

Рисунок 3 — Сравнение результатов расчета тепловых потоков вдоль анода с экспериментальными данными

$$d = 2 \text{ см}; \bar{a} = 20,5; I = 90 \text{ А}; G = 10 \frac{\text{г}}{\text{с}}; g_r = 0; g_a = 2 \frac{\text{г}}{\text{с}}; g_r = 3,6 \frac{\text{г}}{\text{с}}; \bar{z}_r = 7,5$$

На основании проведенных исследований установлено, что тепловые потоки в выходном электроде при развитом турбулентном течении можно с удовлетворительной точностью рассчитывать по формулам для теплообмена турбулентного потока газа со стенкой трубы с учетом тепловых потерь через анодное пятно дуги и теплоотдачи от участка дуги в анод.

Реализация развитого турбулентного потока плазмы позволяет интенсифицировать теплоотдачу от плазменного потока к стенке цилиндрического канала анода и нагреваемой детали.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кутателадзе, С.С. Тепломассообмен и трение в турбулентном пограничном слое / С.С. Кутателадзе, А.И. Леонтьев. — М.: Энергия, 1972. — 342 с.
2. Жуков, М.Ф. Прикладная динамика термической плазмы / М.Ф. Жуков, А.С. Коротеев, Б.А. Урюков. — Новосибирск, Наука, 1975. — 198 с.
3. Аньшаков, А.С. Электродуговые генераторы с межэлектродными вставками : монография / А.С. Аньшаков, М.Ф. Жуков, И.М. Засыпкин. — Новосибирск: Наука, 1981. — 221 с.

УДК 669.2

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ СТАЛИ X12M

Бартош Д.В., Сазонов М.И., Хвисевич В.М., Черноиван Н.В.

Брестский государственный технический университет,

Брест, Беларусь

Высокохромистая сталь X12M обладает высокой износостойкостью и хорошо закаливается. Ее широко применяют для изготовления различных по форме инструментов сложной формы: вырубных, отрезных, чеканочных штампов повышенной точности, накатных роликов и др. Эти стали близки к быстрорежущим: по структуре после отжига относятся к ледебуритному классу, после нормализации — к мартенситному. Их высокая износостойкость обуславливается большим количеством карбидов $(\text{CrFe})_7\text{C}_3$.

При нагреве выше температур перлитного превращения (800...820°C) вторичные карбиды растворяются и аустенит насыщается хромом. После закалки карбиды сохраняются в структуре закаленной стали.

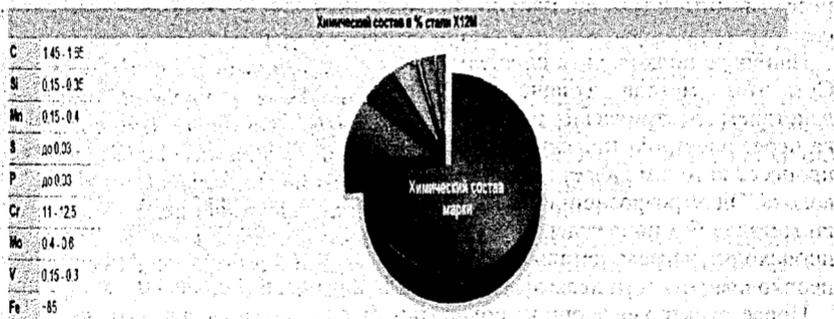


Рисунок 1 – Химический состав стали марки X12M

Структура и свойства высокохромистой стали в сильной степени зависит от температуры закалки, так как с ее повышением увеличивается растворимость карбидов, а также концентрация углерода и хрома в аустените. В связи с этим выбор оптимальной температуры закалки стали марки X12M существенно влияет на ее свойства после окончательной термической обработки.

Сталь X12M содержит большое количество карбидной фазы, что приводит к повышенной карбидной неоднородности, вызывающей снижение прочности и вязкости. Эта неоднородность сильно возрастает с увеличением размеров сечения, при этом резко снижаются механические свойства.

Металлография – направление в металловедении, классический метод исследования и контроля металлических материалов. Структуру металла изучают с помощью микроскопии, а выявляют ее путем изготовления образцов соответствующего среза, их шлифовки, полировки и травления.

Пробоподготовка является первым этапом при проведении исследования, являющегося совокупностью действий над изучаемым образцом, для перевода его в форму, наиболее подходящую для дальнейшего исследования.

Основная задача пробоподготовки – подготовка вещества, материалов, компонентов анализа для определенённого вида анализа.

Этапы металлографической подготовки образцов:

1. Изготовление заготовки;
2. Шлифовка;
3. Полировка;
4. Травление.

Затем наступает этап анализа полученного образца:

1. Анализ изображения (микроскопия) – для распознавания структуры материала.
2. Измерение твёрдости (твердометрия) – определение микротвёрдости металла.

Рассмотрим подробно каждый из этапов на примере пуансона выбивного пресса, изготовленного из закаленной стали марки X12M.

Сначала необходимо произвести вырезку интересующего нас фрагмента пуансона. Для этого можно использовать несколько способов. Чисто механически это можно сделать с помощью алмазного абразивного круга. При данном процессе мы автоматически получаем нарушение микроструктуры стали, вне зависимости от применяемых нами технологических мер.

