

Установлено, что для образцов с классами прочности вплоть до 8.8 снижение указанных характеристик не выходят за пределы допустимых значений оговоренных соответствующей нормативно-технической документацией. Однако при обработке деталей с различными габаритами и массой возможно изменение допустимого значения класса прочности изделия, подходящего для обработки способом термодиффузионного цинкования, что связано с изменением температурно-временных параметров процесса. В частности, увеличение времени выдержки предварительно упрочненного изделия способом закалки и последующего отпуска, может привести к активации диффузионных процессов и структурным изменениям в стали. Так, например, для высокопрочного крепежа с классами прочности 9.8-10.6 имеющего структуру сорбита отпуска нагрев и выдержка свыше 650 °С приводит к распаду “игольчатой” структуры цементитных пластин и формированию мелких равновесных зерен. Дальнейшее повышение температуры приводит к процессам возврата и рекристаллизации, что является причиной снижения прочности металла [4].

Не смотря на то, что в отличие от классических способов нанесения защитных покрытий на основе цинка для термодиффузионного цинкования возможно разупрочнение изделий прошедших предварительную термическую обработку, рациональный подход к выбору температурных режимов, а так же учет класса прочности обрабатываемого изделия позволит выгодно применять данный способ в качестве антикоррозионной защиты. Для ряда деталей эффективным решением является совмещение среднего отпуска с процессом нанесения защитного покрытия, что позволяет повысить срок службы изделий с существенным снижением затрат на антикоррозионную обработку. Не смотря на то, что с увеличением класса прочности высокопрочных болтов при нанесении цинкового диффузионного покрытия разупрочнение возрастает, данным способом можно обрабатывать изделия с классами прочности до 8.8.

Список литературы

1. Е.В. Проскуркин, Н.С. Горбунов, Диффузионные цинковые покрытия, Москва, Металлургия 1972, 248с.
2. Константинов В.М., Булойчик И.А. Гегеня Д.В. Анализ перспективных технологий цинкования в условиях современного производства, Сборник материалов международной научно-практической конференции “Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении”, 11.04.2012.
3. Гольдштейн М.И. Грачев С.В. Векслер Ю.Г., Специальные стали. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1985, 408 С.
4. А.П. Гуляев, Металловедение. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1986, 544 С.

ТЕХНОЛОГИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТА БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ситкевич М.В.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь, sitkevich_v@mail.ru*

На предприятиях машиностроительного профиля Республики Беларусь используются десятки видов инструмента и техоснастки, изготавливаемых из дорогостоящих легированных инструментальных сталей типа P18, P6M5, P6M5K5, P12, P9, P6M3, P3M3, X12M, X12Ф1, 4X5MФС, 5X3B3MФС, 7X3, 5XHM и др. В большинстве случаев преимущественной причиной выхода из строя деталей, производящихся из

данных сталей, является преждевременное изнашивание, замедлить которое можно используя химико-термическую обработку (ХТО).

Наиболее сильно повышается износостойкость рабочих поверхностей деталей после процессов борирования, хромирования, боросилицирования, борохромирования в результате осуществления которых в поверхностных слоях формируются сверхтвердые бориды железа, карбиды хрома. Данные процессы проводятся при температурах 900-1100°C. Однако, использование указанных высокотемпературных методов ХТО требует для повышения свойств сердцевины изделий последующей их закалки, что неизбежно вызывает изменения размеров, а следовательно приводит к необходимости окончательной механической обработки рабочих поверхностей. Это частично или полностью устраняет эффект от формирующихся при ХТО износостойких диффузионных покрытий и кроме того затрудняет, а иногда делает и невозможной механическую доводку.

В связи с указанными недостатками высокотемпературных процессов ХТО заслуживают внимание процессы ХТО, осуществляемые при температурах, которые не превышают температуры общепринятого для большинства деталей из высоколегированных инструментальных сталей отпуска. В этом случае низкотемпературной химико-термической обработке подвергаются изготовленные в окончательный размер детали, включая шлифовку и даже полировку. В результате такой ХТО размеры и чистота поверхности не изменяются, а твердость и износостойкость существенно возрастают. Кроме того, так как температура ХТО не превышает температуры отпуска, сохраняются структура и свойства сердцевины изделия.

Известные процессы низкотемпературной ХТО (газовые азотирование и нитроцементация, жидкостные цианирование и карбонитрация) требуют использования специального оборудования, отдельных площадей и помещений, квалифицированного обслуживающего персонала. Выпускаемое для этих процессов оборудование предназначено для ХТО сравнительно больших партий (более тысячи штук) мелкогабаритных деталей. В тоже время упрочнять многие виды инструмента, изготавливаемого в небольших количествах (десятки, сотни штук), представляется нецелесообразным, так как это связано с большим перерасходом энергозатрат и насыщающих материалов при недозагрузках оборудования.

