

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированного оборудования
машиностроительного производства

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ШТАМПОВКИ И ШТАМПОВКА
СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»
(профиль «Конструкторско-технологическое обеспечение
кузнечно-штамповочного производства»)
очной формы обучения

Воронеж 2021

УДК 621.81(07)
ББК 34.42я7

Составитель канд. техн. наук А. Ю. Бойко

Специальные виды штамповки и штамповка специальных материалов: методические указания к выполнению лабораторных работ по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства») очной формы обучения/ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. Ю. Бойко/ Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 16 с.

В методических указаниях изложено содержание лабораторных работ по курсу «Специальные виды штамповки и штамповка специальных материалов». Приведены краткие теоретические сведения по изучаемым вопросам, описание оборудования, приборов и материалов, применяющихся при исследовании, порядок проведения исследования, а так же указания по составлению отчетов.

Предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Специальные виды штамповки и штамповка специальных материалов» очной формы обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ.ЛР.СВШиШСМ.pdf.

Ил. 6. Табл. 3. Библиогр.: 2 назв.

УДК 621.81(07)
ББК 34.42я7

Рецензент – М. Н. Краснова, канд. техн. наук, доц. кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы составлены на основе программы курса «Специальные виды штамповки и штамповка специальных материалов» с использованием материалов исследований выполненных авторами при выполнении госбюджетных и хоздоговорных работ и с учетом условий лабораторной базы кафедры. Каждая лабораторная работа является небольшим исследованием, содержащим экспериментальную и расчетную части, и имеет целью углубление и закрепление знаний, получаемых студентами при изучении теоретической части курса.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

К проведению лабораторных работ допускаются только студенты, прошедшие соответствующий инструктаж по технике безопасности. Лабораторные работы проводятся под руководством преподавателя бригадами студентов постоянного состава (4-6 человек). Выполнению каждой работы предшествует ознакомление с содержанием ее основных теоретических положений, применяемым оборудованием, материалами, инструментом, приборами и порядком проведения эксперимента. При проведении работ получаемые результаты измерений, наблюдений и расчетов заносятся в рабочие тетради. По результатам выполненных работ каждым студентом оформляется и сдается отчет.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет по лабораторному практикуму оформляется на листах формата А4, сброшюрованных в одну тетрадь с титульным листом. Графики, схемы и рисунки при необходимости могут выполняться на кальке или миллиметровой бумаге. Все записи, рисунки, схемы и графики выполняются аккуратно и в соответствии с ЕСКД.

В отчете должно быть отражено:

- название работы;
- цель работы;
- краткое изложение основных теоретических положений;
- применяемые материалы, оборудование, оснастка, инструмент и измерительные приборы;
- результаты экспериментов в виде таблиц, графиков, схем и рисунков, а также результаты теоретических расчетов;
- сопоставление экспериментальных и теоретических результатов;
- анализ результатов и краткие выводы.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Инструктаж по технике безопасности с соответствующей регистрацией в журнале преподаватель проводит в начале каждого семестра. Дополнительный инструктаж проводится при выполнении каждой конкретной работы.

Категорически запрещается пуск оборудования и включение приборов без разрешения преподавателя или лаборанта.

Одновременно разрешается выполнять работу на оборудовании только одному студенту.

При возникновении затруднений при работе на оборудовании или с приборами студенты должны обратиться к преподавателю или лаборанту.

Установку и закрепление экспериментальной оснастки на оборудование производить только при выключенном электродвигателе.

Категорически запрещается вводить руки в опасную зону работающего оборудования. Укладку заготовки удаление деталей из рабочей зоны можно производить только пинцетом или специальным трафаретом при выключенном двигателе.

