

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Ульяновский государственный технический университет»

**В. М. Никитенко, Ю. А. Курганова**

# **Штампы листовой штамповки. Технология изготовления штамповой оснастки**

Текст лекций

для изучения дисциплины «Технология производства  
кузнечно-штамповочного оборудования и штамповой оснастки»

Часть 1

Ульяновск

2010

УДК 621.73.002.5 (075.8)

ББК 34.4 г я 7

Н 93

Рецензенты:

начальник бюро центра подготовки и переподготовки специалистов на заказчика ОАО «УМЗ» д-р. техн. наук, Филимонов В. И.,  
канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «М и ОМД» Кокорин В. Н.,  
начальник инструментального цеха ОАО «УМЗ» Штукатуров П. С.

Утверждено редакционно-издательским советом Ульяновского государственного технического университета в качестве текста лекций

**Никитенко, В. М.**

Н 93 Штампы листовой штамповки. Технология изготовления штамповой оснастки: текст лекций. В 2 ч. Ч. 1 / В. М. Никитенко, Ю. А. Курганова. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 68 с.

ISBN 978-5-9795-0576-3

Изложена технология изготовления штамповой оснастки для холодной штамповки. Предназначено для студентов машиностроительных факультетов пятого курса, специализирующихся в области обработки металлов давлением, изучающих дисциплину «Технология производства кузнечно-штамповочного оборудования и штамповой оснастки».

**УДК 621.73.002.5 (075.8)**

**ББК 34.4 г я 7**

© Никитенко В. М., Курганова Ю. А., 2010

ISBN 978-5-9795-0576-3

© Оформление. Ул ГТУ, 2010

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>Глава 1. КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ (ХШ)</b>	
Лекция 1. Конструкторско-технологический классификатор штампов (хш) .....	6
<b>Глава 2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВ</b>	
Лекция 2. Требования, предъявляемые к изготовлению штампов .....	8
Лекция 3. Выбор материалов для изготовления деталей штампов .....	12
Лекция 4. Выбор способа и технологического процесса изготовления штампов .....	14
Лекция 5. Особенности термической обработки деталей штампов .....	15
<b>Глава 3. ОТДЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ</b>	
Лекция 6. Механическая обработка .....	19
Лекция 7. Слесарная обработка матриц .....	25
Лекция 8. Обработка пуансонов .....	32
Лекция 9. Профильное шлифование пуансонов и матриц .....	34
Лекция 10. Доводка и полирование деталей штампов .....	46
Лекция 11. Особенности сборки штампов .....	42
Лекция 12. Изготовление штампов с применением быстротвердеющих пластмасс .....	49
<b>Глава 4. РЕМОНТ ШТАМПОВ. ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ</b>	
Лекция 13. Виды ремонта штампов .....	55
Лекция 14. Износ деталей штампов и способы их восстановления .....	57
Лекция 15. Штампы со вставками из твердых сплавов .....	62
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	66
<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	67
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	68

## ВВЕДЕНИЕ

На кафедре «Материаловедение и обработка металлов давлением» ведется освоение специальных методик для проектирования технологических процессов. В итоге студенты уже на этапе обучения в университете учатся пользоваться всеми преимуществами, предоставляемыми современными компьютерными системами в области имитационного моделирования. Ускоренный темп роста машиностроительной промышленности и связанное с ним расширение областей применения процессов штамповки, значительное увеличение номенклатуры изготавливаемых изделий и необходимость быстрого освоения производства большого числа новых штамповок высокого качества, снижения стоимости их изготовления - все это требует коренного изменения системы технологической подготовки штамповочного производства.

Базовой дисциплиной для специальности 15 02 01-Машины и технология обработки металлов давлением является «Технология производства кузнечно-штамповочного оборудования и штамповой оснастки», содержание которой определяется выпиской из государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. **Выписка из ГОС ВПО**

Индекс	Наименование дисциплины и ее основные разделы	Всего часов
СД.08.	<p>ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ</p> <p>Основные технологические процессы в машиностроении; критерии и обеспечение качества изделий; точность изделий; факторы, влияющие на точность обработки. Проектирование технологических процессов обработки и сборки; приспособления. Технология производства типовых деталей машин и основы САПР. Технология изготовления и сборки штампов; стали и твердые сплавы для штампов; применение пластмасс для штампов; технологические процессы изготовления твердосплавных формообразующих деталей штампов.</p>	85

Технологический процесс штамповки должны разрабатывать специалисты высокой квалификации. Разработка процесса настолько трудоемка, что в среднесерийном и особенно в мелкосерийном производстве часто приходится отказываться от разработки подробных технологических процессов. Разработки металлосберегающих технологических процессов штамповки и конструирования штампов, расчеты оптимального варианта загрузки оборудования значительно сокращают сроки подготовки производства, исключают субъективные ошибки технолога при проектировании и позволяют рассчитать все параметры процесса с помощью научно обоснованных рекомендаций по специальным методикам и точным формулам различной сложности.

В предлагаемых лекциях рассмотрены особенности изготовления штампов для листовой штамповки, стали и твердые сплавы для штампов, применение пластмассы для штампов; технологические процессы изготовления твердосплавных формообразующих деталей штампов. Знание основ теории листовой штамповки помогает современному специалисту в области обработки материалов давлением ориентироваться в этих вопросах.

Основные используемые понятия расшифровываются в ходе лекций.

# Глава 1. КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ

## Лекция 1. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КЛАССИФИКАТОР ШТАМПОВ (XIII)

Штампы различаются по технологическому признаку, конструктивному оформлению, по способу подачи заготовок и удалению отходов.

По технологическому признаку штампы разделяются на две группы: штампы для разделительных операций и штампы для формоизменяющих операций.

К первой группе относятся штампы для отрезания, вырубки, пробивки, надрезания, обрезания, зачистки, ко второй – штампы для гибки, формовки, вытяжки, объемной штамповки и некоторых других операций.

Кроме того, к технологическому признаку классификации штампов относится степень совмещенности операций: штампы однооперационные и многооперационные (комбинированные). Комбинированные штампы могут быть подразделены на штампы совмещенного действия и на штампы последовательного действия.

По конструктивному оформлению различают штампы без направляющих устройств, с направляющей плитой (пакетные штампы), с направляющими колонками (блочные штампы).

По способу подачи заготовок штампы могут быть разделены на штампы с ручной подачей и с автоматической.

По способу удаления отштампованных деталей – на штампы с провалом через окно в матрице, с обратной запрессовкой детали в полосу, с выталкиванием детали в верхнюю часть штампа и удалением ее жестким выталкивателем, сдуванием сжатым воздухом или удалением вручную.

Конструкцию штампа выбирают соответственно типу производства, в котором он будет использоваться, мелкосерийном, крупносерийном или массовом. Штампы должны удовлетворять следующим требованиям:

1) точность и качество штампуемых деталей должны соответствовать чертежу и техническим условиям;

2) рабочие части штампа должны обладать достаточной прочностью, эксплуатационной стойкостью и возможностью легкой и быстрой замены изношенных деталей;

3) штамп должен обеспечивать требуемую производительность, удобство обслуживания, безопасность работы и надежность закрепления его на прессе;

4) в конструкции штампа в основном должны быть использованы стандартные и нормализованные детали; количество специальных деталей должно быть минимальным;

5) отходы при штамповке должны быть минимальными.

Части штампов соответственно их назначению можно разделить на следующие основные группы:

рабочие – образующие форму детали (пуансоны, матрицы и их секции);

корпусные – связывающие детали штампа между собой и с прессом (нижняя и верхняя плиты, хвостовики);

направляющие – для направления движения верхней части штампа по отношению к нижней во время работы (колонки, втулки);

подающие – для подачи материала или заготовок на позицию штамповки;

установочно-фиксирующие – создающие правильное положение материала или заготовки в штампе и удерживающие их во время выполнения операции;

съемно-удаляющие – снимающие и удаляющие заготовки и отходы штамповки после выполнения операции (съемники, выталкиватели);

крепежные – для соединения и скрепления отдельных частей или деталей штампа (пуансонодержатели, держатели и обоймы матриц, все крепежные детали).

### **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение штампов в машиностроении?
2. По каким признакам классифицируют штампы?
3. Каким требованиям должны удовлетворять штампы?
4. Как выбирают конструкцию штампа?
5. На какие основные группы по назначению можно разделить штампы?
6. Какие основные типы штампов применяют в машиностроении?

## Глава 2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВ

### Лекция 2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ ШТАМПОВ

К изготовлению штампов для холодной штамповки предъявляются следующие основные требования:

высокая точность изготовления деталей и сборки;

высокое качество обработки сопрягаемых и формующих поверхностей деталей.

Эти требования зависят друг от друга. Так, например, высокое качество обработки поверхностей пуансонов и матриц штампа обеспечивает необходимую стойкость, а точная взаимная подгонка пуансона и матрицы – получение высококачественных деталей и высокую стойкость штампа в работе. Пренебрежение одним из этих требований явится причиной низкого качества штампа. Например, низкая твердость штампа вследствие неправильного режима термической обработки сведет на нет все усилия по получению высокой точности обработки, так как штамп будет иметь низкую стойкость.

Штамповая оснастка в процессе эксплуатации находится под действием значительных нагрузок. Эти нагрузки различны по величине и направлению и зависят от характера работ, для которых предназначен штамп. Так, например, матрицы вырубных штампов при работе испытывают напряжение на изгиб, на разрыв и на срез; матрицы штампов ударного выдавливания испытывают напряжения на изгиб и разрыв, а пуансоны к этим штампам – напряжения на изгиб и сжатие. Выдержать все эти нагрузки сможет лишь такая деталь штампа, для изготовления которой правильно выбран материал. Помимо силовых нагрузок, возникающих в рабочий момент, на штамповую оснастку влияют и другие условия, например загрязнение материала, подвергающегося штамповке. Попадание земли или песка является причиной истирания рабочей кромки пуансонов и матриц в вырубных штампах или приводит к задирам на рабочих поверхностях вытяжных и гибочных штампов [1, 5, 10].

Способность штампов выдержать определенное количество вырубков до ремонта или до полного износа называют их *стойкостью*. Для вырубных штампов средняя стойкость составляет 15 – 20 тыс. деталей до переточки и 600–800 тыс. деталей до полного износа. Штамп, изготовленный с учетом осо-



бенностей технологии штамповки (например, устройство соответствующего уклона в окнах вырубных матриц), имеет более высокие эксплуатационные данные.

Повышение стойкости штампов зависит от качества их изготовления: от точности сопряжения, термической обработки деталей штампа, участвующих в формообразовании изделий, и качества отделки рабочих поверхностей пуансонов и матриц. Наибольшее значение это имеет при изготовлении матриц и пуансонов вытяжных штампов и штампов для ударного выдавливания.

В результате механической обработки на поверхностях деталей штампа остаются следы воздействия режущего инструмента или шлифовального круга. Эти следы в виде гребешков и впадин отрицательно влияют на работу формирующих и сопрягаемых деталей.

Направление штриха от полировочного материала на рабочих поверхностях деталей штампов должно быть параллельно течению или движению материала штампуемой детали. Особенно это касается штампов ударного выдавливания, в которых металл под действием удара переходит в пластическое состояние и течет вверх по пуансону. В этом случае поперечные риски на матрице и пуансоне будут задерживать течение металла, трение увеличится, и появится необходимость в приложении дополнительного усилия для его преодоления. Это же можно сказать и об условиях работы вытяжных штампов. В некоторых случаях по этой причине возможен даже отрыв дна вытягиваемой детали. Продольные риски на рабочих поверхностях матриц и пуансонов вытяжных штампов приводят к образованию на вертикальных стенках вытягиваемой детали полос (рисок), портящих ее внешний вид. Правильное и стабильное сопряжение трущихся поверхностей штампов также зависит от шероховатости поверхности сопрягаемых деталей. Плохо отполированные посадочные поверхности после непродолжительной работы вследствие истирания гребешков теряют свои размеры: увеличивается размер отверстия, а размер стержня уменьшается, и скользящая посадка переходит в посадку движения или ходовую, точность теряется.

В инструментальном производстве для контроля шероховатости обработанных поверхностей деталей применяют специальные приборы для точного определения шероховатости; или же сравнивают проверяемую поверхность с поверхностью эталона чистоты.

Точность изготовления деталей штампов связана с точностью, предъявляемой к детали, для которой предназначен штамп. Поэтому вопросы точности рассматриваются в каждом случае, исходя из назначения детали штампа и заданной точности штампуемой детали. При этом все детали штамповой оснастки разделяются на две группы:

1) детали технологического назначения, непосредственно участвующие в формообразовании штампуемых деталей (матрицы, пуансоны); к изготовлению деталей этой группы предъявляются наиболее высокие требования;

2) детали конструктивного назначения, обеспечивающие связь и взаимную фиксацию частей штампа; детали этой группы изготавливаются с пониженной точностью.

Точность обработки поверхности отдельных участков деталей штампа обычно рассматривается в соответствии с принадлежностью их к одной из следующих трех категорий:

- участки или отдельные элементы деталей, определяющие качество изготовления штампуемых деталей по конфигурации и размерам (рабочие окна матриц, рабочие части вырубных, вытяжных и других пуансонов) эти детали, наиболее трудоемкие и сложные по технике обработки, характеризуются наибольшей точностью изготовления и требуют соблюдения строгих допусков;

- сопрягаемые поверхности, обеспечивающие правильное положение в штампе отдельных его деталей, участвующих в формообразовании штампуемых изделий (плоскости соединения сборных матриц и их посадочные плоскости, установочные поверхности пуансонов, вкладышей, стержней, контурные окна направляющих и пуансонодержателей и т. д.); в большинстве случаев все эти поверхности (при некруглой форме) обрабатываются по месту индивидуальной подгонкой;

- поверхности и участки деталей, не влияющие на точность изготавливаемой детали (верхние и нижние плиты, плоскости пуансонодержателей, основания штампов и т. п.); эти поверхности обрабатывают по допускам свободных размеров.

Наиболее точного изготовления требуют матрицы и пуансоны вырубных и пробивных штампов, а также направляющие колонки и втулки. Допуски на изготовление вырубных и пробивных пуансонов и матриц тесно связаны с величиной зазора между ними, так как повышенные допуски влекут за собой уве-

личение величины зазора. Кроме того, погрешности изготовления и измерения находятся в зависимости от номинальных размеров рабочих частей штампа. Таким образом, при установлении допусков на рабочие размеры пуансонов и матриц для операций вырубки и пробивки необходимо исходить из размеров штампуемой детали, ее точности, возможного износа штампа и правильных зазоров между рабочими частями штампа.

Так как износ матрицы приводит к увеличению размеров детали, а износ пуансона к уменьшению размеров детали, размеры матрицы нужно выдерживать минимально допустимые, а размеры пуансона максимальные. Номинальный размер матрицы берется равным наименьшему размеру детали:  $D_{m(ном)} = D - A$ , где  $D_m$  и  $D_n$  – предельные размеры матрицы и пуансона;  $D$  – номинальный размер штампуемой детали;  $A$  – допуск на размеры штампуемой детали.

1) Допуски на изготовление пуансонов и матриц берут по таблицам допусков (в зависимости от их номинальных размеров) по 2-му классу точности. При штамповке других деталей (стержни винтов и отверстия под них, просверленные отверстия в матрицах и нижних плитах) обрабатывать по 4-му классу чистоты;

2) опорные поверхности, к которым не предъявляются высокие требования (опорные поверхности винтов, поверхности хвостовиков, соприкасающиеся с ползуном пресса), обрабатывать по 5-му классу, неподвижные соединения пуансонов с пуансонодержателем некруглой формы, а также круглой формы, выполняемые по 3-му классу точности (отверстия под пуансоны в пуансонодержателях, поверхности выталкивающих штифтов, неподвижные соединения пуансонов с ловителями, прилегающие поверхности плит блока), при зазорах между матрицей и пуансоном более 0,05 мм, обрабатывать по 6-му классу чистоты;

3) неподвижные соединения деталей круглой формы, изготавливаемые по 2-му классу точности (соединения пуансона или пуансона-матрицы круглой формы с пуансонодержателем, соединения установочных штифтов, упоров, направляющих втулок и колонок, прилегающие и опорные поверхности пакета, выталкивателей, съемника, плит блока), при зазорах между матрицей и пуансоном менее 0,05 мм обрабатывать по 7-му классу чистоты;

4) рабочие поверхности матриц и пуансонов, оформляющие контур вырезаемых или изгибаемых деталей, а также поверхности вытяжных пуансонов,

поверхности скольжения, выполняемые по 1–2-му классам точности (подвижные соединения направляющих колонок и втулок и т. п.), обрабатывать по 8-му классу чистоты;

5) рабочие поверхности матриц, прижимов и выталкивателей вытяжных штампов, рабочие поверхности вырезных штампов при штамповке мягких цветных металлом и сплавов, а также неметаллических материалов; рабочие поверхности пуансонов и матриц зачистных штампов; поверхности качения в блоках с шариковыми поправляющими; поверхности подвижных соединений направляющих колонок и втулок в блоках прецизионных штампов выполнять по 9-10-му классам чистоты [3, 5].

