

**ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОРОШКОВОГО
БОРОКАРБОНИТРИРОВАНИЯ НА СТОЙКОСТЬ
МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА,
ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕГОСЯ
В УСЛОВИЯХ ОАО «ЗЕНИТ БЕЛ-ОМО»**

С целью повышения долговечности инструментальной оснастки в условиях инструментального производства ОАО «Зенит Бел-ОМО» (г. Сморгонь) проведены работы по применению процессов комплексного диффузионного упрочнения с использованием порошковых смесей, включающих наряду с азотонасыщающими компонентами и борокарбосодержащие добавки.

В базовом варианте металлорежущий инструмент преимущественно изготавливают из высоколегированной стали Р6М5, а в некоторых случаях используют более дорогостоящую сталь Р18. Инструмент из сталей Р6М5 и Р18 подвергают закалке с температур 1220 и 1280 °С соответственно с последующим трехкратным отпуском при температуре 560 °С.

В данной работе рассматривается возможность применения низкотемпературного борокарбонитрирования различных видов металлообрабатывающего инструмента в сочетании с заменой дорогостоящих высоколегированных сталей Р18 и Р6М5 на относительно экономно легированную сталь 11Р3М3Ф2.

Результаты исследований по влиянию времени выдержки при ХТО на толщину диффузионных слоев на сталях Р6М5, Р18, 11Р3М3Ф2 представлены на рисунке 1. За толщину диффузионных слоев принимали зону повышенной микротвердости, измеренной с использованием прибора ПМТ-3.

Как показывает практика, при использовании режущего инструмента (метчики, фрезы и др.), изготавливаемого из быстрорежущих сталей типа Р6М5, оптимальная толщина диффузионного слоя составляет 30–50 мкм. Диффузионный слой такой толщины достигается при температурах 540–560 °С за 60–80 мин.

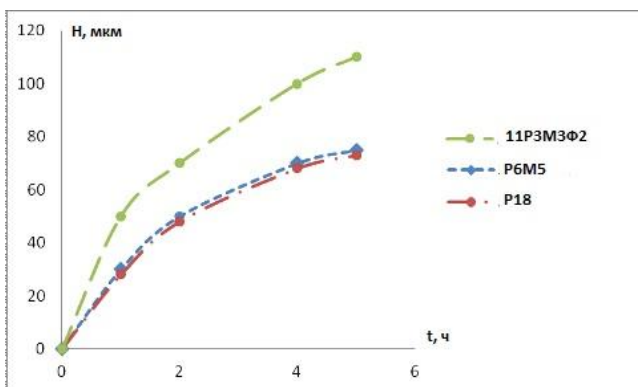


Рисунок 1 – Влияние времени борокарбонитрирования на толщину диффузионных слоев на сталях P18, P6M5 и 11P3M3Ф2 при температуре ХТО 550 °С

Установлено, что в случае присутствия в составе сталей таких легирующих элементов как хром, вольфрам, ванадий, молибден и др. наряду с борокарбонитридами железа в структуре диффузионного слоя появляются и борокарбонитриды указанных элементов. Их микротвердость существенно превышает твердость борокарбонитридов железа, что приводит к повышению микротвердости всего диффузионного слоя. Причем, чем больше легирующих элементов в стали, тем выше твердость.

В структуре борокарбонитрированных слоев наблюдается вблизи поверхности исследуемых сталей наличие светлой полоски ϵ -фазы (фаза состава $Fe_{2-3}(N, C, V)$ с гексагональной решеткой). Под ней располагается темнотравящаяся зона гетерогенного строения, в которой, наряду со структурными составляющими основного материала, присутствуют включения борокарбонитридов железа и легирующих элементов, концентрация которых плавно уменьшается по мере удаления от поверхности, что обеспечивает прочное их сцепление с металлической основой и предотвращает скалывание даже при относительно высоких динамических нагрузках.

