Федеральное агентство по образованию

Факультет:ЭИУК

Кафедра:ЭИУ1-КФ

Расчётно-пояснительная записка

**к курсовой работе по курсу:**

**«Технология производства РЭС»**

**на тему:**

«Разработка технологического процесса изготовления передней панели измерителя микропробоя ИМП-3Т»

**Калуга 2008**

**Содержание**

1. Методика разработки технологического процесса

2. Анализ конструкции детали с точки зрения ее технологичности

3. Обоснование выбора материала

4. Расчет операций холодной штамповки

4.1 Теоретические сведения

4.2 Расчёт расхода материала

4.3 Расчет операции пробивки

5. Расчет режимов резания при сверлении

6. Расчет величины осевой силы  и крутящего момента

7. Описание работы штампа последовательного действия

8. Методы покрытия

9.Структурная схема маршрутного технологического процесса изготовления передней панели измерителя микропробоя ИМП-3Т

10. Операционный технологический процесс изготовления передней панели измерителя микропробоя ИМП-3Т

11. Перечень технологического оборудования

Список литературы

1. **Методика разработки технологического процесса**

Технико-экономические принципы проектирования технологических процессов.

В основу разработки технологических процессов положены два принципа - технический и экономический. В соответствии с техническим принципом проектируемый технологический процесс должен полностью обеспечить выполнение всех требований рабочих чертежей и технических условий на изготовление изделия. В соответствии с экономическим принципом изготовление изделия должно вестись с минимальными затратами труда и издержками производства. С точки зрения технологического принципа задача проектирования технологического процесса, как правило, характерна многовариантностью возможных решений, при этом из нескольких возможных вариантов выбирается наиболее рентабельный.

В исключительных случаях (ликвидация узких мест, срочный выпуск особо важной продукции в кратчайшие сроки) может быть выбран не наиболее рентабельный, а наиболее производительный вариант.

Факторы, влияющие на содержание технологического процесса

Технологический процесс изготовления детали определяется в основном следующими факторами:

1) конфигурацией и размерами детали, требованиями к точности обработки и к качеству поверхности, материалом детали, наличием или отсутствием термической обработки в процессе изготовления;

2) объемом производства и размерами партий;

3) наличным составом и состоянием оборудования;

4)возможностями инструментального цеха, изготовляющего приспособления, штампы, прессформы, режущий инструмент и другую технологическую оснастку.

Из указанных выше факторов три последних с деталью непосредственно не связаны, а характеризуют общую производственную обстановку. Поэтому для одной и той же детали в зависимости от изменения трех последних факторов рациональный вариант техпроцесса будет различен, что обуславливает многовариантность техпроцесса для одной и той же детали. Многовариантность техпроцесса возрастает также потому, что при изготовлении детали одних и тех же результатов с точки зрения точности и качества поверхности можно достичь, применяя несколько различных способов обработки. Рациональный вариант техпроцесса определяется путем экономического анализа.

Порядок проектирования технологического процесса

Разработка техпроцесса - важнейший исходный этап подготовки производства новых изделий. После разработки техпроцесса на его основе производится конструирование и изготовление необходимой по техпроцессу оснастки, расчет припусков, расчет режимов резания, нормирование, организация производства.

Сама разработка техпроцесса состоит из следующих этапов:

1) Оценка технологичности конструкции.

Задача отработки конструкции деталей, сборок и всего изделия в целом на технологичность решается еще при конструировании изделия, часто конструктором и технологом совместно. Несмотря на это, как правило, перед разработкой техпроцесса производится повторная оценка технологичности и, в случае необходимости, корректировка чертежей, если это возможно с конструктивной точки зрения.

2) Выбор заготовок.

Процесс получения заготовок тесно связан с последующей механической обработкой. Чем точнее заготовка и ближе ее конфигурация к готовой детали, тем меньше объем потребной механической обработки. Однако, получение точных заготовок требует больших затрат на изготовление оснастки, которые могут окупиться только при больших программах выпуска. Каждый способ получения заготовки накладывает свои жесткие требования к геометрической форме детали, при отступлении от которых заготовка этим способом получена быть не может. Одновременно, если форма детали удовлетворяет требованиям какого-либо способа получения заготовок, то никакими другими способами она уже получена быть не может. Поэтому для таких способов получения заготовок, как литье, изготовление из пластмасс, штамповка, выбор конкретного способа получения заготовки производится не технологом, а конструктором изделия, который, исходя из предполагаемой программы выпуска, выбирает метод получения заготовки, а затем уже конструирует деталь, геометрия которой удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым выбранным способом получения заготовки.

3) Разработка маршрута обработки детали.

При разработке маршрута намечается план обработки каждой отдельно взятой поверхности, план обработки всех поверхностей в их взаимосвязи, выбирается оборудование и технологическая оснастка - в зависимости от конструкции детали и трех факторов, определяющих общую производственную обстановку - программы выпуска, наличного состава и состояния оборудования и возможностей инструментального цеха.

Составление маршрутного технологического процесса начинают с анализа чертежа детали. При этом определяют поверхности, которые в окончательном виде получают уже при изготовлении заготовки, и поверхности, которые можно получить только механической обработкой.

