

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Факультет «Технология машиностроения»

Кафедра «Технологии формообразования и художественная обработка материалов»

Составитель: доцент кафедры ТФиХОМ Церна И.А.

Методические указания

к контрольной работе по дисциплине

«Автоматизированное проектирование и изготовление штамповой оснастки»

Ростов–на–Дону

2022

1. Тема, цель и задачи работы

Тема работы: «Автоматизированное проектирование пакета штампа для вытяжки».

Цель работы: изучение содержания технологических расчетов и процедур разработки конструкции пакета штампа для вытяжки типовой детали «стакан» с использованием современных CAD-систем.

Задачи работы:

1. Расчет размеров и твердотельное моделирование заготовки для вытяжки заданной детали «стакан».
2. Расчет размеров деталей пакета штампа для вытяжки.
3. Силовые и прочностные расчеты.
4. Проектирование деталей пакета штампа для вытяжки.
5. Проектирование сборки пакета штампа для вытяжки.
6. Разработка чертежей деформирующих деталей пакета штампа для вытяжки.

2. Исходные данные для выполнения работы

Исходные данные для выполнения работы заданы эскизом детали «стакан» (рис. 1) с размерами, указанными в табл. 1.

Материал детали – сталь 08кп ГОСТ 9045-93.

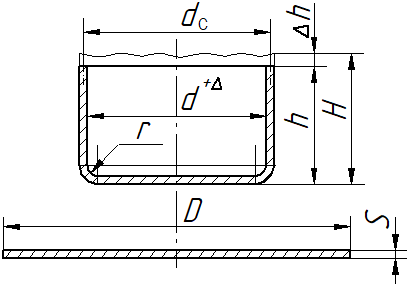


Рис. 1. Деталь «стакан» с заготовкой с заданным допуском +*Δ*

на внутренний диаметр детали и припуском *Δh* на ее обрезку

Таблица 1 – Размеры детали «стакан» (в миллиметрах)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Толщина *S*  материала | Диаметр *d* внутренний | Высота *h*  детали | Радиус *r*  пуансона | Допуск Δ на размер *d* |
| 1 | 1 | 45 | 31 | 3 | 0,2 |
| 2 | 1,4 | 50 | 34 | 3 | 0,2 |
| 3 | 1,8 | 55 | 38 | 4 | 0,2 |
| 4 | 2,2 | 60 | 42 | 4 | 0,2 |
| 5 | 2,6 | 65 | 46 | 5 | 0,2 |
| 6 | 3,0 | 70 | 49 | 5 | 0,2 |
| 7 | 1,2 | 52 | 36 | 3 | 0,2 |
| 8 | 1,6 | 56 | 39 | 3 | 0,2 |
| 9 | 2,0 | 62 | 43 | 4 | 0,2 |
| 10 | 2,4 | 66 | 46 | 4 | 0,2 |
| 11 | 2,8 | 72 | 50 | 5 | 0,2 |
| 12 | 3,2 | 76 | 53 | 5 | 0,2 |
| 13 | 3,4 | 80 | 56 | 6 | 0,2 |
| 14 | 3,6 | 84 | 59 | 6 | 0,2 |
| 15 | 3,8 | 88 | 62 | 6 | 0,2 |

Номер варианта исходных данных соответствует порядковому номеру исполнителя работ в официальном списке учебной группы на начало семестра.

3. Теоретические предпосылки выполнения работы

Рассчитанные предварительно для заданных в табл. 1 размеров стакана значения коэффициента вытяжки *m* и относительной толщины заготовки *ΔS* [1, с. 118] позволяют вычислить интервалы изменения значений этих параметров и сформулировать следующие теоретические предпосылки работы.

1. Коэффициент вытяжки *m = d*C */D* изменяется в интервале значений 0,52*< m <*0,53.

2. Относительная толщина заготовки *ΔS =* 100·*S/D* изменяется в интервале значений 1,12*< ΔS <*2,37.

3. Детали с заданными размерами и вычисленными значениями *m* и *ΔS* могут быть получены вытяжкой за один переход без прижима в матрице с конической формой рабочей части с углом наклона образующей конуса  [2, с. 292].

4. Описание проектируемого штампа для вытяжки

Производство заданной детали «стакан» обычно осуществляется из штучной круглой заготовки в штампе для вытяжки, типовая конструкция которого представлена на рис. 2 и принимается за основу для решения поставленных в работе задач.

