

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ШТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ

Введение. Одной из важных проблем современного машиностроения является улучшение качества используемых материалов инструментального и машиностроительного производства. Это связано с необходимостью повышения уровня надежности машин и инструментов. Крупнейшими потребителями инструментальной стали являются предприятия, занимающиеся производством штампов и прессового инструмента. Прессовым инструментом являются матрицы, изготавливаемые из дорогостоящих штамповых сталей, себестоимость которых иногда составляет до 25% себестоимости выпуска производимой продукции. При достижении износа рабочих поверхностей 0,2...0,5 мм матрицы бракуются. Поэтому важное место в решении задач по повышению стойкости инструмента и оборудования принадлежит поверхностным слоям изделий, которые отвечают за износостойкость, усталостную прочность и теплостойкость.

Одним из перспективных направлений обработки поверхностей металлов выгодно выделяется ионно-плазменное азотирование (далее — ИПА) в тлеющем разряде, так как ИПА является наиболее эффективным, высокопроизводительным, экологически чистым и ресурсосберегающим методом химико-термической обработки, а процессы перестройки структуры металлов происходят в твердом растворе, что позволяет получить поверхностные слои с уникальным комплексом физико-механических свойств. Насыщение поверхности азотом обеспечивает существенное увеличение поверхностной твердости, износостойкости и теплостойкости.

Основная часть. Упрочнение поверхности штамповых сталей методом азотирования давно используется для повышения стойкости инструментов для холодного деформирования. Однако из-за значительного увеличения предела прочности при сжатии обычные методы азотирования зачастую оказываются малоэффективными. Развитию областей применения азотирования для поверхностного упрочнения инструментальных сталей способствовали исследования Ю. М. Лахтина, Ю. А. Геллера, Б. Н. Арзамасова, Б. Эйденхофера, которые в своих работах показали, что инструментальные стали можно подвергать азотированию и получать при этом высокую поверхностную твердость и износостойкость режущих и штамповых инструментов [1—3].

Известно, что для инструмента важно, чтобы высокая прочность азотированного слоя сочеталась с вязкостью, достаточной для обеспечения высокого сопротивления хрупкому разрушению [4]. После ионного азотирования образцы всегда отличаются большей пластичностью по сравнению с традиционными способами азотирования (газового и жидкостного). Это объясняется тем, что тлеющий разряд позволяет регулировать фазовый состав и строение азотированного слоя, т. е. получать слой без хрупкой нитридной зоны, состоящей из высокоазотистой ϵ -фазы, и без карбонитридной сетки в диффузионной зоне, но с выделениями в объеме зёрен высокодисперсных нитридных фаз типа легированной γ -фазы или специальных нитридов [5].

Для инструментов, применяемых для холодной обработки давлением стали и легких сплавов, у которых рабочая температура не превышает 250°C, ионное азотирование предлагается проводить при относительно низких температурах (около 450°C).

Для инструмента из стали X5MФ рекомендуется слой толщиной до 0,3 мм с тонкой (4...8 мкм) нитридной зоной из γ -фазы, а для инструмента из более высокохромистой стали типа X12 — только диффузионная зона толщиной 0,2 мм. Для изготовления инструмента сложной формы, работающего в условиях значительного износа, как правило, используют высокохромистые стали (X12, X12M, X12Ф1). Эти стали по структуре после отжига относятся к ледебуритному, а после нормализации — к мартенситному классу. Обработку на вторичную твердость таких сталей осуществляют для повышения их теплостойкости. Для этого увеличивают температуру закалки таким образом, чтобы получить твердость 48...54 HRC. В этом случае данная твердость будет обеспечена большим количеством остаточного аустенита (> 50%). Затем осуществляют неоднократный отпуск при 500...550°C [3] для повышения твердости до 60...69 HRC.

Ионное азотирование позволяет сохранить высокую прочность сердцевины высокохромистой стали. Согласно исследованиям [6], разупрочнение сердцевины высокохромистой стали не наблюдается после ионного азотирования пуансона прессы для выдавливания. Температура азотирования при этом должна составлять 470...490°C. Полученный при этом твердый (60...62 HRC), но достаточно вязкий поверхностный слой существенно повышает стойкость указанного инструмента, не схватываясь и не привариваясь к обрабатываемой поверхности. Это свидетельствует о высоком повышении сопротивления изнашиванию. После ионного азотирования инструменты из высокохромистой стали находят применение для таких процессов холодной обработки давлением, как гибка, обкатка, накатывание, штамповка и др. При этом высокая стабильность формы и незначительный прирост размеров позволяют использовать азотируемые штампы без последующей доработки, а толщина диффузионного слоя составляет 0,2...0,1 мм без нитридной зоны.