Следующим этапом разработки маршрутной технологии является определение окончательных отделочных операций для каждой поверхности, подвергающейся механической обработке. Это определение производится, с одной стороны, - на основе учета требований по точности и качеству поверхности согласно чертежу детали, а с другой - на основе таблиц экономической точности обработки. При этом оказывается, что одни и те же точность и качество поверхности, заданные чертежом, можно получить различными методами обработки.

После определения маршрута обработки каждой отдельно взятой поверхности разрабатывается маршрут обработки всех поверхностей в их взаимосвязи.

При этом руководствуются следующими принципами:

1) Принцип отделения черновых операций от чистовых.

2) Принцип дифференциации или концентрации операций.

3) Принцип соответствия последовательности обработки простановке размеров на чертеже.

**2. Анализ конструкции детали с точки зрения ее технологичности**

Анализ детали на технологичность проводится для выбора оптимального, с точки зрения её производства, технологического процесса.

При анализе учитываются три фактора:

1) Технологический;

2) Экономический;

3) Программа выпуска.

Технологический фактор учитывает то обстоятельство, что для обеспечения заданной точности необходимо применять наиболее точное оборудование.

Экономический фактор учитывает то обстоятельство, что для производства данного изделия необходимо использовать наиболее дешёвое оборудование и материал, а также то, чтобы изготавливаемое изделие имело как можно меньшую себестоимость.

Программа выпуска также учитывается при составлении технологического процесса. При большой программе выпуска можно применять сложное специальное оборудование, так как оно окупается в процессе производства. При единичном производстве, как правило, используется универсальное оборудование. То есть программа выпуска накладывает свои отпечатки на технологический процесс.

Анализ на технологичность проводится до написания технического процесса совместно с технологом. Это делается для того, чтобы ещё на этапе проектирования выявить нетехнологичные операции и по возможности заменить их наиболее технологичными.

Заготовкой является алюминиевый лист (АЛ1 ГОСТ 2685-70) толщиной S =4 мм.

Передняя панель измерителя микропробоя ИМП-3Т является плоской деталью больших габаритных размеров. Штамп для вырубки такой детали получится слишком большого размера. Поэтому получение наружного контура данной передней панели осуществляется вырезкой на гильотинных ножницах.

Процесс получения прямоугольного отверстия (85+0,87 х 25+0,52)технологичнее выполнить пробивкой, используя штамп для пробивки, так как данный процесс обеспечивает заданную точность, а изготовление штампа окупается при крупносерийном производстве.

Отверстия ∅6+0,3 (4 отв.), ∅8+0,36 (7 отв.), ∅15+0,43 (3 отв.) получают пробивкой заготовки, так как пробивка отверстий является наиболее технологичной при крупносерийном производстве и диаметры этих отверстий позволяют получать их с помощью пробивки. Минимальное отношение диаметра отверстия к толщине отверстия при пробивке d/s = 1,3 для выбранного материала. Отношение d/s для отверстия ∅6+0,3 равно: d/s = 6/4 = 1,5, что больше минимального значения. Следовательно, данные отверстия можно получить пробивкой. Отношение d/s для отверстия ∅8+0,36 равно: d/s = 8/4 = 2, что больше минимального значения. Значит, данные отверстия можно получить пробивкой. Отношение d/s для отверстий ∅15+0,43 равно: d/s = 15/4 = 3,75, что больше минимального значения. То есть данные отверстия можно получить пробивкой. Процесс пробивки этих отверстий способен обеспечить получение заданной точности без принятия специальных мер.

Отверстия ∅4,5+0,048 (4 отв.), получают сверлением. Данные отверстия нельзя получить пробивкой, так как отношение d/s =4,5/4 = 1,125 меньше минимального отношения для выбранного материала.

Отверстия М4-8Н (8 отв.), отверстия диаметром 4 мм, необходимые для последующей нарезки в них резьбы М4, получают сверлением Отношение d/s = 4/4 = 1 меньше наименьшего допустимого отношения 1,3.

3. **Обоснование выбора материала**

В качестве материала для изготовления передней панели измерителя микропробоя ИМП-3Т используется сплав алюминия АЛ1 ГОСТ 2685-70. Сплав обладает отличными литейными свойствами: АЛ1 имеет высокую жидко текучесть, не склонен к образованию углеродных горячих трещин. Хорошо обрабатывается резанием, хорошо сваривается. Обладает пониженной теплопрочностью (чувствителен к изменению нагрузки при t=250-300С). Имеет низкий удельный вес.

Характеристики материала

Таблица 1. Химический состав в % материала АЛ1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Fe | Si | Ni | Al | Cu | Mg | Zn |
| до 0,8 | до 0,7 | 1,75-2,25 | 90,1-93,25 | 3,75-4,5 | 1,25-1,75 | до 0,1 |

Примечание: Al - основа; процентное содержание Al дано приблизительно.