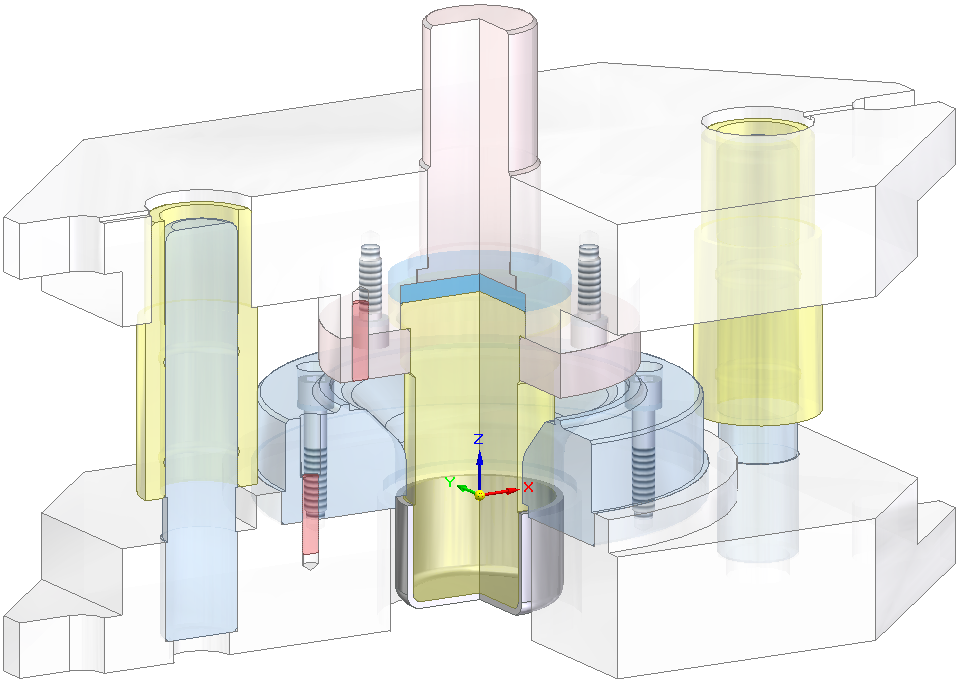


Рис. 2. Типовая конструкция штампа для вытяжки детали «стакан»

Конструкция проектируемого штампа традиционно рассматривается состоящей из двух основных частей – пакета 1 и блока 2 (рис. 3, а). При этом конструкция пакета штампа поясняется его разнесенной сборкой, представленной на рис. 3, б.

Принцип действия проектируемого пакета штампа (рис. 3, б) предусматривает укладку предварительно вырубленной штучной круглой заготовки 7 на зеркало вытяжной матрицы 8 с центрированием по внутреннему диаметру верхнего кольцевого выступа. Вытяжка стакана 12 осуществляется нижней рабочей частью пуансона 2 и конической частью матрицы 8.

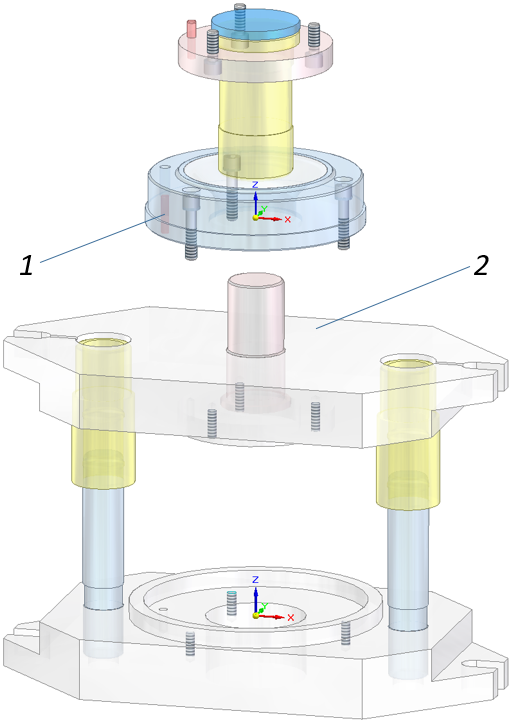
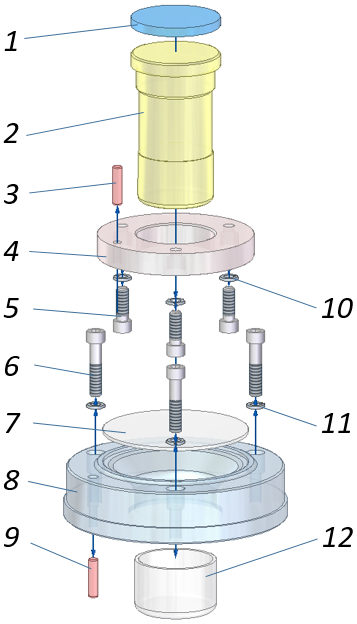
а)б)