Не допускается облакачиваться как на неподвижные части оборудования, так и на ограждение.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Исследование отрезки заготовок от проката с дифференцированным зажимом

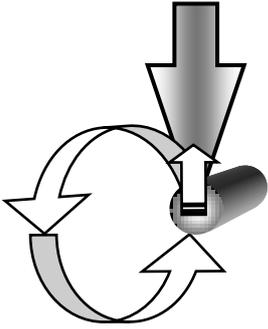
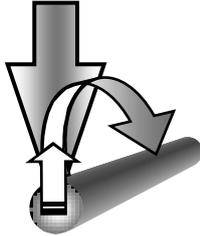
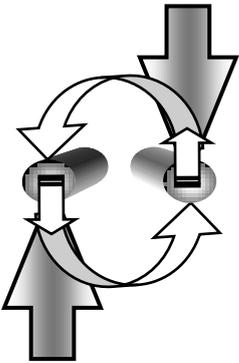
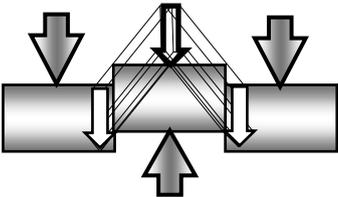
Цель работы: изучение конструкции ножниц для резки проката с дифференцированным зажимом и влияние параметров технологического на качество отрезаемой заготовки.

Отрезка заготовок от проката с дифференцированным зажимом относится к отрезке по схеме с активным поперечным зажимом, как прутка, так и заготовки с усилием, соизмеримым по величине с усилием отрезки. Активный поперечный зажим здесь не только противодействует изгибу относительно плоскости реза, но и создает благоприятное напряженное состояние в очаге деформации для уменьшения искажений торца заготовки.

Механизмы «дифференцированного» зажима следует называть **дифференцированными следящими механизмами трансформирования реакции в дополнительное воздействие**. При этом источником трансформируемой реакции может быть как нож, так и звенья главного исполнительного механизма (ГИМ).

Принятое определение даёт возможность в качестве примера подразделить системы дифференцированного зажима при резке прутка сдвигом на четыре основных варианта силовых потоков (табл. 1).

Системы дифференцированного зажима

<p>1</p>  <p>Преобразование воспринимаемой ножом или ГИМ реакции отрезаемой части или прутка в усилие зажима соответственно отрезаемой части или прутка</p>	<p>2</p>  <p>Преобразование воспринимаемой ножом или ГИМ реакции отрезаемой части в усилие зажима прутка</p>
<p>3</p>  <p>Преобразование воспринимаемой ножом или ГИМ реакции отрезаемой части одного прутка в усилие зажима отрезаемой части другого прутка</p>	<p>4</p>  <p>Преобразование (перенос) реакций, воспринимаемых заготовкой от соседних отделяемых частей, телом самой заготовки в усилие её прижима.</p>

Приведенные выше схемы силовых потоков являются независимыми, т.е. ни одна из них не может быть образована из совокупности или инверсий других, и образуют базис, из которого может быть образовано множество вариантов остальных схем.

Оборудование и инструмент:

1. Испытательная машина
2. Модель ножниц для резки проката с дифференцированным зажимом по А.с №1013136, №1148726, №1512721 ВГТУ
3. Штангенциркуль, линейка, угломер.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить принцип действия ножниц и вычертить конструктивную схему
2. Построить кинематическую схему и определить ее параметры

3. Вывести функциональную зависимость усилия зажима от параметров кинематической схемы, определить значение коэффициента зажима

$$K_3 = \frac{P_{зжк}}{P_p}$$

4. Установить модель ножниц на испытательную машину и произвести отрезку с записью усилия зажима и усилия от резки:

- с активным поперечным зажимом,
- с пассивным поперечным зажимом (выборкой зазоров между ножом и прижимом с использованием прокладок),
- без зажима заготовок

Обеспечить зажим поочередно: заготовки (пруток не зажат), прутка (заготовка не зажата), заготовки и прутка

5. Определить величину и характер изменения K_3 в процессе обрезки по результатам эксперимента

6. Измерить величину искажений заготовок при различных способах отрезки, сравнить их между собой

7. Сделать выводы по результатам обработки эксперимента (п.п. 5,6)

8. Оформить отчет

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Исследование многопозиционной отрезки заготовок от проката с дифференцированным зажимом

Цель работы: изучение конструкции ножниц для многопозиционной отрезки заготовок от проката с дифференцированным зажимом, технологических параметров данного способа и их влияния на качество отрезаемых заготовок.

