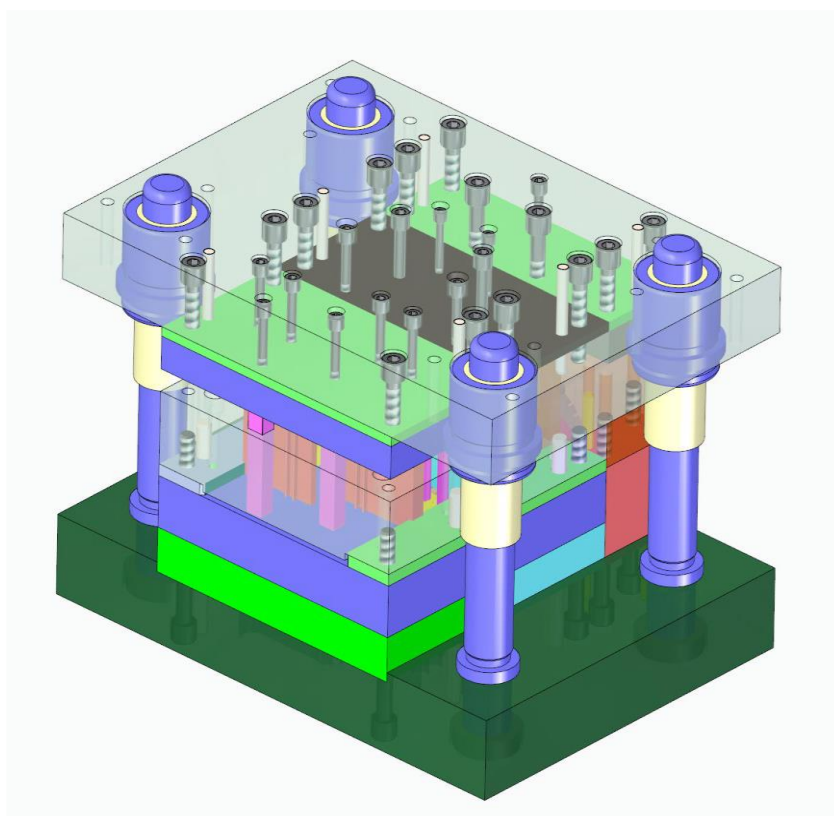


КАЛИН ВЛАДИМИРОВ АНАСТАСОВ

РЪКОВОДСТВО

***за курсова задача по
ИНСТРУМЕНТАЛНА ЕКИПИРОВКА И МАШИНИ***



КАЛИН ВЛАДИМИРОВ АНАСТАСОВ

РЪКОВОДСТВО

***за курсова задача по
ИНСТРУМЕНТАЛНА ЕКИПИРОВКА И МАШИНИ***



УНИВЕРСИТЕТСКО ИЗДАТЕЛСТВО

“ВАСИЛ АПРИЛОВ”

ГАБРОВО, 2026

Настоящото ръководство съдържа указания по проектирането и конструирането на щанци за листово щанцоване на метални материали за разделителни операции. Представени са основните методични постановки за избор на технологични схеми за листово щанцоване, изчисление и оразмеряване на детайлите на инструменталната екипировка, избор на материали, а също така решена примерна задача и различни конструктивни решения на щанци за разделителни операции.

Ръководството е предназначено за студенти изучаващи дисциплината „Инструментална екипировка и машини“ и служи за подготовка на курсовата задача по предмета, но съдържанието може да представлява интерес за широк кръг читатели – учени, инженери, студенти, техници – конструктори и технолози, работещи в областта на машиностроенето и електротехниката.