Рис. 3. Разнесенные сборки штампа для вытяжки (а) и его пакета (б)

Пуансон 2 крепится к верхней плите блока штампа державкой 4 с помощью винтов 5, пружинных шайб 10 и центрирующего штифта 3. и опирается на плиту блока через подкладную плитку 1.

Матрица 8 устанавливается на нижней плите блока штампа и закрепляется на ней с помощью винтов 6, пружинных шайб 11 и центрирующего штифта 9.

5. Расчет размеров заготовки для вытяжки

Диаметр средней линии стакана рассчитывается по формуле:

.

Высота *Н* детали (стакана с припуском) определяется суммой высоты стакана *h* и припуска *Δh* на последующую обрезку, который назначается по относительной высоте детали *h/d*C [1, с. 99]:

.

Проектирование детали выполняется твердотельным моделированием в одной из современных CAD-систем с выбором материала детали и определением ее объема *V*Д средствами измерений используемой системы (рис. 4).

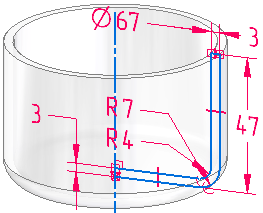
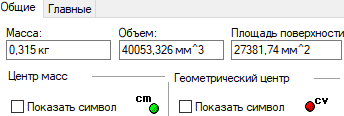
а) б)

Рис. 4. Твердотельная модель (а) и физические свойства (б) детали

Диаметр заготовки для вытяжки *D* определяется из условия равенства объемов заготовки и детали *V*Д (рис. 4, б) при вытяжке:



и принимается равным целой величине рассчитанного значения *D*.

6. Расчет размеров деталей пакета штампа для вытяжки

Проектируемый пакет штампа состоит из трех групп деталей (рис. 5):

1. деформирующие детали – пуансон 2 и матрица 4;
2. монтажные детали – плитка подкладная 1 и державка 3;
3. крепежные стандартные изделия – винты М10 по ГОСТ 11738-84 разной длины, шайба пружинная  по ГОСТ 6402-70, штифт  по ГОСТ 3128-70 (см. рис. 3, б).

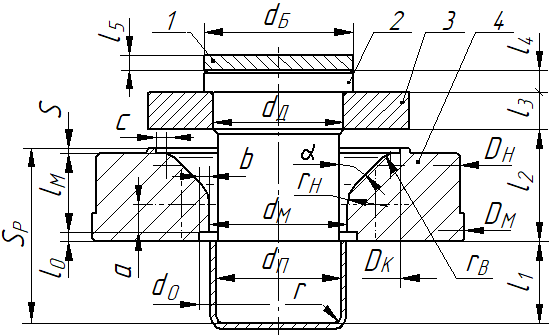


Рис. 5. Исполнительные размеры деталей пакета штампа для вытяжки

Угол наклона образующей конуса матрицы принимается .

Зазор односторонний *Z* (мм) между матрицей и пуансоном при вытяжке круглых деталей из стали без утонения рассчитывается по формуле [2, с. 287]:



Так как допуск для детали задан по внутреннему размеру, то диаметры рабочих частей пуансона и матрицы определяются по формулам [2, с. 287]:





где  и – допуски на размеры пуансона и матрицы, которые принимаются по рекомендуемым для их изготовления квалитетам *h*8 и *Н*8 при заданном диаметре изделия *d* [2, с. 290; 3, с. 360].

Радиус закругления рабочего ребра пуансона принимается равным заданному для детали размеру *r* (рис. 1).

