

Повышение стойкости инструмента и технологической оснастки за счет низкотемпературной химико-термической обработки без использования спецоборудования

Ситкевич М.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

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, 5X3В3МФС, 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 (карбоазотирование, бороазотирование, борокарбоазотирование) 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, волокни 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).

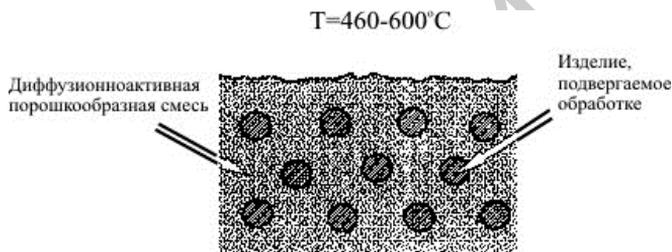


Рис.1.Схема упрочнения мелкогабаритных деталей с использованием диффузионноактивных порошковых смесей.

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 окисленного 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°C

несколько часов в камерной печи с воздушной атмосферой. Возможно также совмещение упрочнения в обмазках с нагревом изделий под закалку при температурах 850-1000 °С (рис.2).

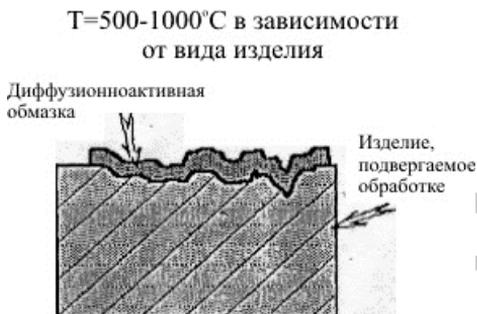


Рис.2.Схема упрочнения крупногабаритных изделий с использованием диффузионноактивных обмазок.

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 °С 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 рента-

бельность, 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.

Например, на Минском автозаводе в цехе редукторов механосборочного производства испытаны сверла $\varnothing 17$ мм при сверлении отверстий в детали "чашка дифференциала" из стали 40X твердостью I56-229 HB автомобиля МАЗ-64221. Обработка осуществлялась при следующих режимах резания: $t = 8,5$ мм; $S = 0,28$ мм/об; $V = 17,8$ м/мин. Одновременно сверлилось 8 отверстий. Сверла работали до тех пор, пока дальнейшую обработку производить было невозможно (поломка, выкрашивание ленточек, критический износ, большой заусенец на выходе сверла из отверстия). Сверлами, прошедшими ХТО, обрабатывалось 250 - 300 деталей каждым, серийными сверлами, не имеющими диффузионных покрытий, обрабатывалось 120 - 150 деталей. В этом же цехе испытаны развертки при обработке отверстий $\varnothing 15$ мм в детали "шестерня ведомая" из стали 20ХНЗА твердостью 156 - 229 HB. Развертывание проводили при следующих режимах: $t = 0,2$ мм; $S = 0,65$ мм/об; $V = 4$ м/мин. Одновременно обрабатывалось 4 отверстия. При этом установлено, что при работе диффузионноупрочненными развертками выход размера развернутого отверстия за пределы допуска происходил после обработки 300-330 деталей. Серийными развертками, которые не имели диффузионных покрытий, обрабатывалось 120-150 деталей. В цехе нормалей механосборочного производства испытаны метчики 1/8". Резьба нарезалась в

детали “переходник” (сталь 35). Испытания показали, что стойкость метчиков, прошедших новую химико-термическую обработку, повышается в 7-10 раз по сравнению с серийными метчиками, не имеющими диффузионных покрытий. В цехе мелких штампов испытаны пуансоны штампов холодной высадки муфты. В серийном варианте их изготавливают из стали Р6М5 с последующей термообработкой по общепринятым режимам и нанесением покрытий на основе нитрида титана. Испытания показали, что стойкость боркарбозотированных пуансонов - 70 тыс.деталей, стойкость серийных пуансонов с покрытием на основе нитрида титана - 5-10 тыс.деталей.

На Минском мотовелозаводе после диффузионного упрочнения фрезы диаметром 26 мм при обработке отливок из стали Х23Н18Т обеспечивают повышение стойкости в 6-8 раз; сверла диаметром 5,1 мм для глубокого сверления деталей из стали 12ХН3А в 2-2,2 раза; комбинированные сверла при сверлении тормозных колодок в 10-12 раз.

На Минском тракторном заводе диффузионноупрочненные по предложенной технологии запрессовочные, распрессовочные и осадочные штамповые вставки, применяемые при сборке шарнирных соединений, обеспечивают более чем в 3 раза высокую стойкость по сравнению со штампами без ХТО. После ХТО фильеры для протягивания металлопроката круглого сечения и шестигранника сечением 50 мм также показывают увеличение стойкости не менее чем в 3 раза.

На Барановичском автоагрегатном заводе диффузионноупрочненные матрицы и пуансоны из сталей Х12М, Х12Ф1 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.

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