Автор: гл. ас. д-р инж. Калин Анастасов

Рецензент: доц. д-р инж. Владимир Дунчев

Университетско издателство „Васил Априлов“, 2026

ISBN: 978-954-683-748-6

Общи изисквания към курсовата задача

Курсовата задача се разработва на база индивидуално задание за всеки студент. Заданието включва чертеж на конкретен детайл и материал. За решаване на задачата се изпълняват две основни части аналитична и графична. Обемът на изпълнение на всяка част от задачата е:

Аналитична част:

- Определяне на заготовката – разкрой на листовия материал, определяне коефициента на използване на материала;
- Определяне на силата и работата за щанцоване, избор на преса по сумарна сила;
- Определяне изпълнителните размери на работните елементи на щанцата – определяне най-малката допустима хлабина, определяне граничните размери на матриците и поансоните, определяне габаритните размери на матриците и поансоните, определяне центъра на налягане на щанцата;

Графична част:

- монтажен чертеж на щанцата и спецификация на елементите,
- чертеж на матрица или поансон.

Чертежите се изпълняват и оформят според изискванията на ЕСКД и ЕСТД и трябва да съдържат всички необходими изгледи, разрези и сечения.

ПРЕДГОВОР

Развитието на всички отрасли на промишлеността, в това число на приборостроенето и машиностроенето е немислимо без подобряване качеството на детайлите за производство на изделия. Особено честа смяна на продукцията се извършва в малките и средни предприятия, където този срок е в рамките на 1,5-3г. За осигуряване на пазарна гъвкавост е от особено значение бързото и качествено производство, свързано съответно и с осигуряване изработката на качествена инструментална екипировка. Затова освен технологичен опит е необходима достъпна справочна литература.

Настоящото пособие е предназначено за специалисти в инструменталното производство, за които е от съществено значение подобряването на специализираната подготовка в това направление.

СЪДЪРЖАНИЕ

Предговор	4
Глава първа - ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАЦИОНАЛНИЯ РАЗКРОЙ НА ЛЕНТАТА	7
1.1. Разкрой на материала при разделни операции.	7
1.2. Свързващи ивици. Определяне на широчината на отпадъка	9
1.3. Разкрой на материала при огъващи операции.	11
1.4. Определяне на широчината на лентата.	12
1.5. Принципни схеми за разкрояване на заготовки и оразмеряване на матрици.	14
1.6. Оразмеряване на лентоводачи.	17
Глава втора – ЩАНЦИ ЗА РАЗДЕЛИТЕЛНИ ОПЕРАЦИИ	19
2.1. Пресмятане на усилията на срязване	19
2.2. Пресмятане на усилията за отделяне на детайла от поансона и матрицата	21
2.3. Определяне на центъра на усилие на щанцата.....	22
2.4 Пресмятане на хлабината между поансоните и матрицата в отрезни и пробивни матрици.	24
2.5. Пресмятане на изпълнителните размери на поансона и матрицата.	24
2.6. Матрици.	32
2.7. Матрици съставни	35
2.8. Поансони.	39
2.9. Поансони съставни	44
2.10. Поансони за пробиване на отвори с малки диаметри.	46
2.11. Водачи.	47
2.12. Направляващи планки.	52
2.13. Ловители.	55
2.14. Поансони стъпкови.....	56

2.15. Подложни плочи.	58
2.16. Упори.	60
2.17. Фиксатори.	61

Глава трета – МАТЕРИАЛИ ЗА РАБОТНИТЕ ЧАСТИ НА ЩАНЦИТЕ.

.....	63
3.1.Избор на твърдосплавни материали.	63
3.2.Избор на стомани.	65

Глава четвърта – ПРИМЕРИ 67

4.1.Пресмятане на инструмент за разделителни операции.	67
---	----

ЛИТЕРАТУРА

Глава първа - ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАЦИОНАЛНИЯ РАЗКРОЙ НА ЛЕНТАТА

1.1. Разкрой на материала при разделителни операции

Рационалният разкрой на лентата се характеризира с коефициента на използване на материала η , % и се определя по формулата:

$$\eta = F_{\text{д}} \cdot 100 / F_3, \quad (1)$$

където: $F_{\text{д}}$ – площ на щанцовката детайл, mm^2 ;