Радиусы закруглений верхнего и нижнего рабочих ребер матрицы с конической рабочей частью рассчитываются по формулам [2, с. 288]:





Высота рабочего пояска *a*, глубина выточки *b* и ширина кольца *с* матрицы определяются следующими соотношениями [2, с. 293]:





.

Рабочая высота матрицы рассчитывается по формуле

.

Высота *l*O провального отверстия матрицы принимается конструктивно *l*O, а его диаметр *d*Оопределяется зависимостью

.

Диаметр кольца матрицы *D*К для укладки заготовки принимается по диаметру заготовки *D*:

.

Монтажный *D*M и наружный *D*Н диаметры матрицы принимаются с учетом размещения отверстий под крепежные винты (рис. 3, б):

;

.

Высота рабочей части пуансона *l*1 рассчитывается по высоте детали *Н*:

.

Высота средней части пуансона *l*2, высота и диаметр его монтажной части *l*3 и *d*Д, охваченной державкой, высота и диаметр буртика *l*4 и *d*Б и толщина подкладной плитки *l*5 определяются ориентировочно [4, c. 24]:



,



,

.

.

Рабочий ход пуансона вычисляется по формуле (рис. 2.2):

.

7. Силовые и прочностные расчеты

Усилие вытяжки определяется зависимостью [5, с. 135]:



где σВ – временное сопротивление разрыву для заданного материала детали [3, с. 86].

Усилие вытяжки передается через пуансон на верхнюю плиту штампа и через матрицу – на нижнюю плиту (рис. 2). Меньшая площадь контактной поверхности соответствует пуансону, который опирается буртиком на верхнюю плиту либо непосредственным образом, либо через стальную закаленную подкладную плитку. Выбор одного из этих способов опоры зависит от напряжения смятия, возникающего на опорной поверхности буртика с диаметром *d*Б:



Материал плит блока – сталь 30Л ГОСТ 977-88 с допускаемым напряжением смятия [σСМ] = 110 МПа. Применение подкладных плиток для пуансонов и матриц считается обязательным при напряжениях  [6, с. 21].

Проверка пуансона на устойчивость в данной работе не требуется.

8. Проектирование деталей пакета штампа для вытяжки

Конструирование деталей и сборки проектируемого пакета штампа выполняется твердотельным моделированием в принятой CAD-системе с выбором материала для каждой детали.

Модель пуансона создается круговым выступом со ступенчатым профилем в плоскости XZ (рис. 6, а) с фасками на ребрах сопряжения с плитой и державкой (рис. 6, б). Ось вращения профиля совпадает с координатной осью Z.

Модель матрицы с конической рабочей частью (рис. 7) создается по схеме на рис. 5 с размерами, рассчитанными в п. 6. Разработка модели матрицы выполняется построением следующих элементов.

1. Кругового выступа (рис. 7, а) со ступенчатым профилем в плоскости XZ и осью вращения профиля, совпадающей с координатной осью Z.

2. Базового сквозного зенкованного отверстия (рис. 7, б) под массив трех отверстий крепления матрицы винтами к нижней плите блока штампа.

3. Бокового сквозного отверстия под установочный штифт (рис. 7, в).

4. Массива трех зенкованных отверстий (рис. 7, г).

5. Скругления ребра пересечения верхней грани матрицы с цилиндрической гранью выступа для укладки заготовки (рис. 7, д).

6. Двух фасок на нижнем и верхнем внешних ребрах матрицы (рис. 7,е).

