводская, 18
E-mail: maxrauber@mail.com*

Аннотация: Вопрос повышения качества стали в настоящее время наиболее актуален. Одним из направлений повышения качества стали является совершенствование технологии внепечной обработки. Алюминий является широко распространенным материалом применимым для раскисления стали. В статье рассмотрено влияние внепечной обработки стали на степень усвоения алюминия.

Abstract: Increasing the quality of steel is now the most relevant. One of the ways to improve the quality of steel is to improve of ladle treatment technology of steels. Aluminum is a widely used material suitable for deoxidizing steel. The article considers the effect of ladle treatment steel treatment on the degree of assimilation of aluminum.

Современную металлургию можно охарактеризовать развитием новых схем производства стали с гарантированной степенью чистоты, которая достигается с помощью коррективы химического состава матрицы и неметаллических включений. Мероприятия направленные на уменьшение содержания вредных примесей, таких как сера, а также неметаллических включений до сверх низких уровней, приводят к большим затратам на оборудование (новое или модернизацию существующего), а также высокие эксплуатационные расходы.

Исходя из того, что термин «чистая» сталь относителен, так как неметаллические включения являются неотъемлемыми структурными составляющими, вопрос качества должен решаться формированием состава и структурных единиц системы сталь-включение.