

ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НАПЛАВКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Представляется актуальным вопрос о разработке металлорежущего инструмента с использованием электродных материалов с пониженным содержанием вольфрама, позволяющих получать наплавленный металл с высокими показателями износостойкости. Были созданы материалы в виде наплавочных порошковых проволок в двух технологических вариантах: самозащитная и для наплавки в среде защитного газа.

Составы наплавленного металла всех электродных материалов были подобны сталям типа Р6М5 с дополнительным легированием карбидообразующими элементами: титаном, цирконием, ванадием и хромом. Всего изготовлено четыре состава наплавочных порошковых проволок: 80Р6М5Х3ФЦ (№ 1), 90Р6М5Х3ФЦ (№ 2), 100Р6М5Х3ФЦ (№ 3) и 110Р7М5Х4Ф2Т (№ 4). Наплавка производилась проволокой состава № 3 без газовой защиты (открытой дугой), составов № 1 и 4 – в углекислом газе, состава № 2 – в аргоне. Изучалась микроструктура наплавленного металла и твердость после наплавки, после наплавки и отжига, после наплавки, отжига и закалки, после наплавки, отжига, закалки и трехкратного отпуска. Отжиг для снятия напряжений после наплавки проводился по следующему режиму: 650 °С /4 ч + 870 °С/6 ч → 750 °С/6 ч, охлаждение в печи до 400 °С с последующим охлаждением на воздухе. Закалка с двухступенчатым прогревом по 15 мин при 650 и 800 °С, от 1220 °С в струе сжатого воздуха до 400 °С, выдержка при этой температуре в селитровой ванне 30 мин, последующее охлаждение на воздухе. Трехкратный отпуск при 560 °С/1 ч проводился с целью снижения количества остаточного аустенита. Оценивались также сварочно-технологические свойства – наличие трещин, пор, сколов. Для сравнения эксплуатационных свойств изготовленного методом наплавки инструмента использовали образцы-эталон из стандартной кованой стали типа Р6М5.

Установлено, что непосредственно после наплавки твердость образцов сильно отличалась для разных составов (табл. 1) (представлены усредненные данные семи замеров после каждой операции).

Влияние числа циклов «нагрев – охлаждение» на твердость изучалось на наплавленных образцах, подвергнутых полной обработке:

отжиг, закалка, отпуск. Каждый образец нагревался в ходе термоциклирования до 625 °С десятикратно. Твердость измерялась после каждого нагрева. Испытания показали, что твердость образцов снижалась с разной степенью интенсивности: в образцах состава № 1 твердость изменялась от 64 в исходном состоянии до 62 после десятого цикла «нагрев – охлаждение»; № 2 – от 64 до 59; № 3 – от 62,5 до 60; № 4 – от 62 до 58; в кованых образцах из стали типа Р6М5 – от 62 до 52 HRC.

Анализ микроструктуры показал, что наиболее однородную и дисперсную структуру имели сплавы, содержащие цирконий. Образцы, наплавленные в среде аргона, отличались более равномерным распределением карбидов. В случае наплавки открытой дугой в структуре наблюдались более массивные и грубые выделения карбидов по границам зерен. Верхние слои наплавленного металла, начиная с третьего, в случае наплавки без защиты содержали микротрещины.

Таким образом, в результате анализа полученных результатов, на данном этапе лучшим по красностойкости, т. е. способности сохранять свою структуру и твердость при многократных нагревах инструмента в процессе эксплуатации и при перезаточке, оказался состав № 1.

Долговечность наплавленного инструмента определяли путем безударного точения исследуемым образцом заготовки из закаленной стали 0ХНЗМФА с твердостью около 45 HRC. В качестве эталона были взяты резцы из стали У9 с твердостью 63 HRCэ. Наиболее долговечным из исследованных наплавленных образцов оказался состав № 1, показавший относительную по сравнению со сталью У9 износостойкость $K = 9,4$. Коэффициент износостойкости K наплавленного инструмента определялся как отношение времени точения до его полного истирания данным инструментом заготовки ко времени точения той же заготовки стандартным инструментом из стали У9. Для сравнения, резцы с напайкой из кованой стали типа Р6М5 имели относительную износостойкость $K = 10,2$.

Таблица 1

Твердость наплавленного металла после полной термообработки и термоциклирования

№ обр.	Твердость после наплавки, HRC $\pm 0,5$	Твердость после термообработки, HRC $\pm 0,5$	Твердость после числа термоциклов, HRC $\pm 0,5$				
			2	4	6	8	10
1	61	64	64	63	62,5	62	62
2	60	64	62,5	62	61	60	59
3	61	62,5	62	61,5	61	60	60
4	58	62	61,5	61,5	61,5	59	58
Р6М5	–	62	60	58	56	53	52

Была изготовлена опытная партия концевых фрез с использованием проволоки состава № 1 в качестве наплавочного материала. На заготовках из стали 35Х предварительно протачивались спиральные канавки, которые впоследствии заполнялись наплавленным металлом. Наплавка осуществлялась порошковой проволокой диаметром 2,0 мм после предварительного подогрева заготовки до 290 °С. Наплавленный инструмент подвергали отжигу по указанному выше режиму для снижения уровня внутренних напряжений в околошовных зонах и обеспечения возможности проведения механической обработки заготовки. После центровки, резки и точения готовый инструмент подвергали термообработке по схеме: закалка – отпуск, с целью придания ему необходимых служебных свойств. Полученный с применением наплавочных порошковых проволок режущий инструмент типа торцевой цилиндрической фрезы, обладает теми же свойствами, что и изготовленный из цельных заготовок инструментальной стали.

Выводы

1. Разработана наплавочная проволока типа 80P6M5X3ФЦ для наплавки в среде аргона режущих поверхностей инструмента; установлены параметры режимов наплавки и термообработки.

2. Металл, наплавленный данной проволокой, имеет исходную твердость 61HRC, а после термообработки 64HRC. Наплавленный металл обладает высокой износостойкостью и красностойкостью.

3. Инструмент, изготовленный по указанной технологии, имеет долговечность более, чем в 9 раз превышающую этот показатель для инструмента из стали У9.