



УДК 621.778.8

А.К. Белан, О.А. Белан
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
г. Магнитогорск, Россия
E-mail: oabelan@mmk-metiz.ru
Дата поступления 11.11.2015

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ В УСЛОВИЯХ ОАО «ММК-МЕТИЗ»

Аннотация

Рассмотрены оборудование, технология производства и сортамент крепежных изделия, изготавливаемых в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ». Представлены особенности технологии изготовления проволоки и калиброванного металла для дальнейшей штамповки крепежных изделий. Приведены особенности проектирования технологических процессов и инструмента.

Ключевые слова: крепежные изделия, технология, штамповка, калиброванный металл, оборудование, разработка, проектирование.

Введение

ОАО «ММК-МЕТИЗ» является производителем широкой номенклатуры крепежных изделий и выпускает железнодорожный, машиностроительный, высокопрочный и строительный крепеж. С каждым годом сортамент производимых изделий расширяется в соответствии с потребностями потребителей. Появляются новые конструкции изделий, применяются новые марки сталей. Основным направлением является — удовлетворение требований потребителей и выпуск продукции высокого качества.

Основная часть

В условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» крепежные изделия изготавливаются методом холодной и горячей объемной штамповки. В отличие от точения, данные способы позволяют сократить затраты металла, трудоемкость, повысить качество и применяются в серийном производстве. Холодная штамповка имеет больше преимуществ в сравнении с горячей, поэтому применяется для производства большинства изделий [1, 2]. Горячая штамповка применяется для изготовления гаек М20-М30 и формирования головок на путевых и закладных болтах, рисунок 1.

В отличие от горячей штамповки, при которой несовершенные механические

свойства и структура металла компенсируется нагревом заготовки перед штамповкой, при холодной штамповке данные несовершенства могут приводить к низкой стойкости инструмента и не обеспечению требуемых свойств крепежных изделий. Поэтому при разработке технологии изготовления калиброванного проката и проволоки, предназначенных для дальнейшей штамповки крепежа, должны быть учтены все требования и особенности будущих крепежных изделий [3].



Рисунок 1. Штамповка гаек на автомате AMP 30

Разработка технологии изготовления проволоки начинается с выбора марки стали. Марка стали определяется, исходя из механических свойств и дальнейшего назначения крепежного изделия. Затем выбирается оборудование, разрабатывается маршрут волочения, режим термической обработки, определяется наличие подслоя. При рассмотрении особенностей технологии изготовления проволоки и калиброванного проката, целесообразно разделить крепежные изделия на группы и

рассматривать технологию изготовления металла для каждой отдельной группы:

- проволочные крепежные изделия;
- крепеж повышенной прочности из углеродистых и легированных марок сталей с последующей термообработкой;
- крепежные изделия из сталей марок 10, 10пс, 20, 20пс без термообработки.

Проволочные крепежные изделия (гвозди)

В качестве сырья используется светлая проволока общего назначения в бухтах, мотках или катушках массой до 1000 кг. Проволока изготавливается из низкоуглеродистых марок сталей. Исходным сырьем является катанка по ГОСТ 30136-95. Готовая проволока должна соответствовать требованиям ГОСТ 3282-74. Особенностью технологии является получение требуемых механических свойств проволоки. Проволока изготавливается без термической обработки. В зависимости от диаметра проволоки, волочение происходит на многократных волочильных станах. Обязательным условием при волочении является не допускать перегрева проволоки, которое приводит к образованию цветов побежалости на поверхности [4]. Перегрев проволоки и цвета побежалости возникают в результате недостаточного охлаждения волок при волочении. Это приводит к плохому формированию острия при штамповке гвоздей: не отпадает обсебка и острие не формируется. Особенно это проявляется на быстроходных гвоздильных автоматах с производительностью более 1000 штук в минуту. В условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» данная проблема очень часто возникала при изготовлении проволоки на волочильных станах магазинного типа. Решением данной проблемы был переход на волочение с пониженной скоростью и достаточное охлаждение волок. В связи с тем, что спрос на качественную проволоку для гвоздей становился все больше в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» было реорганизация волочильного производства и приобретение новых волочильных станков. При запуске новых прямоточных станков, проблема плохого формирования острия гвоздей при штамповке не возникает. Новые станы обеспечивают качественную поверхность

проволоки даже при высокой скорости волочения, так как обеспечивается достаточное охлаждение при волочении. Рекомендуемые механические свойства проволоки для гвоздей приведены в таблице 1.