Таблица 2.Механические свойства материала АЛ1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сортамент | Размер | Напр. | в | T | 5 |  | KCU | Термообр. |
| - | мм | - | МПа | МПа | % | % | кДж/м2 | - |
|  |  |  | 180-210 |  | 0,5-1 |  |  |  |
| Твердость материала АЛ1 | | | | | | HB 10 -1 = 85 - 90 МПа | | |

Таблица 3. Физические свойства материала АЛ1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| T | E 10- 5 |  10 6 |  |  | C | R 10 9 |
| Град | МПа | 1/Град | Вт/(м·град) | кг/м3 | Дж/(кг·град) | Ом·м |
| 20 |  |  | 168 | 2750 |  |  |
| 100 |  | 22.3 |  |  |  |  |

Таблица 4. Литейно-технологические свойства материала АЛ1

|  |  |
| --- | --- |
| Температура литья, °C: | 720 |
| Линейная усадка, % : | 1.3 |

**4. Расчет операций холодной штамповки**

**4.1 Теоретические сведения**

1. Расчеты операции вырубки.

Вырубка - получение наружного контура детали. При вырубке рассчитываются:

а) Норма расхода материала.

Исходным материалом при холодной штамповке чаще всего являются листы, разрезаемые на полосы нужной ширины, из которых производится вырубка деталей. При определении ширины полосы исходят из того, что для получения качественной детали между деталями в полосе между деталью и краем полосы должны быть достаточной величины перемычки. Если, например, размеры вырубаемой детали bc, то с учетом перемычек шаг вырубки t должен быть:

.

А ширина полосы :

.



Рис.1

Минимальные размеры рекомендуемых перемычек в зависимости от толщины материала для деталей простой конфигурации приведены в табл. 5.

Таблица 5. Наименьшая величина перемычек в полосе при штамповке.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Толщина материала в мм | 0,3 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Миним. величина перемычек  и  в мм | 1,4 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |

Учитывая возможное уменьшение величины полосы за счет допуска на ее изготовление, а также, учитывая возможное смещение полосы относительно матрицы и пуансона за счет зазоров между полосой и ее направляющими, номинальную ширину полосы увеличивают по сравнению с минимальной, определяя ее по формуле:

, где

 - допуск на ширину полосы,

 - зазор между направляющими и полосой.

Обычно  мм в зависимости от ширины полосы, а  - по 14 квалитету точности. По найденному шагу вырубки  определяют  - количество деталей, получающиеся из полосы (Рис.1):

.

По найденной ширине полосы находят число полос , получающихся из листа (Рис. 1):

.

После чего определяют число деталей из листа: .

Определив вес листа  (по справочникам или по его объему и удельному весу), находят норму расхода материала:

.

б) Усилие вырубки.

Усилие при вырубке рассчитывается по формуле:

, где

L - суммарная длина вырубаемого контура,

 - толщина материала,

σср – сопротивление срезу с учетом отношения S/d и величины зазора.

В нашем случае σср=σв; так как выполняется условие

dотв<(5 – 3,5)\*S, где

 - предел прочности материала.

Усилие пресса берется больше расчетного усилия вырубки, учитывая дополнительное усилие , затрачиваемое на сжатие резины или пружины съемника, снимающего полосу с пуансона.

, где

 - усилие вырубки,

 - коэффициент, рекомендуемые значения которого для однопуансонной вырубки или пробивки приведены в таблице 6.

Таблица 6. Величины коэффициентов .

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Толщина материала в мм | до 1 | 1 - 5 | свыше 5 |
| Величина коэффициента | 0,02-0,06 | 0,06-0,08 | 0,08-0,1 |

Таким образом, усилие пресса рассчитывается по формуле:

.

в) Определение размеров матрицы и пуансона.

При вырубке размеры вырубаемой детали получаются равными размерам матрицы. Штампы являются сложной дорогой оснасткой, поэтому при помощи штампа до его износа нужно изготовлять наибольшее количество деталей. Так как матрица в процессе эксплуатации изнашивается, размер отверстия в матрице постепенно увеличивается, вследствие чего постепенно увеличиваются и размеры получаемых на штампе деталей, то при изготовлении штампа размеры матрицы изготавливают по наименьшему размеру детали по формуле:

, где

 - размер отверстия в матрице,

 - минимальный размер детали в пределах поля допуска,

 - допуск на изготовление матрицы.

Если деталь изготовлена по размеру , то минимальный размер детали

.

.

Так как между пуансоном и матрицей всегда должен быть некоторый минимальный зазор , то размеры пуансона определяются по формуле:

.

Рекомендуемые величины двусторонних зазоров , в зависимости от толщины материала приведены в таблице 7.

Таблица 7. Рекомендуемые величины двусторонних зазоров 

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Толщина материала в мм | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 |
| Наименьший двусторонний зазор в мм, | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,10 | 0,14 | 0,20 | 0,24 | 0,40 |

Рекомендуемые допуски на изготовление круглых взаимозаменяемых вырубных и пробивных пуансонов и матриц приведены в таблице 8.

Таблица 8. Допуски на изготовление пуансонов и матриц

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Толщина материала в мм | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 |
| Допуск на изготовление матрицы в мм, | 0,015 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,08 |
| Допуск на изготовление пуансона в мм, | 0,01 | 0,01 | 0,012 | 0,015 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,04 |

2. Расчет операции пробивки.

Пробивка - это получение внутренних контуров (отверстий деталей). При пробивке расчету подлежат:

а) Усилие пробивки.