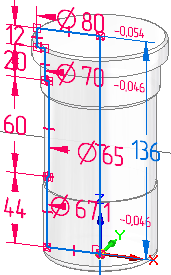
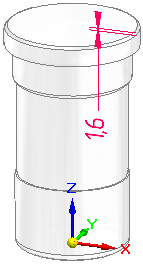
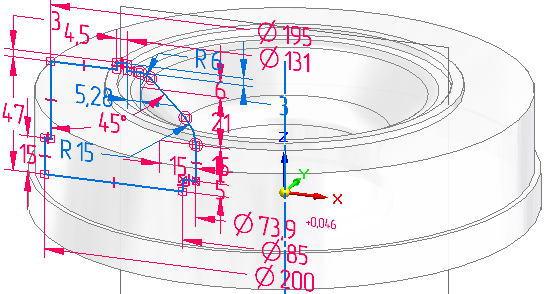
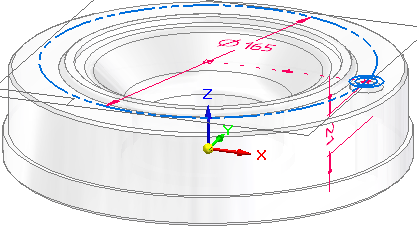
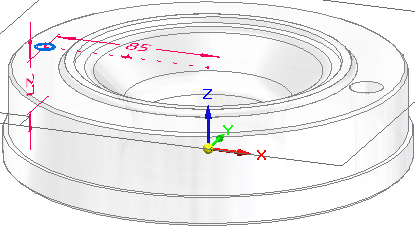
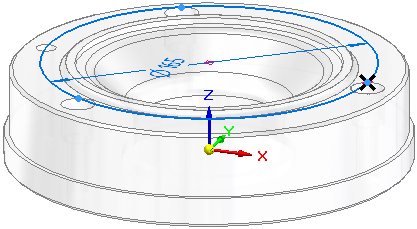
а) б)

Рис. 6. Построение модели пуансона

а) б) в) г)

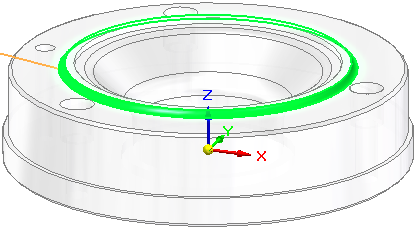
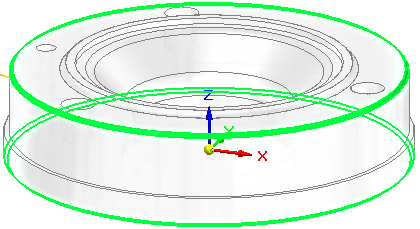
д) е)

Рис. 7. Построение модели матрицы

Модель подкладной плитки создается построением прямого выступа с круглым профилем в плоскости XY с диаметром, равным диаметру буртика пуансона, и рассчитанным размером высоты плитки (рис. 8).



Рис. 8. Построение модели подкладной плитки

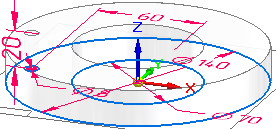
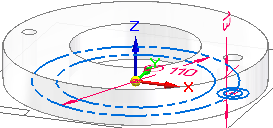
Модель державки создается построением следующих элементов.

1. Прямого выступа с круглым профилем в плоскости XY с боковым сквозным отверстием под установочный штифт (рис. 9, а).

2. Базового сквозного зенкованного отверстия под массив трех отверстий для крепления державки винтами к верхней плите блока штампа (рис. 9, б).

3. Массива трех зенкованных отверстий (рис. 9, в).

4. Фаски для удобства монтажа державки на пуансон (рис. 9, г).

а) б)

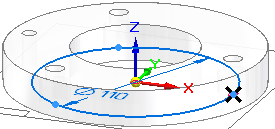
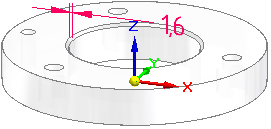
в) г)

Рис. 9. Построение модели державки

Модель винтов М10 создается с размерами по ГОСТ 11738-84 [3, с. 667] путем следующих построений.

1. Прямого выступа цилиндрической головки винта с круговым профилем в плоскости XY (рис. 10, а).

2. Прямого выступа тела винта с круговым профилем в плоскости XY (рис. 10, б).

3. Прямого выреза с шестигранным профилем под ключ (рис. 10, в).

4. Участка резьбы с конструктивно выбранной длиной (рис. 10, г).

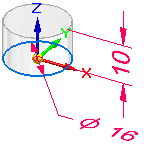
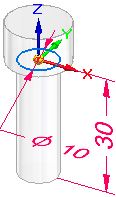
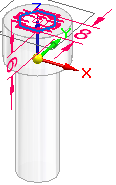
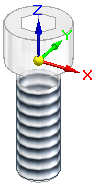
 а)  б) в) г)

Рис. 10. Построение модели стандартного изделия «Винт»

Модель шайбы пружинной  создается с размерами по ГОСТ 6402-70 [3, с. 717] построением следующих элементов.

1. Прямого выступа с кольцевым профилем в плоскости XY (рис. 11, а), формирующим тело шайбы.