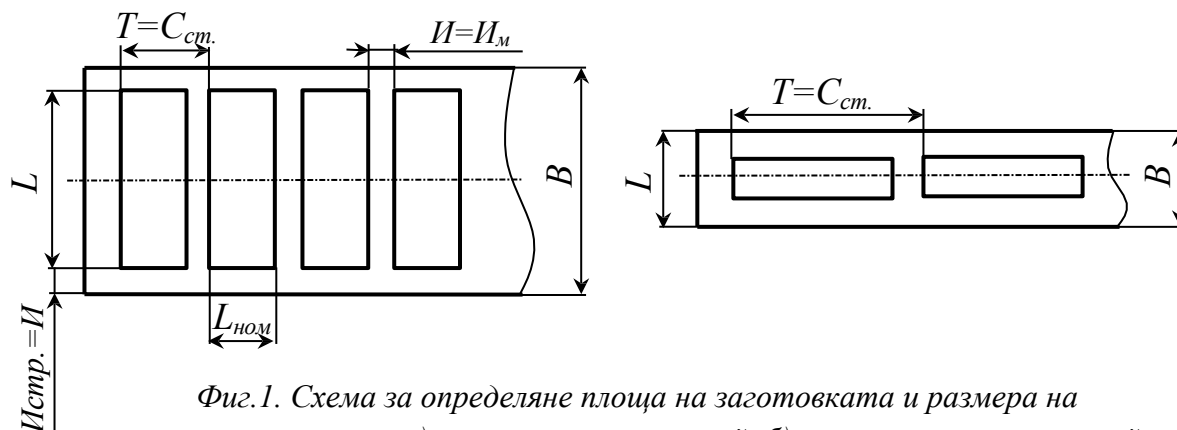
F_3 – площ на заготовката, необходима за изготвяне на щанцовката детайл mm^2 ;

Разкройът може да бъде с проста форма – за един детайл и комбиниран – за няколко детайла.

Площта на заготовката (фиг.1) на щанцовката детайл F_3 , mm^2 се определя по формулата:

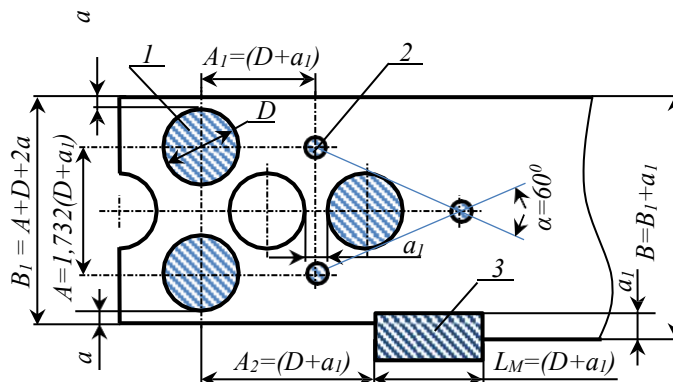
$$F_3 = T \cdot B, \quad (2)$$

където: T – стъпка между детайлите, mm ; B – широчина на лентата, mm .



Фиг.1. Схема за определяне площ на заготовката и размера на свързващите ивици. а) – препоръчан разкрой; б) – не препоръчан разкрой.

Правоъгълни детайли е целесъобразно да се разполагат по височина на лентата, с цел да се съберат по-голямо количество детайли. Така се постига икономия на материал и се повишава производителността на труда.



Фиг.2. Схема на разкрой на детайли

Кръгли детайли е целесъобразно да се разполагат на няколко реда в шахматен порядък. Независимо от това, стойността на тези многоредни щанци е по-висока от предходния вариант, затова за дребносериенно производство те могат да се окажат икономически неизгодни. Схема на разкрой, при триредно отрязване на детайли с кръгла форма и разположението на пробивните, отрезните поансони и стъпков нож са показани на фиг.2.