Многопозиционная разрезка проката с активным поперечным зажимом, обладая всеми преимуществами способа разрезки с дифференцированным зажимом (см. работу № 1), имеет специфические особенности в том, что усилие, воспринимаемое ножом при разрезке одного прутка передается на прижим другого прутка. При разрезке прутков из материалов с различными пластическими свойствами это приводит к демпфированию ножниц в момент разрезки одного из прутков, менее пластичного, телом другого (более пластичного). Каким образом это явление повлияет на качество следует определить при выполнении работы.

Оборудование и инструмент

1. Испытательная машина
2. Модель ножниц для резки проката по А.с. 1372601 ВГТУ
3. Штангенциркуль, линейка, угломер

Последовательность выполнения работы

1. Изучить принцип действия ножниц вычертить конструктивную схему
2. Построить кинематическую схему и определить ее параметры
3. Вывести функциональную зависимость усилия зажима от параметров кинематической схемы, определить значение коэффициента зажима

$$K_{32} = \frac{P_{\text{ЗАЖ}2}}{P_{P1}} ; \quad K_{31} = \frac{P_{\text{ЗАЖ}1}}{P_{P2}}$$

4. Установить модель ножниц на испытательную машину и провести отрезку с записью усилий зажима и усилий отрезки
 - с активным поперечным зажимом заготовки, прутка, заготовки и прутка
 - с пассивным поперечным зажимом, выбрав зазоры прокладками между ножом и прижимом
 - без прижима
5. Определить величину и характер изменения коэффициента зажима в процессе резки по результатам эксперимента
6. Измерить величину искажений заготовок при различных способах отрезки, сравнить их между собой и с результатами работы №
7. Сделать выводы по результатам обработки эксперимента (п.п. 5,6)
8. Оформить отчет.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Штамповка давлением взрыва

Цель работы: исследование технологических параметров взрывной штамповки.

Взрывная штамповка основана на деформации листовой заготовки давлением ударной волны, образующейся при взрыве бризантных или метательных взрывчатых веществ (ВВ).

Время детонации ВВ составляет 20—30 мкс, а время деформации детали исчисляется миллисекундами, т. е. примерно в сто раз больше. Таким образом, давление взрыва действует на заготовку лишь в начальный момент, после чего металл заготовки движется до соприкосновения с матрицей под действием сообщенной ему кинетической энергии. По мере распространения ударной волны ее скорость и создаваемое давление довольно быстро затухают. Поэтому взрывной штамповкой нельзя сразу получить глубокую вытяжку, а приходится применять двукратную взрывную штамповку. Практически зарекомендовал себя способ реверсивной двухоперационной штамповки: в первой операции штампуются днище с выпуклой вверх средней частью, а во второй операции после удаления выпуклого вкладыша получается окончательная форма днища выпуклостью вниз.

На рис. 1 изображена конструкция бассейна, разработанного в Харьковском авиационном институте. Заглубленный фундамент отделен от стенок бассейна и обладает повышенной прочностью.

На рис. 2а изображена схема съемной наземной установки для взрывной штамповки небольших деталей, предназначенная для установки в закрытом помещении.

В случае опытного производства применяют резервуары разовой службы, представляющие собой картонный бак или полиэтиленовый мешок, наполняемые водой (рис. 26).

Дальнейшее развитие листовой штамповки взрывом внесло существенные изменения в технологические процессы штамповки взрывом и конструкцию применяемых установок. Взрывная штамповка в бассейнах стала вытесняться другими установками (бронями и бронекерами). Основной причиной такой замены является высокая стоимость бассейна (от 40 до 60 тыс.руб.) и необходимость применения мощных транспортных средств. Другим недостатком штамповки в бассейнах – это повреждение мощными сейсмическими волнами близко расположенных зданий и сооружений.

