

С.А.Довнар, докт. техн. наук,  
Е.И.Сидор, ст.инженер (ФТИ АН БССР)

## ПРОГРЕССИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ФОРМОВОЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПРЕСС-ФОРМ

Формовочные инструменты (матрицы и пуансоны) пресс-форм для получения пластмассовых изделий изготавливают преимущественно из цементируемых материалов марок ст. 10, ст. 20 и 12ХНЗА. Эти инструменты после размерно-чистой обработки рабочих фигур упрочняют путем цементации на глубину 0,8-1,0 мм, закалки и отпуска на твердость HRC 50-54. Затем рабочие поверхности инструментов подвергают электролитическому хромированию с образованием покрытия толщиной 25-30 мкм, обеспечивающему повышение их износостойкости и надежности размыкания пресс-форм без разрушения пластмассовых изделий.

Электролитическому хромовому покрытию свойственны высокие растягивающие напряжения, приводящие к его растрескиванию и локальному отделению от основы [1]. Этот вид разрушения является превалирующим и приводит при эксплуатации пресс-форм к залипанию пластмассовых изделий в формовочном инструменте, что вызывает их повреждение.

В настоящем сообщении приведены результаты промышленного апробирования новой технологии поверхностного упрочнения, при использовании которой обеспечивается повышение износостойкости формовочных инструментов за счет снижения трещинообразования хромового покрытия.

Новая технология отличается от обычной тем, что перед цементацией рабочие поверхности инструмента подвергают электролитическому никелированию и диффузионному отжигу, а затем выполняют цементацию и все последующие операции [2]. Положительный эффект введения в процесс упрочнения электролитического никелирования и диффузионного отжига основан на том, что в процессах отжига и цементации никель диффундирует в основу. Это обеспечивает образование на поверхности основы пленки сплава Fe-Ni. После закалки эта пленка имеет структуру аустенита и, следовательно, является пластичной. Это понижает склонность к растрескиванию хромового покрытия, что способствует повышению эксплуатационного ресурса пресс-форм.

Вместе с тем никелевое покрытие является барьером на пути диффузии углерода из углеродсодержащей среды в приповерхностный слой инструмента. С целью определения зависимости глубины цементованного слоя от толщины никелевого покрытия было проведено следующее исследование.

На образцы из ст. 20, 12ХНЗА ( $\varnothing$  20 х 5 мм), обработанные по 8 классу шероховатости поверхности, наносили согласно ГОСТ 9047—75 электролитические никелевые покрытия толщиной 5—10—30 мкм. Затем образцы помещали в металлический контейнер, засыпали сверху слоем отработанного карбюризатора толщиной 3—4 см с целью защиты от окисления и помещали в электропечь сопротивления для отжига. Температура отжига — 800 и 900°C, время выдержки 10 ч. После этого образцы подвергали цементации в твердом карбюризаторе (ГОСТ 2407—64) при 900—930°C в течение 10 ч.

Опыты показали, что толщина никелевого покрытия оказывает заметное влияние на глубину цементации. Так, для образцов без покрытия и с покрытием 10 и 30 мкм толщины цементованных слоев оказались равными соответственно 0,9—0,8—0,6 мм. Причем отжиг (при 800 и 900°C) практически не изменяет толщину цементованного слоя.

После проведения закалки (с 820°C) и отпуска (180°C, 2 ч) образцы подвергали испытанию на твердость. Данные испытания (табл. 1) полезны в том отношении, что они позволяют осуществить выбор толщины никелевого покрытия и режима отжига из условия достижения после упрочнения нормативной твердости HRC 50—54.

Предлагаемая технология поверхностного упрочнения формовочных инструментов апробирована на Борисовском заводе пластмассовых изделий. В качестве объекта упрочнения БЗПИ пред-

**Таблица 1. Твердость HRC сталей после закалки в зависимости от температуры отжига и толщины никелевого покрытия**

Марка стали	Толщина покрытия	Температура отжига, °C		
		без отжига	800	900
Ст. 20	0	60	61	60
	5	58	57	57
	10	57	55	54
	30	54	52	50
12ХНЗА	0	62	62	60
	5	55	53	48
	10	52	52	47
	30	50	49	46

ложил пресс-форму для получения пластмассовой крышки электровилки. Пресс-форма выходит из строя чаще всего из-за нарушения сплошности покрытия хрома на формообразующих поверхностях комплектовующих ее матриц и пуансонов.