Коефициента на използване на материала η при отрязване на кръгли детайли по фиг.2 се определя от формулата:

$$\eta = n \cdot 0,785 \cdot D^2 / (D + a_1) \cdot [D + 2a + (n-1) \cdot (D + a_1)] \cdot 100, \quad (3)$$

за многоредно разположение в шахматен порядък,

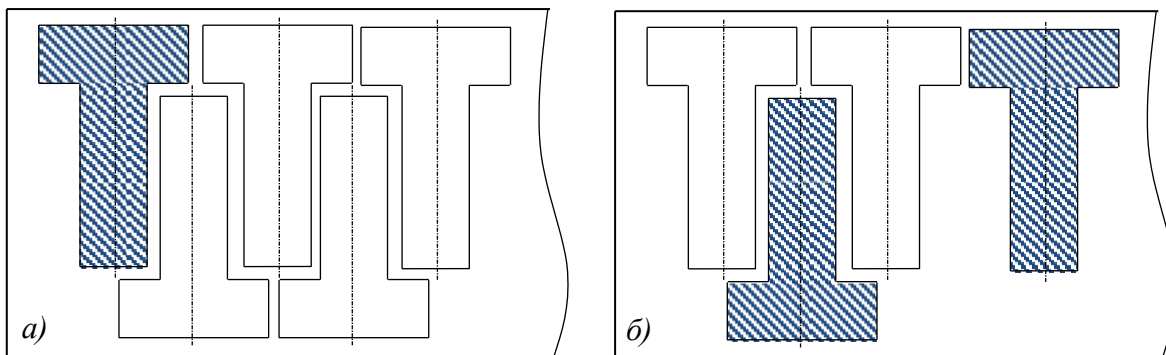
$$\eta = 0,785 \cdot D^2 / (D + a_1) \cdot (D + 2a) \cdot 100, \quad (4)$$

за едноредно разположение, където: n – брой на паралелно разположените редове; D – диаметър на детайла, mm ; a и a_1 – ширина от края на лентата до детайла и между детайлите, mm (табл.1.1); α – ъгъл на разположението на детайлите, обичайно се приема за равен на 60° . По формули (3) и (4) η се пресмята без отчитане широчината на участъка, отрязван от стъпковия поансон.

Изборът на икономично разположение на детайл със сложна конфигурация се извършва по графичен път. Използването на програмни CAD/CAM продукти е задължително. В тези случаи, при които икономичността на разкроя е еднаква при различно разположение на детайла в площта на лентата се избира този, с по-малка стъпка, за да се постигне икономия на материала при разрязването на самата лента и за да се съкрати технологичното време за листово щанцоване на детайла.

Начините за икономия на материал за детайли със сложна форма:

- завъртане на щанцования детайл на 180° са (фиг.3, а). Употребява се за детайли с дебелина от 0,5 до 3 mm . Необходимо е завъртане на лентата, което води до възможност за намаляване на производителността на процеса;
- с изработване на двупоансонна щанца са (фиг.3, б). По този начин се

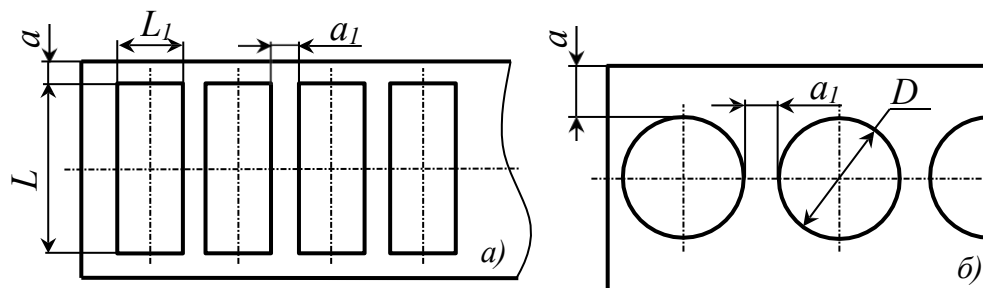


Фиг.3 Схеми на разкрой на материал с завъртане на детайла – а) и двупоансонна щанца – б).

увеличава стойността на самата щанца.

1.2. Свързващи ивици. Определяне на широчината на отпадъка.

Ивиците от отпадъчен материал, оставащи на лентата след нейното щанцоване, се наричат свързващи ивици [1]. Благодарение на тях лентата



Фиг.4 Минималната широчина на отпадъка на правоъгълни – а) и кръгли – б) детайли.