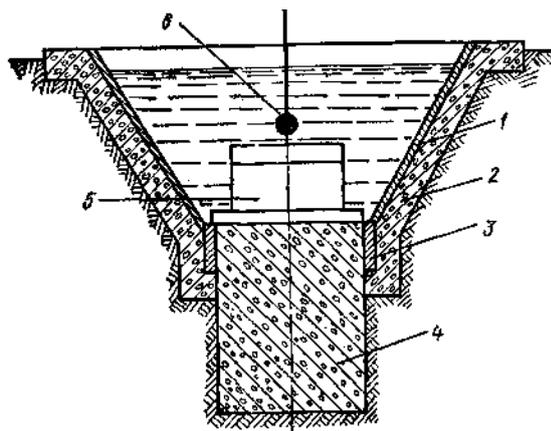


Рис.1. Схема бассейна конструкции Харьковского авиационного института; 1 — стальная обшивка; 2 — бетонный бассейн; 3 — гидроизоляция; 4 — заглубленный фундамент; 5 — штамп; 6 — заряд ВВ.

В результате возникла тенденция перехода на безбассейновую штамповку. Вначале были применены так называемые брони, углубленные в землю на 3-5 м. Наиболее совершенными установками являются подвижные бронекерамы, расположенные на поверхности земли. Стенки бронекерамы предохраняются от разрушения водяной защитой. Для уменьшения объема воды, наливаемой в штамп над заготовкой, используется плоский заряд ВВ. Размеры бронекерамы примерно равны 3 на 4 м, высотой около 3 м.

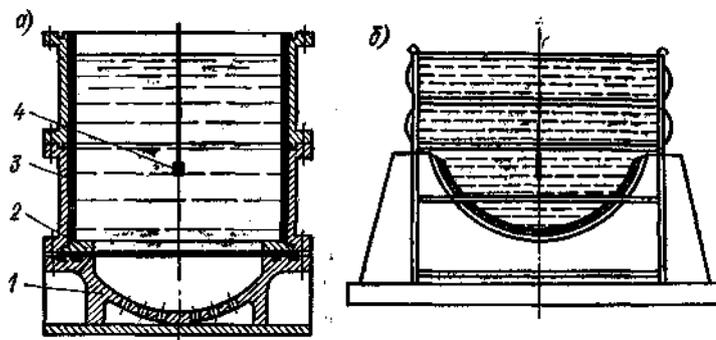


Рис. 2. Съемные установки для штамповки взрывом небольших деталей
1 — штамп; 2 — заготовка; 3 — бак; 4 — заряд ВВ

Взрывная штамповка требует выполнения специальных расчетов: требуемой работы деформирования, энергоносителя и расчета оснастки.

Штампы для взрывной штамповки представляют собой матрицу, имеющую рабочую полость соответствующей формы, с отверстиями для удаления воздуха. Для деталей небольших и средних размеров обычно применяют металлические литые или сварные матрицы. Для крупногабаритных деталей металлические матрицы тяжелы и дороги. В этом случае их зачастую выполняют из дерева или железобетона с облицовкой стеклопластиком (на эпоксидной основе). Стоимость железобетонных матриц для штамповки днищ диаметром 1200 и 1500 мм в два раза меньше стоимости металлических матриц. В качестве взрывчатого вещества обычно используют тротил тринитротолуол, тол, являющийся бризантным взрывчатым веществом нормальной мощности. Он может применяться в литом, прессованном и насыпном виде. Скорость детонации тротила — 7000 м/с. Давление подводного взрыва около 133000 кгс/см^2 . Скорость формообразования до 100 м/с, что позволяет штамповать высокопрочные мало деформируемые сплавы с большей степенью упрочнения и минимальным пружинением. Форма заряда определяется конфигурацией штампуемой детали. Заряды должны изготавливаться обученным персоналом в специальных помещениях. Тротил довольно безопасен в обращении, хорошо переносит транспортировку, от зажигания горит без взрыва, но полностью и мгновенно взрывается от капсюля детонатора.

Взрывная штамповка применяется также для резки листового металла детонирующим шнуром, пробивки отверстий, клепки и сварки, поверхностного упрочнения, чеканки и гравировки, объемной штамповки. Для штамповки взрывом изделий из высокопрочных и жаропрочных сплавов повышенной хрупкости (титановые, молибденовые сплавы) получила применение горячая штамповка взрывом с подогревом заготовки (для титана до 6000°C) электронагревом, инфракрасными лампами, в соляной ванне, теплотой химической реакции. Передаточной средой при горячей штамповке взрывом обычно служит песок. В этом случае отпадает необходимость сооружения бассейна и прочих гидротехнических устройств. Вследствие этого указанный способ может быть использован и при холодной взрывной штамповке. Для взрывной штамповки небольших деталей может быть применена и вода, при нижнем расположении резервуара с водой, над которым устанавливается нагретая заготовка и массивная матрица дном кверху.

