

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАПЛАВЛЕННЫХ МАРТЕНСИТНОСТАРЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Богущий В.Б.

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Ключевые слова: мартенситностареющая сталь, наплавка, технологические приемы, штамповая оснастка.

Аннотация. Показано, что для повышения износостойкости инструмента, работающего в контакте с горячим металлом, могут быть применены наплавка экономнолегированными мартенситностареющими сталями. Приведены результаты экспериментов по определению влияния отдельных технологических приемов при наплавке на исходную твердость и эффект старения сплава Н8Г5СМТЮ. Отмечается, что значения твердости наплавленного слоя не зависят от способа и температурного цикла процесса наплавки.

RESEARCH OF PROPERTIES OF FLOATED MARTENSITIC-AGING STEELS

Bogutskiy V.B.

Sevastopol state university, Sevastopol

Keywords: martensitic aging steels, surfacing, technological techniques, tooling for stamping.

Abstract. It is shown that surfacing with economically alloyed martensite-aging steels can be applied to increase the wear resistance of the tool working in contact with hot metal. The results of experiments to determine the effect of certain technological techniques during surfacing on the initial hardness and aging effect of the alloy Н8Г5СМТЮ are presented. It is noted that the values of the hardness of the deposited layer do not depend on the method and temperature cycle of the surfacing process.

Для износостойкой наплавки инструмента, работающего в контакте с горячим металлом, с успехом могут быть применены мартенситностареющие стали. Применение этих сталей в качестве наплавленного металла имеет следующие преимущества: сравнительно невысокая исходная твердость позволяет производить обработку наплавленных поверхностей резанием, что особенно важно для инструмента сложной формы; простота термической обработки.

Как известно, упрочнение мартенситностареющих сталей происходит по нескольким механизмам: образование твердого раствора замещения, сдвигового механизма альфа-гамма превращения и распада пересыщенного твердого раствора (мартенсита), сопровождающегося образованием сегрегаций и (или) дисперсных частиц интерметаллидных фаз [1, 4]. Для получения наивысших значений прочности и твердости обычно используют высоконикелевую сталь, легированную большим количеством молибдена и кобальта. Например, стали, содержащие около 15 % Со и 10 % Мо, имеют твердость порядка 60HRC. Для наплавки под слоем флюса таких сталей как Н8М11К10СТ, Н12М8К8С2Т и подобных, разработано несколько марок порошковой проволоки [2, 3], но их высокая стоимость ограничивает возможности широкого применения для

упрочнения деталей оборудования и штампового инструмента. Следует также учесть, что высокая степень легирования высокопрочных мартенситностареющих сталей (свыше 30...35 %) практически не позволяет изготовить порошковую проволоку для наплавки таких сталей, особенно самозащитную, а тем более малого диаметра.

В связи с изложенным, заслуживает внимания применение так называемых экономнолегированных мартенситностареющих сталей [2]. К ним относится группа конструкционных и инструментальных сталей, которые могут использоваться для изготовления и ремонта штамповой оснастки. Эти стали должны обладать высокой жаропрочностью, теплостойкостью и термостойкостью и, соответственно, в своем составе должны иметь такие легирующие элементы как Ni, Mo, Ti, и др., обеспечивающие повышенную жаропрочность и достаточную теплостойкость.

Необходимо отметить, что при решении подобных задач, в сталях такого класса для снижения температуры точки начала мартенситного превращения и последующего упрочнения мартенсита после закалки рекомендуется использовать углерод (0,06...0,10%), например, в виде углеродсодержащих ферросплавов как компонента порошковых наплавочных проволок [3, 4].

Для выбора оптимального состава наплавленного металла осуществлялась наплавка проволокой 2,0 мм, которая проводилась на режиме: $I_n=240...260$ А; $U_d=24...25$ В. При наплавке на массивный образец выяснилось, что в безникелевом металле и в металле с 2%Ni образуются мелкие трещины. При наплавке остальных вариантов металла каких-либо дефектов не выявлено.

При выборе оптимального состава наплавленного металла исходили из следующего: твёрдость металла после наплавки не должна превышать 28...32HRC, а после старения должна быть в пределах 48...52 HRC. По нашему мнению этим требованиям в значительной степени соответствует никельмарганцевый сплав, дополнительно легированный кремнием. По степени легирования он более экономичен, чем мартенситностареющие стали, содержащие 12...18% Ni и по несколько процентов молибдена, кобальта, вольфрама и др. элементов. Предпочтение следует отдать металлу Н8Г5СМТЮ твердость которого (28...32 HRC) позволяет после наплавки проводить обработку резанием.