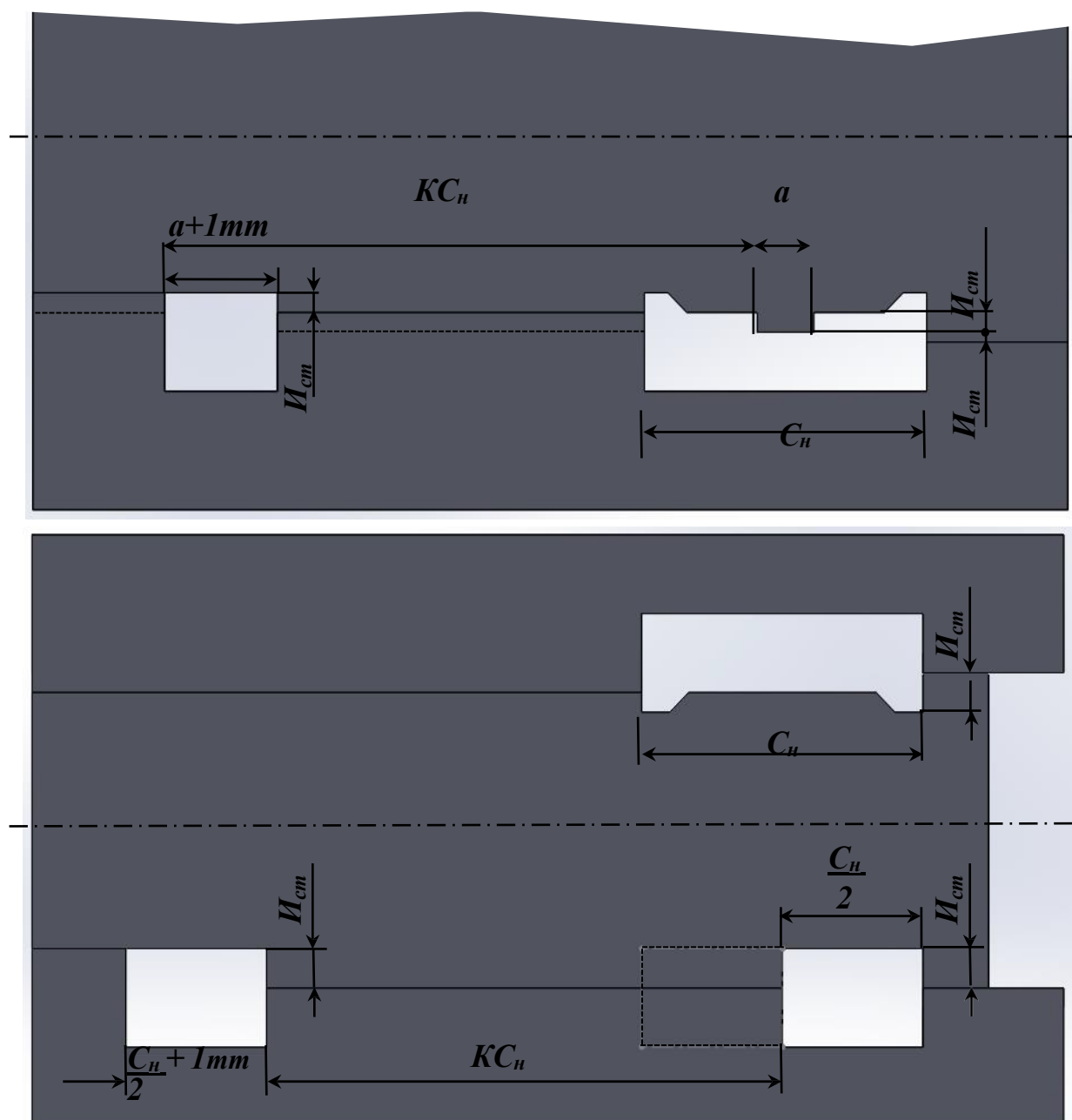
Минимална широчина на отпадъка в
зависимост от геометрията на детайла