Результаты исследований микротвердости образцов различных быстрорежущих сталей после термической обработки и борокарбонитрирования при 550 °С представлены на рисунке 2.

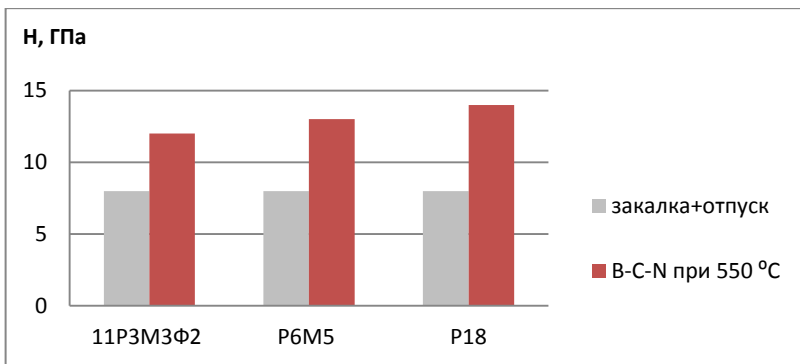


Рисунок 2 – Влияние борокарбонитрирования на микротвердость поверхностных слоев диффузионноупрочненных сталей

Проведенные дюраметрические исследования показали, что на образцах из стали P6M5 микротвердость вблизи рабочих поверхностей в результате борокарбонитрирования составляет 13,7 ГПа. В случае использования стали 11P3M3F2 микротвердость поверхностных слоев находится на уровне 12 ГПа. Микротвердость поверхностных слоев после борокарбонитрирования стали P18 составляет 14 ГПа. В то же время без химико-термической обработки после закалки и отпуска микротвердость сталей не превышает 8,5 ГПа.

Как показали контрольные замеры инструмента до и после упрочнения в диффузионно-активных смесях, изменение размеров составляет до 0,01 мм, что входит в допуски при изготовлении инструмента.

Процессу порошкового борокарбонитрирования подвергали отдельные позиции полностью термообработанных долбяков, метчиков, фрез. Диффузионное насыщение проводили в стальных контейнерах, в которых засыпанные порошковой смесью упрочняемые детали выдерживались при температурах 540–560 °C в течение 1 ч после прогрева контейнера. Сравнительные испытания проводились в производственных условиях и оценивались по количеству обрабатываемых деталей и отверстий.

Испытания зубодолбежного инструмента (долбяк хвостовой) проводились в производственных условиях ОАО «Зенит Бел-ОМО» при изготовлении детали «винт» из нормализованной заготовки (сталь 45) с твердостью 229–235 НВ (рисунок 3).



Рисунок 3 – Долбяк хвостовой для изготовления детали «винт»

Нарезание зубьев заготовки производится методом обкатки, одним из элементов которой является инструмент, а другим заготовка. Рабочий цикл состоит из следующих движений:

- 1) движение резания или главное движение – перемещение инструмента вниз вдоль вертикальной оси;
- 2) отвод на небольшое расстояние во избежание трения задней поверхности инструмента об обработанную поверхность;
- 3) холостое движение вверх;
- 4) поворот инструмента относительно заготовки.

Таким образом, рабочий цикл состоит из возвратно-поступательного движения и вращения относительно собственной оси. Долбяк совершает круговую подачу, размер которой определяет толщину снятого слоя металла за один проход, радиальную подачу при врезании в заготовку. Профиль нарезаемого зуба представляет собой огибающую позиций режущих кромок долбяка.

По технологическому процессу за смену предусмотрено изготовление 300 шт. деталей «винт». Без использования ХТО инструмент до выхода из строя может изготовить 1200 шт. деталей, после чего происходит изнашивание режущей кромки и сколы. После проведения низкотемпературного процесса ХТО за счет повышения твердости режущей кромки стало возможным увеличить скорость обработки детали, что привело к увеличению производительности до 500 шт. деталей за смену. Установлено, что в этом случае диф-

фузионноупрочненный инструмент из исследованных быстрорежущих сталей до выхода из строя инструмент может изготовить не менее 2400 шт. деталей (таблица 1).