Таблица 1
Рекомендуемые механические свойства готовой проволоки

Марка стали	Временное сопротивление, Н/мм ²
Ст1пс, Ст1,	Ø(1,2-1,4) мм - не более 1350
Ст2пс, Ст2,	Ø(1,6-3,1) мм - 590-1180
Ст3пс	Ø(3,4-4,4) мм - 440-930 Ø(4,6-6,0) мм - 390-830

Крепежные изделия повышенной прочности из углеродистых и легированных марок сталей с последующей термообработкой

К данной категории изделий можно отнести болты и винты класса прочности 8.8, 10.9, 12.9; гайки класса прочности 8,10, 12; самонарезающие винты, дюбель, пружинные шайбы и др. Данная группа крепежных изделий изготавливается либо из легированных марок сталей 15Г(М), 20Г2Р, 30ХР, 40Х «Селект» либо из высокоуглеродистых типа 65Г, 70. Особенностью технологии изготовления проволоки для таких изделий является получение максимально пластичной проволоки перед штамповкой, т.е. снизить предел прочности и повысить удлинение и сужение. Это обеспечивает технологичность металла при штамповке. Особенность данных марок сталей является сильное упрочнение даже при небольшой степени деформации. В среднем деформация на 10% дает упрочнение на 100-150 МПа. Поэтому для штамповки необходимо сделать металл как можно более пластичным, а все необходимые прочностные свойства крепежных изделий достигаются за счет последующей термообработки крепежных изделий [5].

Технология изготовления проволоки и калиброванного металла:

- Травление исходного горячекатаного проката и известкование.
- Волочение проката на промежуточный размер.
- Отжиг передельной заготовки.
- Травление передельной заготовки и фосфатирование.

– Волочение проволоки на готовый размер.

После отжига передельной проволоки-заготовки, степень деформации при последнем волочении должна быть (5-10)%. Данное обжатие обеспечивает получение максимально пластичной проволоки. Также после отжига должна быть операция фосфатирования. Фосфат является подмазочным слоем и обеспечивает отсутствие залипания металла в инструменте при штамповке.

Также, одним из условий иногда является получение требуемого обезуглероженного слоя на калиброванном прокате. Это достигается качеством исходного горячекатаного проката (при необходимости дополнительно обговаривается с поставщиком металла) и качественным отжигом передельной заготовки. Специально для получения качественного калиброванного металла и проволоки для крепежных изделий в 2008-2009 году в ОАО «ММК-МЕТИЗ» приобретены и установлены колпаковые печи фирмы «EBNER», рисунок 2.

Отжиг металла в данных печах обеспечивает получение требуемой структуры металла и механических свойств без прироста по величине обезуглероженного слоя.

Свойства горячекатаного проката и передельной заготовки после отжига приведены в таблице 2.



Рисунок 2. Колпаковая печь фирмы «EBNER»

Таким образом, качественный отжиг, хорошая подготовка поверхности и степень деформации не более 10 % при волочении на готовый размер, обеспечивают получение качественного калиброванного проката и проволоки из трудноштампуемых марок сталей.

Рекомендуемые в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» механические свойства калиброванного готового проката приведены в таблице 3.

Крепежные изделия из сталей марок 10, 10пс, 20, 20пс без термообработки

Особенностью технологии подготовки калиброванного металла для данной группы является получение требуемых механических свойств проволоки, с одной стороны обеспечивающие требуемый класс прочности будущих крепежных изделий, с другой — пластичность металла при штамповке [6].

Таблица 2

Свойства горячекатаного проката и передельной заготовки после отжига

Марка стали	Обозначение документа	Временное сопротивление, Н/мм ² (кгс/мм ²), не более	Относительное сужение, %, не менее	Относительное удлинение (δ_{100}), %, не менее
40X	ГОСТ 10702	650 (66,0)	55	-
40X «Селект»	ТС 00187895-028 ТУ 14-101-594			
40С2А«Селект»	ТУ 14-101-481	750 (76,5)	48	13
65Г	ТС 14-101-773	750 (76,5)	-	13
10, 20	ГОСТ 10702	460 (47,0)	-	-
15Г(М)	ТС 14-101-679-2007	450	50	20

Таблица 3

Рекомендуемые механические свойства готового калиброванного проката и проволоки

Марка стали	Назначение калиброванного металла	Временное сопротивление, Н/мм ²	Относительное сужение, %, не менее	Относительное удлинение (δ_{100}), %, не менее
20Г2Р, 30ХР, 40Х, 40Х «Селект»	Болты класса прочности 8.8; 10.9	не более 750	-	-
40С2А «Селект»	шайбы двухвитковые	не более 750	48	13
65Г	шайбы пружинные	не более 804	-	13
15Г(М)	самонарезающие винты	не более 490	50	20

Существует несколько вариантов технологии изготовления проволоки и калиброванного металла в зависимости от условий штамповки и требований к будущему крепежному изделию.