В связи со сказанным, особого внимания заслуживают разработанные на кафедре "Материаловедение в машиностроении" Белорусского национального технического университета технологические процессы низкотемпературного многокомпонентного диффузионного упрочнения бором, азотом, углеродом (карбозазотирование, бороазотирование, борокарбозазотирование) в порошковых смесях и обмазках, не требующие применения специального оборудования.

Объектами для упрочнения являются детали инструмента и технологической оснастки, изготавливаемые, как правило, из дорогостоящих легированных сталей: деформирующая оснастка (детали штампов для горячей и холодной обработки материалов давлением, фильеры, волокна и др.), быстрорежущий инструмент (сверла, развертки, фрезы, метчики, резцы, зенкеры, прошивки и др.), металлоформы для литья или прессования различных материалов. Возможно упрочнение определенных видов быстроизнашивающихся деталей из углеродистых сталей и чугунов, а также замена дорогостоящих высоколегированных сталей на низколегированные, прошедшие ХТО. Диффузионному упрочнению подвергаются готовые, изготовленные в окончательный размер изделия, прошедшие полный цикл общепринятой термической обработки (закалка, отпуск).

При упрочнении мелкогабаритных деталей (сверла, метчики, зенкеры, развертки, фрезы, пуансоны, матрицы и др.) их помещают в любую емкость, засыпают диффузионноактивной смесью и выдерживают в печи при 460-600°C 0,5-3 часа (в зависимости от вида деталей и марки стали (рис.1).

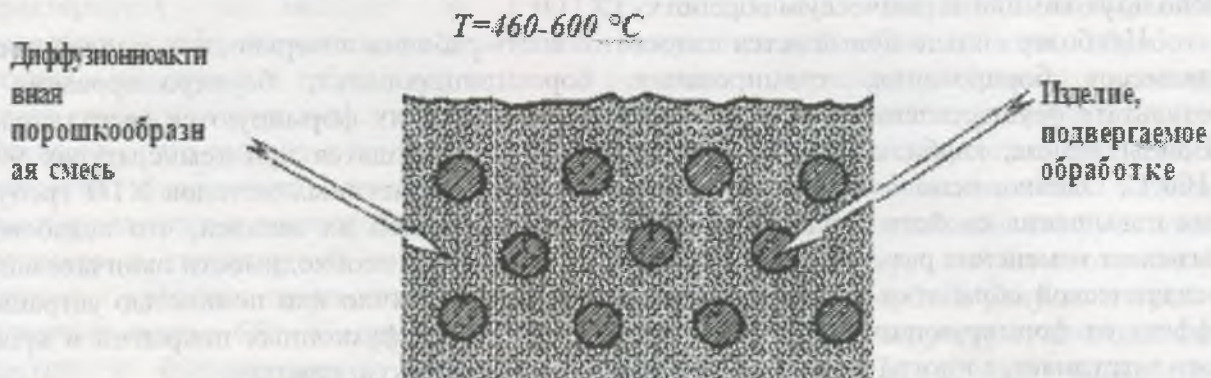


Рисунок 1 –Схема упрочнения мелкогабаритных деталей с использованием диффузионноактивных порошковых смесей.

При этом для инструмента из быстрорежущих сталей (Р6М5, Р9, Р18, Р6М3 и др.), традиционной термической обработкой которого являются закалка и последующие три отпуска при температуре 560°C , в ряде случаев возможно 3-й отпуск совмещать с диффузионным упрочнением. Весьма эффективно предлагаемое низкотемпературное упрочнение и для ранее оксидированного режущего инструмента.

Упрочнение крупногабаритного инструмента осуществляется с помощью диффузионноактивных обмазок. Обмазка наносится тонким слоем на рабочую поверхность после чего изделия выдерживают при температурах отпуска легированных сталей $500-600^{\circ}\text{C}$ несколько часов в камерной печи с воздушной атмосферой. Возможно также совмещение упрочнения в обмазках с нагревом изделий под закалку при температурах $850-1000^{\circ}\text{C}$

После упрочняющей обработки шероховатость поверхности не изменяется, а твердость, износостойкость и другие свойства резко увеличиваются, что обеспечивает существенное повышение долговечности изделий. При этом следует отметить, что по твердости и износостойкости формирующиеся борокарбозотированные слои на 10-15% превосходят азотированные, а их хрупкость существенно ниже. Специализированного оборудования не требуется, используются традиционные камерные печи с воздушной атмосферой, применяемые при обычной термообработке. Указанные преимущества достигаются за счет применения новых видов диффузионноактивных порошковых смесей и обмазок, которые в отличие от известных обеспечивают эффективное диффузионное упрочнение в диапазоне температур $460-600^{\circ}\text{C}$ в окислительной печной среде.