При горячей взрывной штамповке иногда применяется штамповка в раскаленном до $900\text{—}1000^\circ \text{C}$ песке. Однако это требует предотвращения самопроизвольного загорания заряда ВВ, поэтому необходимо термоизолировать его соответствующими материалами.

Высокие давления, развиваемые при взрыве бризантных ВВ, применяются также для резки и пробивки листового металла и толстых заготовок. Необходимо указать на некоторые способы пробивки и резки:

- 1) пробивка отверстий кумулятивной струей, образующейся при взрыве кумулятивных зарядов бризантных ВВ;
- 2) резка листового металла с помощью контурных зарядов листовых и шнуровых зарядов бризантных ВВ, накладываемых на заготовку;
- 3) резка толстых заготовок и проката с помощью линейных зарядов ВВ, накладываемых вдоль линии реза.

К штамповке взрывом может быть отнесена штамповка взрывом (горением) газовых смесей или порохов. В этом случае происходит не детонация, а процесс химического сгорания в окислителе, содержащемся в газовой смеси и порохе. Скорость

Продуктов горения здесь в три раза меньше, чем у детонации ВВ, а время действия волны давления на заготовку измеряется уже миллисекундами.

В ряде случаев использование газовых смесей или порохов более целесообразно, чем бризантных ВВ, например при формовке тонкостенных деталей из пластичных металлов. Воспламеняющиеся смеси газов как энергоноситель имеют следующие преимущества:

- 1) более однородное давление, которое можно легко изменять в широком диапазоне;
- 2) возможность быстрой перезарядки камеры сгорания.

Штамповка газовой смесью производится в закрытой полости штампа, подключаемой к камере сгорания.

Наиболее доступными и экономичными смесями являются кислородно-ацетиленовые, кислородно-водородные и кислородно-метановые смеси, обладающие высокой теплотворной способностью. При сжигании в замкнутой емкости смеси воспламеняющихся газов могут протекать два основных вида реакции:

1) адиабатическое сгорание, когда химическая реакция протекает во всем объеме, а скорость продуктов горения невелика;

2) газовая детонация, когда реакция протекает со сверхзвуковой скоростью и распространяется в детонационной форме. Пламя представляет собой узкую (тонкую) зону, отделяющую участок с закончившейся химической реакцией от участка с несгоревшим газом.

Газовая смесь зажигается с помощью обыкновенной автомобильной свечи, подключенной к источнику тока высокого напряжения. Горючий газ и кислород поступают из обычных баллонов через редукторы.

В отдельных случаях для штамповки листового металла в качестве энергоносителя используют сжиженные газы. Рабочее давление достигается благодаря быстрому испарению жидкого газа и переходу его в газообразное состояние.

Наиболее доступным газом является жидкий азот, имеющий температуру кипения – 196 °С. При испарении 1 л жидкого азота получается около 690 л газообразного. Скорость испарения можно увеличить, впрыскивая распыленный жидкий азот в воду. В данном случае происходит мгновенное испарение азота, вызывающего ударную волну.

Оборудование и инструмент

1. для штамповки взрывом.
2. Штангенциркуль
3. Ножницы
4. Весы с разновесками.

Порядок выполнения работы

1. Нарезать заготовки одной толщины различных марок металла.
2. Установить экспериментальную установку в безопасное место, определяемое преподавателем.
3. Подготовить навески пороха различного веса по указанию преподавателя.
4. Произвести вытяжку заготовок различной толщины.

5. Провести расчет давления вытяжки.
6. Сделать выводы.
7. Оформить отчет.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Вырезка резиной и полиуретаном

Цель работы: исследование технологических параметров процесса вырезки эластичными средами.