Таблица 1 – Производительность режущего инструмента на участке изготовления деталей

Исследуемый инструмент	Изготовление деталей инструментом без ХТО		Изготовление деталей инструментом после ХТО	
	Кол-во деталей за смену, шт.	Кол-во деталей до износа, шт.	Кол-во деталей за смену, шт.	Кол-во деталей до износа, шт.
Долбяк 1	300	1200	500	2405
Долбяк 2	300	1210	500	2400
Долбяк 3	300	1205	500	2405

Испытания проводились также на инструменте типа метчик, фреза. Так как основной причиной выбраковки данного инструмента является истирание по задней и передней поверхностям, применение новых видов диффузионноактивных смесей также позволило повысить срок эксплуатации инструмента (рисунок 4).

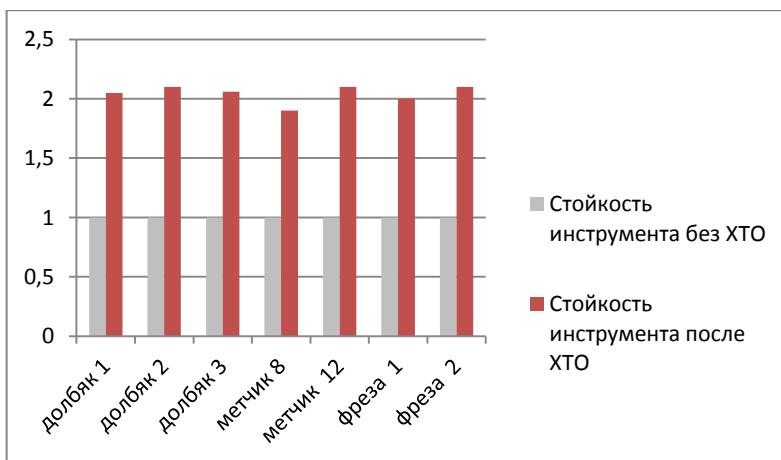


Рисунок 4 – Сравнительная стойкость инструмента без ХТО и после ХТО (вертикальная ось – коэффициент повышения стойкости)

Карбоборонитрированная поверхность инструмента, обладающая пониженным коэффициентом трения, обеспечивает более легкий отвод стружки, а также предотвращает ее налипание на режущие кромки и образование лунок износа, что дает возможность увеличить подачу и скорость резания, при этом обеспечивается двукратное увеличение стойкости. Для инструмента из быстрорежущих сталей, традиционной термической обработкой которого являются закалка и последующие три отпуска при температуре 560 °С, 3-й отпуск возможно совмещать с диффузионным упрочнением.

На основании данных, полученных в ходе производственных испытаний, следует, что в результате упрочнения инструмента из быстрорежущих сталей диффузионноактивными смесями улучшаются режущие свойства, что обеспечивает повышение производительности изготовления деталей и увеличение стойкость инструмента в 1,9–2,2 раза.

УДК 661.863/.868

Н.В. ЗЫК, канд. хим. наук,
А.Г. СЛУЦКИЙ, канд. техн. наук,
И.Л. КУЛИНИЧ,
В.О. ШУНКЕВИЧ (БНТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАТА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКЕ ФОСФОГИПСА

На основании проведенных исследований предложен метод синтеза соединений (редкоземельных элементов) РЗЭ при кислотной обработке фосфогипса, который положен в основу принципиальной схемы получения концентрата РЗЭ из фосфогипса. Схема состоит из ряда технологических операций, широко используемых в химической промышленности и при производстве соединений РЗЭ (рисунок 1):

– обработка фосфогипса азотной кислотой с фильтрацией раствора РЗЭ и промывкой очищенного фосфогипса от маточного раствора;