1 вариант:

–Травление и фосфатирование горячекатаного проката.

–Волочение проволоки на готовый размер.

Данный вариант технологии без отжига наиболее подходит для болтов с шестигранной головкой, поскольку для их штамповки не требуется повышенная пластичность металла. Варьируя диаметром горячекатаного металла, можно подобрать требуемый процент обжатия при волочении, и получить необходимые механические свойства на металле и готовых болтах.

2 вариант:

– Отжиг горячекатаного проката.

– Травление и фосфатирование.

– Волочение проволоки на готовый размер.

Данная технология применяется для болтов с шестигранной головкой до М12, болтов с фасонной головкой, шестигранных гаек, может также применяться для заклепок, винтов и шурупов.

Недостатками первых двух вариантов является:

– Качество поверхности готового металла зависит от качества поверхности горячекатаного проката. При маленьком обжатии есть вероятность наличия дефектов на поверхности.

– Отсутствие требуемого диаметра горячекатаного проката.

3 вариант:

– Травление исходного горячекатаного проката и известкование.

– Волочение проката на промежуточный размер.

– Отжиг передельной заготовки.

– Травление передельной заготовки и фосфатирование.

– Волочение проволоки на готовый размер.

Этот вариант применяется в основном для изготовления проволоки для винтов, шурупов, заклепок. Для данных изделий требуется маленькие размеры проволоки от 2 мм, а минимальный размер катанки 5,5 мм и при этом необходимо получить достаточно пластичную проволоку, обеспечивающую механические свойства будущих заклепок и позволяющую производить штамповку шлица на винта и шурупах. Следовательно без промежуточного отжига не обойтись.

Механические свойства готового калиброванного проката и проволоки приведены в таблице 4.

Таблица 4

Рекомендуемые механические свойства готового калиброванного проката и проволоки

Марка стали	Назначение калиброванного металла	Временное сопротивление, Н/мм ²	Относительное сужение, %, не менее
10, 20	болты классов прочности 4.8; 5.8; 6.8	не более 650	-
10, 10пс, 20, 20пс	гайки класса прочности 6	461 - 588	-
10, 10пс	винты класса прочности 4.8; 5.8	450 - 560	55
10, 10пс	шурупы, заклепки	343 - 510	55

После выбора требуемого материала и разработки маршрута волочения разрабатывается технология штамповки и проектирование чертежей технологического ин-

струмента. Для снижения сроков разработки и изготовления инструмента применяются программы КОМПАС-2D, КОМПАС-3D, ГеММа-3D и математическое моделирование процессов [7, 8].

На первом этапе проектирования разрабатывается технологическая документация: технологические карты и инструкции. При разработке используется графический редактор КОМПАС-2D, КОМПАС-3D, рисунок 3, 4.

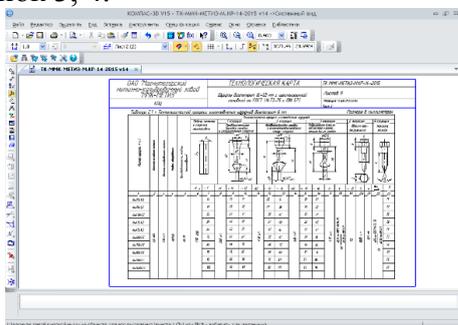


Рисунок 3. Разработка технологического процесса в КОМПАС-2D

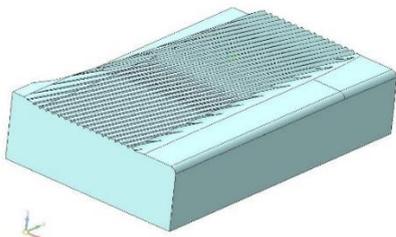


Рисунок 4. Трехмерная модель резбонакатной плашки, выполненная в системе КОМПАС-3D

КОМПАС 3D позволяет точно рассчитать объемы заготовок по операциям, построить трехмерные модели и чертежи деформирующего инструмента, что отражается на точности его дальнейшего изготовления. Создание трехмерной модели позволило существенно сократить время выпуска конструкторской документации, так как с её помощью путем вставки различных видов можно получить готовый чертёж в течении короткого промежутка времени. Создание модели также позволяет в дальнейшем быстро скорректировать конструкторскую документацию, если это необходимо [5, 9].