### **Лекция 3. ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ**

При изготовлении деталей холодноштамповочной оснастки применяют разные марки стали в соответствии с назначением, условиями эксплуатации и технологией изготовления деталей штампа. От правильного выбора материала для каждого вида деталей и соответствующего режима его термической обработки зависит работоспособность, прочность и сохранение размеров рабочих частей штампов. Так, например, для изготовления вырубного штампа для холодной штамповки из листового материала необходимо, чтобы сталь, идущая на изготовление пуансонов и матриц, обладала следующими основными свойствами:

а) была высокопрочной, так как в процессе работы штамп испытывает большие усилия и ударные нагрузки;

б) обладала высокой твердостью, потому что процесс резания (вырубку) можно выполнить лишь при условии, что твердость материала пуансона и матрицы штампа значительно больше твердости штампуемого материала;

в) обладала износостойкостью, так как долговечность работы вырубного штампа зависит от степени истирания его режущих кромок;

г) имела высокую вязкость, чтобы вследствие частых и сильных ударов режущие кромки не выкрашивались;

д) обладала хорошей закаливаемостью, что обеспечивает отсутствие трещин после закалки и достаточную глубину закаленного слоя, дающую возмож-

ность неоднократно затачивать пуансон штампа и шлифовать зеркало матрицы.

Штамповые стали должны обладать также особыми технологическими свойствами [5]. К этим свойствам относятся:

а) хорошая обрабатываемость резанием и давлением (в холодном и горячем состоянии);

б) хорошая закаливаемость, т.е. возможность получить высокую твердость и равномерную мелкокристаллическую структуру;

в) малая чувствительность к перегреву, т. е. возможность закалки с нагревом до высоких температур;

г) малая деформация деталей при термической обработке;

д) небольшая чувствительность к обезуглероживанию при нагреве, снижающему твердость поверхностного рабочего слоя металла;

е) хорошая шлифуемость, определяющая высокий класс чистоты шлифованной поверхности и производительность шлифования.

### **Примечания.**

1. Стали У8А и 8ХФ для матриц не применяют.

2. Пуансоны закаливают по всей высоте, исключая хвостовую часть под расклепку.

3. При штамповке мягких материалов, тонколистовых и сложных деталей допускается изготовление матриц без термической обработки.

4. В некоторых случаях для штамповки небольших партий деталей из мягких сталей, цветных металлов и неметаллических материалов толщиной до 1 мм допускается применять сталь 45 и 50.

5. Стали У8А и У10А имеют достаточную твердость после термической обработки, но подвержены сильной деформации, что вызывает необходимость последующей механической обработки деталей.

#### Лекция 4. ВЫБОР СПОСОБА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВ

Процесс изготовления штампов для холодной штамповки состоит из следующих этапов:

- 1) получения заготовок;
- 2) механической обработки заготовок;
- 3) слесарной обработки рабочих деталей штампов (матриц, пуансонов, пуансонодержателей, съемников);
- 4) термической обработки деталей штампов;
- 5) механического шлифования деталей после термической обработки;
- 6) ручного шлифования и доводки рабочих деталей;
- 7) сборки, испытания и отладки штампов.

Операции 3, 6 и 7 выполняются слесарями по штампам. Слесари принимают участие и в механической обработке, выполняя разметочные и промежуточные слесарные работы, а в некоторых случаях – несложные станочные работы.

**Получение заготовок.** При заготовке деталей штампов, изготавливаемых из инструментальных и легированных сталей, выполняют следующие операции: отрезание материала от куска, плиты или полосы (дисковой пилой, механической ножовкой, газовым резаком), ковку (или осадку), изотермический отжиг, строгание или фрезерование плоскостей с припуском 0,25 мм на сторону, обтачивание по диаметру, нормализацию (для углеродистой стали) или высокий отпуск (для легированной стали), черновое шлифование поверхностей. Далее следует обработка заготовки по чертежу.

Термическая обработка заготовок обеспечивает лучшую обрабатываемость их на последующих операциях, уменьшает деформации при закалке и повышает стойкость рабочих частей штампов. Изотермическому отжигу подвергают все заготовки (как из проката, так и из поковок), изготовленные из инструментальных легированных и инструментальных углеродистых сталей. Чтобы устранить поверхностные напряжения, возникающие в результате грубой механической обработки, заготовки из легированных инструментальных сталей подвергают высокому отпуску, а заготовки из инструментальных углеродистых сталей – нормализации.

**Прокровка стальных заготовок.** В процессе прокатки-обжатия слитков металла на металлургическом заводе в стали остаются внутренние напряжения, неравномерность структуры, неблагоприятное распределение волокон. Для повышения плотности металла и улучшения его структуры стальные заготовки, идущие на изготовление ответственных деталей штампов (матриц, пуансонов), проковывают. Прокровка выражается в многократной (до 5–8 раз) осадке и вытяжке заготовки, нагретой до определенной температуры. Деталь, изготовленная из прокованной заготовки, имеет стойкость, в два раза превышающую стойкость такой же детали, сделанной из непрокованного металла. При ковке штамповых сталей (как углеродистых, так и легированных), ввиду их плохой теплопроводности, особенно важно соблюдать температуру и режимы выдержки предварительного и окончательного нагрева, предписанные для данной марки стали. Предварительный нагрев производят в две ступени: до 650 °С и затем до 850 °С с продолжительностью выдержки, соответствующей сечению заготовки. После этого окончательно нагревают сталь до температуры, соответствующей режимуковки данной марки. После окончанияковки заготовку постепенно охлаждают вместе с печью при температуре от 700 °С. Прокровка должна выполняться с осадкой заготовки не менее чем на 1/3 ее первоначальной высоты. После проковки заготовки из легированных сталей во избежание «подкаливания» медленно охлаждают до 250–400 °С или сразу передают на отжиг в термическую печь.

## **Лекция 5. ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ**

При изготовлении штамповой оснастки широко используются различные способы термической обработки. Практически ни один штамп, для чего бы он ни предназначался, не изготавливается без термической обработки тех или иных его деталей.

Однако это не означает, что основные детали штампа – пуансоны и матрицы – обязательно должны быть, например, закалены. Для вырубкидеталей из мягкого листового металла – мягкой стали, латуни, алюминия нет необходимости в закалке и пуансона, и матрицы. Достаточно будет хорошо закалить только одну матрицу. Пуансон можно делать много мягче матрицы, чтобы при воз-

можных люфтах пресса он не мог испортить закаленной матрицы. Пригонка пуансона к матрице делается продавливанием, а когда он затупится, то его можно быстро исправить. Это исправление тем легче, чем на меньшую глубину входит пуансон в матрицу, что зависит от толщины штампуемого материала. Таким образом, при вырубке любых обычных мягких материалов можно делать матрицу закаленной – твердой, а пуансон – мягким или слабо закаленным. При вырубке горячего металла матрицу и пуансон закаливают одинаково [5, 6].

При изготовлении штампов для вырубке точных по наружным размерам деталей пуансон делают закаленным, так как именно он обеспечивает размеры деталям, а матрица может быть менее твердой, чем пуансон. При этих условиях пуансон будет долго сохранять форму по всей своей закаленной части, и, если края его немного затупятся, можно быстро исправить их заточкой с торца. Матрица, будучи более мягкой, при износе также может быть легко исправлена подчеканкой режущей части. Чем крупнее деталь штампа и чем сложнее ее профиль, тем больше опасность получить при закалке трещины, коробления и изменения в размерах. Для предупреждения трещин и коробления все отверстия, которые не должны закаливаться, плотно замазывают смесью глины с асбестом или плотно забивают мокрым асбестом. Точные детали малогабаритных штампов нагревают в закрытых стальных коробках, наполненных мелким древесным углем, что предохраняет поверхность деталей от окалины и позволяет получить более равномерный нагрев. Детали штампов кладут в коробку на уголь лицевой стороной вниз.

Отпуск необходимо выполнять для всех пуансонов и матриц, из какой бы стали они ни делались, но величина отпуска различна, в зависимости от выбранной стали и характера работы штампа. Отпуск малогабаритных деталей штампов очень удобно проводить на противне с нагретым песком.

Охлаждают детали штампов различно, в зависимости от величины и формы детали штампа. Так, пуансоны невысокие и тонкие погружают в воду или в масло в вертикальном положении, узким ребром вниз; пуансоны более толстые, а также круглые погружают всегда режущими краями вперед. Чем сложнее профиль детали штампа и чем тверже взята для нее сталь, тем медленнее должно быть погружение в жидкость и тем теплее она должна быть. Поэтому при сложных формах матриц и высокой твердости стали, закалку нужно проводить в воде, подогретой до 40–50 °С, или в масле, подогретом до температуры



60 °С. В круглых больших матрицах с большими отверстиями закаливать следует только рабочую поверхность. Для этого применяют брызговую закалку с помощью трубки, имеющей на запаянном конце мелкие отверстия. Массивные пробивные пуансоны нагревают на поду муфельной или электрической печи и охлаждают в воде в вертикальном положении. Отпуск их лучше выполнять одновременно с закалкой, т. е. охлаждение вести не до конца, а так, чтобы внутренней теплоты хватило на нагревание рабочей части пуансона до нужной температуры отпуска. Если таким образом отпуск проводить нельзя, то лучше заполнить его в песчаной ванне, начиная нагрев с хвоста пуансона.

Пуансоны простой формы после нагрева под закалку охлаждают сначала в воде, причем охлаждают не весь пуансон, а только 15–20 мм от лезвия по его высоте, а как только лезвие потемнеет, переносят пуансоны из воды в масло. Этим способом получают большую вязкость сердцевины и хвостовика пуансона и достаточную твердость его рабочей части.

Чтобы предохранить от частых поломок тонкие длинные пуансоны, их следует закаливать сразу на всю длину, не оставляя резкого перехода от закаленной рабочей части к незакаленному хвостовику. Затем хвостовую

часть для повышения упругости пуансона отпускают, нагревая в песке, горячем масле или в соляной ванне.

Охлаждать пуансоны, которые легко могут покоробиться, следует в вертикальном положении и опускать в жидкость как можно медленнее. Если в пуансоне есть переходы от одного сечения к другому, нужно делать перед каждым новым сечением выдержку (остановку) не менее 1–2 секунд, в зависимости от размера пуансона. Этот прием предохраняет от коробления и трещин.

В коротких массивных пуансонах при закалке обычно возникают трещины. Для того, чтобы предотвратить их появление, пуансоны перед закалкой нужно подвергать отжигу при температуре 760–780 °С, а нагревать пуансоны при закалке как можно равномернее и медленнее. Охлаждать пуансоны лучше мелкими брызгами воды, пользуясь опрыскивателем. После закалки необходимо применять отпуск в электропечи или в песчаной ванне.

Для матриц и пуансонов, изготовленных из легированных инструментальных сталей, применяется полная (сквозная) закалка с непрерывным охлаждением в масле.

Углеродистые стали не обладают полной прокаливаемостью (они прокаливаются на глубину лишь 10–12 мм), и это обстоятельство используют в тех случаях, когда нужно получить твердую поверхность детали с мягкой, удароустойчивой сердцевиной. В отдельных случаях с этой целью применяют ступенчатую закалку – быстрое охлаждение последовательно в двух различных охлаждающих средах. Первой охлаждающей средой являются растворы солей, а второй – масло, подогретое до температуры 40 °С.

Достоинством такого способа закалки является уменьшение термических напряжений, а следовательно, трещин, поводки и коробления детали, а также хорошее сочетание высокой вязкости с прочностью. Ступенчатую закалку применяют для тонких деталей штампов из углеродистых сталей и более толстых деталей из легированных сталей.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие требования предъявляют к изготовлению штампов?
2. Почему окончательную обработку матриц и пуансонов производят только после их термической обработки?
3. Как выбирают материал, тип заготовки при изготовлении штампа?
4. В каких случаях и почему при изготовлении матриц и пуансонов штампов для холодной штамповки применяют стали У8А, У10А и легированные стали Х12М, 9ХС, Х12Ф1?
5. Из каких этапов состоит процесс изготовления штампов для холодной штамповки?
6. Какие способы термической обработки используются при изготовлении штамповой оснастки?

## Глава 3. ОТДЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ

### Лекция 6. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК

Обработка заготовок деталей штампов в зависимости от формы и размеров, указанных в чертеже, может включать следующие операции: координатное растачивание, контурное фрезерование, фасонное строгание, долбление отверстий, токарную обработку (обтачивание, растачивание, доводку, полирование), круглое наружное и внутреннее шлифование, плоское шлифование, фигурное шлифование, электроискровую, электроэрозионную и ультразвуковую обработку фигурных контуров и полостей. Существует несколько методов изготовления и пригонки рабочих частей вырубных и пробивных штампов, выбор которых зависит от типа производства, для которого изготавливают штамп. При массовом и крупносерийном изготовлении деталей штампов круглые вырубные и пробивные пуансоны и матрицы диаметром до 50–60 мм, а также разрезные матрицы и пуансоны прямоугольной и сложной форм изготавливают серийно, и делают эти детали взаимозаменяемыми по строгим допускам. Пуансоны и матрицы в этом случае изготавливают отдельно, и точные размеры рабочих частей достигаются круглым, плоским или профильным шлифованием. Слесарь по штампам выполняет только сборочные операции. Применяется также изготовление рабочей части матриц и пуансонов методом прошивки закаленным мастер-пуансоном или мастер-матрицей, изготовленными с учетом необходимого зазора. Этот метод очень производительный, и все матрицы (или пуансоны) получаются одинаковыми по форме и размерам. Однако его применение целесообразно только при серийном изготовлении пуансонов и матриц небольшого размера, но сложной формы [3, 9, 10].

При серийном изготовлении деталей вырубные штампы некруглого контура, а также средние и крупные штампы круглого контура изготавливают слесарной подгонкой пуансона по матрице (для вырубных штампов) или матрицы по пуансону (для пробивных штампов) с соблюдением заданной величины зазора.

При мелкосерийном изготовлении деталей применяется индивидуальное (штучное) изготовление штампов, при этом используется метод прошивки незакаленной матрицы закаленным и доведенным пуансоном (для пробивки) или прошивка незакаленного пуансона закаленной и доведенной матрицей (для вы-

рубки). Этот метод чаще всего применяют при штамповке материалов толщиной до 0,5 мм. По мере износа режущей кромки незакаленную матрицу (или пуансон) подчеканивают.

При изготовлении вырубных пуансонов и матриц для штамповки небольших и средних деталей сложной формы, а также при изготовлении цельных твердосплавных матриц рабочую часть пуансона или матрицы выполняют в закаленном виде способами электрофизической обработки с последующей доводкой алмазными инструментами.

При разработке технологического процесса изготовления деталей оснастки на заводах обычно применяется система, присущая единичному производству, т. е. технология подробно не разрабатывается, а дается только маршрутная технология, предусматривающая наиболее целесообразную последовательность выполнения операций до полного изготовления основных деталей. При этом для наиболее ответственных деталей указывают необходимые специальные инструменты, методы выверки детали, особые способы ее контроля, допускаемые отклонения от точности на отдельных этапах обработки и шероховатости поверхности после промежуточных операций.

Разрабатывая технологический процесс, главное внимание обращают на последовательность чередования отдельных операций с учетом создания технологической базы, которая облегчит последующую обработку и от которой затем будут отсчитываться все размеры детали.

Таковыми базами являются поверхности детали, определяющие при изготовлении ее положение по отношению к режущему инструменту. В качестве базы могут быть использованы наружные и внутренние поверхности обрабатываемой детали, центрирующие отверстия и т. д.

Различают два вида базовых поверхностей:

- 1) основные (конструктивные), ориентирующие положение детали в штампе (например, боковые поверхности матрицы по отношению к ее стенкам); в данном случае установка и выверка матрицы на столе станка выполняется от ее нижней плоскости, прилегающей к столу станка, и боковых поверхностей симметрично форме окна. Это позволит с большей точностью получить сопряжение по размерам и расположению с другими сопрягаемыми деталями (пуансоподержателем и съемником);

2) вспомогательные (или технологические) базовые поверхности, специально создаваемые для лучшей и более точной обработки детали.