Обычные методы штамповки, широко применяемые в крупносерийном и массовом производстве, недостаточно эффективны и нерациональны в условиях мелкосерийного и быстропереналаживаемого производства, так как для изготовления конструктивно сложных и дорогостоящих штампов требуется длительное время, а производственные затраты не окупаются.

Необходимость быстрого освоения новых видов изделий требует применения в указанных условиях новых технологических процессов с использованием дешевой универсальной или частично универсальной оснастки. К таким процессам относятся безматричные способы вырезки и пробивки: вырезка резиной и полиуретаном; вырезка пластичными металлами; безматричная пробивка. При этом значительно упрощается конструкция инструмента и удешевляется его изготовление, так как при применении двух первых способов требуется лишь один вырезной шаблон, а в последнем способе – только пробивные пуансоны. Отпадает необходимость изготовления и пригонки вырезных матриц, роль которых выполняет резина или полиуретан.

Вырезка резиной

Вырезка резиной применяется главным образом в мелкосерийном производстве при изготовлении сравнительно крупных деталей из тонких материалов (толщиной до 2 мм). В крупносерийном и массовом производстве применяется вырезка резиной небольших деталей из весьма тонкого материала (фольга толщиной 0,01 – 0,005 мм).

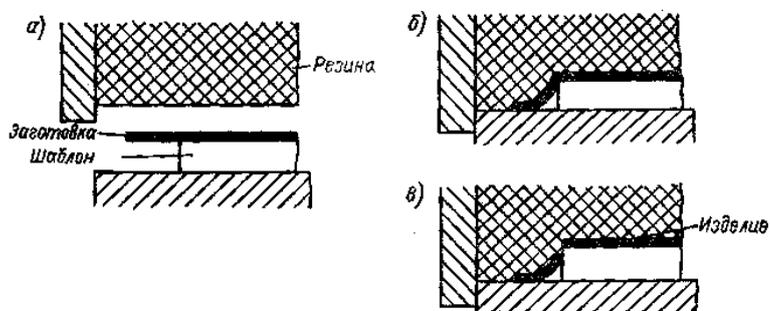


Рис. 3. Вырезка резиной

На рис. 3, а – б изображена последовательность штамповки – вырезки резиной на плунжерных гидравлических прессах давлением 85 – 120 кгс/см². На подштамповой плите установлен вырезной шаблон, представляющий собой

стальную пластину толщиной 6–10мм, наружный контур которой соответствует контуру вырезаемой детали. Толстая резиновая пластина, являющаяся своеобразной матрицей, заключена в коробку (контейнер), прикрепленную к ползуну прессы и удерживающую резину от выдавливания в стороны. При опускании ползуна прессы резина отгибает свисающие края заготовки и прижимает их к подштамповой плите. При дальнейшем сжатии резина давит на отогнутые края заготовки и обрезает (обрывает) их по наружной кромке шаблона. Этим способом производятся различные операции (рис. 4): вырезка по наружному контуру, пробивка отверстий, совмещенная вырезка и пробивка и комбинированные операции формовки и обрезки. Вырезка обычно производится на специальных гидравлических плунжерных прессах, причем, как правило, применяется групповая резка нескольких деталей из одного листа. С этой целью на подштамповую плиту устанавливают несколько вырезных шаблонов для деталей различных конфигураций. Так как шаблоны должны быть установлены с большими промежутками и припусками (25–30мм), вырезка резиной неэкономична по расходу материала.

Детали, вырезанные резиной на плунжерных гидравлических прессах, обычно получают с нечистыми рваными краями, поэтому применяется последующая зачистка кромок деталей, сложенных пачками, на специальных фрезерных станках. Из-за плохого качества среза и большой величины обрезаемых припусков вырезка резиной на гидравлических прессах с давлением 85 – 120 кгс/см² в последнее время вытесняется вырезкой на гидравлических прессах, создающих наибольшее давление до 400 – 700 кгс/см².

При высоком давлении резины одновременно вырезаются как наружный контур, так и все отверстия, сделанные в вырезном шаблоне. Наименьшие размеры вырезаемых круглых отверстий зависят от прочности материала и давления резины.

Благодаря высокому давлению резины (>300 кгс/см²) качество среза значительно улучшено и не уступает качеству среза, полученному при вырезке в штампах.