Была изготовлена опытная партия пуансонов из стали 12ХНЗА и матриц из ст. 20 (20 комплектов). На все матрицы и пуансоны наносили никелевое покрытие толщиной 20 мкм в ванне блестящего никелирования. Пять комплектов подвергали отжигу под слоем отработанного карбюризатора при 800°C в течение 8 ч, еще пять - при 900°C в течение 7 ч, а остальные десять комплектов после никелирования не подвергались отжигу.

Затем все матрицы и пуансоны цементировали в твердом карбюризаторе согласно ГОСТ 2407-64 при 900-930°C в течение 10 ч. После закалки и низкого отпуска пуансоны имели твердость HRC 50-54, а матрицы - 50-52.

Вслед за термообработкой инструменты подвергались легкому полированию и электролитическому хромированию до образования покрытия толщиной 25-30 мкм. Упрочненными таким образом инструментами была укомплектована опытная пресс-форма.

Одновременно с ней была изготовлена контрольная пресс-форма, укомплектованная матрицами и пуансонами, полученными согласно действующей на заводе технологии (без никелирования и отжига). Обе пресс-формы были одновременно введены в эксплуатацию. Контрольная пресс-форма отпрессовала 420 тыс. изделий и была снята с прессы из-за залипания пластмассовых изделий в инструментах вследствие нарушения сплошности хромовых покрытий. Опытная пресс-форма до нарушения сплошности хромового покрытия отпрессовала 720 тыс. изделий, т. е. в 1,7 раза больше, чем контрольная.

При изучении характера разрушения покрытия установлено, что на хромовом покрытии пуансона, изготовленном без никелирования и отжига, образуется в процессе работы сетка трещин (плат). Это приводит в процессе течения пластмассы к выкрашиванию отдельных участков покрытия хрома. Разрушение хромового покрытия на пуансоне, упрочненном по новой технологии, происходит путем образования царапин в направлении движения твердых частиц, содержащихся в прессуемой пластмассе. С увеличением времени эксплуатации пресс-формы количество таких царапин возрастает, а образовавшиеся ранее царапины расширяются и углубляются до полного разрушения покрытия.

Производственные испытания показали также, что отжиг никелированного инструмента при 800 или 900°C, осуществляе-

мый перед цементацией, не обеспечивает дополнительного повышения стойкости матриц и пуансонов. При визуальном рассмотрении характера износа покрытий на матрицах и пуансонах выявляется однотипность разрушений в покрытиях как обработанных отжигом, так и без этой обработки.

Поэтому для образования буферного подслоя, повышающего прочность сцепления хромового покрытия с основой на инструментах из ст. 20 и 12ХН3А, достаточно после никелирования термического воздействия, обусловленного цементацией, а отжиг в среде отработанного карбюризатора в цикле поверхностного упрочнения не эффективен.

### Л и т е р а т у р а

1. Кудрявцев Н.Г. Электролитические покрытия металлами. - М.: Химия, 1979. - 351 с. 2. А. с. 779442 (СССР). Способ поверхностного упрочнения пресс-форм / С.А.Довнар, А.М.Григорьев, Е.И.Сидор, И.И.Трусов. - Оубл. в Б. И., 1980, № 42.

УДК 621.785.539

С.А.Исаков, инженер, В.А.Дейнеко,  
инженер, В.П.Пахадня, инженер (БПИ)

### БОРИРОВАНИЕ СТАЛИ ИЗ ПОКРЫТИЙ В СРЕДЕ ВОДОРОДА\*

В [1] отмечают некоторые положительные особенности нового технологического процесса борирования деталей массового производства применительно к текстильной промышленности.

В настоящей работе приводятся результаты лабораторных исследований нового процесса борирования и его практического применения. Сущностью разработанного процесса являются нанесение на обрабатываемую поверхность тонкого слоя (0,1 - 0,5 мм) аморфного бора и отжиг изделия в статической среде водорода. Аморфный бор наносится из водной, спиртовой или другой суспензии (с концентрацией бора 200-400 г на литр растворителя) окунанием, напылением, электрофорезом.

Экспериментально установлено, что при отжиге насыщение происходит через газовую фазу. Водород взаимодействует с бо-

---

\* Работа выполнена под руководством докт.техн.наук Л.С.Ляховича.