

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

УДК 621.785.01:621.882.21

Носов А.Д., Чукин В.В., Соколов А.А., Гусева Е.Н., Вахитова Ф.Т.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ САМОНАРЕЗАЮЩИХ ВИНТОВ В УСЛОВИЯХ ОАО «ММК-МЕТИЗ»

В ОАО «ММК-МЕТИЗ» для термической обработки самонарезающих винтов используется конвейерный агрегат итальянской фирмы «Automation Service». Отработка технологии началась после завершения пусконаладочных работ.

Процесс производства самонарезающих винтов включает в себя следующие технологические операции:

- подготовку металла к холодной штамповке (волочение, отжиг, фосфатирование, калибрование);
- высадку заготовок и накатку резьбы;
- химико-термическую обработку;
- приемочный контроль по всем переделам;
- упаковку.

Подготовка катанки к штамповке проводится в сталепроволочном цехе и включает:

- 1) подготовку катанки к волочению (травление, промывка, нанесение подсмазочного слоя, сушка);
- 2) волочение на промежуточный размер;
- 3) светлый отжиг, подготовку передельной проволоки к волочению на готовый размер;
- 4) волочение на готовый размер.

Волочение на промежуточный и готовый размер производится на волочильных станах, светлый отжиг - в колпаковых садочных печах.

Высадка заготовок самонарезающих винтов выполняется на холодновысадочных автоматах, накатка резьбы – на резьбонакатных автоматах.

Окончательное формирование потребительских свойств происходит на операции химико-термической обработки - нитроцементации.

Основными свойствами, которые контролируются после нитроцементации, являются:

- твердость поверхности и сердцевины;
- глубина нитроцементованного слоя;
- крутящий момент.

По ходу технологического процесса термической обработки винтов контролировались:

- температура по зонам печи нитроцементации и отпуска;

- температура моечных растворов и растворов дефосфатирования;

- температура закалочного масла и бака с эмульсией;

- время прохождения изделий по операциям технологического процесса;

- углеродный потенциал атмосферы по зонам печи нитроцементации;

- расход эндогаза, аммиака;

- производительность процесса.

При настройке режимов термической обработки на агрегате нитроцементации основными варьируемыми параметрами процесса являлись температура по зонам печи насыщения, углеродный потенциал атмосферы и расход аммиака. Температура в печи нитроцементации изменялась от 860 до 900°C, углеродный потенциал атмосферы – в пределах от 0,65 до 0,86% С, расход аммиака изменялся от 0,4 до 0,6 м³/ч. Температура масла в закалочном баке составляла около 40°C. Время пребывания изделий в печи насыщения – 30 мин, в печи отпуска – 50 мин, в закалочном баке – 30 мин.

По ходу процесса химико-термической обработки через каждые 2 ч работы отбирались образцы для контроля качества продукции. Оценивалась степень соответствия контролируемых параметров изделий нормативным требованиям. Систематическая работа по освоению производства позволила в конечном итоге сформировать значимый массив производственных данных, на основе которого в дальнейшем был установлен наиболее результативный вариант режима нитроцементации.

Первоначально настройка и регулирование параметров технологического процесса осуществлялась в ручном режиме. После насыщения и последующей закалки в масле уровень по-

верхностной твердости находился в пределах 341...733 HV, сердцевины – 204...380 HV при глубине диффузионного слоя 0,1...0,15 мм. Предел прочности при кручении винтов соответствовал интервалу 1,46...4,01 Н·м. Принятый температурный режим процесса не обеспечил формирования требуемого уровня свойств изделий по всему комплексу параметров, регламентированных в технологической документации. Дальнейшая отработка процессов химико-термической обработки на агрегате нитроцементации проводилась в автоматическом режиме. Заданный углеродный потенциал атмосферы поддерживался дозированной (пульсирующей) подачей природного газа в печь нитроцементации.

Анализ производственных данных показал, что увеличение температуры в печи нитроцементации не обеспечивает желаемой стабильности свойств изделий. По твердости сердцевины и крутящему моменту часть винтов не соответствовала требованиям технических условий. Возможной причиной неполного соответствия качества продукции нормативным требованиям могла служить низкая прокаливаемость углеродистой стали (нелегированной) с содержанием углерода от 0,18 до 0,24%, не обеспечивающая необходимой степени упрочнения металла при закалке изделий в масле.

С учётом анализа результатов испытаний было принято решение о переходе на сталь 20Г, отличающаяся более высокими характеристиками прокаливаемости за счет легирования марганцем.

Управление составом атмосферы в печи насыщения при нитроцементации винтов из стали 20Г проводилось в автоматическом режиме. Процесс осуществлялся при температурах 860–890°C. Производительность агрегата варьировалась объемом рабочей загрузки ленты конвейера. При углеродном потенциале атмосферы 0,65–0,85% С изменение расхода аммиака от 0,40 до 0,65 м³/ч обеспечило формирование требуемой глубины диффузионного слоя и заданной твердости поверхности винтов после закалки в масле МЗМ-16 и последующего отпуска при 170°C. Продолжительность операций насыщения, закалки и отпуска соответствовала 30 мин. При указанных выше параметрах процесса твердость поверхности и сердцевины, глубина слоя нитроцементации для винтов

Содержание основных элементов в стали 20Г (ГОСТ 4543-71), %

C	Si	Mn	S	P
			не более	
0,17...0,24	0,17...0,37	0,70...1,0	0,040	0,035

диаметром 3,5 и 4,2 мм находились в пределах регламентированных значений.

Химический состав стали 20Г приведен в таблице.

Дальнейшая эксплуатация агрегата обеспечила воспроизводимость результатов термической обработки при тиражировании принятых режимов насыщения, закалки и отпуска изделий.

Переход при производстве самонарезающих винтов на катанку из стали марки 20Г решил проблему получения стабильных свойств при нитроцементации. Но при штамповке изделий на винтах возникали трещины. Возможными причинами появления трещин являлось наличие мелких раскатанных пузырей. С целью снижения прочностных свойств заготовки перед штамповкой принято решение о переходе на производство винтов из стали марки 15Г. В настоящее время идет освоение процессов штамповки и термообработки винтов из стали марки 15Г.

Для оптимизации качества продукции в дальнейшем целесообразен селективный отбор плавок стали в подкате, поступающем на переработку в изделия осваиваемого сортамента*. При использовании в производстве сталей с повышенным содержанием углерода и марганца, увеличивающим прокаливаемость, может быть достигнут больший эффект упрочнения сердцевины изделий, что исключит случаи отклонения свойств винтов от нормативных значений при испытаниях на скручивание.

Экономически и технологически оправданным может быть также расширение номенклатуры обрабатываемых сталей, в частности применение сталей, легированных бором (12Г1Р, 20Г2Р и др.). Борсодержащие стали весьма технологичны на операциях холодной объемной штамповки и широко применяются в производстве крепежных изделий. Преимуществами бористых сталей являются повышенная пластичность и вязкость, хорошая деформируемость в холодном состоянии, высокая прокаливаемость, усталостная прочность и сопротивление изгибу.

* Проблема повышения качества крепежных изделий / Чукин В.В., Арпохин В.И., Рубин Г.Ш. и др. // Вестн. МГТУ им. Г.И. Носова. 2007. № 4. С. 99–102.