Иногда вырезка и штамповка мелких деталей производится на кривошипных или фрикционных прессах. В этом случае более удобно резину располагать в нижней части штампа, а вырезной шаблон прикреплять к пуансону. Требуемое усилие при вырезке резиной определяется исходя из поверхности резины и ее давления. Длина контура вырезки или наличие внутренних отверстий в ней в данном случае существенного значения не имеют, так как усилие сжатия резины значительно превышает усилие вырезки, которым можно пренебречь.

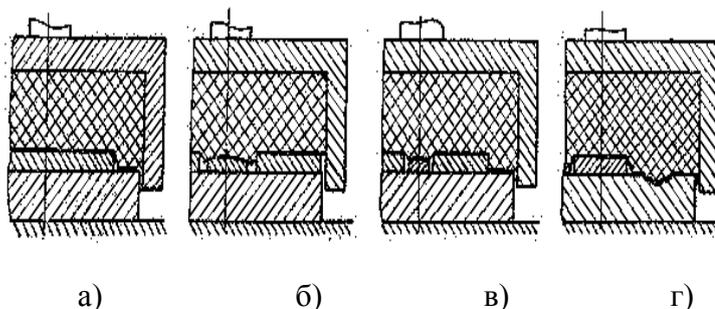


Рис. 4. Схемы различных операций вырезки резиной: а – вырезка; б – пробивка; в – вырезка и пробивка; г – пробивка и формовка

Затраты большей части энергии на сжатие резины являются недостатком данного процесса.

Требуемое усилие определяется по формуле

$$P=Fq,$$

где F – площадь резины, см^2 ; q – давление резины, необходимое для вырезки, $\text{кгс}/\text{см}^2$.

Наименьшее давление, необходимое для вырезки деталей из отожденного дуралюмина толщиной от 0,6 до 1,2 мм, обычно находится в пределах от 70 до 130 $\text{кгс}/\text{см}^2$.

Толщина резинового слоя должна быть не менее пяти толщин шаблона. Объем резины с помощью которого производится штамповка должен быть замкнут, так как при этом одно и то же давление достигается уже при небольшой деформации. Это имеет большое значение для увеличения срока службы резины, так как наилучшие условия и наибольший срок службы резины имеют место при степени деформации 20 – 25%; предельная степень сжатия свободной резины составляет 40 – 45%. В процессе штамповки происходит износ и разрушение поверхностного слоя резины, который периодически срезается на глубину 15 – 25 мм.

Вырезка полиуретаном

Вырезка листовых деталей полиуретаном явилась дальнейшим способом вырезки эластичной средой. Полиуретан – синтетический материал, обладающий высокой эластичностью, прочностью, износостойкостью и маслостойкостью. Прочностные характеристики полиуретана значительно выше, чем у резины: сопротивление разрыву до 350 $\text{кгс}/\text{см}^2$ (у резины – до 170 $\text{кгс}/\text{см}^2$), удлинение при растяжении от 250 до 700%, твердость по Шору, шкала А 65-98. Высокая прочность полиуретана позволила применить его для вырезки деталей толщиной от 0,05 до 2 мм при давлении до 7000 $\text{кгс}/\text{см}^2$. Этого давления вполне достаточно для качественной вырезки тонколистовых деталей и пробивки отверстий диаметром до 1 мм. Вырезанные полиуретаном детали не имеют заусенцев и не требуют последующей доработки контура. Полиуретановый блок, заключенный в обойму (контейнер), является универсальной матрицей. Роль пуансона выполняет листовая вырезной шаблон (копир), имеющий форму детали со всеми отверстиями. Вырезной шаблон изготавливают из стали марок У7, У8, Х12М, ХВГ с термической обработкой до HRC 60 – 65 и последующей шлифовкой до 7 – 8-го класса шероховатости.