Усилие пробивки и выбор пресса определяются аналогично вырубке.

б) Определение размеров матрицы и пуансона.

При пробивке размеры отверстия получаются равными размерам пуансона. Т.к. в процессе эксплуатации штампа размеры пуансона вследствие износа постепенно уменьшаются, то в целях получения наивысшей стойкости штампа пуансон получают по наибольшему в пределах поля отверстию по формуле:

, где

 - размер пуансона,

- допуск на изготовление пуансона,

 - максимальный размер отверстия в пределах поля допуска.

Если отверстие задано размером , то максимальный размер отверстия  и размер пуансона

.

Так как между матрицей и пуансоном необходимо во всех случаях иметь некоторый минимальный зазор , то размеры матрицы при ее изготовлении определяются формулой:

.

**4.2 Расчёт расхода материала**

Размеры отрезаемой детали b\*c=456\*152 мм, с учетом перемычек шаг вырубки t должен быть: мм, а ширина полосы Bмин:

Вмин = b + 2\* а = 456+2\*2.5=461 мм.

Учитывая возможное уменьшение величины полосы за счет допуска на ее изготовление, а также, учитывая возможное смещение полосы во время разрезания, номинальную ширину полосы увеличивают по сравнению с минимальной, определяя ее по формуле:

Вном = b + 2a + 2Δ + z=456 +2\*2.5+2\*1.3+1.5=465 мм

где Δ - допуск на ширину полосы, Δ=1,3 мм - по 14 квалитету.

z - зазор между направляющими и полосой, принимаем равным 1.5

Выбранный нами материал поставляется в листах, и его сортамент достаточно широк. Исходя из условия минимизации расходов при изготовлении данных изделий, выбираем размеры листа 4\*1000\*1500.

По найденному шагу вырубки t определяют n1 - количество деталей, получающиеся из полосы:

n= L / t=1000/154.5=6 шт

По найденной ширине полосы находят число полос n2, получающиеся из листа. Если длина листа М, то

n= М / Вном=1500/465=3 шт

После чего определяют число деталей из листа:

n = n\* n=6\*3=18 шт

Определив вес листа G, находим норму расхода материала:

N = G / n

Вес листа G=(4 мм\*1000 мм \*1500 мм) \*0.004 г/мм=24000 г=24 кг

Норма материала расхода равна

 кг.

**4.3 Расчет операции пробивки**

а). Расчёт усилия при пробивке.

Формула для расчета усилия при пробивке:

Рпр=Р+Рсн

Р=L\*s\*σср

Рсн=Р\*k

где, σср – сопротивление срезу с учетом отношения S/d и величины зазора.

В нашем случае σср=σв; так как выполняется условие

dотв<(5 – 3,5)\*S, где

σв – предел прочности материала

σв=180 МПА=180 Н/мм2 (таблица 2); 0,07 (таблица 6).

Усилие пробивки окна 85+0,87 ×25+0,52 мм (1 шт.):

Р=L\*s\*σв=(85мм+25мм) \*4мм\*180 Н/мм2=158400 Н.

Усилие пробивки отверстия ∅15+0,43 мм (3 шт.):

Р=π\*d\*s\*σв =3,14\*15мм\*4мм\*180 Н/мм2=33930 Н.

Усилие пробивки отверстий ∅8+0,36 мм (7 шт.):

Р=π\*d\*s\*σв =3,14\*8мм\*4мм\*180 Н/мм2=18095 Н.

Усилие пробивки отверстий ∅6+0,3 мм (4 шт.):

Р=π\*d\*s\*σв =3,14\*6мм\*4мм\*180 Н/мм2 =13570 Н.

Суммарное усилие:

Р=158400+33930\*3+18095\*7+13570\*4=441135 Н.

Рсн=Р\*k=441135\*0,07=30880 Н.

Необходимое усилие пресса:

Рпр=Р+Рсн=441135+30880=472015 Н= 472 кН.

Вывод: в результате расчёта выяснили, что необходим пресс для пробивки отверстий усилием 472 кН.

б) Определение размеров матрицы и пуансона.

Как написано выше, размер пуансона определяется формулой

,

а размер матрицы

, где  = 0,4мм,=0,08мм, =0,04мм (по табл.7 и 8).

Для прямоугольного отверстия размером (85+0,87 х 25+0,52):

Длина пуансона  мм;

Ширина пуансона мм;

Длина матрицы мм;

Ширина матрицы мм;

Для отверстий ∅6+0,3:

Диаметр пуансона  мм;

Диаметр отверстия матрицы мм;

Для отверстий ∅8+0,36:

Диаметр пуансона  мм;

Диаметр отверстия матрицы мм.

Для отверстий сложной формы ∅15+0,43 мм шириной 10+0,36 мм:

Размеры пуансона

Dn=(D+ΔD+zмин)-δn=(15+0,43)-0.04=15,43-0.04 мм.

Lм= (10+0,36+) +0.08=10,36-0.04 мм.

Размеры отверстия матрицы

Dм= (15+0,43+0,4) +0.08=15,83+0.08

Lм= (10+0,36+0,4) +0.08=10,76+0.08 мм.