2. Прямого выреза от наклонного профиля в плоскости YZ (рис. 11, б), формирующим косой боковой разрез шайбы.

Модель штифта  создается с размерами по ГОСТ 3128-70 [3, с. 733] построением кругового выступа с профилем в плоскости XZ и осью вращения профиля, совпадающей с координатной осью Z (рис. 12).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| а) | б) |  |
| Рис. 11. Построение модели  шайбы пружинной | | Рис. 12. Построение модели штифта |

9. Проектирование сборки пакета штампа для вытяжки

Решение данной проектной задачи осуществляется твердотельным моделированием в среде «Сборка» с помощью связей «Совместить», «Выровнять», «Выровнять оси» и «Угол» для их контактных граней, осей и координатных плоскостей.

Модель сборки пакета штампа для вытяжки (рис. 13) создается для крайнего нижнего положения пуансона из разработанных моделей деталей и крепежных стандартных изделий в следующей последовательности:

«Матрица» → «Деталь» → «Пуансон» → «Державка» → «Плитка

подкладная» →«Шайбы пружинные »→«Винты М10»→«Штифты ».

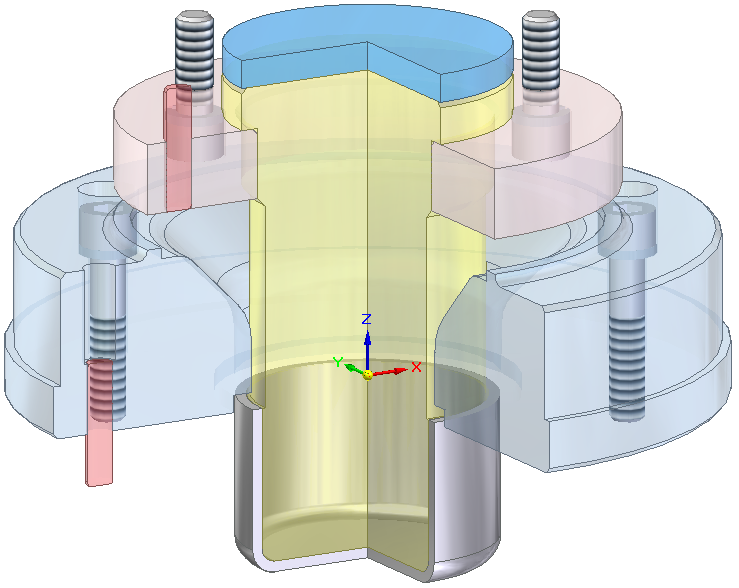


Рис. 13. Модель сборки пакета штампа для вытяжки

при крайнем нижнем положении пуансона

10. Разработка чертежей деформирующих деталей пакета штампа

Чертежи пуансона и матрицы для вытяжки выпускаются по разработанным для них твердотельным моделям в использованной системе твердотельного моделирования.

Образцы оформления данной конструкторской документации приведены в приложениях А–Б.

Перечень используемых информационных ресурсов

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Л.: Машиностроение. 1979. – 520с.

2. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/ Под общ. ред. Л.И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.: ил.

3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1. – 8-е изд., перераб. и доп. под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил., табл. 3, с. 86.

4. Верещагин П.В. Проектирование штампов. Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2019. – 66 с.

5. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки. М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.

6. Проектирование штампов листовой и объемной штамповки: Учеб. Пособие / В.Н. Кокорин, Ю.А. Титов, О.И. Морозов, Н.В. Мишов; Ульян гос. техн. ун-т. – Ульяновск: УлГТУ, 2021. – 66 с.