Наиболее подходящим способом обработки был выбран электроэрозионный. Суть этого метода заключается в контролируемом разрушении металла под действием электрических разрядов между двумя электродами, то есть обработка через электролитическую эрозию в жидкой среде (в керосине). При данном процессе катодом является обрабатываемый пуансон, а анодом – латунная проволока. Электроэрозионный способ обработки прекрасно подходит для выборки металла без повреждения его микроструктуры, так как в ходе обработки не происходит нагрева детали и деформации ее структуры. К недостаткам метода необходимо отнести невысокую скорость обработки (порядка 0,7 мм в минуту).

После электроэрозионной обработки были получены два рабочих образца, пригодных для дальнейшего исследования.

В дальнейшем изготавливается форма, пригодная для последующих технологических операций. Изготавливается отливка в форме цилиндра диаметром 32 мм и высотой, равной 14 мм. В специальную форму помещают образцы стали и заливают компаундом с наполнителем из кварцевого песка, обладающим большей механической и термической стойкостью, чем эпоксидная смола.

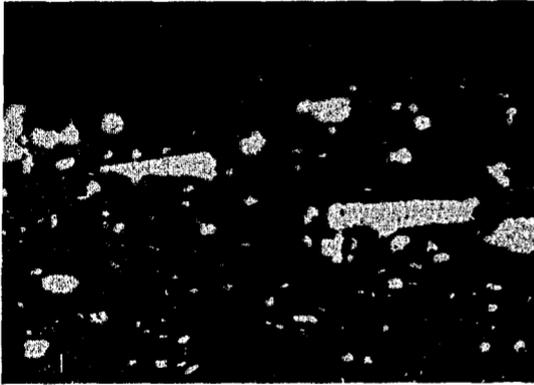
После изготовления образца-формы она проходит этап шлифовки на абразивном круге и полировки специальной полировальной пастой на основе оксида хрома на нескольких полировальных кругах.

Травление шлифа производилась в растворе азотной и соляной кислот в глицерине (1:3:3).

После травления наступает этап исследования образца, заключающийся в исследовании структуры стали при помощи микроскопа. Это позволяет рассмотреть различные структурные составляющие стали.

Микротвердость – это твердость отдельных фаз и структурных составляющих, твердость внутри отдельных зёрен, тонкого поверхностного слоя (после химико-термической обработки). Микротвёрдость измеряется вдавливанием алмазной пирамидки под нагрузкой менее 2 Н в поверхность образца. Выбор участка для измерения микротвёрдости и определение размеров отпечатка производят под микроскопом, затем по специальным таблицам пересчитывают на так называемое число твёрдости – отношение нагрузки к площади поверхности отпечатка. Прибор для определения микротвёрдости обеспечивает возможность выбора участка микроструктуры, где будет произведено вдавливание; благодаря малым размерам отпечатка можно измерять микротвёрдость отдельных фаз или даже отдельных зёрен.

После изготовления темплета были получены цифровые снимки микроструктуры стали, из которой изготовлен пуансон. На приведенном ниже снимке (рис. 2) можно видеть ярко выраженную карбидную неоднородность. Карбиды хрома имеют вытянутую вдоль рабочей кромки инструмента форму. Это увеличивает хрупкость поверхностного слоя стали, что в свою очередь снижает продолжительность работы инструмента. Рабочая кромка инструмента после много-



кратной пробивки отверстий в стальных пластинах толщиной 4 мм имеет достаточно неровную поверхность, что говорит о неравномерности её износа. Эти факты могут свидетельствовать о том, что режим закалки и плазменного упрочнения пуансона требуют тщательной оптимизации.

Рисунок 2 – Снимок микроструктуры приповерхностного слоя пуансона (x500)

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин [и др.]; под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение. – 1989. – 640 с.
2. Геллер, Ю.А. Материаловедение: методы анализа, лабораторные работы и задачи / Ю.А. Геллер, А.Г. Рахшгалт. – М.: Металлургия. – 1975. – 447 с.
3. Костиков, В.И. Плазменные покрытия / В. И. Костиков, Ю.А. Шестерин. – М.: Металлургия. – 1978. – 159 с.

УДК 621.785

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МИКРОТВЕРДОСТЬ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ ВК8, Т15К6 И Т5К10

Галилеев А.Г., Веремей П.В., Лапковский А.С.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

1. Введение

В настоящее время инструменты из твердых сплавов получили широкое распространение в промышленности. Применение многогранных неперетачиваемых быстросменных пластин из твердых сплавов при механической обработке материалов позволяет в несколько раз повысить производительность процесса за счет увеличения скоростей резания. Высокие режущие свойства твердого сплава обусловлены наличием в нём вольфрама. Однако обратной стороной высоких характеристик твердосплавного инструмента является дороговизна его составляющих, в частности того же вольфрама. Кроме того, недостатком твердых сплавов является их неудовлетворительная прочность и ударная вязкость в сравнении с быстрорежущими сталями [1].

Дальнейшее повышение скоростей резания и производительности обработки связано в первую очередь с совершенствованием свойств инструментальных материалов, подразумевающим в том числе и получение границ раздела «кар-