Режущие кромки должны быть острыми. Толщина вырезного шаблона зависит от толщины штампуемого материала и в среднем для углеродистых и легированных сталей берется равной:

Таблица 2

S, мм	0,05	0,2	0,5	1,0
H, мм	1,5-2,0	2-2,5	3,0	4,0

Давление, необходимое для вырезки детали, зависит от механических свойств и толщины штампуемого металла, а также от толщины вырезного шаблона. Для прямолинейного участка давление вырезки $q = S\sigma_B/h$. Если вырезаемая деталь имеет отверстия или пазы, то давление вырезки определяется из условия пробивки минимального отверстия или паза $q = 3S\sigma_B/d_{\min}$.

Таблица 3

Давление, кгс/см ²	Минимальные диаметры при толщине материала, мм			
	0,05-0,2	0,3-0,5	0,6-0,8	0,9-1,2
500	2,0-7,5	11,5-19,5	23,0-31,5	35,0-46,0
1000	1,0-3,5	16,0-10,0	12,0-16,0	17,5-23,0
5000	0,2-0,7	1,1-2,0	2,5-3,0	3,5-4,5

В таблице 2 приведены минимальные диаметры отверстий, пробиваемые полиуретаном в нержавеющей стали X18H9T разных толщин.

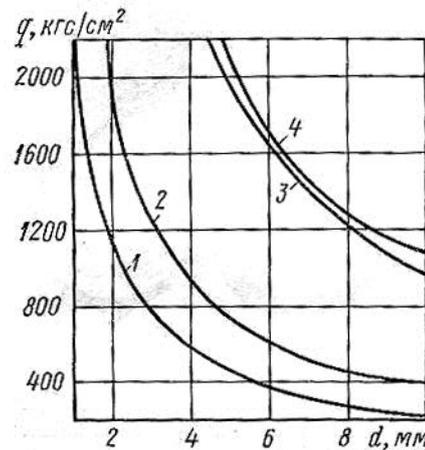


Рис. 5. Давление полиуретана в зависимости от диаметра отверстий для материалов: 1 – АмцАМ, S=0,72 мм; 2 – Д16АМ, S=0,77 мм; 3 – Д16АТ, S=0,9 мм; 4 – X18H9T, S=0,5 мм

На рис. 5. Приведены экспериментальные и расчетные давления в зависимости от диаметра пробиваемого отверстия для различных материалов.

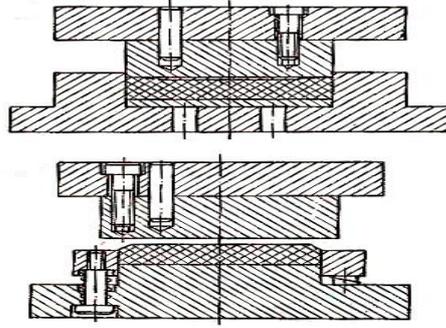


Рис. 6. Типы штампов для вырубки полиуретаном

На рисунке 6. Приведены схемы штампов для вырубки полиуретаном: для вырубки из штучных заготовок и для вырубки из полос.

В ряде случаев применяется обратное расположение контейнера с полиуретаном по сравнению с показанным на рис. 6.

Усилие прессы определяется по расчетному давлению и поверхности полиуретанового блока

$$P=1.2qF,$$

где 1,2 – коэффициент надежности.

Оборудование и инструмент

5. Испытательная машина
6. Штангенциркуль
7. Ножницы

Порядок выполнения работы

8. Нарезать заготовки одной толщины различных марок металла.
9. Установить вырубной блок на испытательную машину.
10. Произвести вырубку на шаблонах различной конфигурации.
11. Провести расчет давления вырубки.
12. Построить графики зависимости давления от конфигурации шаблона для различных марок металла.
13. Сделать выводы.
14. Оформить отчет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романовский И.В. Холодная штамповка. Справочник: 3-е изд., перераб. М.: Машиностроение, 1986. 647 с.
2. Соловцов С.С. Разрезка проката в штампах. М. Машиностроение, 1983. 283 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.....	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.....	11
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	15

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ШТАМПОВКИ И ШТАМПОВКА СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»
(профиль «Конструкторско-технологическое обеспечение
кузнечно-штамповочного производства»)
очной формы обучения

Составитель

Бойко Александр Юрьевич

Компьютерный набор Бойко А.Ю.

Подписано к изданию 25.11.2021.

Уч.-изд. л. 1,0

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14