Например, при механической обработке спариваемых деталей штампа для прессования с формованием детали в обеих частях формы (при отсутствии взаимной фиксации, кроме направляющих колонок), чтобы облегчить обработку и обеспечить точное совпадение рельефов с нижней стороны пуансона, растачивают на координатно-расточном станке технологические отверстия. Одновременно растачивают и отверстия под направляющие колонки.

В процессе механической обработки деталь (матрицу или пуансон) устанавливают технологическим отверстием по пальцу, устанавливаемому в центре поворотного стола (при фрезеровании), или по специальной оправке, вставляемой в шпиндель станка (при точении на токарном станке). При этом получается довольно высокая точность совпадения сопрягаемых формирующих полостей.

Для обработки контурного пуансона штампа на фрезерном, фасонно-долбежном и шлифовальном станках необходимо предусматривать устройство технологического хвостовика и центровых отверстий с торцев. При обработке пуансон зажимают в патроне станка за хвостовик, оставляя выход для режущего инструмента; другой торец поддерживается центральной бабкой.

При разработке технологического маршрута необходимо учитывать наиболее полное использование всех возможностей станочного оборудования, чтобы максимально сократить дальнейшую слесарную обработку. Достаточно сказать, что длительность фрезерования излишне оставленного припуска в глухой полости матрицы с 0,1–0,2 мм до 0,02–0,03 мм на площади в 50–60 мм<sup>2</sup> равна 10–12 мин, а снятие вручную этого припуска займет у квалифицированного слесаря 90–100 мин.

Для изготовления одной и той же детали может быть применено несколько вариантов технологического процесса. Выбирают тот из них, который наиболее целесообразен или доступен по условиям производства.

При изготовлении деталей пакета штампа первой операцией чаще всего является координатное растачивание. Растачивание выполняют на координатно-расточных станках по расчетам, в которых все линейные размеры, относящиеся к рабочему профилю, выражены в прямоугольной системе координат и проставлены от одной базовой поверхности.

При обработке в деталях штампов рабочих отверстия круглой формы координаты их расположения определяют от одной выбранной базы и проставляют размеры в сотых (а иногда в тысячных) долях миллиметра. За начало координат (оси  $OX$  и  $OY$ ) принимают центр наиболее важного рабочего отверстия или геометрический центр заготовки, а иногда – боковую шлифованную сторону заготовки.

При выполнении на заготовке вспомогательных отверстий (например, для получения рабочего контура с радиусным сопряжением, диаметры вспомогательных отверстий принимают равными удвоенному радиусу, образующему рабочую фигуру. При этом предусматривают припуск на необходимую последующую обработку.

При сопряжениях без радиуса диаметры отверстий и их координаты принимают такими, чтобы образующая отверстия была касательной к образующей рабочей фигуры.

Благодаря координированию взаимного расположения всех элементов детали, ускоряется весь процесс ее изготовления, достигаются лучшая точность и качество обработки.

В процессе фрезерования, долбления, шлифования и слесарной подгонки плоскости профильных окон обрабатывают по касательной к расточенным отверстиям, что позволяет свести до минимума количество промеров самих окон и измерений расстояний между ними (необходимо только выдержать прямолинейность обрабатываемых поверхностей, а окнам матриц придать нужный уклон для удаления вырубленной детали или отходов).

Изготовление вырубных штампов для деталей сложной геометрической формы часто начинают с обработки матрицы. После закалки и доводки матрицы по ней подгоняют пуансон, а затем по пуансону обрабатывают контурные окна пуансонодержателя и съемника. Такая последовательность не является обязательной для инструментальных цехов, имеющих профилешлифовальные станки или специальные приспособления для фасонного шлифования на универсально-шлифовальных станках. В этом случае сначала изготавливают пуансон, а затем уже по нему подгоняют матрицу и выполняют отверстия в съемнике и пуансонодержателе. Преимущество этого метода заключается в том, что отпадает необходимость в изготовлении контурных шаблонов и прошивок для обработки контурного окна матрицы, и слесарь освобождается от частых проме-

ров, отнимающих много времени. Кроме того, упрощается сам процесс подгонки, так как геометрическая форма и размеры закаленного и шлифованного пуансона строго соответствуют чертежу и нет необходимости в дополнительном измерении контурного окна. Процесс подгонки сводится к тому, что на предварительно обработанной матрице делают оттиск готовым пуансоном, затем окно по оттиску долбят, фрезеруют и опиливают. При необходимости делают вторичный оттиск пуансоном и матрицу окончательно подгоняют по пуансону, который в данном случае используется и как прошивка, и как шаблон. Таким образом значительно ускоряется изготовление штампа.

Однако этот метод имеет недостаток, заключающийся в том, что в процессе термической обработки матрица деформируется, и выправление дефектов и доводка закаленной матрицы по пуансону иногда отнимает больше времени, чем доводка пуансона по готовой матрице.

Поэтому, чтобы эффективно использовать шлифованные пуансоны для доводки матриц, необходимо иметь достаточный выбор марок инструментальных сталей, мало подверженных деформациям при закалке, и хорошо налаженную в цехе термическую обработку.

Рассмотренная последовательность обработки деталей штампов не является постоянной. Она зависит от сложности деталей, их конструкции, конфигурации рабочих участков, требуемой точности изготовления, количества одновременно изготавливаемых однотипных деталей и т. п. Выбор последовательности обработки во многом предопределяет весь последующий ход изготовления деталей, оказывая влияние на точность, качество и производительность работы. При этом нередко последовательность изготовления деталей определяется имеющимся в цехе оборудованием и различными приспособлениями для механизации трудоемких процессов слесарных работ. Установив последовательность изготовления деталей штампов, определяют порядок обработки их отдельных элементов. При выборе вариантов процесса изготовления штампа следует придерживаться двух основных правил, касающихся порядка обработки деталей:

- 1) обрабатывать сначала те детали, профиль или рельеф которых может быть выполнен на станках;

2) затем выполнять ручную обработку сопрягаемых деталей, сравнивая их профиль с фактическими размерами деталей, полученными после станочной обработки.

В первую очередь следует обрабатывать детали с более сложным контуром, подверженным деформациям при закалке. Обработку нужно выполнять с припуском на подгонку размеров при сборке.

В качестве технологической базы при изготовлении детали обычно принимают цилиндрические или торцовые поверхности детали или три взаимно перпендикулярные плоскости. При изготовлении штампов иногда приходится нарушать принцип постоянства баз и при дальнейшей обработке переходить на новые базовые поверхности. Такая необходимость возникает, например, при обработке профиля матрицы или съемника по оттиску с пуансона. Тогда базы для первых операций матрицы заменяют новыми, так как после обработки профиля по оттиску его контур может оказаться не параллельным ранее обработанным установочным поверхностям этой детали. Поэтому при дальнейшей обработке положение установочных поверхностей или размещение других отверстий должно быть согласовано с поверхностями профиля, принимаемого в качестве новых установочных баз.

При отсутствии удобных баз в матрице или пуансоне на координатно-расточном станке выполняют технологические базы в виде специальных отверстий.

**Обработка точных отверстий.** Такая обработка может выполняться сверлами, зенкерами, развертками на точных сверлильных или вертикально-фрезерных станках. Наиболее точные отверстия выполняют растачиванием на координатно-расточных станках. В этом случае сначала изготавливают пуансон, а затем уже по нему подгоняют матрицу и выполняют отверстия в съемнике и пуансонодержателе.

При обработке отверстий в закаленных деталях используют резцы из твердого сплава или алмазные, а также применяют шлифование. Отверстия фигурного контура и в труднообрабатываемых материалах обрабатывают электроимпульсными, электрохимическими и ультразвуковыми методами.

Выбор метода обработки зависит от свойств обрабатываемого материала, требований к степени точности, шероховатости обработки и формы отверстия. Цилиндрические отверстия с допуском по 4-му классу точности и 5–6-му клас-



сам чистоты обрабатывают последовательно сверлением и зенкерованием или растачиванием. Для получения отверстия 3-го класса точности и 6–7-го класса чистоты после сверления выполняют развертывание или тонкое растачивание. При необходимости обеспечить 2-й класс точности и чистоту выше 7-го класса предварительно рассверленные и расточенные отверстия обрабатывают последовательной черновой и чистовой развертками.

В закаленных деталях отверстия обрабатывают шлифованием или алмазным растачиванием. Особенно точные отверстия окончательно доводят притиркой [9, 11].

### **Лекция 7. СЛЕСАРНАЯ ОБРАБОТКА МАТРИЦ**

При изготовлении матриц штампов для холодной штамповки наиболее сложно выполнить рабочий профиль матрицы. Изготовление матриц для штамповки деталей, имеющих круглую форму, не представляет технологических трудностей. Заготовку после отжига обтачивают и растачивают на токарном станке, а после закалки окончательно обрабатывают на плоскошлифовальном, кругло-шлифовальном и внутришлифовальном станках.

Обработка матриц для штамповки некруглых деталей гораздо сложнее: выполняется большее число операций, применяется более разнообразное оборудование, используется ручной труд. Обычно слесарную обработку матриц вырубных штампов начинают с разделки контурных окон, а затем уже обрабатывают все другие элементы. При этом придерживаются такого правила: сначала обрабатывают самые ответственные и сложные элементы матрицы, определяющие геометрическую форму и размеры штампуемой детали, а затем, используя обработанные поверхности как базу, выполняют дальнейшую обработку. Для примера рассмотрим схему обработки матрицы. Процесс изготовления матрицы состоит из следующих операций:

- строгания заготовки в размер 210×44×30 мм с припуском 0,25–0,3 мм на шлифование;
- шлифования нижней и верхней поверхностей начисто;
- шлифования двух боковых поверхностей под углом 90°;

- сверления и растачивания на координатно-расточном станке двух отверстий диаметром 12А мм по центру радиусов, равных 6 мм, двух отверстий диаметром 8А мм по центру радиусов, равных 4 мм, двух отверстий диаметром  $4+^{0,013}$  мм, четырех отверстий диаметром  $10+^{0,026}$  мм и четырех отверстий диаметром 10,5 мм;

- разметки профиля окна матрицы;
- фрезерования окна матрицы по разметке с припуском 0,05 мм на сторону;
- слесарной обработки профиля окна матрицы под закалку;
- закалки с последующим отпуском;
- шлифования нижней и верхней поверхностей начисто;
- доводки размеров и контура окна матрицы.

Из приведенной схемы следует, что на долю слесарной обработки остаются три наиболее сложные и ответственные операции: разметка профиля окна матрицы, его опилование под закалку, доводка в размер и по контуру окна матрицы после закалки. Профиль окна матрицы можно размечать по чертежу или по шаблону, по которому затем будет опиливаться рабочий контур матрицы.

Профиль окна матрицы может быть обработан под закалку на опилочном станке или вручную. Чтобы облегчить слесарную обработку окон матриц, применяют различные приспособления: опилочные угольники, наметки-рамки, наметки с подвижными пластинами и т. п. При опиловании поверхности заготовки закаленная и точно пришлифованная рабочая плоскость приспособления дает направление напильнику или притиру, и тем самым уменьшает возможность излишнего снятия металла. В зависимости от конструкции опилочные приспособления могут быть применены для различных работ. Так, опилочный угольник пригоден вообще для всех опилочных работ, но односторонняя полка затрудняет получение правильной плоскости на деталях, имеющих толщину более 5 мм. Более удобна опилочная наметка с подвижными, плотно пригнанными направляющими пластинами.

В зависимости от толщины обрабатываемой матрицы, пластины раздвигают по направляющим, между ними помещают матрицу, выверяют ее положение по базовым поверхностям и зажимают все приспособление в тиски. С помощью таких приспособлений разделяют окна и в пуансонодержателях, съемниках, направляющих плитах, обоймах и других деталях, а также опиляют контуры шаблонов, по которым затем доводят профильные окна мат-

риц. Для опилования окон матриц вырубных штампов используют опиловочные рамки с постоянным расположением опиловочных пластин, в которых обрабатываемая заготовка зажимается винтами. Чтобы более широко использовать такие рамки, их опиловочные поверхности с одной стороны шлифуют под углом  $90^\circ$  к внутренней поверхности, а с другой – под углом  $89^\circ 30'$ , что позволяет с их помощью опиловать уклон в  $30'$  в провальном окне вырубных и пробивных матриц. Для разделки провальной части окна в матрицах с большим углом уклона, когда к точности и плоскостности стенок уже не предъявляются особые требования, применяют угловые тисочки, зажимаемые вместе с заготовкой в верстачные слесарные тиски.

**Прошивание окон в матрицах.** Наиболее часто контурное окно в матрицах получают прошиванием, которое может быть выполнено готовым пуансоном или же специально изготовленными прошивками. При прошивании пуансоном используют начисто обработанный пуансон. Пуансон ставят на плоскость незакаленной матрицы, окно которой уже обработано начерно, и, надавив прессом, проталкивают пуансон в контурное окно на небольшую глубину. После этого опиловывают провальную часть окна и подправляют профиль окна и зазор, пользуясь пуансоном как шаблоном. Когда на предприятии в течение одного года приходится изготавливать несколько штук однотипных штампов для одной и той же детали, используют специальные мастер-пуансоны, изготовленные с припуском на величину предусмотренного зазора между пуансоном и матрицей в штампе. Применение таких прошивных пуансонов при повторяющемся изготовлении матриц намного ускоряет работу и обеспечивает высококачественное изготовление штампов. Прошивками можно изготавливать как отдельные элементы фигуры контурных окон в матрице, так и весь контур. При прошивании окна в матрице очень важно, чтобы прошивочный инструмент стоял строго перпендикулярно базовой поверхности прошиваемой заготовки. Обычно это проверяют угольником или прислоняют прошивку (или пуансон) к кубу (призме) с точно выверенными углами. Для удобства и ускорения прошивания матриц служит приспособление, которое состоит из верхней плиты, основания и стоек, скрепленных между собой винтами. В центре верхней плиты расточено отверстие, в которое вставляются переходные втулки с диаметром отверстия, соответствующим диаметру стержня прошивки. Матрицу устанавливают в приспособление, затем через втулку вставляют прошивку с направ-

ляющей и ударами молотка (или под прессом) производят оттиск или сквозное прошивание.

Стойки приспособления должны быть строго одинаковыми по высоте. Для прошиваемых матриц различной высоты можно применять сменные стойки. Конструкции прошивок могут быть рассчитаны на выполнение одного или нескольких окон одновременно. Прошивки для многих окон сложны, поэтому применяются только в том случае, когда нужно точно согласовать их расположение. Последние две прошивки применяют как для общего первичного оттиска глубиной 0,5 мм, так и для окончательного калибрования. Промежуточное прошивание ведут только одиночными прошивками.

Нанесение контура на поверхности матрицы и точное прошивание является сложной операцией. В матрице сначала обрабатывают несколько прямых и дуговых элементов профиля окна, используемых затем в качестве направляющих для прошивки или для получения оттиска пуансоном. На пуансоне, на его рабочем торце сошлифовывают слой металла на глубину 1–1,5 мм, оставляя нетронутыми направляющие участки, которые обеспечивают правильное положение пуансона в направляющем отверстии матрицы в момент нанесения оттиска. После изготовления матрицы сделанный выступ на пуансоне сошлифовывают. Положение всех отверстий координируется на координатно-расточном станке, на котором предварительно сверлят и растачивают круглые отверстия диаметром, равным стороне квадрата матрицы (с четным числом квадратных отверстий (8 отверстий) и нечетным числом (9 отверстий)). В первом случае четное число и симметричное расположение квадратных отверстий позволяет применить следующий прием. В два противоположных отверстия в матрице вставляют стальные закаленные прошивки. Чтобы их плоскости были параллельны оси центрального отверстия матрицы, с двух сторон прошивок устанавливают державку (струбцинку) с планками, сжимаемыми державкой. Оттиск на матрице производят ударами молотка по головке прошивки или под ручным винтовым прессом на глубине 0,5–1 мм. Так как прошивки сжаты между двумя планками, их первоначальная параллельная установка не теряется и обеспечивается правильное направление оттиска.

При нечетном расположении квадратных отверстий такой прием прошивки невозможен, так как стороны квадратов, обращенные к центру, не параллельны друг другу. В данном случае для правильной установки прошивки применяют

шаблон, в котором имеется отверстие, равное по диаметру центральному отверстию, расточенному в матрице. С одной стороны шаблона сделан точно по центру шлифованный паз, ширина которого равна стороне квадрата в матрице. Для получения оттиска шаблон фиксируют пробкой или калибром на центральном отверстии в матрице, а направляемую прошивку вставляют в отверстие, расточенное на месте квадрата, причем прорезь в шаблоне обеспечивает правильное положение прошивки. Делают оттиск или прошивают отверстие насквозь (в зависимости от его размеров). Дальнейшая обработка состоит в зачистке полученного квадратного отверстия, снятии скосов и калибровке окна мерной прошивкой с учетом зазора, который должен быть между пуансоном и матрицей.