**5. Расчет режимов резания при сверлении**

По справочнику находим, что при сверлении сплавов алюминия быстрорежущими сверлами при диаметре сверла от 2 мм до 7 мм оптимальная стойкость инструмента  мин.

По справочнику находим, что при сверлении сплавов алюминия сверлами с диаметром от 2 до 6 мм подача S0=0,2 мм/об и соответственно:

, , , , , .

При обработке сплавов алюминия быстрорежущими сверлами коэффициент на качество обрабатываемого материала:

.

По справочнику находим, что поправочный коэффициент на инструментальный материал .

По справочнику находим, что при отношении длины сверления к диаметру сверления менее трех .

Подставляя полученные значения в формулу скорости резания при сверлении, получаем для сверл разных диаметров:



Для отверстия диаметром Ø4мм:



Для отверстия диаметром Ø4,5мм:



6. **Расчет величины осевой силы  и крутящего момента**

При сверлении сплавов алюминия значение коэффициента  определяется по формуле:

, где .

Н/мм

Подставляя попеременные значения в формулы осевой силы и крутящего момента, получаем  и .

По справочнику находим, что для сплавов алюминия с Н/мм2

; ; .

; ;  X=2





Для отверстия диаметром Ø4 мм:

 Н

 Н\*мм

Для отверстия диаметром Ø4,5 мм:

 Н

 Н\*мм

**7. Описание работы штампа последовательного действия**

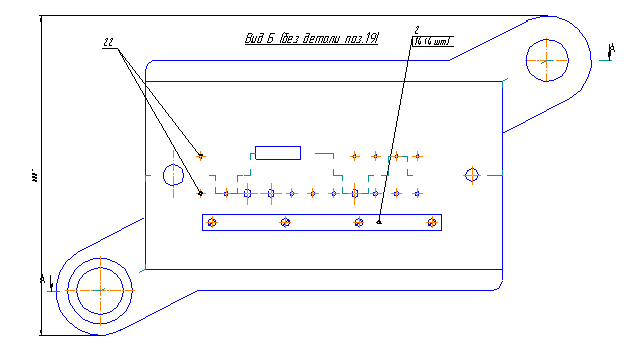
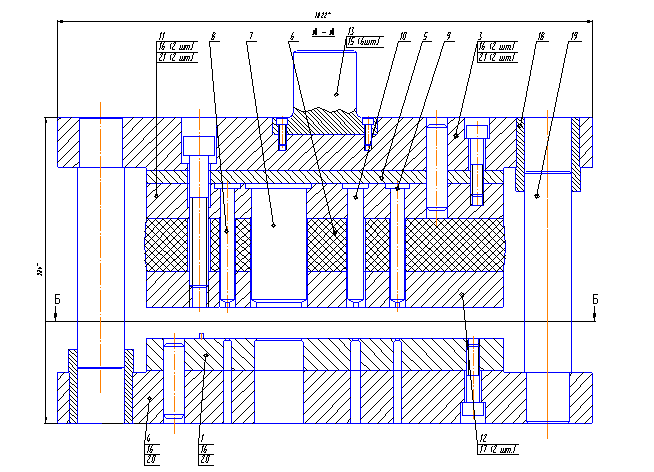


Рис.2. Штамп пробивки.

Основные элементы штампа для пробивки показаны на рис.2. Штамп состоит из нижней неподвижной плиты 4, к которой штифтами 20 и винтами 16 прикрепляется матрица 1. На матрице установлены направляющая 2, служащая для направления полосы, и упоры 22.

Конструктивной основой верхней подвижной части штампа является верхняя плита 3, прикрепляемая к ползуну пресса при помощи хвостовика 13. К верхней плите при помощи штифтов 21 и винтов 16 прикреплен пуансонодержатель 11 и пуансоны 7-10. Между пуансонами и верхней плитой установлена закаленная прокладка 5. Съемник 12 (крепится винтами 17) и резина 6 служат для съема полосы с пуансонов при ходе подвижной части штампа вверх после пробивки детали. Верхняя и нижняя части штампа ориентируются при помощи колонок 19 и втулок 18. Работает штамп следующим образом.

Заготовка, в которой пробиваются отверстия, вручную подается в штамп и направляется при помощи направляющей 2 до упоров 22. При движении подвижной части вниз съемник 12 подходит к заготовке и останавливается. При дальнейшем движении подвижной части резина сжимается, пуансоны выдвигаются из съемника, при этом пуансоны 7-10 производят пробивку отверстий заготовки. Отход, полученный при пробивке отверстий, проваливается вниз через отверстия. В крайнем нижнем положении пуансоны на некоторой длине находятся в отверстиях матрицы, а заготовка - надета на пуансоны.

При движении подвижной части вверх резина распрямляется, при этом съемник перемещается относительно пуансонов вниз и снимает с них заготовку, которая остается на матрице.

**8. Методы покрытия**

В машиностроении применяют покрытия лакокрасочные, гальванические, окисными и пластмассовыми пленками. Лакокрасочные покрытия - применяют как декоративные, а также для защиты металлических поверхностей от коррозии и деревянных поверхностей от влаги и загнивания. Процесс нанесения лакокрасочных покрытий состоит из трех основных этапов: подготовки поверхности к покрытию, ее окраски и сушки, отделки окрашенной поверхности.