В связи с тем, что предлагаемые технологии повышения долговечности можно совмещать с традиционными процессами термической обработки инструмента и технологической оснастки, предприятие избавляется от приобретения дополнительного специализированного оборудования, выделения отдельных производственных площадей, что в свою очередь обеспечивает высокую рентабельность, малую энергоемкость, высокую эффективность процессов упрочнения.

Диффузионноупрочненные по предложенной технологии детали инструмента и оснастки испытаны на ряде предприятий - Минский завод специального инструмента и технологической оснастки, Минский тракторный завод, Минский мотовелозавод, Минский подшипниковый завод, Столбцовский филиал Минского моторного завода, Барановический автоагрегатный завод, Минский автомобильный завод, Минский завод "Ударник" и др., где установлено повышение стойкости в 2-10 раз в зависимости от вида деталей.

Приведем некоторые конкретные данные производственных испытаний различных видов инструмента и технологической оснастки.

На Минском тракторном заводе диффузионноупрочненные по предложенной

технологии долбяки, метчики, сверла, развертки, зенкеры, некоторые виды штампов обеспечивают более чем в 2 раза высокую стойкость по сравнению с инструментом без ХТО. После ХТО фильеры для протягивания металлопроката круглого сечения и шестигранника сечением 50 мм показывают увеличение стойкости не менее чем в 3 раза.

На Барановическом автоагрегатном заводе диффузионноупрочненные матрицы и пуансоны из сталей X12M, X12Ф1 для холодного выдавливания деталей обеспечили повышение стойкости в 8-10 раз, а формы для литья под давлением алюминиевых сплавов более чем в 2 раза по сравнению с аналогичной оснасткой, не подвергнутой ХТО.

На Минском мотовелозаводе после диффузионного упрочнения фрезы диаметром 26 мм при обработке отливок из стали X23H18T обеспечивали повышение стойкости в 6-8 раз; сверла диаметром 5,1 мм для глубокого сверления деталей из стали 12ХНЗА в 2-2,2 раза; комбинированные сверла при сверлении тормозных колодок в 10-12 раз.

Таким образом, данные производственной эксплуатации показывают, что стойкость различных видов инструмента и оснастки, подвергнутых новому методу химико-термической обработки в порошковых смесях и обмазках значительно выше, чем у аналогичных изделий без специальных покрытий.

ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧЕСКОГО НАГРЕВА НА РОСТ ДИФФУЗИОННОГО СЛОЯ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Константинов В.М., Ткаченко Г.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: v_m_Konst@mail.ru

Химико-термическая обработка (ХТО) является наиболее распространенным способом повышения твердости и износостойкости поверхности стальных изделий из конструкционных сталей. Существенными технологическими недостатками любого вида ХТО являются энерго- и ресурсоемкость, длительное время обработки стального изделия. Структура углеродистой низколегированной стали после длительной выдержки при высоких температурах крупнозернистая и требует дополнительных операций для измельчения зерна. Термоциклическая обработка на стадии ХТО может значительно сократить время выдержки и позволит сформировать мелкую структуру материала.

Образование диффузионных слоев при циклической электро-химико-термической обработке (ЭХТО) с индукционным нагревом изучали на процессе высокотемпературной цементации из паст на образцах из стали 20. В силу специфики процессов, происходящих в условиях непрерывного изменения температуры, в стали происходит изменение кинетики и механизмов структурообразования. В наших исследованиях удалось установить факт ускорения диффузии углерода в процессе высокотемпературной цементации из паст. В ходе циклического нагрева, заключающегося в перегреве образцов стали 20 на 200 °С выше точки A_3 и охлаждении до температуры ниже точки A_1 на 100 °С, происходила интенсификация диффузионных процессов, увеличивалась дисперсность слоя и основного металла, а также наблюдалось равномерное распределение микротвердости по толщине слоя. Было установлено, что за один цикл, равный 2 минутам, толщина высокоуглеродистого слоя составила 280 мкм, за четыре цикла продолжительностью по 30 секунд – толщина слоя 340 мкм. С увеличением интенсивности теплосмен (до 8) и уменьшением времени изотермической выдержки в аустенитной области при каждом цикле (выдержка 15 секунд) кинетика насыщения приближается к стационарному режиму (30 мкм за 15 секунд). Замедление процесса связано с недостаточным временем пребывания в аустенитной области в момент диффузии (рис. 1).