Другой способ прошивания отверстий состоит в следующем. Предварительно отверстие долбят или фрезеруют на вертикально-фрезерном станке с минимальным припуском под прошивание. Прошивание, как правило, выполняют в направляющем приспособлении несколькими элементными прошивками в несколько проходов, причем размеры каждой последующей прошивки на 0,1–0,15 мм больше предыдущей. Окончательную калибровку осуществляют прошивками, выполненными по полному профилю. Рассмотрим процесс изготовления матрицы, имеющей несколько окон различного профиля, между которыми необходимо выдержать расстояния, строго ограниченные допусками. Обработка такой матрицы может быть выполнена двумя способами. В первом случае на координатно-расточном станке изготавливают отверстия в контурном окне, в окнах под ножи и проколки, координируя их взаимное расположение. После обработки на фрезерном и долбежном станках деталь поступает к слесарю.

Во втором случае сначала координируют и окончательно обрабатывают (включая слесарные операции) контурное окно и, принимая его за базу, на координатном станке растачивают все остальные отверстия в окнах под ножи, в квадратных, прямоугольных, круглых проколках.

При координировании одновременно всех рабочих элементов матрицы слесарь в процессе обработки контурного окна должен тщательно соблюдать размеры по шагу между контурным окном и ножевыми окнами, между контурным окном и отверстиями для пробивки. Малейшее отклонение от оси приведет к нарушению шага, что скажется на штампуемой детали, которая получится разносторонней.

Обработка по координатам не всегда дает положительные результаты, поскольку отверстия обычно делают на 0,1–0,05 мм меньше чертежного размера контурного окна. Кроме того, при механической обработке некоторые участки окна могут быть сняты больше, чем допускает размер, и слесарь должен исправить геометрию фигуры, сместив весь контур окна в ту или другую сторону.

При втором варианте упрощается слесарная обработка. Слесарь, не связанный никакими размерами, кроме соблюдения размеров контурного окна, дает оттиск прошивкой в контурном окне, после него на станке долбит его и опиливает вручную по прошивке или по пуансону. Вся дальнейшая обработка ведется от окончательно обработанного контурного окна. Окончательно обрабатывают каждое отверстие обычными прошивками. Окна под ножи опиливают в наметке. Копирную поверхность наметки располагают так, чтобы в тот момент, когда напильник коснется ее плоскости, получался заданный размер от стенки окна до оси центрирующих круглых отверстий, полученных на координатном станке. В данном случае это будут два отверстия. Матрицу выставляют по калиброванным стержням, вставленным в отверстия, и выверяют с помощью концевых мерительных плиток в опиловочной наметке. Зажав в тисках наметку с матрицей и удалив стержни из отверстий, опиливают одну сторону ножевого окна. Эта часть окна служит базой для последующего опилования противоположной стороны окна. При этом размер окна проверяют мерительными плитками. Таким же образом обрабатывают второе ножевое окно. Для получения профильных окон в матрицах их, независимо от профиля, сначала высверливают, затем обрабатывают на долбежном станке или фрезеруют пальцевой фрезой по разметке, и затем уже опиливают стенки вручную или на опиловочном станке. При высверливании узких длинных окон центры сверления размечают соответственно диаметру сверла, взятому с припуском на дальнейшую обработку стенок (по 0,2–0,3 мм на сторону). Чтобы при сверлении каждого следующего за первым отверстия сверло не уводило в сторону уже высверленного отверстия, в полученное отверстие запрессовывают кусок круглой прутковой стали соответствующего диаметра. По окончании сверления этот кусок металла выбивают и, повернув не тронутой стороной к следующему намеченному отверстию, запрессовывают в только что высверленное отверстие и продолжают сверление по порядку. Получившиеся при сверлении перемычки между от-

верстиями («промежки») вырубают крейцмейселем или прошивкой, а стенки опиливают напильниками соответствующей формы и размеров.

**Шлифование окон в матрицах.** При отсутствии специальных шлифовальных станков замкнутые окна матриц можно шлифовать не вручную, а на универсально-заточном или плоскошлифовальном станке с горизонтальным расположением шпинделя. Для этого к шпинделю станка должны быть изготовлены специальные оправки для крепления абразивных кругов. Круги малых диаметров при обычной скорости вращения шпинделя шлифовального или заточного станка (рассчитываемых обычно на применение кругов диаметром 80 и более миллиметров) будут иметь малую окружную скорость и, вследствие этого, будут плохо снимать стружку и быстро срабатываться. Чтобы процесс шлифования шел нормально, необходимо использовать самые большие числа оборотов шпинделя. Шлифование замкнутых контуров выполняют в два этапа. Сначала у шкивов на приводе шпинделя станка обрабатывают стенки шлифовальным кругом, диаметр которого больше, чем два радиуса закругления углов окна заготовки. Круг поперечной подачей стола вводят в окно заготовки и устанавливают упоры продольного перемещения стола в таком положении, чтобы при перемещении стола в крайнее правое или левое положение до упора, круг слегка касался периферией одной из двух вертикальных плоскостей окна заготовки. Окончательное шлифование выполняют мерным кругом, диаметр которого равен двум радиусам закругления углов окна заготовки. Если в углах шлифуемого окна заготовки получается выступ (вследствие отжима шпинделя под нагрузкой), то следует поперечной подачей стола несколько раз прошлифовать этот выступ до получения плавного перехода от радиусного закругления к прямолинейной плоскости. Получил распространение метод шлифования фигурных контурных окон незакаленных матриц копированием по шаблону с ручной подачей матрицы на шлифовальный круг. Для шлифования приспособливают плоскошлифовальный станок с вертикальным шпинделем или быстроходный настольно-сверлильный станок. Строго соосно со шлифовальным шпинделем на стол станка или на дополнительный столик, закрепленный на станке, устанавливают сменный копирный ролик. Диаметр ролика должен быть равен диаметру шлифовального круга, поэтому изготавливают комплект роликов с интервалами по диаметру через каждые 0,5 мм (применительно к величине окон обрабатываемых матриц). Шлифование выполняют с помощью пла-

стмассового шаблона, полость которого соответствует контуру и размерам окна в матрице. Шаблон изготавливают из быстротвердеющей пластмассы по готовому пуансону. С помощью скоб обработанную начерно матрицу закрепляют через прокладки на пластмассовом шаблоне таким образом, чтобы контуры окон в матрице и в шаблоне совпадали. Шлифовальный круг заправляют алмазом и, измерив диаметр круга на столике, устанавливают ролик соответствующего диаметра. Ролик, обкатываясь по шаблону, будет точно копировать профиль шаблона, а шлифовальный круг будет снимать припуск в окне матрицы в полном соответствии с шаблоном. Весь припуск на шлифование может быть удален только за несколько проходов. Поэтому в первых проходах используют ролики несколько большего диаметра, чем диаметр шлифовального круга, а для последующих проходов подбирают ролики меньших диаметров, выполняя таким образом подачу на глубину шлифования. Комплект сменных роликов дает возможность при одном и том же шаблоне снимать металл ручными перемещениями детали по профилю шаблона, компенсировать износ круга, выполнять шлифование с припуском на доводку после закалки и обеспечивать равномерный зазор между пуансоном и матрицей.

## **Лекция 8. ОБРАБОТКА ПУАНСОНОВ**

Обычный технологический процесс изготовления пуансонов состоит из следующих основных операций: отрезки заготовки, предварительной механической обработки, чернового шлифования, закалки, чистового шлифования профиля, доводки профиля, заточки. Цилиндрические пуансоны для вырубki круглых контуров или пробивки круглых отверстий изготавливать несложно. Их обрабатывают на токарных станках, закаливают, шлифуют на круглошлифовальных или универсально-шлифовальных станках, доводят (полируют) рабочую поверхность и затачивают (прошлифовывают) режущий торец. Обработка пуансонов, имеющих фасонный профиль, гораздо сложнее. Контур пуансонов предварительно обрабатывают на металлорежущих станках по разметке на дальнейшую обработку; затем делают оттиск контура по закаленной и окончательно доведенной матрице и по оттиску опиляют пуансон с учетом необхо-



димого зазора между пуансоном и матрицей; закаливают пуансон и окончательно доводят его рабочую часть.

В зависимости от толщины штампуемого материала зазор при вырубке и пробивке может быть от 0,01 до 1 мм. При вырубке стали толщиной до 0,3 мм зазор на сторону составляет 0,01 мм, т. е. подгонка пуансона по матрице должна быть выполнена практически без зазора [7, 8].

Шаблоны и контрольно-измерительные инструменты не в состоянии передать с такой точностью все особенности формы контурного окна матрицы, чтобы их можно было воспроизвести на пуансоне. Это может обеспечить только оттиск на пуансоне, переданный с матрицы. Для получения оттиска на пуансоне при механической обработке на станках оставляют припуск 0,2–0,5 мм на сторону. При этом учитывают сложность контура окна матрицы и оставляют тем больший припуск, чем контур сложнее. Однако слишком большой припуск (например, 1 мм на сторону) затрудняет получение необходимого качества оттиска и может даже привести к порче матрицы (выкрашиванию режущих кромок). При малом припуске получение требуемого качества оттиска усложняется тем, что необходимо весьма тщательно устанавливать пуансон относительно окна матрицы и ее рабочей плоскости для того, чтобы можно было получить равномерный припуск удаляемого с пуансона металла по всему периметру матрицы. Очень часто при неточном нанесении оттиска зазор получается неравномерным, и для исправления ошибки с торца пуансона шлифованием, фрезерованием или опилованием удаляют часть металла на глубину первоначального оттиска и производят оттиск повторно.

При небрежной работе или недостаточном опыте эту операцию приходится выполнять неоднократно, так как в момент удара (или под давлением прессы) пуансон может сместиться относительно контурного окна в матрице. Высокого качества оттиска на торце пуансона можно добиться при использовании некоторых элементов самого окна в матрице. Если, например, контурное окно в матрице имеет в своей конфигурации элементы круга, то можно на торце пуансона установить специальные направляющие в виде грибка. Такой грибок чаще всего вставляют в отверстие под ловитель в пуансоне. Диаметр грибка должен быть равным диаметру окна в матрице. Пуансон грибками устанавливают на матрице и под прессом наносят оттиск. При таком способе смещение пуансона относительно окна в матрице почти исключается и припуск на последующую

обработку пуансона получается равномерным по всему периметру. Использование таких направляющих вполне возможно и в некоторых других случаях для сложных форм контурных вырубных матриц. Если пуансон имеет контуры, обрабатываемые на токарном станке, на его торце оставляют цилиндрический выступ диаметром, соответствующим контуру окна в матрице, и с помощью этого выступа центрируют пуансон на матрице. После термической обработки и окончательной подгонки закаленного пуансона по матрице этот выступ удаляют шлифованием торца на станке.

Для пуансонов, не имеющих отверстий для постановки грибков, применяют способ, который заключается он в том, что всю плоскость торца пуансона, за исключением одного или двух участков, обеспечивающих с технологической точки зрения наилучшую фиксацию пуансона по матрице, фрезеруют на глубину 1–1,5 мм, а получающиеся выступы подгоняют по матрице. Они и служат направляющими для правильной установки пуансона. В зависимости от формы контурного окна в матрице эти выступы могут быть расположены на различных участках пуансона. Пуансоны с нанесенным по матрице оттиском подвергают фасонному строганию по всему контуру с минимальным припуском на дальнейшую слесарную обработку. В зависимости от формы контура, эта работа может быть частично или полностью выполнена и на плоскошлифовальном станке с последующим слесарным опилением по матрице. Пуансоны простой геометрической формы (в виде квадрата, прямоугольника, цилиндра, шестигранника и т. п.) до термической обработки не подгоняют по матрице. После закалки их контур шлифуют на станках в размер по контурному окну в матрице, соблюдая предусмотренный чертежом зазор.

## **Лекция 9. ПРОФИЛЬНОЕ ШЛИФОВАНИЕ ПУАНСОНОВ И МАТРИЦ**

*Профильным шлифованием* называют метод шлифования поверхностей, отличающихся по форме и положению от плоскостей, расположенных параллельно и перпендикулярно установочной базе детали.

Выполняется профильное шлифование на плоскошлифовальных станках с профилированием абразивного круга или на координатно-шлифовальных и оптических профилишлифовальных станках. Наиболее распространено шлифова-

ние фасонного контура составных матриц и пуансонов штампов, а также вкладышей пресс-форм на обычных плоскошлифовальных станках с горизонтальным расположением шпинделя.

Обработка профильных деталей на плоскошлифовальных станках характеризуется высокой производительностью. Правильное использование плоскошлифовальных станков и приспособлений к ним, а также знание техники профилирования абразивного круга позволяет инструментальщикам осваивать новые, более производительные методы обработки фасонных деталей, которые ранее шлифованием не изготавливались. Не все плоскошлифовальные станки одинаково удобны для профильного шлифования. Используемые для этого станки должны быть очень точны и легки в управлении ручным перемещением стола. Более других этим требованиям удовлетворяют станки моделей ЗБ70, ПШ30540, СК371. Плоскошлифовальный станок оснащают приспособлением для внутреннего шлифования профилей, магнитной плитой с упорной линейкой и индикаторными ограничителями передвижения шпиндельной бабки и стола.

Для точной и последовательной обработки и сопряжения прямолинейных и криволинейных профилей требуется применение специальных приспособлений. По характеру выполняемых работ различают приспособления: для шлифования параллельного и под углом прямолинейных элементов, шлифования дуговых элементов, для размещения элементов профиля по окружному и линейному шагу, для комбинированного шлифования элементов. Шлифовать профильные поверхности можно одним из двух способов: шлифовальным кругом стандартной формы или же профилированным кругом, т. е. таким, которому специальным приспособлением придана нужная форма. В качестве примера рассмотрим обработку профиля пуансона к вырубному штампу для холодной штамповки. Заготовку пуансона после термической обработки устанавливают на магнитной плите плоскошлифовального станка и закрепляют с помощью лекальных тисков или магнитных блоков. Прежде всего шлифуют две площадки (базы), необходимые для установки пуансона при дальнейшей обработке. После установки пуансона на двух магнитных блоках шлифуют боковые поверхности «усиков». Чтобы получить симметричное расположение боковых поверхностей «усика» и базовых площадок относительно оси пуансона, производится его обработка окончательно. Затем пуансон переворачивают, устанавливая на магнитных блоках, и шлифуют противоположные поверхности «усиков» на глуби-

ну, соответствующую пометке на лимбе маховика. После этого измеряют пуансон. Припуск снимают симметрично по лимбу маховика.

После этого пуансон закрепляют в лекальных тисках и шлифуют в размер с вертикальной подачей круга по лимбу маховика. Затем круг профилируют по дуге радиусом и шлифуют впадины «усиков».

При правке круга для шлифования поверхности пуансона вначале обрабатывают алмазом прямолинейный участок образующей, затем шлифовальный круг по лимбу постепенно, и правят на эту глубину дугу радиусом. При обработке этой поверхности шлифовальным кругом сначала касаются боковой поверхности «усика» (до появления незначительного искрения), затем при поперечной подаче стола последовательно обрабатывают все четыре участка дуги радиусом. Диаметр измеряют микрометром.

Для того чтобы на обрабатываемой поверхности пуансона диаметром был полностью снят припуск, на шлифовальном круге следует предусмотреть участок профиля, параллельный прямолинейному участку образующей круга.

Для профилирования круга применяют как простейшие приспособления, допускающие правку только по прямой или по дуге окружности, так и универсальные, обеспечивающие правку круга по сложным элементам.

При настройке на заданный радиус профилирования режущую кромку алмаза устанавливают в исходное положение на расстоянии 25 мм от вертикальной плоскости стойки. Такая установка ведется по специальному шаблону. При установке и закреплении поворотной части на заданный угол алмаз может перемещаться в требуемом направлении относительно базовой плоскости. Перемещение осуществляется с помощью колодки. Расстояние от базовой плоскости до оси вращения поворотной части должно быть точно измерено и замаркировано на приспособлении.

Указанный размер является постоянной величиной данного приспособления и лежит в основе всех расчетов, связанных с настройкой приспособления.

## **Лекция 10. ДОВОДКА И ПОЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ**

Доводка и полирование являются операциями окончательной обработки деталей штампов. Особенно часто эти операции применяются при изготовлении вытяжных штампов и штампов для холодного прессования и выдавливания.