Подготовка поверхности к покрытию включает очистку и выравнивание поверхности, ее грунтовку и шпаклевку с последующим шлифованием. Окраска поверхности производится в один или несколько слоев. Для окраски применяют масляные и эмалевые краски и лаки.

Качество лакокрасочного покрытия во многом зависит от способа его сушки. Сушка — это сложный химический процесс, состоящий из испарения растворителя и окисления или полимеризации пленки. Существуют два метода сушки: естественная и искусственная. Естественная сушка производится при температуре 18—25°С и является довольно длительным процессом. Искусственная сушка ускоряет процесс высыхания пленки и значительно улучшает покрытие, увеличивая его твердость, водостойкость и другие качества.

Отделка окрашенной поверхности включает лакирование, полирование и художественное оформление. Лакирование обеспечивает повышенную стойкость покрытия и придает ему блеск; лаковое покрытие наносится на окрашенную поверхность в один или несколько слоев. Полирование производят для получения особо ровной и блестящей поверхности. Художественное оформление предусматривает нанесение узких декоративных линий, рисунков и фабричных знаков.

9. **Структурная схема маршрутного технологического процесса изготовления передней панели измерителя микропробоя ИМП-3Т**

035

Контроль

100%

030 Сверлильная

025

Контроль

020

Слесарная

015 Штамповочная

010

Фрезеровочная

005

Заготовительная

040 Резьбонарезная

060 Гравировка

045

Слесарная

055 Гальваническая

050 Подготовительная

080

Контроль ОТК

075

Маркировка

070 Лакирование

065 Лакокрасочная

085

Упаковка

10. **Операционный технологический процесс изготовления передней панели измерителя микропробоя ИМП-3Т**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **А/Б** | **№ опер** | **Наименование и содержание операции** |
| А | 005 | **Заготовительная** |
| Б |  | Гильотинные ножницы НД-3316Г |
| О |  | 1. Торцевать лист на угол 90.  2. Разрезать лист на полосы шириной 465 мм. Резать вдоль короткой стороны листа. Из листа 3 полосы.  3. Торцевать полосу на угол 90.  4. Разрезать полосу на заготовки размером 465х155мм. Из полосы 6 заготовок.  5. Уложить заготовки в тару. |
| Т |  | Тара специальная |
| А | 010 | **Фрезеровочная** |
| Б |  | Универсальный фрезерно-сверлильный станок ВШ-029 |
| О |  | 1. Извлечь заготовку из тары.  2. Фрезеровать заготовку по контуру согласно чертежу.  3. Уложить заготовку в тару. |
| Т |  | Тара специальная |
| А | 015 | **Штамповочная** |
| Б |  | Пресс механический КД1428В |
| О |  | 1. Извлечь заготовку из тары.  2. Установить заготовку в пресс по направляющей до упора.  3. Включить пресс.  4. Пробить в соответствии с чертежом  4 отв. 6 мм. 7 отв. 8 мм. 1 отв. 8525 мм.  3 отв. сложной формы 15 мм шириной 10 мм.  5. Поместить заготовку в тару. |
| Т |  | 1.Тара специальная  2. Штамп пробивки. |
| А | 020 | **Слесарная** |
| Б |  | Верстак слесарный |
| О |  | 1. Извлечь заготовки из тары.  2. Притупить острые кромки заготовок.  3. Поместить заготовки в тару. |
|  |  | 1. Тара специальная  2. Напильник ГОСТ 1465-80 |
| А | 025 | **Контроль** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1.Извлечь заготовки из тары.  2.Контролировать размеры заготовок и пробитых отверстий на соответствие чертежу.  3.Поместить заготовки в тару. |
| Т |  | 1. Тара специальная.  2. Штангенциркуль ШЦ-II-370-0.05 ГОСТ 16680  3. Калибр-пробки 6Н14, 8Н14  4. Мерители 456-1мм, 152-0,8мм. |
| А | 030 | **Сверлильная** |
| Б |  | Универсальный фрезерно-сверлильный станок ВШ-029 |
| О |  | 1. Извлечь заготовку из тары.  2. Установить заготовку на станке.  3. Установить сверло  4,5 мм.  4. Включить станок.  5. Сверлить отверстия в соответствии с чертежом  4 отв.  4,5 мм.  6. Выключить станок.  7. Установить сверло  4 мм.  8. Включить станок.  9. Сверлить отверстия в соответствии с чертежом  8 отв.  4мм.  10. Выключить станок.  11. Поменять сверло  4мм на зенкер  4мм.  12. Включить станок.  13. Зенкеровать отверстия под резьбу в соответствии с чертежом 8 отв.  4 мм.  14. Выключить станок.  15. Снять заготовку со станка.  16. Поместить заготовку в тару. |
| Т |  | 1. Свёрло из быстрорежущей стали Р6М4,5 ГОСТ 4010-77  2. Свёрло из быстрорежущей стали Р6М4 ГОСТ 4010-77  2. Зенкер  4 ГОСТ 21579-76  3. Тара специальная. |
| А | 035 | **Контроль 100%** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь заготовку из тары.  2.Проверить диаметры отверстий на соответствие чертежу – 100% партии.  3. Поместить заготовку в тару. |
| Т |  | 1. Тара специальная.  2. Штангенциркуль ШЦ-II-370-0.05 ГОСТ 16680.  3. Калибр-пробка 4Н14. |
| А | 040 | **Резьбонарезная** |