Таблица.1.1

Дебелина на материала, s	Обозначение на отпадъка	Минимална широчина на отпадъка при едноредни отрезни операции, mm							
		Кръгли детайли при D				Правоъгълни детайли при $L \geq L_1$			
		3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	до 50	50-100	100-200	>200	до 50	50-100	100-200	200-300
до 0,5	a	1,5	1,7	1,9	2,2	1,8	2,0	2,5	3,0
	a_1	1,2	1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	2,2	2,7
0,5 - 1	a	1,2	1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	2,2	2,7
	a_1	0,8	1,0	1,2	1,4	1,0	1,2	1,7	2,2
1,0 - 1,5	a	1,5	1,7	1,9	2,1	1,9	2,1	2,6	3,1
	a_1	1,1	1,3	1,5	1,7	1,4	1,6	2,1	2,6
1,5 - 2,0	a	1,9	2,1	2,3	2,5	2,2	2,4	3,0	3,4
	a_1	1,5	1,7	1,9	2,1	1,7	1,9	2,5	2,9
2,0 - 2,5	a	2,3	2,5	2,7	2,9	2,6	2,8	3,3	3,8
	a_1	1,8	2,0	2,2	2,4	2,2	2,4	2,9	3,4
2,5 - 3,0	a	2,6	2,8	3,0	3,2	3,0	3,2	3,7	4,2
	a_1	2,1	2,3	2,5	2,7	2,5	2,7	3,2	3,7
3,0 - 3,5	a	3,0	3,2	3,4	3,6	3,4	3,6	4,1	4,6
	a_1	2,5	2,7	2,9	3,1	2,9	3,1	3,6	4,1
3,5 - 4,0	a	3,3	3,5	3,7	3,9	3,7	3,9	4,4	4,9
	a_1	2,8	3,0	3,2	3,4	3,2	3,4	3,9	4,4
4,0 - 4,5	a	3,6	3,8	4,0	4,2	4,0	4,2	4,7	5,2
	a_1	3,1	3,3	3,5	3,7	3,6	3,8	4,3	4,8
4,5 - 5,0	a	4,0	4,2	4,4	4,6	4,5	4,7	5,2	5,7
	a_1	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,2	4,7	5,2
5,0 - 6,0	a	4,2	4,5	4,8	5,0	4,5	5,5	5,5	6,0
	a_1	3,5	3,9	4,2	4,5	4,0	4,5	4,5	5,0
6,0-7,0	a	4,5	5,0	5,5	6,0	4,8	6,0	6,0	6,5
	a_1	3,6	4,0	4,2	4,5	4,3	5,0	5,0	5,6
7,0-8,0	a	5,0	5,5	5,5	6,0	5,3	6,5	7,0	7,8
	a_1	4,2	4,5	4,8	5,0	4,8	5,5	6,0	6,8
8,0-9,0	a	5,5	6,0	6,3	6,5	5,8	7,0	7,5	8,0
	a_1	4,5	5,0	5,2	5,5	5,3	6,0	6,5	7,0
9,0-10	a	6,0	7,0	7,5	8,0	6,3	7,0	7,5	8,0
	a_1	5,0	6,0	6,5	7,0	5,8	6,0	6,5	7,0

запазва своята цялост, здравина и коравина в процеса на работа. Най-малката ширина на ивицата, ограничена между два съседни щанцови детайла, се нарича междинна свързваща ивица (фиг.1 – $I=I_m$; фиг.2, фиг.4 – размер a_1). Най-малката ширина на ивицата, ограничена между ръба на лентата, успореден на посоката на нейното движение и щанцования детайл се нарича странична свързваща ивица (фиг.1 – $I=I_{стр.}$; фиг.2, фиг.4 – размер a).

При безотпадно изрязване на детайли свързващи ивици не трябва да има. Лентата престава да съществува след преминаването и над последния работен отвор на матрицата. Такава лента се придвижва само с избутване.



Фиг.5 Схеми на скъсяване на задния стъпков поансон при голяма стъпка на подаване. а) – с издатина на предния стъпков нож; б) – с два предни стъпкови поансона [1].