**Доводка.** Доводке подвергают главным образом закаленные детали штампов. Сущность процесса доводки заключается в обработке поверхности детали твердыми и мягкими абразивными материалами. При применении твердых абразивных материалов (порошков) мелкие зерна абразива помещаются между обрабатываемой деталью и притиром, обычно более мягким, чем обрабатываемая деталь. При некотором давлении мелкие абразивные зерна, будучи тверже поверхностей, между которыми они находятся, вдавливаются в притир. Таким образом поверхность притира оказывается заполненной засевшими в его порах абразивными зернами. Операция вдавливания абразивных зерен в поверхность притира называется *шаржированием*. Если после этой операции провести поверхность притира по обрабатываемой детали, то абразивные зерна, находящиеся на притире, будут срезать частицы металла с поверхности детали.

Доводка мягкими абразивными материалами (пастами) отличается от описанного выше способа и применяется только для окончательного сглаживания поверхности детали. Сущность ее заключается в образовании на поверхности доводимой детали тонкой мягкой пленки в результате химического воздействия входящих в пасту, наряду с абразивом, химических компонентов. При движении притир с помощью мягкого абразива снимает с наиболее выступающих частиц поверхности детали образовавшуюся пленку. Обнажившиеся места под воздействием пасты вновь покрываются пленкой, и процесс повторяется. Таким образом, происходит химико-механический процесс обработки поверхности металла.

Фигурные полости закаленных штампов (вытяжных, чеканочных для холодного выдавливания и холодного прессования) доводят алмазными головками или притирами из красной меди, фибры и текстолита, на поверхность которых наносят алмазную пасту. Чтобы абразивная масса лучше удерживалась на притирах, их поверхность перед работой делают слегка шероховатой с помощью напильника или надфиля.

На рис. 1 показаны различные формы доводочно-полировальных наконечников, которые при работе вставляют в патроны бормашинок. Шлифовально-доводочными бормашинами можно доводить поверхность пуансонов и матриц непосредственно на рабочем месте слесаря (рис. 1, б, в), а сферические полости матриц – во вращающемся патроне токарного станка (рис. 1, г). Контуры профильных окон вырубных матриц доводят на вертикальных доводочных станках,

имеющих прямолинейное возвратно-поступательное движение инструмента. Производительность доводки во многом зависит от скорости движения притира. С увеличением скорости производительность возрастает, но слишком большая скорость приводит к разбрызгиванию абразивной пасты или смазки и нагреванию обрабатываемой детали.

*Чем точнее должна быть обрабатываемая поверхность, тем меньше должна быть скорость доводки.* Плоские наружные поверхности пуансонов доводят на обычной притирочной плите. Чтобы получить точный контур, пуансоны вырубных штампов доводят на чугунных профильных притирах, соответствующих контуру пуансона (рис. 1).

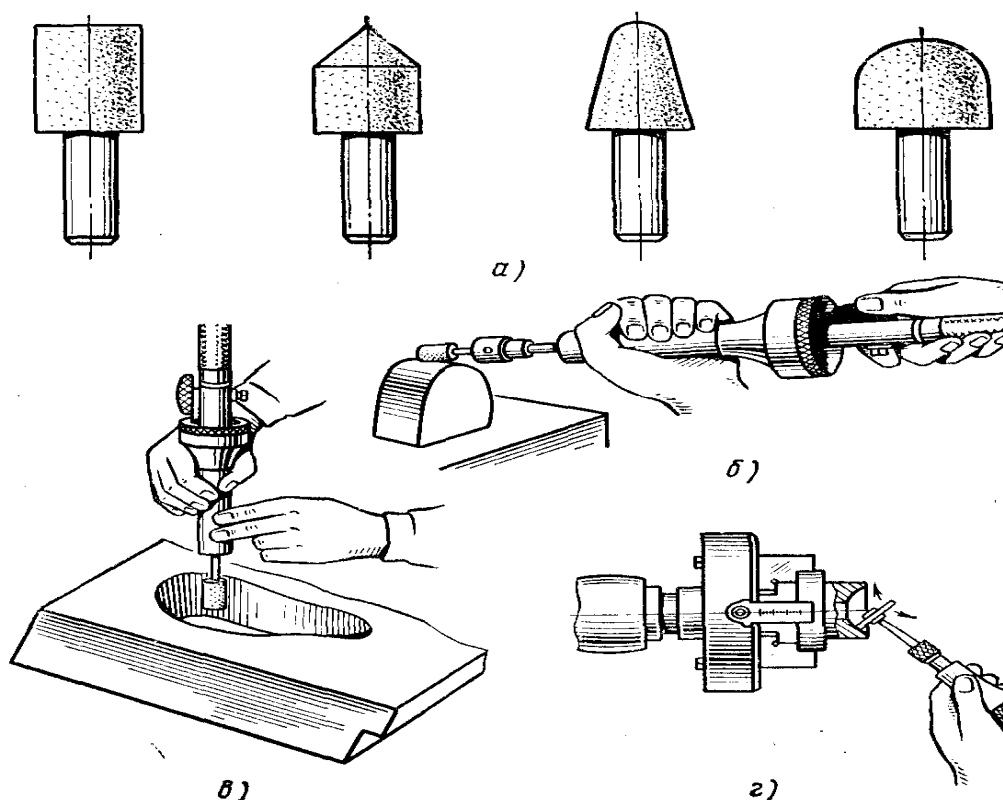


Рис. 1. Формы доводочно-полировальных наконечников (а) и приемы доводки фигурных поверхностей ручными машинками (б, в, з)

Использование контурных притиров позволяет ускорить операцию доводки, так как одновременно доводятся все углубления канавок пуансона и получается строгая прямолинейность и параллельность канавок при точном расположении их в одной плоскости.

Качество доводки и производительность процесса зависят от доводочного материала, поэтому не следует выполнять доводку любыми абразивно-

доводочными материалами, так как это может вызвать излишние затраты времени, привести к порче притиров и браку детали. Наибольшее влияние на производительность и качество доводки оказывает зернистость абразивов. Поэтому при доводке деталей необходимо постепенно переходить от крупнозернистых (грубых) к мелкозернистым (тонким) абразивно-доводочным материалам.

*Недопустимо работать загрязненными доводочными материалами или смешивать порошки и пасты разной крупности.* Загустевшие мягкие пасты перед употреблением следует разбавлять бензином, керосином или скипидаром.

**Полирование.** Полирование применяется для того, чтобы улучшить чистоту формообразующих поверхностей деталей штампов; устранить на них следы предыдущих операций обработки (штрихи, царапины, мельчайшие неровности).

Различают два вида полирования: предварительное и окончательное. Предварительное полирование применяют для механического удаления неровностей поверхности незакрепленными абразивами (в свободном состоянии) или зернами, закрепленными на рабочей поверхности полировальных кругов. Окончательное полирование выполняют незакрепленными мелкими шлифовальными порошками или мягкими эластичными кругами с нанесенными на них тонкими полировальными пастами. При хорошо выполненной предварительной обработке поверхности (без царапин, штрихов, вмятин) съем металла при полировании составляет всего лишь 0,03–0,05 мм. Но если перед полированием применялась, например, обработка шлифовальной шкуркой или войлочным кругом с нанесенным на их поверхность грубым абразивным зерном (№80 и грубее), то может потребоваться снятие, слоя на глубину до 0,1 мм.

При окончательном полировании (глянцевании) снимаемый с поверхности детали слой измеряется долями микронов. При изготовлении штампов и пресс-форм шероховатость поверхности в результате полирования может быть достигнута 12-го класса. Исходная для полирования шероховатость поверхности должна быть не ниже 8-го класса. Под глянцевание исходная шероховатость поверхности должна соответствовать 9-му классу. В зависимости от требуемого класса чистоты обработки рекомендуется следующая зернистость абразивов (табл. 1).

## Выбор зернистости абразивов в зависимости от класса чистоты обработки

Класс чистоты	Зернистость, мк	№ зернистости
7–8 (чистовое шлифование)	40–28	M40 –M28
9 (предварительное полирование)	28–20	M20–M14
10 (окончательное полирование)	14–10	M10–M10
11–12 (зеркальное полирование)	7–5	M5 и тонкая паста ГОИ

Высокая чистота поверхности достигается за несколько переходов с последовательным уменьшением зернистости полирующего материала. За один переход можно повысить чистоту поверхности на 1–2 класса. Чем лучше подготовлена поверхность к полированию и чем выше исходный класс чистоты поверхности, тем меньше переходов потребуется при полировании, тем производительнее будет обработка и меньше расход полирующих материалов. При изготовлении деталей оснастки к полированию предъявляются особые требования. Главное из них – обеспечение требуемой шероховатости обработанной поверхности без искажения размеров и формы детали. Дефекты на отполированной поверхности не допускаются. При обнаружении на полируемой поверхности глубоких рисок, царапин, раковин и вмятин их необходимо сначала устранить шлифованием абразивным кругом или шкуркой и лишь затем приступить к полированию. Полирование обычно начинают на участках наиболее вероятного расположения дефектов.

На отполированных поверхностях не допускаются прижоги (сине-бурые места), появляющиеся вследствие перегрева поверхностных слоев металла в данном месте. После полирования поверхностей, покрытых хромом, не допускаются отдельные риски, раковины, вмятины, желтые пятна, места с отслоением покрытия, трещины, не полностью отполированные участки и места, ошлифованные до основного металла или до предыдущего слоя покрытия (до меднения). Как отдельный вид полирования распространена подготовка поверхностей деталей к гальваническим покрытиям – матирование. При матировании полировальный круг (войлочный или тканевый) периодически смазывают пастами, содержащими мелкое абразивное зерно (электрокорунд или др.). Наиболее эффективны в этом случае маршалитовые пасты, так как находящиеся в них



абразивные зерна не оставляют при обработке глубоких царапин на поверхности. Матирование выполняют при вращении круга в направлении, поперечном к ранее полученным гребешкам шероховатости. Благодаря этому при матировании значительно понижается шероховатость обрабатываемой поверхности и лучше удерживается гальваническое покрытие. Кроме того, процесс полирования по покрытию, нанесенному после матирования, идет производительнее и снимается меньший слой нанесенного металла (хрома). Полирование выполняют как на станке, так и ручными инструментами. При полировании используют полировальные, токарные, шлифовальные и сверлильные станки. При этом вращение может быть сообщено или полировальному инструменту, или обрабатываемой детали, что зависит от формы полируемой поверхности, а иногда от формы и веса детали. Для полирования применяют также ручные машинки с пневматическим или электрическим приводом, в патрон которых вставляют полировальные наконечники соответствующей формы. Для постепенного подвода абразивной массы к рабочей поверхности механического полировального инструмента в центре его делают сквозное отверстие или коническое углубление, заполняемое перед полированием абразивной массой. В процессе работы масса, попадая под полировальный инструмент, переходит на его рабочую поверхность и компенсирует уже отработанную или частично разбрызганную полировальную массу. В состав паст обычно входят машинное масло, керосин, парафин или стеарин и мельчайший абразивный порошок в соответствующих пропорциях. При полировании вручную поверхностей стальных деталей в качестве смазки применяют обычно керосин, которым разводят абразивный порошок или пасту ГОИ. Окончательную отделку формирующих полостей оснастки выполняют фетровыми или кожаными кругами, на которые наносят пасту ГОИ. Фетровым кругам сообщают вращение до 8 тыс. оборотов в минуту. Войлочные круги применяют при более грубой отделке и при меньших числах оборотов, так как при быстром вращении они скоро приходят в негодность [6].

Зеркальное полирование выполняют жесткими (медными или деревянными) наконечниками с нанесенным на их поверхность тонким слоем полировальной пасты, содержащей окись хрома, окись железа (крокус) или трепел.

Важное значение при полировании имеет правильный выбор окружной скорости полировального инструмента. При полировании деталей из стали и хрома окружную скорость принимают для кругов с использованием абразивных

порошков 20–35 м/с, а для кругов с использованием паст – 30–50 м/с. Поверхности сложной формы полируют с меньшей окружной скоростью.

Давление круга на обрабатываемую деталь должно быть 2,5–5 кГ. При этом большее давление применяют при предварительном полировании, а меньшее – при окончательном. При зеркальном полировании давление должно быть совсем незначительным, иначе появляются пятна и прижоги.

## **Лекция 11. ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ ШТАМПОВ**

Различные способы сборки. Сборка является завершающим и наиболее ответственным этапом в изготовлении штампов. Малейшая небрежность в сборке может привести к уменьшению срока службы штампа или вызвать аварию при его эксплуатации. Сборка штампов сводится к выполнению следующих работ:

- комплектование и проверка качества деталей для штампов;
- выполнение отдельных слесарных и механических операций с целью подготовки деталей к сборке (снятие фасок, сверление, зенкование и нарезание отверстий под винты, сверление и развертывание отверстий под контрольные шпильки и т. п.);
- сборка матрицы с нижней плитой;
- сборка пуансонов с пуансонодержателями;
- выверка и подгонка опорной плоскости пуансонодержателей и режущих поверхностей пуансонов;
- сборка верхней и нижней плит на направляющих колонках;
- установка и крепление пуансонодержателей с пуансонами к верхней плите;
- монтаж съемно-удаляющих и установочных деталей;
- общая сборка с проверкой действия подвижных частей и зазоров между рабочими частями;
- испытание штампа на прессе, выявление недостатков и их устранение;
- пробная штамповка деталей, маркировка штампа и сдача готового штампа в ОТК.

При сборке штампов необходимо обращать особое внимание на качество обработки всех идущих в сборку деталей, на соответствие их геометрической

формы и размеров указаним чертежа. К вырубным штампам при сборке предъявляют следующие требования:

- соблюдение геометрической формы и размеров окон в матрице и контура пуансона в соответствии с чертежом;

- обеспечение прямолинейности вертикальных стенок окон в матрице и уклона, расширяющегося книзу;

- соблюдение шагового расстояния между контурными окнами, отверстиями под проколочные пуансоны и окнами под шаговые ножи; обеспечение параллельности их внутренних рубящих сторон;

- отсутствие положительного уклона на пуансоне, увеличивающегося в сторону хвостовой части;

- обеспечение равномерного зазора между стенками контурных окон и поверхностями пуансонов после установки последних в пуансонодержатель;

- соблюдение шаговых расстояний матрицы в штампах последовательного действия и увеличение окон под шаговые ножи на 0,2–0,3 мм в штампах с ловителями;

- равномерность расчеканки головок контурных пуансонов и ножей (предотвращает их перекося в пуансонодержателе);

- надежность крепления пуансонов и ножей в пуансонодержателе за счет плотной посадки их в окна (а не за счет расчеканки);

- перпендикулярность пуансонов и ножей к плоскости пуансонодержателя и их равная высота;

- отсутствие уклонов в окнах направляющей плиты и правильное сопряжение их с пуансонами без заметного зазора;

- надежность запрессовки направляющих колонок и втулок в плитах блока и правильность их взаимного расположения (по расстояниям между центрами);

- перпендикулярность колонок и втулок к опорным плоскостям плит блока и взаимная параллельность плоскостей плит блока.

После проверки правильности изготовления всех деталей штампа приступают к его сборке. При изготовлении вырубных, пробивных и комбинированных штампов последовательного действия сборку начинают с установки направляющих линеек. Увеличенный размер между линейками приводит к тому, что полоса материала будет болтаться за ножами, вследствие чего штампуемая деталь получится разносторонней. Если на пуансонах имеются ловите-

ли, то размер между линейками может быть на 0,2–0,3 мм больше расстояния между ножами. Для правильной установки направляющих линеек на матрице штампа сначала необходимо одну из них закрепить струбцинами на плоскости матрицы в положении, когда направляющая плоскость линейки будет находиться заподлицо с внутренней плоскостью ножа. Это положение может быть проверено обычной лекальной линейкой. Вторую направляющую линейку устанавливают по двум одинаковым по размерам наборам плоскопараллельных мерительных плиток, закладываемых между линейками. Размер набора мерительных плиток равен ширине полосы (или ленты) плюс необходимая величина зазора. После крепления струбцинами обеих линеек, в них через матрицу сверлят и развертывают отверстия под контрольные штифты. Запрессовку пуансонов в пуансонодержатель выполняют после установки направляющей плиты. Точное совпадение окон направляющей плиты и матрицы обеспечивается тем, что контурные пуансоны и ножи, вставляемые через направляющую плиту в матрицу на глубину 3–4 мм, не дают ей возможности сместиться от правильного положения. Закрепив в таком положении струбцинами матрицу и направляющую плиту, сверлят и калибруют разверткой через матрицу отверстия под контрольные штифты, а после установки штифтов сверлят отверстия под крепежные винты. После этого устанавливают пуансоны и ножи в пуансонодержатель. Эту операцию выполняют обычно последовательно, начиная с установки основного (контурного) пуансона, вырубавшего деталь (рис.2, а). В пуансонодержатель вставляют вырубавший контур детали пуансон 2, соблюдая его перпендикулярность к плоскости пуансонодержателя (проверяют лекальным угольником 3 с четырех сторон). После установки контурного пуансона в окно пуансонодержателя вставляют следующий пуансон или нож. При этом, кроме проверки по угольнику, на пуансонодержатель накладывают матрицу и, подсвечивая снизу электролампой, смотрят, чтобы зазоры при надевании матрицы на пуансоны и нож были равномерными по всему контуру. Иногда при правильной установке в пуансонодержателе двух или более пуансонов (т. е. когда их вертикальные стенки находятся точно под углом  $90^\circ$  к плоскости пуансонодержателя) общее положение всех пуансонов не соответствует расположению окон в матрице, и она не надевается на пуансоны. Чаще всего это свидетельствует о неправильном изготовлении пуансонодержателя, т. е. смещении отверстий в пуансонодержателе.