| Б |  | Резьбонарезной станок Rems Торнадо 2000 |
| О |  | 1. Извлечь заготовку из тары.  2. Установить заготовку в станок.  3. Нарезать резьбу М41-6Н в 8 отверстиях в соответствии с чертежом.  4. Снять заготовку со станка.  5. Поместить заготовку в тару. |
| Т |  | Тара специальная |
| А | 045 | **Слесарная** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь заготовку из тары.  2. Отшлифовать лицевую поверхность.  5. Поместить заготовку в тару. |
| Т |  | 1. Тара специальная  2. Шлифовальная шкурка мелкозернистая |
| А | 050 | **Подготовительная** |
| Б |  | 1. Ванна с водой  2. Сушильная камера НК 10.10.10/3,5 ВП |
|  |  | 1. Извлечь заготовки из тары.  2. Промыть заготовки.  3. Высушить заготовки.  4. Поместить заготовки в тару. |
|  |  | Тара специальная |
| А | 055 | **Гальваническая** |
| Б |  | 1.Электролитическая ванна  2.Сушильная камера НК 10.10.10/3,5 |
| О |  | 1. Извлечь заготовки из тары.  2. Подвесить заготовки на подвесы.  3. Опустить заготовки в раствор электролита.  4. Осуществить анодное оксидирование заготовки.  5. Промыть заготовки.  6. Высушить заготовки.  7. Поместить заготовки в тару. |
| Т |  | Тара специальная |
| А | 060 | **Гравировка** |
| Б |  | Гравировально-фрезерный станок Woodpecker HS-6590 |
| О |  | 1. Установить размер шрифта.  2. Установить число оборотов шпинделя.  3. Извлечь заготовку из тары.  4. Установить и закрепить заготовку на рабочем столе станка.  5. Установить и закрепить копировальные планки и шаблоны.  6. Включить станок.  7. Установить глубину шрифта.  8. Гравировать надписи в соответствии с чертежом.  9. Выключить станок.  10.Снять заготовку с рабочего стола станка.  11. Поместить заготовку в тару. |
| Т |  | Тара специальная |
| А | 065 | **Лакокрасочная** |
| Б |  | 1.Сушильная камера НК 10.10.10/3,5 ВП  2.Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь заготовки из тары.  2. Обезжирить поверхности заготовок.  3. Сушить заготовки.  4. Втереть эмаль в гравировку.  5. Очистить поверхность от лишних пятен эмали (если они есть).  6. Сушить заготовки.  7. Поместить заготовки в тару. |
| Т |  | 1.Тара специальная  2. Бензин БР-1 ГОСТ 443-76.  3. Кисть КХЖК-2 ОСТ 17-888-81  3. Эмаль ПФ-115, чёрная ГОСТ 9640-85 |
| А | 070 | **Лакирование** |
| Б |  | 1. Стол рабочего.  2. Ванна стационарная.  3. Сушильная камера НК 10.10.10/3,5 ВП |
| О |  | 1. Извлечь заготовки из тары.  2. Поместить заготовки в ванну со слабым раствором для обезжиривания на 1-2 мин.  3. Удалить заготовки из ванной.  4. Просушить заготовки.  5. Покрыть заготовки лаком .  6. Поместить заготовки в сушильную камеру.  7. Сушить заготовки. |
| Р |  | Температура t = 110 С. |
| О |  | 8. Вынуть заготовки из сушильной камеры.  9. Поместить заготовки в тару. |
| Т |  | 1.Тара специальная.  2. Пульверизатор.  3. Лак ПФ-170 ГОСТ 15907-70  4. СБС |
| А | 075 | **Маркировка** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь деталь из тары.  2. Поставить товарный знак завода, номер, год выпуска согласно чертежу.  3. Проверить качество маркировки. Маркировка должна быть четкой. При нечеткой печати очистить место маркировки тканью, смоченной растворителем и повторить переход 2.  4. Установить деталь в тару и выдержать при комнатной температуре не менее одного часа. |
| Т |  | 1. Тара специальная.  2. Подушка штемпельная ТУ 6-15-576.  3. Клеймо.  4. Часы любой марки.  5. Мастика маркировочная фиолетового цвета.  6. Растворитель 646 ГОСТ 18188-72  7. Ткань х/б ситцевая белоземельная ТО 17-СХ-21 к ГОСТ 29298. |
| А | 080 | **Контроль ОТК** |
| Б |  | Стол рабочего |
|  |  | 1. Извлечь деталь из тары.  2. Контролировать внешний вид детали визуально. Проверить наличие и правильность маркировки, отсутствие дефектов.  3. Контролировать размеры детали.  4. Маркировать мастикой клеймо ОТК согласно чертежу.  5. Проверить качество маркировки. Маркировка должна быть четкой. При нечеткой печати очистить место маркировки тканью, смоченной растворителем и повторить переход 4.  6. Установить деталь в тару и выдержать при комнатной температуре не менее одного часа. |
|  |  | 1. Тара специальная.  2. Контрольный образец.  3. Штангенциркуль ШЦ-II-370-0.05 ГОСТ 16680  4. Калибр-пробки 6Н14, 8Н14,  5. Мерители 456-1мм, 152-0,8мм.  6. Подушка штемпельная ТУ 6-15-576.  7. Клеймо ОТК.  8. Часы любой марки.  9. Мастика маркировочная фиолетового цвета.  10. Растворитель 646 ГОСТ 18188-72  11. Ткань х/б ситцевая белоземельная ТО 17-СХ-21 к ГОСТ 29298. |
| А | 085 | **Упаковка** |
| Б |  | Стол рабочего |
| О |  | 1. Извлечь деталь из тары.  2.Поместить деталь в упаковочную тару, проложив между каждой из них поролоновые прокладки. |
| Т |  | 1.Тара специальная  2.Тара упаковочная |