Штамповые стали для горячего деформирования работают в более тяжелых условиях, испытывая более интенсивное ударное нагружение, а также периодические нагрев и охлаждение. В связи с этим основными эксплуатационными требованиями для штампов горячего деформирования являются: износостойкость, теплостойкость, разгаростойкость, вязкость, прокаливаемость, жаростойкость. Ионное азотирование, как наиболее эффективный способ азотирования, позволяет сократить время насыщения, снизить температуру обработки и, таким образом, уменьшить образование хрупкой ϵ -фазы в поверхностном слое вплоть до полного её отсутствия. Вязкие, устойчивые к ударным нагрузкам поверхностные слои, получаемые при ионном азотировании, особенно важны в кузнечно-штамповом производстве, существенно увеличивая срок службы инструментов. Азотирование штамповых сталей обычно проводится при температуре 420...600°C в атмосфере аммиака. Например, штамповую сталь 4X5ФМС азотируют при температуре 420...540°C при степени диссоциации аммиака 30...40%. Выбор этих температур обусловлен необходимостью получения высокой твердости и износостойкости азотированного слоя, которые получаются вследствие выделения дисперсных нитридов. Стали 5ХНВ и 5ХНМ азотируют при более низких температурах (380...400°C). Это обусловлено тем, что такие штампы выходят из строя вследствие разупрочнения самого материала. Чем выше температура азотирования, тем более крупные нитриды будут образовываться, тем ниже будет твердость. Кроме того, чем ниже температура процесса азотирования, тем меньше коробление, что очень важно, так как азотирование проводят на готовых изделиях, прошедших предварительную термическую обработку (закалку и высокий отпуск) и уже доведенных до необходимого размера шлифованием.

Заключение. В данной статье был систематизирован зарубежный и мировой опыт эффективного применения метода ионного азотирования инструментальных сталей. Особое внимание уделено изучению вопроса режимов азотирования, в частности, температуре и времени обработки. Так, сегодня прослеживается тенденция к азотированию при низких (400...550°C) температурах. Рациональное время азотирования определяется исходя из необходимой твердости и толщины азотированного слоя. Однако трудность применения метода ИПА связана с недостаточной изученностью процесса насыщения поверхности, а также с отсутствием методик выбора технологических режимов обработки. Также следует отметить, что благодаря широким возможностям регулирования режимов ИПА имеет смысл дальнейшее изучение технологии ИПА.

Список цитируемых источников

1. Ионная химико-термическая обработка сплавов / Б. Н. Арзамасов [и др.]. — М. : Изд-во МВТУ им. Баумана, 1999. — 400 с.
2. Коваль, Н. Н. Источники низкотемпературной плазмы и электронных пучков на основе дуговых разрядов низкого давления с полым анодом : дис. ... д-ра техн. наук / Н. Н. Коваль. — Томск, 2000. — 74 л.
3. Теория и технология азотирования / Ю. М. Лахтин [и др.]. — М. : Металлургия, 1991. — 320 с.
4. Гуляев, А. П. Свойства и термическая обработка быстрорежущей стали / А. П. Гуляев. — М. : ГНТИ, 1939. — 159 с.
5. Азотирование в машиностроении : сб. науч. тр. — М. : МАДИ, 1979. — 174 с.
6. Edenhofer, B. Joni nitrieren von Stählen und ähnlichen Werkstoffen zur Steigerung der Versuchlechts — Festigkeit bei der Kunststoffen vor Arbeitung / B. Edenhofer. — Köln, 1973. — S. 8.

УДК 621.878.62-182.2

О. А. Сидорчик, Н. М. Федосов, В. Ф. Барышников

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

СКРЕПЕРНЫЙ ТРАНСПОРТЕР ДЛЯ УДАЛЕНИЯ СТРУЖКИ ИЗ ЦЕХА

Введение. Для удаления стружки из металлообрабатывающих цехов широко используются транспортирующие машины общего назначения непрерывного действия: цепочно-скребковые, цепочно-планчатые, ковшовые, винтовые (шнековые) транспортёры.

Их основные достоинства: непрерывность потока груза, более высокая производительность. Однако они имеют и существенные недостатки: относительно высокую удельную металлоёмкость и энергоёмкость, а также неравнопрочность соединительных звеньев.

Целью работы является разработка транспортёра с меньшей металлоёмкостью, энергоёмкостью, равнопрочными сборочными единицами и механизмом для принудительного перевода рабочих органов из холостого положения в рабочее и наоборот.

Основная часть. Наряду с транспортёрами непрерывного действия в механических цехах заводов для перемещения стружки применяются конвейеры прерывистого действия возвратно-поступательного движения. К ним относятся шаговые конвейеры, штанговые транспортёры с вертикальной и горизонтальной осью подвески скребков и скреперные конвейеры.