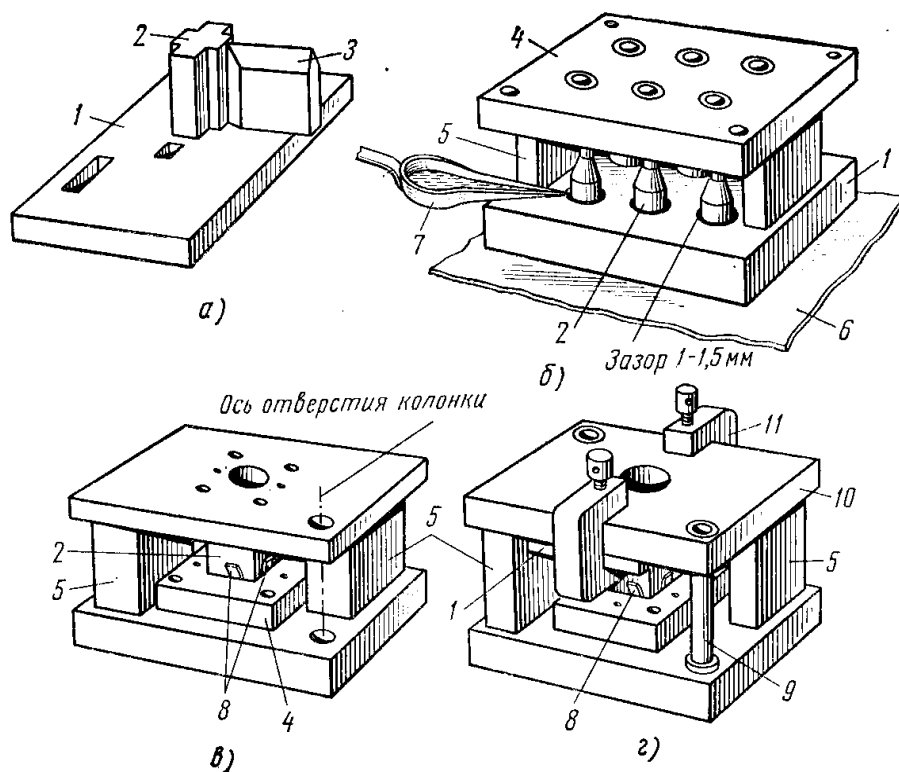


Рис. 2. Примеры сборки штампов: *а* – установка пуансона в пуансонодержатель, *б* – заливка пуансонов расплавленным сплавом, *в, г* – способы установки пуансонодержателя; 1 – пуансонодержатель, 2 – пуансон, 3 – лекальный угольник, 4 – матрица, 5 – подкладка, 6 – асбестовая прокладка, 7 – ковш, 8 – фольга, 9 – колонка, 10 – верхняя плита, 11 – струбцина

В таких случаях нельзя изменять положение пуансона или ножа односторонней подчеканкой отверстия, потому что хотя рабочий торец и будет доведен до совпадения с окном в матрице, но сам пуансон встанет в пуансонодержателе наклонно и после нескольких переточек будет зарубать матрицу.

Пуансоны должны быть слегка запрессованы в пуансонодержатель. Если пуансоны вставляются в окна свободно, а затем для устранения качания обжимаются кругом с помощью чеканки, то в процессе работы они постепенно расшатываются и начинают зарубать матрицу. Это особенно опасно в штампах, не имеющих направляющих плит для пуансонов. Чем больше в штампе пуансонов, тем сложнее их установка в штампе. С целью облегчения этой операции применяют не запрессовку пуансонов в пуансонодержателе, а заливку их легкоплавким сплавом или быстротвердеющей пластмассой.

При сборке по этому способу перед заливкой посадочные места для пуансонов обрабатывают с зазором 1,0–1,5 мм на сторону, на пуансонах прорезают поперечные канавки, а поверхности, соприкасающиеся со сплавом, протрав-

ливают и лудят. Затем пуансоны устанавливают в положение, показанное на рис. 2,б. Пуансонодержатель 1 с пуансонами 2 помещают на чугунную плиту, а матрицу 4 на подкладках 5 устанавливают сверху. Для установки пуансонов в окна матрицы с соблюдением необходимого зазора используют кусочки фольги. При очень малых зазорах пуансоны подгоняют в окна матрицы по плотной посадке, а по окончании сборки доводят их до нужного размера, обеспечивающего зазор. Можно также создать на пуансонах центрирующие пояски на некотором расстоянии от их режущей части, выполненные на плотную посадку в окна матрицы. Собранный пакет скрепляют струбцинами, подогревают в электрической печи или в песчаной ванне до температуры 100–110 °С и устанавливают на чугунную плиту через асбестовую подкладку 6. Затем в зазоры между гнездами пуансонодержателя и пуансонами заливают из ковша 7 расплавленный сплав, состоящий из 48 % висмута (по весу), 28,5 % свинца, 14,5 % олова и 9 % сурьмы. Температура плавления этого сплава около 120 °С. После затвердевания сплава наплывы его и брызги удаляют шабером и проверяют по матрице правильность установки пуансонов в держателе.

Установка пуансонодержателей, собранных с пуансонами, может быть выполнена различными способами. Один из них состоит в том, что сначала собирают матрицу с нижней плитой штампа, а пуансонодержатель с пуансоном и ножами – с верхней плитой. После этого верхнюю часть штампа соединяют с нижней так, чтобы между пуансоном 2 (рис. 2, в) и матрицей 4 поместились пластинки фольги 8 толщиной, равной технологическому зазору. Затем верх штампа опускают на две параллельные подкладки 5. В таком виде пакет готов к растачиванию с одной установки всех отверстий для направляющих колонок и втулок.

По другому способу (рис. 2, г) заранее собирают пакет штампа, т. е. матрицу соединяют с нижней плитой и закрепляют штифтами, затем, пользуясь листочками фольги 8, собранный с пуансонодержателем пуансон устанавливают в отверстие матрицы, соблюдая заданный зазор. После этого верхнюю плиту 10 опускают по колонкам 9 до соприкосновения ее с опорной плоскостью пуансонодержателя 1 и опускают на параллельные прокладки. Скрепив в таком положении струбцинами 11 пуансонодержатель с верхней плитой 10, высверливают в них и развертывают сквозные отверстия под штифты. После постановки штифтов в пуансонодержателе и верхней плите выполняют отверстия

под крепежные винты. Этим обеспечивается правильная сборка штампа. Чтобы определить правильность установки пуансонов и ножей в пуансонодержателе, делают пробную вырубку на бумаге или на картоне, толщина которого соответствует толщине металла, для которого предназначен штамп. Для этого на матрицу на контрольных штифтах накладывают направляющую плиту и в нее вставляют пуансоны, смонтированные в пуансонодержателе. Пропустив между направляющими линейками бумажную или картонную полосу, нажимают на верхнюю плиту с закрепленным пуансонодержателем и вводят пуансоны в матрицу. Приподняв с помощью рычагов пуансонодержатель, извлекают бумажную ленту и определяют, насколько чисты контуры ее среза. При правильных зазорах между пуансоном и стенками окна матрицы срез будет чистым. Если зазоры неравномерны, то в местах, где они имеют наибольшую величину, вырубленный контур будет оборван или бумагу затянет в зазор между пуансоном и вертикальной плоскостью окна матрицы.

Шапки с шариковыми направляющими собирают на верстаке в повернутом положении штампа. Штамп с надетыми на колонки сепараторами кладут на грани плит так, чтобы срезы колонок и втулок были на одном уровне. Затем измеряют расстояние между плоскостями матрицы и пуансона. Сепараторы во втулках верхней и нижней плит устанавливают и сдвигают верхнюю и нижнюю части штампа. При натяге между шариками, колонкой и втулкой меньше расчетного в процессе работы штампа возможно сползание сепараторов, поэтому необходимо контролировать их. Под сползающие сепараторы рекомендуется устанавливать пружины. При сборке блочных штампов пакет штампа устанавливают в блок в такой последовательности (рис. 3). Сначала нижнюю часть штампа–матрицу 2 со съемником 3 – ставят по центру нижней плиты 1 блока, сжимают струбцинами и через матрицу сверлят в нижней плите блока отверстия под винты. После сверления этих отверстий на проход и привертывания матрицы к плите блока снова через матрицу сверлят и развертывают отверстия под контрольные штифты. Затем штифты устанавливают на место. Перед креплением верхней части штампа пуансоны 6, 7 и 8, установленные в пуансонодержателе 11, вводят на глубину 1,5–2,0 мм в окна матрицы 2. Чтобы избежать перекосов, между съемником 3 и пуансонодержателем 11 ставят две параллельные и одинаковые по высоте прокладки 12 и 4. На установленный таким образом штамп опускают верхнюю плиту блока 9. Применяют два способа крепления

верхней части штампа к плите блока. При первом способе пуансонодержатель крепят двумя струбцинами к плите блока, снимают ее с колонок и через пуансонодержатель в плите блока сверлом 5 сверлят отверстия, которые затем развертывают под контрольные штифты. После их установки сверлят отверстия под винты. Этот способ имеет тот недостаток, что при непрочном креплении струбцинами пуансонодержатель может сдвинуться и нарушить правильное сопряжение с матрицей. Отверстия под винты сверлят через пуансонодержатель после установки контрольных штифтов и разборки штампа. Недостатком этого способа является то, что прокладка 10 подвергается термической обработке только после сверления всех отверстий, что задерживает сборку штампа (рис. 3).

**Установка штампа в блок.** Правильность установки пуансонов, упоров, шагового расстояния, ширины прохода для полосы или ленты между направляющими линейками и т. д. проверяют полосками бумаги или картоном, имеющими такую же толщину и ширину, как и у штампуемого материала.

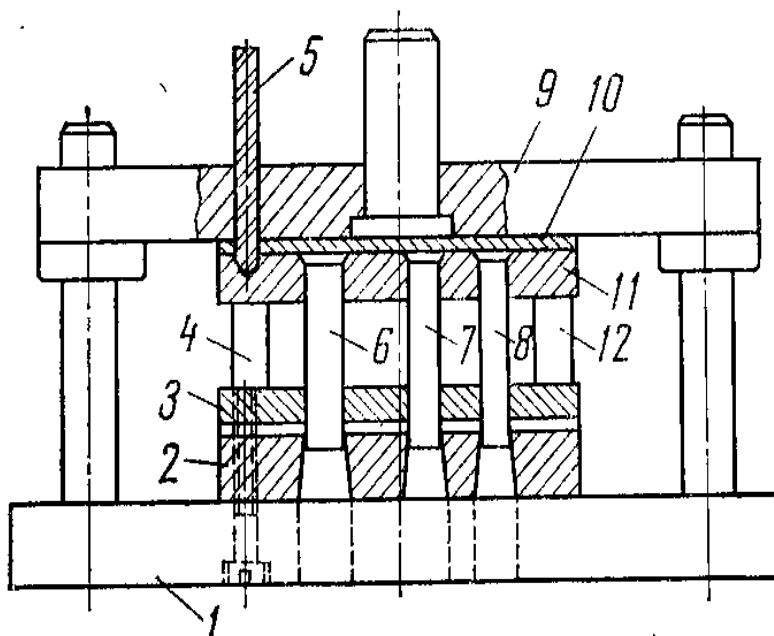


Рис 3. Блок штампа: 1 – нижняя плита, 2 – матрица, 3 – съемник, 4, 12 – прокладки, 5 – сверло, 6, 7, 8 – пуансоны, 9 – верхняя плита, 10 – прокладка, 11 – пуансонодержатель



## Лекция 12. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШТАМПОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИХ ПЛАСТМАСС

При изготовлении штамповой оснастки все возрастающее применение находят быстротвердеющие пластмассы. Наиболее простыми в приготовлении и удобными в использовании являются пластмассовые композиции, приготовляемые на основе акриловых смол – акрилопласты. Эти пластмассы затвердевают при комнатной температуре без приложения давления или при давлении 10–30 кГ/см<sup>2</sup>.

Отходы акриловых пластмасс могут быть заново полностью использованы.

В инструментальном производстве используются две разновидности акрилопластов: стиракрил ТШ и пластмасса АСТ-Т.

Применение акрилопластов при изготовлении вырубных штампов позволяет избежать точной разметки отверстий в направляющих плитах, пуансонодержателях, съемниках и выталкивателях, соосной разделки этих отверстий и ручной подгонки. Особенно большое удобство в работе и снижение трудоемкости достигается при изготовлении многопуансонных штампов.

Рассмотрим сборку вырубного штампа с использованием быстротвердеющей пластмассы. Штамп предназначен для вырубки детали по наружному контуру и пробивки в ней отверстия. В конструкции этого штампа применена пластмасса для облицовки выталкивателя и съемника, а также для крепления пуансона-матрицы и втулок под колонки в плите штампа. Выталкиватель и съемник в этом случае состоят из двух частей: металлического корпуса и пластмассовой облицовки. В корпусе выталкивателя и съемника делают канавки размером 5–8 мм для крепления пластмассы. Контур отверстия в корпусе съемника изготавливают на 5–8 мм больше контура детали, а выталкиватель – на 5–8 мм меньше ее контура. Облицовку выталкивателя выполняют по готовой металлической матрице, а облицовку съемника – по готовому металлическому пуансону-матрице. Матрицу предварительно покрывают разделительным составом. Для заливки полости между корпусом съемника и пуансоном-матрицей, а также между корпусом выталкивателя и матрицей подбирают пластмассу, обладающую повышенной прочностью к истиранию.

Крепление пуансона в пуансонодержателе и пуансона-матрицы в пуансоно-матрицедержателе (как и крепление втулок под колонки в плитах штампа)

происходит благодаря адгезии (сцеплению) материалов и выполненным канавкам. Полость между соединяемыми деталями (5–8 мм) заливают пластмассой. При сборе штампа на разметочную плиту строго горизонтально устанавливают нижнюю плиту штампа, на которую ставят подкладку под пуансономатрицедержатель, предварительно промазанный разделительным составом. На подкладку устанавливают пуансономатрицедержатель и закрепляют винтами, затем устанавливают пуансон-матрицу и через отверстие в нижней плите штампа фиксируют ее технологическим штырем. В зазор между пуансономатрицедержателем и пуансономатрицей заливают пластмассу и дают выдержку 12 часов для ее отверждения, затем затвердевшую пластмассу обрабатывают слесарным инструментом. После этого пуансон-матрицу и пуансономатрицедержатель промазывают разделительным составом, а корпус съемника закрепляют винтами и опускают в крайнее нижнее положение. В зазор между пуансономатрицей и корпусом съемника заливают пластмассу и дают выдержку для ее отверждения в течение 12 часов. После этого пластмассу обрабатывают слесарным инструментом.

С пуансона-матрицедержателя снимают облицованный съемник и устанавливают матрицу, предварительно промазанную разделительным составом, а в нее – обработанный разделительным составом корпус выталкивателя и пуансон с пуансонодержателем, подготовленные под заливку. В зазор между ними заливают пластмассу и дают выдержку для его отверждения в течение 12 часов. Затвердевшую пластмассу обрабатывают слесарным инструментом, затем на разметочной плите устанавливают пуансон с пуансонодержателем и матрицу, обработанные разделительным составом. В матрицу вставляют корпус выталкивателя, подготовленный под облицовку. В зазор заливают пластмассу и дают выдержку 12 часов. Затем затвердевшую пластмассу обрабатывают слесарным инструментом. После этого устанавливают и запрессовывают направляющие колонки в нижнюю плиту, смыкают штамп, в зазор между втулкой и отверстием в верхней плите заливают пластмассу, выдерживают в течение 12 часов и затем обрабатывают слесарным инструментом. После этого штамп собирают, закрепляют болтами и штифтами, устанавливают резиновый буфер и толкатели, испытывают его и отлаживают.