Из КОМПАС-3D трехмерная модель инструмента импортируется в ГеММа-3D, где пишется управляющая программа для станков с ЧПУ. Применяемое программное обеспечение позволяет повысить точность и ускорить сроки проектирования и изготовления технологического инструмента. Инструмент для крепежных изделий, как

изготавливается в условиях инструментального цеха ОАО «ММК-МЕТИЗ», так и приобретается.

Для изготовления крепежных изделий холодной объемной штамповкой в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» применяются гвоздильные и многопозиционные холодновысадочные автоматы отечественного и импортного производства, таблица 5

С целью расширения сортамента производства крепежных изделий в 2006 году было установлено оборудование для производства самонарезающих винтов:

- для штамповки - Однопозиционные двухударные холодновысадочные автоматы HC4-35 фирмы HILGELAND и ND 90 фирмы WAFIOS, рисунок 5;
- для накатки резьбы - резбонакатные станки FN 6-60, FN 6/8-80 фирмы HILGELAND, рисунок 6;
- для химико-термической обработки винтов - линия фирмы Automation Service S.r.l.



Рисунок 5. Однопозиционный двухударный автомат ND 90 фирмы WAFIOS



Рисунок 6. Резбонакатные станки FN 6-60, FN 6/8-80 фирмы HILGELAND

По требованию потребителей крепежные изделия изготавливаются с фосфатным или цинковым покрытием. В условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» нанесение фосфатного покрытия осуществляется на итальянской линии MSA-PHOS 400-9 фирмы Automation Service S.r.l. Гальваническое оцинкование — на линиях АЛГ-404, АЛГ-561, АЛГ-561М производства ОАО «Тамбовгальванотехник».

Оборудование для изготовления крепежных изделий

Наименование крепежного изделия	Число позиций	Число ударов	Модели автоматов
Гвозди	1	1	Гвоздильные автоматы: АВ4116, АВ4118, ТНА 40/120, МТG S2, МТG S3, N 41, N51, N61
Дюбель, винты, шурупы, заклепки диаметром до 6 мм	1	2	A1918; A1219
Болты	4	4	TDZR-8, АБ1919, А1921, А104А, QPBA-101, QPBA-161, QPBA-201, КА-74, КА-84
Гайки до М20	5	5	АВ1818, АВ1819, АВ1822, АБ1823, АВ1823

На всех переделах производства - крепежные изделия проходят различные виды испытаний в центральной заводской лаборатории, оснащенной всем необходимым испытательным оборудованием.

Заключение

В условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» отлажена система контроля качества изделий, которая осуществляется на всех производственных этапах: от исходного сырья до упаковки готовой продукции. Отлаженная технология и высокопроизводительное холодновысадочное, термическое и испытательное оборудование позволяют получать крепежные изделия высокого качества, удовлетворяющие требованиям потребителей.

Библиографический список

- Петриков В.Г., Власов А.П. Прогрессивные крепежные изделия. - М.: Машиностроение, 1991. - 256с.
- Лавриненко Ю.А., Евсюков С.А., Лавриненко В.Ю. Объемная штамповка на автоматах. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - 259с.
- Белан А.К., Белан О.А. Особенности технологии изготовления проволоки и калиброванного проката для холодной штамповки // КШП. ОМД. 2014. №12. С. 28 – 31.
- Харитонов В.И., Зюзин В.И., Белан А.К. Ресурсосбережение при производстве проволоки: Учеб. пособие. - Магнитогорск: МГТУ, 2003. - 268с.
- Тефтелев Е.Н., Артюхин В.И., Паршин В.Г., Белан О.А. Проектирование многопереходных процессов холодной объемной штамповки крепежных изделий на основе средств САПР. Эффективные технологии производства метизов: Сб. науч. тр. / Под ред. Тефтелева Е.Н. – Магнитогорск: МГТУ, 2001. С. 73-81.
- Белан А.К., Малышева М.С., Белан О.А. Холодная штамповка головок стержневых изделий методом поперечного выдавливания. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008.
- Белан А.К., Белан О.А., Юркова Е.В., Сидоренко В.В., Овчинников Д.А. Проектирование и изготовление технологического инструмента для кузнечно-штамповочных машин при производстве самонарезающих винтов // КШП. ОМД. 2014. №12. С. 28 – 31.
- Мальцев А.Л., Тихонов И.Н., Мальцев Л.В. Моделирование обработки плоских резьбонакатных плашек // Метизы. 2011. № 1. С. 82-83.
- Белан А.К., Белан О.А. Применение средств САПР при освоении новых видов крепежных изделий на ОАО «ММК-МЕТИЗ». Современные методы конструирования и технологии металлургического машиностроения: Международный сб. науч. тр./ Под ред. Н.Н. Огаркова. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. С. 137-142.