**11. Перечень технологического оборудования**

|  |  |
| --- | --- |
| Название | Технические характеристики |
| **Гильотинные ножницы НД-3316Г ГОСТ 7355-67** | 1. Наибольшие размеры разрезаемого металла с временным сопротивлением 500МПа (50 кгс/мм 2 ), мм:  Толщина - 4,0  Ширина - 2000  2. Наибольшая длина отрезаемой полосы при работе с задним упором, мм - 700  3. Высота над уровнем пола от верхней кромки неподвижного ножа, мм - 800  4. Масса ножниц, кг - 3200  5. Расход сжатого воздуха за одно включение, л - 0,25  6. Род тока питающей сети Переменный трёхфазный  Частота тока, Гц - 50  Напряжение, В - 380  7. Количество электродвигателей - 1 |
| **Универсальный фрезерно-сверлильный станок ВШ-029** | 1. Максимальный диаметр сверления d, мм 16  2. Длина рабочей поверхности стола, мм 580  3. Ширина рабочей поверхности стола, мм 180  4. Частота вращения шпинделя, мин-1 50, 250, 500, 1000, 2000  5. Габаритные размеры станка, мм  — длина 716  — ширина 808  — высота 975  6. Масса станка, кг 195 |
| **Пресс механический КД1428В** | 1. Номинальное усилие, кН - 630  2. Ход ползуна регулируемый, мм  — наибольший, не менее - 100  — наименьший, не более - 10  3. Размеры стола, мм  — длина - 710  — ширина - 480  4. Наибольшее расстояние между столом и ползуном, мм -600  5. Толщина подштамповой плиты, мм: - 85  6. Давление воздуха в сети пресса, МПа, не менее - 0,35  7. Расход воздуха за одно включение пресса, л - 1,6  8. Габаритные размеры  — ширина - 1420  — длина - 1630  — высота - 3070  9. Масса, кг - 6820 |
| **Резьбонарезной станок REMS Торнадо 2000** | 1. Одна универсальная автоматическая режущая головка для всех видов резьбы.  2. Автоматическая смазка.  3. Автоматический ударно-зажимной патрон.  4. Большая масляная ванна и поддон для стружки.  5. 3 двигателя.  6. Легко транспортабелен, вес привода всего 35 кг. |
| **Сушильная камера НК 10.10.10/3,5 ВП** | 1. Внешние размеры, д-ш-в, мм: 3000-1600-2200;  2. Внутренние размеры, д-ш-в, мм: 1000-1000-1000;  3. Температура максимальная, град. С: 350;  4. Мощность, кВт: 35;  5. Вес, кг: 1000. |
| **Гравировально-фрезерный станок Woodpecker HS-6590** | 1. Рабочий стол X,Y (мм) - 740 x 1140  2. Обрабатываемый объем X, Y, Z (мм) - 650 x 900 x 100  3. Максимальная скорость гравирования (мм/мин) - 3600  4. Максимальная частота вращения шпинделя, (об/мин) - 24000  5. Разрешение (мм/шаг) - 0.005  6. Электропитание - AC 220 Вт±10%, 50 Гц  7. Габаритные размеры (мм) - 1320 x 1100 x 1370  8. Вес (кг) - 200  9. Потребляемая мощность (КВт) - 1,8 |

**Литература**

1. Аверкиев Ю.А. «Технология холодной штамповки», М., Машиностроение», 1989г.

2. Амиров Ю.Д. «Технологичность конструкций изделий». М., «Машиностроение», 1985г.

3. В.В. Андреев, В.Г. Барышев, А.А. Столяров, И.В. Чухраев. «Методическое пособие для выполнения курсового проекта и курсовой работы по курсу «Технология производства РЭС», Калуга, КФ МГТУ, 2004, 108с.

4. А.Г. Косилова и Р.К.Мещеряков «Справочник технолога-машиностроителя», Москва, «Машиностроение» 1986, 496с.,

5. С. Е. Локтева «Станки с программным управлением и промышленные роботы». М. «Машиностроение». 1986г.

6. В.П. Романовский «Справочник по холодной штамповке», Ленинград, «Машиностроение»,1979,782с., ил.