**Контроль и наладка штампов.** После сборки штампы осматривают и проверяют соответствие их размеров и формы техническим условиям.

В гибочных, вытяжных и прессовочных штампах необходимо проверять правильность сочетания элементов профиля и рельефов, согласованность взаимного расположения верхней и нижней частей штампа и правильность взаимодействия сопрягающихся деталей и узлов. Наиболее надежным способом комплексного контроля качества изготовления штампа служит испытание его в производственных условиях, т. е. установка штампа на пресс и пробная штамповка.

Испытание проводят на оборудовании и заготовках штамповочного цеха, на специально предназначенных для испытания и отладки штампов прессах.

В период испытания нужно тщательно соблюдать все правила эксплуатации штампов. При установке штампа на пресс необходимо соблюдать следующие правила:

- устанавливать штамп только на тот пресс, который пригоден для испытания данного штампа;

- перед установкой штампа убедиться в исправности пресса, наличии необходимых ограждений и принадлежностей, исправном состоянии всех предохранительных устройств и правильном регулировании зазоров в направляющих ползуна;

- следить, чтобы при установке штампа на плите пресса не было ненужных предметов и инструментов; опорные поверхности штампа и поверхность плиты протереть;

- при установке тяжелых штампов применять подъемные механизмы;

- при установке штампов, работающих с использованием пневматического буфера, проверить, не забиты ли отверстия в плите пресса отходами (высечками) и мусором и нет ли отходов на поверхности самого буфера; кроме этого, проверить длину передаточных стержней;

- устанавливать штамп на пресс только тогда, когда расстояние между ползуном пресса (при его нижнем положении и регулировании хода вверх) и плитой стола больше высоты сомкнутого штампа;

- при установке вырубных, обрезных и дыропробивных штампов ползун отрегулировать так, чтобы глубина проникновения пуансона в матрицу равнялась толщине штампуемого материала;

- устанавливая гибочные и формовочные штампы, предназначенные для штамповки металла толщиной до 2 мм, шатун пресса отрегулировать на сопри-

косновение пуансона с матрицей. Если толщина штампуемого металла более 2 мм, то перед регулированием шатуна заложить полоски штампуемого металла;

- для обеспечения безопасности работы и сохранения хорошей стойкости штампа надежно крепить штампы к прессам; для крепления штампа пользоваться специальными планками, скобами, болтами и шайбами; не пользоваться кусками металла в качестве планок и подкладок.

На прессах, находящихся в длительной эксплуатации, плоскость стола может быть наклонена к опорной плоскости ползуна пресса (т. е. плоскость стола неперпендикулярна к оси ползуна). Угольником и индикатором на штативе необходимо проверить положение стола, чтобы учесть имеющиеся отклонения при монтаже штампа. После осмотра пресса и его механизмов и очистки стола устанавливают нужный ход ползуна и межштамповую высоту для выполнения заданной операции и приступают к монтажу штампа. Если штампуемые детали должны проваливаться в окно стола пресса, необходимо проверить, соответствует ли отверстие стола размеру штампуемой детали. Если детали проваливаться не должны, то штамп устанавливают на шлифованных подкладках с тем, чтобы кованные детали можно было вынимать из-под нижней плиты штампа. Прокладки нужно устанавливать как можно ближе к окнам нижней плиты штампа, чтобы плита меньше работала на изгиб, но отштампованные детали могли свободно проваливаться.

Установка и наладка мелких и средних штампов. В штампах, предназначенных для установки на прессах усилием менее 100 Т, обычно имеется хвостовик, которым верхняя часть штампа соединяется с ползуном пресса. При больших размерах верхней плиты штампа такого способа крепления верхней части штампа бывает недостаточно, и плиту крепят дополнительно болтами через отверстия в ползуне и штампе. Нижнюю часть штампа можно крепить к плите пресса двумя способами: планками или скобами за полки плиты с помощью болтов и болтами через пазы в полках нижней плиты штампа. Последний способ более надежен.

Поместив сомкнутый штамп на стол пресса так, чтобы хвостовик вошел в гнездо ползуна, опускают ползун в его нижнее положение и предварительно закрепляют верхнюю часть штампа на ползуне. Затем вращением винта шатуна ползун опускают до плотного прилегания его плоскости к поверхности верхней плиты штампа и хвостовик штампа окончательно зажимают прижимом, болта-

ми и гайками. После этого медленными движениями ползуна вверх и вниз проверяют центрирование штампа и устраняют смещения и перекосы. Для крепления нижней плиты штампа болты с надетыми на них прихватами, шайбами и гайками вставляют в пазы стола прессы и придвигают к штампу, затем укладывают прихваты на нижнюю плиту штампа и равномерно, чтобы не было перекоса штампа, затягивают гайками. При правильном креплении прихват должен лежать параллельно столу прессы и опираться одним концом на плиту штампа, а другим – на подкладку. Нельзя применять при креплении штампа набор случайных планок и гаек, которые могут привести к поломке штампа и выходу прессы из строя. При окончательном креплении штампа необходимо проверить щупом плотность прилегания опорной поверхности нижней плиты к зеркалу стола прессы по всему периметру. При обнаружении зазоров штамп устанавливают на подкладках, затем проверяют в движении на отсутствие перекосов. После закрепления верхней и нижней частей штампа ползун прессы регулируют по высоте винтом и в требуемом положении стопорят болтом или сухарями. Если штамп имеет направляющие колонки, то после установки и закрепления его на прессе следует проверить на нескольких холостых ходах прессы работу направляющих.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие максимальные и минимальные параметры шероховатости поверхностей матриц и пуансонов для штампов холодной штамповки?
2. Какие ручные слесарные операции наиболее часто применяют при изготовлении матриц и пуансонов вырубных штампов?
3. В чем состоят технологические особенности изготовления деталей штампа, его сборки, наладки?
4. Какие методы изготовления и пригонки рабочих частей вырубных и пробивных штампов существует?
5. От чего зависит выбор метода изготовления и пригонки рабочих частей вырубных и пробивных штампов?
6. На что обращают внимание, разрабатывая технологический процесс внимания?
7. От какой базы будут отсчитываться все размеры детали при обработке?

8. Каких основных правил, касающихся порядка обработки деталей следует придерживаться при выборе вариантов процесса изготовления штампа?

9. Какой метод называют профильным шлифованием?

10. В чем состоит сущность опилования, шабрения, полирования, доводки, шлифования?

11. Как осуществляют контроль рабочего профиля матрицы вырубного штампа?

12. Что называют блоком, пакетом штампа?

13. В чем сущность понятия технологичности конструкции?

## **Глава 4. РЕМОНТ ШТАМПОВ. ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ**

### **Лекция 13. ВИДЫ РЕМОНТА ШТАМПОВ**

В зависимости от сложности и объема работы ремонт штампов может быть текущим (мелкий ремонт), средним и капитальным.

Текущий ремонт заключается в устранении мелких дефектов, например переточка затупившейся матрицы или пуансона, замена пружин, упоров, фиксаторов или проколочных пуансонов. Такой вид ремонта выполняется обычно непосредственно в штамповочном цехе, на специально отведенном ремонтном участке.

Средний ремонт состоит чаще всего в замене одной из основных рабочих частей штампа и нескольких вспомогательных деталей и выполняется обычно в инструментальном цехе.

Капитальный ремонт связан с полной разборкой штампа и заменой значительного числа основных и вспомогательных деталей. Трудоемкость такого ремонта может составлять 60–75 % общей трудоемкости изготовления штампа.

При капитальном ремонте заменяют пуансоны и матрицы (или их секции) и большую часть вспомогательных деталей. Верхняя и нижняя плиты штампа при этом сохраняются.

Перед ремонтом штампы и бракованные детали тщательно осматривают, чтобы установить вид и причины брака и определить содержание ремонта. При этом составляют карту дефектов, либо акт о выходе штампа из строя в результате аварии.

Если штамп вышел из строя в результате аварии (например, сломалась матрица) и ремонт связан с необходимостью изменения конструкции, то на штамп составляют ремонтные чертежи и разрабатывают новый технологический процесс изготовления вышедших из строя деталей.

При разработке технологического процесса на капитальный ремонт штампа прежде всего решается вопрос о целесообразности ремонта, так как иногда его трудоемкость может оказаться близкой к трудоемкости изготовления нового штампа, а срок работы отремонтированного штампа всегда меньше, чем у

нового. Необходимо стремиться к снижению трудоемкости ремонта за счет использования имеющихся деталей вместо их изготовления.

**Испытание штампов.** Слесарь по изготовлению штампов должен уметь выявить дефекты штампов, зависящие как от плохого качества их изготовления, так и от неправильной установки и наладки, знать причины возникновения дефектов и способы устранения.

В период испытания штампа нельзя ограничиваться небольшим числом отштампованных деталей, так как малое количество штамповок не даст полного представления о работе штампа. Необходимо сделать не менее 50–70 штамповок и, если все они удовлетворительного качества, снять штамп с прессы.

Очень много дефектов готовых деталей вызывает неправильная установка штампа на прессе.

Первым признаком неправильной установки штампа на прессе будет одностороннее трение на направляющих колонках, появление блестящей поверхности среза с какой-либо стороны детали (что показывает, что зазора с этой стороны нет) и быстрое затупление на этом участке режущих кромок пуансонов и матриц. Этот дефект является, как правило, следствием перекаса стола прессы, непараллельности или неравномерности прокладок под штампом и смещения верхней части штампа относительно нижней.

Перекас стола прессы и неточность размеров прокладок можно определить, освободив нижнюю плиту от крепления и замерив щупом зазор между штампом и столом прессы. Можно также, перевернув штамп на  $180^\circ$  и закрепив его, снова сделать несколько пробных вырубков, при этом одностороннее трение на колонках появится с противоположной стороны и грат (избыточный металл) на детали будет также с другой стороны.

Смещение матрицы относительно пуансонов получается при изменении порядка крепления штампа, когда сначала крепят нижнюю плиту, а затем верх штампа. При этом между хвостовиком и плоскостью его крепления может остаться зазор. После зажима хвостовика щекой ползуна верхняя часть штампа отойдет на величину зазора. В блочных штампах это вызовет изгибание колонок и одностороннее трение их во втулках, а также смещение пуансонов относительно матриц, что приведет к появлению одностороннего грата на вырубаемых деталях. В бесколоночных штампах это явится причиной зарубания режущих кромок матрицы, появления грата, повышенного износа направляющих



плит и ослабления крепления пуансонов и ножей. Все эти дефекты можно устранить повторной, более тщательной установкой штампа на прессе.

Загрязнение полосы материала землей, песком и т. д. приводит к быстрому истиранию режущих кромок и рубке неполных деталей (вследствие недоведения ленты до упоров), из-за чего возможна поломка или расшатывание пуансонов, заклинивание полосы материала (из-за неравномерной ее ширины) в проходе между направляющими линейками. Возможна неправильная геометрическая форма деталей, вследствие перекоса узкой полосы.

Плохая работа штампа в результате низкого качества его изготовления может привести к неполадкам: нарушение размеров или формы детали, изгиб заготовки, сдвиг заготовки при гибке или разрыв при вытяжке, скривление отогнутого участка при гибке, резкие оттиски на отформованной поверхности, морщины и складки на вытянутой заготовке, волнообразность или задиры на отогнутой части детали, прогиб дна вытяжки, блестящие следы на вытянутой детали, заготовка не садится правильно на фиксатор, неодинаковая ширина фланца заготовки, смещение фланца относительно оси детали, дно цилиндрической детали не получается плоским.

#### **Лекция 14. ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ И СПОСОБЫ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

В вырубных и дыропробивных штампах износ пуансонов и матриц выражается в затуплении их режущих кромок, что устраняется переточкой рабочей части. При нормальном износе переточкой снимается слой металла, равный 0,1–0,15 мм. Поэтому штамп может выдержать 15–25 переточек до полного износа матрицы или пуансона.

Пуансон после первого износа можно не выбрасывать, а переделать с одного типа или размера на другой, тогда расход металла на изготовление пуансонов сократится.

При изготовлении или ремонте штампов, предназначенных для вырубки заготовок из мягких материалов, можно закаливать только матрицу, а пуансон оставлять незакаленным. Когда в процессе работы пуансон затупится, можно снять верхнюю часть штампа и легкими частыми ударами молотка осадить всю рабочую кромку пуансона, увеличив этим размеры его рабочей части. Затем

верхнюю часть штампа ставят на место и под прессом вдавливают пуансон в матрицу, благодаря чему незакаленный пуансон получает контур и размер окна закаленной матрицы. После этого правят края пуансона для получения нужного зазора и затачивают его торец на плоскошлифовальном станке.

Вкладная матрица в результате многократной заточки может быть сошлифована настолько, что не будет выступать из нижней плиты. Срок ее службы можно продлить, если под матрицу положить стальную шлифованную прокладку и снова прошлифовать рабочую поверхность. Матрицы с небольшими трещинами можно заключить в стальную обойму. Для этого изготавливают обойму, внутренние размеры которой уменьшены по сравнению с наружными размерами матрицы на величину натяга при горячей посадке. Обойму нагревают и напрессовывают на холодную матрицу. После остывания обойма она плотно сжимает матрицу, и трещина закрывается. Матрицы с выкрошившимися частями можно восстановить изготовлением точно подогнанной вставки (рис. 4, а).

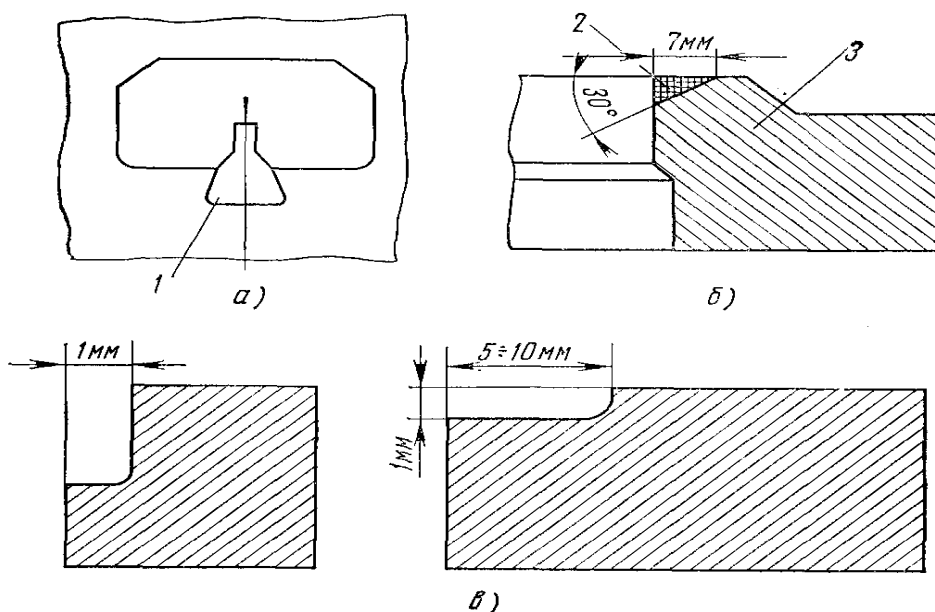


Рис. 4. Способы восстановления изношенных матриц:

- а – замена сломавшегося зуба в матрице вставкой, б – наплавка изношенной режущей кромки твердым сплавом, в – форма фаски на режущих кромках обрезных штампов;  
1 – вставка, 2 – наплавленный слой, 3 – изношенная матрица

Такие пуансоны состоят из двух частей: хвостовика и рабочей части, изготавливаемой из легированной инструментальной стали. Бывшую в употреблении часть пуансона отжигают, высверливают и нарезают в ней отверстия для крепления рабочей части, которую подгоняют по матрице, закаляют и крепят к хво-

стовику. Хвостовую часть вновь не закаливают. При износе рабочей части ее заменяют снова, а хвостовик остается прежний.

Ножи для рубки металла, как и пуансоны, изготавливают с наставкой, прикрепляемой упорной планкой и винтом. Ножи восстанавливают сменой наставок. Изношенные направляющие колонки заменяют новыми и к ним ставят новые втулки.