Най-малката широчина на свързващата ивица трябва да бъде по-голяма от широчината на зоната на пластична деформация. Тъй като тя е равна приблизително на половината от дебелината на материала ($0,5s$), следва, че свързващата ивица трябва да бъде широка приблизително колкото дебелината на заготовката (s). Размерите на свързващите ивици за метални материали според тяхната дебелина са представени на фиг.4 и таблица.1.1.

Придвижването на лентата на определена стъпка се контролира от стъпков поансон, чрез срязване на ивица с дължина, равна на размера на стъпката ($C_{ст.}$) и широчина $I_{стр.}$ (фиг.1, фиг.2.), която зависи от дебелината на материала, както е представено в таблица.1.1 [3].

Обикновено щанците са с един преден и един заден стъпков нож. Два предни стъпкови ножа се поставят ако е необходимо повишение на точността на подаване на лентата.

Размерът на стъпката ($C_{ст.}$ – фиг.1) при изрязване на метални детайли се пресмята по зависимостта:

$$C_{ст.} = L_{ном.} + I \quad (5)$$

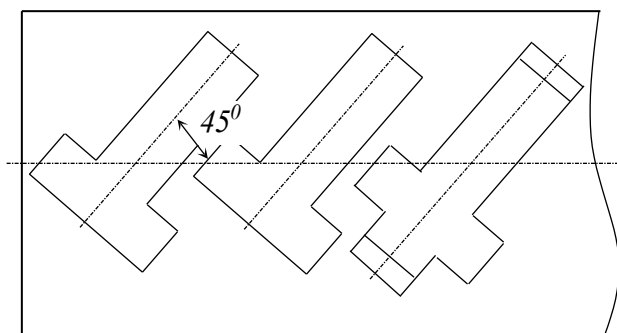
където $L_{ном.}$ – е номиналният размер на детайла, mm (фиг.1.); I (a_1) – взема се от таблица.1.1.

При голяма стъпка се прибегва до скъсяване на задния стъпков поансон. Това може да се реализира по два начина. При първия (фиг.5,а) с предния стъпков поансон лентата се оформя с издатък с дължина $a < C_n$, който след това се изрязва от втори стъпков нож. Тук a е конструктивен размер, C_n – дължина на стъпковия поансон, а K – цяло число.

При втория начин (фиг.5,б) задължително трябва да има два предни стъпкови поансона. Долният преден нож изрязва ивица с дължина, равна на половин стъпка. Другата половина се изрязва от задния стъпков поансон.

1.3. Разкрой на материала при огъващи операции

При отрязването на детайли, подлагани в следствие на огъване в две направления, линията на огъване следва да се разполага под ъгъл 45°



Фиг.6 Схеми на разкрой на материал със завъртане на детайла [3].

спрямо направлението на лентата (фиг.6), независимо от икономичността на материала. Изключение от това правило прави използването на меки материали (отгряти медни сплави, алуминий).

При отрязването на детайли, подлежащи в

последствие на огъване в едно направление следва да се разположат така, че най-малкият ъгъл между линията на огъване и направлението на лентата да е 30° .

Основни забележки:

- при отрезни операции със завъртане на детайла, участъци a и a_1 следва да се увеличат с 50%.

- широчината на стъпковия поансон следва да се приеме равна на a_1 , както за правоъгълни детайли.

- при отрязването на неметални материали широчината на отпадъка следва да се увеличи на 50% в сравнение с табличните данни.

- при многоредно отрязване величината a_1 между детайлите следва да се определи по табл.1.1, изхождайки от габаритния размер на шампования детайл, а величината l от края на полосата, изхождайки от размера $A + D$ (фиг.2).

- при щанцоване на магнезиеви и титанови сплави табличните значения трябва да се увеличат два пъти.

- за материал с дебелина повече от 10 mm стойностите на a и a_1 следва да се приемат 0,7.S.