Оптимальным режимом старения наплавленного металла Н8Г5СМТЮ следует считать нагрев до 480...500⁰С, выдержка 3 ч. Результаты испытаний теплостойкости металла Н8Г5СМТЮ приведены на рис. 1, а.

На основании экспериментов по определению влияния отдельных технологических приемов при наплавке на исходную твёрдость металла Н8Г5СМТЮ и эффект старения установлено, что предварительный подогрев (200...400⁰С) наплаваемой детали не оказывает влияния как на твёрдость наплавленного слоя после его охлаждения так и на его твёрдость после старения. Не оказывает влияния на твёрдость металла Н8Г5СМТЮ и способ их охлаждения – замедленное или на открытом воздухе, а также способ наплавки (открытая дуга или под флюсом). Отмечен незначительный рост твердости наплавленного металла после охлаждения (2...3 единицы по Роквеллу) при наплавке с

остыванием (до 200 °С) каждого предшествующего наплавленного слоя. При этом твёрдость после старения остается на прежнем уровне.

Результаты металлографических исследований показывают, что структура наплавленного металла марки Н8Г5СМТЮ состоит из аустенита, феррита и небольших количеств мартенсита (рис. 1, б). После отпуска, при температуре 480 °С в течении 3 часов, структура наплавленного металла представляет собой мелорельефный пластинчатый мартенсит (рис. 1, в).

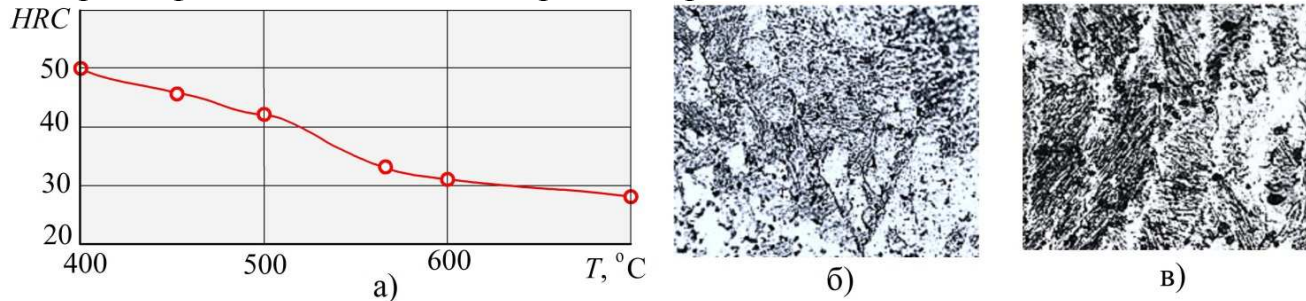


Рис. 1. Результаты исследований наплавленного металла Н8Г5СМТЮ:

(а) – теплостойкость металла; (б, в) – структура металла, после наплавки (×320) и старения при температуре 480 °С в течении 3 часов (×500)

Выполненные исследования эффекта старения наплавленных мартенситностареющих сталей с различными системами легирования позволили выбрать оптимальный состав – сталь типа Н8Г5СМТЮ. Причем, эти значения твёрдости не зависят от способа и температурного цикла наплавки. Экономнолегированный наплавленный металл обладает хорошими эксплуатационными свойствами, что позволяет применять его для восстановления и упрочнения формообразующих поверхностей штампового инструмента.

Список литературы

1. Перкас М.Д. Кардомский В.М. Высокопрочные мартенситностареющие стали. – М.: Металлургия, 1971. – 224 с.
2. Бармин Л.Н., Королев Н.В., Пряхин А.В. Свойства мартенситностареющих сплавов для наплавки инструмента горячего и холодного деформирования металла // Теоретические и технологические основы наплавки. – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона, 1979. – С. 57-61.
3. Jhavar S., Paul C.P., Jain N.K. Causes of Failure and Repairing Options for Dies and Molds: A Review // Engineering Failure Analysis. Vol. 34, 2013. P. 519-535.
4. Heat Treatment: Metallurgy and Technologies. Handbook by George E. Totten. CRC Press, 2006. – 832 p.

Сведения об авторе:

Богуцкий Владимир Борисович – к.т.н., СевГУ, г. Севастополь.