**Повышение стойкости штампов.** Стойкость штампа определяется количеством отштампованных деталей от заточки до ремонта (или между двумя заточками, или между двумя ремонтами). Стойкость может определяться и общим количеством отштампованных деталей до полного износа штампа. На стойкость штампов влияют следующие факторы:

- технологичность конструкции штампуемой детали;
- особенности технологического процесса штамповки;
- свойства штампуемого материала;
- конструкция штампа;
- материал, из которого сделаны рабочие детали штампа;
- качество изготовления штампа;
- условия эксплуатации штампа.

Повышение стойкости штампов является одной из важных задач, которые должны учитываться при их изготовлении, ремонте и эксплуатации. Оно позволяет значительно сократить потери рабочего времени на ремонт, заправку и изготовление штампов, снизить простои оборудования при смене штампов и увеличить количество отштампованных деталей с одного штампа.

Стойкость рабочих частей штампов может быть повышена химико-термической обработкой их (азотированием), хромированием, наплавкой специальными электродами, наплавкой их рабочих поверхностей твердыми сплавами – сормайт (гибочные и вытяжные штампы) и стеллитом (вырубные и обрезные штампы). В десятки раз повышается стойкость штампов армированием вставками из твердых сплавов.

Хромированием достигается упрочнение новых и восстановление изношенных деталей штампов из углеродистых сталей. Толщина хромового покрытия от 3 мкм и выше. При восстановлении изношенных деталей допускается нанесение слоя хрома до 50–60 мкм. После хромирования детали проходят термическую обработку в масляной ванне при нагреве до 170–180 °С в течение

двух часов. Наплавка штампов применяется для повышения износостойкости новых, обычно крупногабаритных штампов, и восстановления изношенных. При изготовлении новых наплавных деталей в качестве заготовок под наплавку используют сталь марки 45. Наплавка выполняется электродами марок ЭН-60М и ОЗН-1. Технология изготовления электронаплавных матриц следующая:

- изготовление заготовок под наплавку;
- подогрев заготовок диаметром более 100 мм перед наплавкой электродом ЭН-60М до 350–400 °С, а перед наплавкой электродом ОЗН-1–до 500–600 °С;
- наплавка электродом вручную;
- отпуск наплавленной заготовки;
- механическая и слесарная обработка;
- закалка и отпуск;
- доводка детали.

Для восстановления рабочих деталей штампов, изготовленных из сталей марок У8А, У10А, У12А применяют электрод, изготовленный из малоуглеродистой проволоки, покрытой специальной обмазкой, состоящей из 49 % феррохрома, 2 % черного графита, 16 % плавикового шпата, 11 % титанового концентрата и 22 % мела. К общему количеству сухой смеси обмазки добавляют 25–30 % жидкого стекла концентрацией 1,33–1,34 %. Обмазку наносят окунанием и сушат детали на воздухе 12–15 часов, а затем 1,5 часа закаливают в печи при температуре 180–200 °С. При диаметре стержня 3 мм толщина покрытия на сторону составляет 2 мм; при диаметре 4 мм – 1,4 мм; при диаметре 5 мм – 1,7 мм. Силу тока применяют от 80–100 А (при диаметре электрода 3 мм) до 170–200 А (при диаметре электрода 5 мм).

Способ восстановления матриц наплавкой режущей кромки твердым сплавом: для этого в изношенной матрице снимают фаску под углом 30°, а затем выполняют электродуговую наплавку сплавом. После наплавки слоя его обрабатывают абразивными или алмазными головками для восстановления формы и нужных размеров матрицы. Рабочие части обрезных, пробивных и гибочных штампов наплавляют литыми твердыми сплавами сормайт №1 и сормайт №2, которые представляют собой сплав, состоящий из железохромовых карбидов и твердого раствора в железе никеля, кремния, марганца и углерода. При наплавке сормайта применяют ацетилено-кислородное пламя. Для получения высокого качества наплавки необходимо правильно выбрать режим ацетилено-

вокислородного пламени. При правильном режиме наплавки основной металл не расплавляется, а доводится до состояния «запотевания» (появление на поверхности блестящей подвижной пленки – «пота»). Наплавку выполняют в следующем порядке:

- осматривают деталь и, если она имеет трещины и повреждения, то не плавят ее;

- отжигают деталь, чтобы придать материалу однообразную структуру (закаленные детали при наплавке будут неизбежно деформироваться и давать трещины);

- снимают фаски и делают выточки по периметру наплавки; глубина фаски определяется толщиной рабочего слоя наплавки (от 0,5 до 2 мм); фаску у режущей кромки выполняют с таким расчетом, чтобы по мере удаления от края режущей кромки она сходилась на нет; при снятии фаски не оставляют острых кромок и грубых рисок; ширину режущей кромки принимают от 5 до 10 мм, в зависимости от ширины рабочей поверхности детали;

- зачищают наплавляемую поверхность от окалины, масла, ржавчины и грязи до металлического блеска.

Подготавливают угольные и графитовые пласты (чтобы придать правильную форму слою твердого сплава и оградить некоторые места детали от попадания на них твердого сплава); покрывают деталь твердым сплавом; во время работы горелку держат под углом 25–30° к наплавляемой поверхности, а пруток – перпендикулярно к направлению пламени горелки и все время следят за тем, чтобы состав смеси ацетилена и кислорода не изменялся, так как он влияет на температуру пламени. При наплавке восстановительное пламя должно обладать избытком ацетилена. Перед наплавкой основной металл прогревают на горне с древесным углем, в электрической или муфельной печи до температуры 700–750 °С. Затем место наплавки пламенем горелки разогревают до «запотевания» (или появления на наплавляемой поверхности первых признаков расплавления) и в этот момент оттягивают его до этого диаметра в пламя быстро вводят пруток и выполняют наплавку, держа горелку на расстоянии 3–5 мм от поверхности. Работу выполняют плавно и достаточно быстро. Толщина наносимого слоя от 1,5 до 2,5 мм.

Образовавшуюся в расплавленном металле окалину и шлак сдувают пламенем горелки, а наплавленную поверхность, если она получилась неровной,

выравнивают (расплавляя места, где слой твердого сплава наложен неравномерно). После наплавки штамп помещают в теплый песок для медленного остывания. Наплавленные детали отжигают при температуре 850–900 °С с выдержкой 2–4 часа и последующим охлаждением в масле; отпуск производят при температуре 460–600 °С с выдержкой 1 час. После отжига сормайт № 2 легко обрабатывается режущим инструментом. После закалки его обрабатывают шлифованием.

### **Лекция 15. ШТАМПЫ СО ВСТАВКАМИ ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ**

Чтобы увеличить срок службы штампов для холодной штамповки и высадки, применяют рабочие вставки к штампам, изготовленные из металлокерамических твердых сплавов вольфрамо-кобальтовой группы.

Особенно широко применяются штампы, армированные твердосплавными вставками, в крупносерийном и массовом производстве, где стойкость обычных стальных матриц и пуансонов оказывается недостаточной и приводит к необходимости изготовления большого числа штампов-дублеров. С применением твердых сплавов для вырубных штампов стойкость их увеличивается в 8 и более раз, а при штамповке высокопрочных листовых материалов типа нержавеющей, электротехнических и им подобных сталей, применение твердых сплавов для рабочих частей штампов позволяет повысить их стойкость до 50 раз. При изготовлении деталей технологической оснастки металлокерамические твердые сплавы применяют в следующих случаях:

ВК6 – для пуансонов и матриц штампов холодной штамповки, быстро изнашивающихся деталей приспособлений, работающих на трение (центры и т. п.);

ВК8 – для холодновысадочных матриц; дыропробивного инструмента; волоочильных и калибровочных вставок, работающих по стали, цветным металлам и сплавам; для быстроизнашивающихся деталей приспособлений, работающих на трение; для направляющих, работающих с сильным износом и т. п.;

ВК10 – для деталей высадочных, дыропробивных и гибочных штампов, работающих в условиях умеренных нагрузок; для волоочильных и калибровочных вставок, работающих по стали; для быстроизнашивающихся деталей приспособлений;

ВК15 – для деталей штампов, работающих при средних ударных нагрузках; для высадочного и дыропробивного инструмента, работающего в условиях повышенных напряжений.

Штампы с твердосплавными вставками отличаются от стальных некоторыми конструктивными особенностями, что определяется физико-механическими свойствами твердого сплава. При конструировании и изготовлении таких штампов необходимо обеспечить:

- повышенную жесткость конструкции штампа; повышенную износостойкость направляющих колонок, втулок, направляющих планок, упоров и других элементов штампа;

- надежное крепление твердосплавных вставок с тщательной пригонкой их к опорным поверхностям;

- минимальный вход пуансона в матрицу с применением ограничивающих упоров;

- устранение влияния неточности движения ползуна прессы на штамп путем применения «плавающих» хвостовиков и симметричного расположения направляющих колонок относительно вырезаемого контура;

- увеличение зазоров между пуансоном и матрицей.

Детали, изготовленные из твердых сплавов, могут быть прикреплены к основаниям пуансонов и матриц не только запрессовкой, но и припаяны твердыми припоями, закреплены клиньями и винтами. Механическое крепление наиболее надежно и обеспечивает наибольший срок службы штампов. Применение штампов, оснащенных твердосплавными рабочими частями при крупносерийном и особенно при массовом производстве уменьшает удельную стоимость штамповой оснастки.

**Хранение штампов.** При правильном хранении штампы не портятся, не появляется брак в результате небрежного обращения с оснасткой и тем самым устраняются потери времени при переналадках прессов. Хранить штампы непосредственно у прессов запрещается, так как это затрудняет поиск нужного штампа, загромождает производственную площадь, ведет к потере частей штампа, порче деталей.

Штампы хранят на специально отведенных местах – мелкие и средние на стеллажах, а крупные на полу или на деревянных брусках, уложенных на пол таким образом, чтобы штамп можно было удобно снять вилочным электропо-

грузчиком. На каждом штампе клеймят его номер, номер штампуемой детали с индексом операции и инвентарный номер прессы, к которому изготовлен штамп. Краской наносят номер стеллажа и полки кладовой штампов.

Если в цехе выполняется штамповка деталей нескольких различных изделий, то какую-либо нерабочую поверхность штампа для каждого серийного изделия окрашивают определенной краской.

После снятия с прессы штамп вместе с несколькими последними отштампованными деталями предъявляют контролеру ОТК, и тот ставит отметку о пригодности штампа к повторному использованию, назначает его в переточку или направляет в ремонт. Указания контролера отмечаются в карточке штампа. Все штампы хранят в сомкнутом состоянии. Между рабочими частями вытяжных и формовочных штампов должна укладываться отштампованная деталь или деревянная прокладка. Крупные штампы могут устанавливаться с прокладками в несколько ярусов (не более трех). При этом вырубные и обрезные штампы должны иметь ограничители высоты. Штампы, укладываемые в верхние ярусы, по размерам не должны быть больше нижних.

На складах хранят только исправные штампы. Неисправные штампы из штамповочного цеха направляют в ремонт или временно хранят на специальной площадке дефектных штампов.

Хранить штампы непосредственно у прессов запрещается, так как это затрудняет поиск нужного штампа, загромождает производственную площадь, ведет к потере частей штампа, порче деталей.

### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью проводят испытания собранного штампа и какие виды испытаний штампов производят после их общей сборки?
2. От чего зависит выбор марки твердого сплава, используемого при изготовлении инструмента для обработки различных материалов?
3. От чего зависит выбор способа восстановления изношенных деталей?
4. Какие способы нанесения гальванических покрытий наиболее часто применяют при восстановлении деталей?
5. Что собой представляет и с какой целью производится ремонт штамповой оснастки?



6. Какие виды обработки отверстий в матрице существуют?
7. Какие инструменты и оборудование применяют при обработке отверстий при изготовлении штамповой оснастки?
8. Какими контрольно-измерительными инструментами можно проверить точность обработки отверстия при изготовлении матриц?
9. Какие требования предъявляют к соединениям, получаемым методом пластической деформации?
10. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при изготовлении штампов?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышение конкурентоспособности современного машиностроения невозможно без создания новых и совершенствования действующих технологических процессов, позволяющих экономить материальные ресурсы, снижать энергозатраты и повышать производительность труда, точность и долговечность обрабатываемых деталей. Анализ действующих технологий штамповки различных деталей из листового металла показывает, что до 80 % их цены составляет стоимость металла. Поэтому разработка и внедрение новых металло-сберегающих процессов, направленных на уменьшение расхода материала, является одним из радикальных путей снижения себестоимости штампованных деталей и трудоемкости изготовления, при обеспечении показателей качества в принятых условиях работы с использованием универсального оборудования, упрощенной технологической оснастки.

Разумеется, когда речь идет о производстве, роль играет не только гипотетическая эффективность, которая на практике может значительно отличаться от расчетной, но и технологическая возможность применения той или иной технологии.

В тексте лекций рассмотрены вопросы изготовления деталей штампов для листовой штамповки; изложены методы сборки и особые приемы, применяемые в производстве штампов.

Пособие также может быть полезно инженерно-техническим работникам, связанным с холодной листовой штамповкой.

Текст лекций полностью соответствует стандарту специальности и является доступным для понимания студентом.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Акрилопласты 49

База 20

блок штампа 48

Взаимная подгонка 8

выбор материала 12

Держатели 7

допуски деталей штампа 10, 11

доводка 36, 37

Износ матрицы и пуансона 8

испытание штампа 42

Комбинированные штампы 6

капитальный ремонт 55

корпусные части штампов 7

крепежные части штампа 7

крейцмейсел 31

Матирование 40, 41

мастер-пуансоны 27

метод прошивки 19

металлокерамические

твердые сплавы 62

многооперационные штампы 6

Направляющие части штампа 7

нижняя и верхняя плиты 7

номинальный размер матрицы 11

Обработки матрицы 22, 25

однооперационные штампы 6

обоймы матриц 7

отпуск 14, 16, 17

Пуансонодержатели 7

подающие части штампа 7

получение заготовок 14

проковка стальных заготовок 15

прокаливаемость 18

прошивание 27, 28, 29

полирование 40, 41

Рабочие части штампов 7

Сопрягаемые поверхности 10

Съемно-удаляющие части штампа 7

степень совмещенности операций 6

ступенчатая закалка 18

способы сборки 42

стойкость штампа 8

сормайт 59, 60, 62

средний ремонт 55

Твердость штампа 8

текущий ремонт 55

тип производства 6

точность деталей штампов 10

точность обработки 10

Установочно-фиксирующие части

штампа 7

Хвостовики 7

Штамповые стали 13

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зубцов, М. Е. Листовая штамповка / М. Е. Зубцов. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с.
2. Кроха, В. А. Упрочнение металлов при холодной пластической деформации / В. А. Кроха. – М. : Машиностроение, 1980. – 157 с.
3. Мещерин, В.Т. Технология производства кузнечно-штамповочного оборудования и штамповой оснастки / В.Т. Мещерин, Д. В. Чарнко. – М.: Машгиз, Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. – 370 с.
4. Мурасов, А. Ш. Металлосберегающие малозатратные технологии листовой штамповки/ А. Ш. Мурасов, В. Ф. Макаров // Заготовительные производства в машиностроении. – 2005. – №3.
5. Пластичность и разрушение / В. Л. Колмогоров, А. А. Богатов, Б. А. Мыгачев и др.– М. : Металлургия, 1977. – 336 с.
6. Попов, Е. А. Основы теории листовой штамповки / Е. А. Попов. – М. : Машиностроение, 1977. – 278 с.
7. Попов, Е. А. Пути сокращения длительности технологического цикла при листовой штамповке / Е. А. Попов // Прогрессивная технология холодной штамповки / под ред. А. Н. Малова. – М. : Машгиз, 1955. – С.144–160.
8. Попов, И. П. Направленное изменение толщины листовой заготовки в процессах пластического деформирования : учебное пособие / И. П. Попов. – Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. –190 с.
9. Прогрессивные технологические процессы холодной штамповки / Ф. В. Гречников, А. М. Дмитриев, В. Д. Кухарь и др.; под общей ред. А. Г. Овчинникова. – М. : Машиностроение, 1985. – 184 с.
10. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. – Л. : Машиностроение, 1979. – 520 с.
11. Цесарский, Б. И. Конструирование и производство штампов/ Б. И. Цесарский. – М. : Машгиз, 1951. – 200 с.

Учебное издание

НИКИТЕНКО Валентина Михайловна  
КУРГАНОВА Юлия Анатольевна

### **ШТАМПЫ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ**

Текст лекций

Редактор Н. А. Евдокимова

ЛР №020640 от 22.10.97

Подписано в печать 26.02.2010. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 3,95. Тираж 100 экз. Заказ 495.

Ульяновский государственный технический университет  
432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32.  
Типография Ул ГТУ, 432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32.