Приложение А

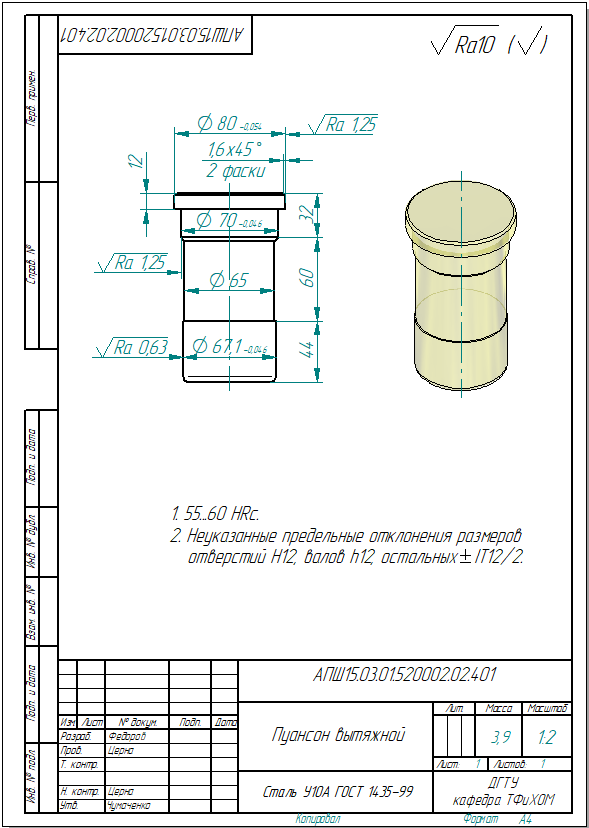


Рис. А.1. Чертеж пуансона пакета штампа для вытяжки

Приложение Б

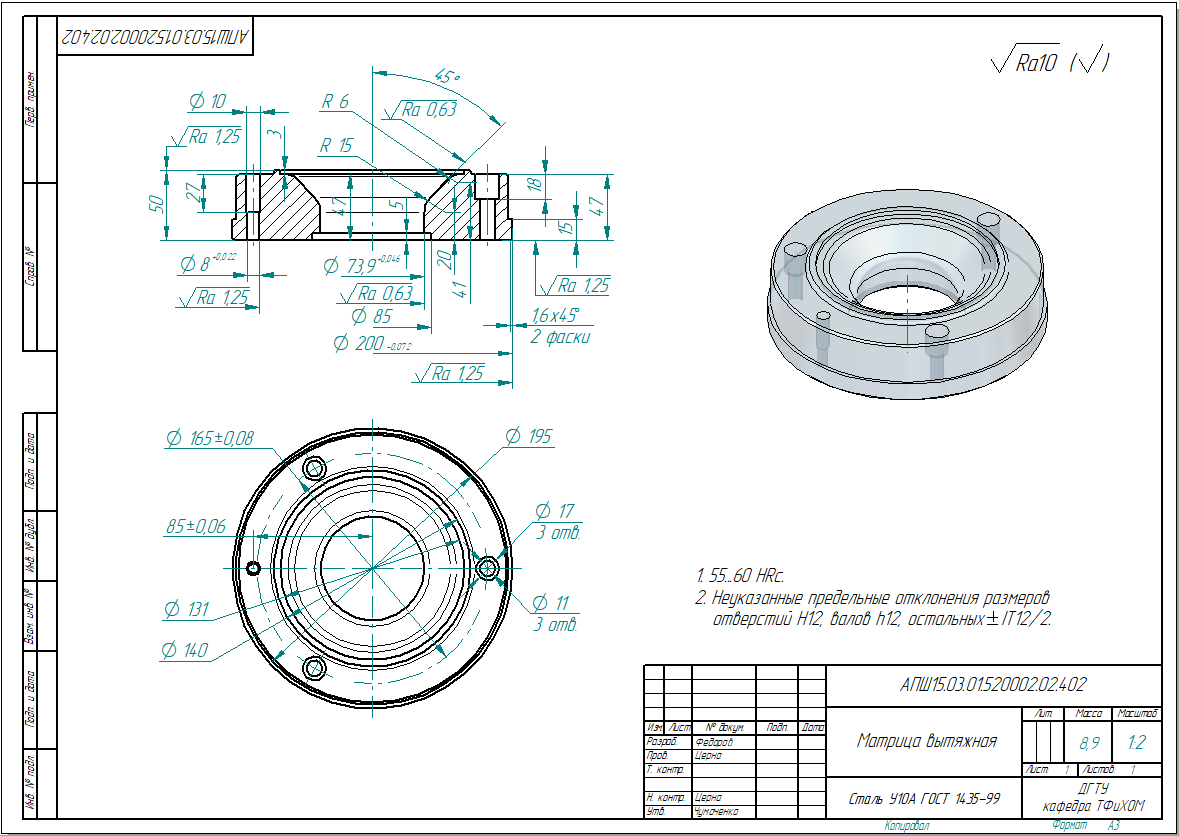


Рис. Б.1. Чертеж матрицы пакета штампа для вытяжки