1.4. Определяне на широчината на лентата

Широчината на лентата се определя по формулите [3]:

$$B = D + 2.a + \Delta_{\Pi} \quad (6)$$

при отрязване на кръгли детайли и

$$B = L + 2.a + \Delta_{\Pi} \quad (7)$$

Допуск на широчината на лентата Δ_{Π} при гилотинно рязане, [3]

Таблица.1.2

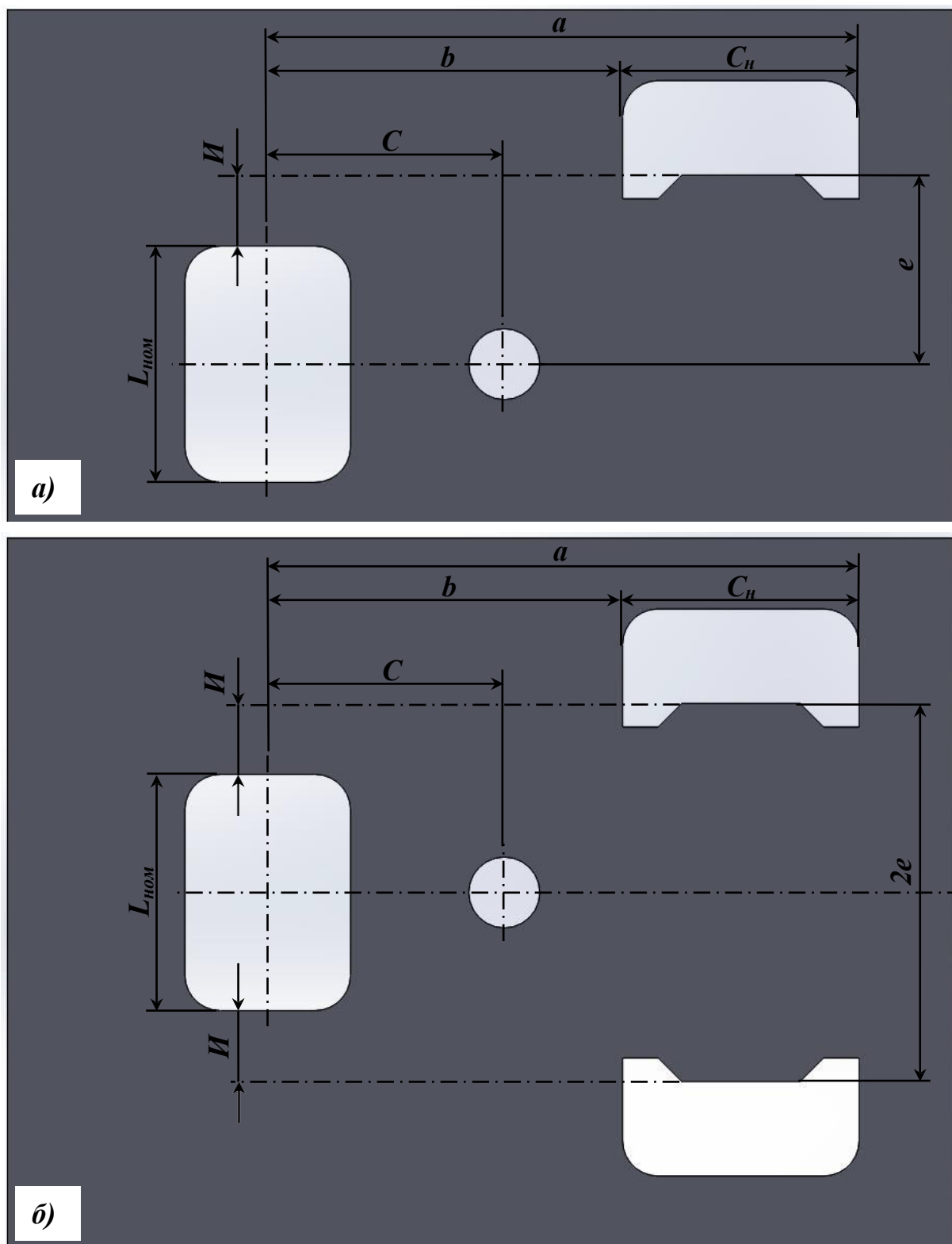
Широчина на лентата	Дебелина на материала s , mm				
	до 1	от 1 до 2	от 2 до 3	от 3 до 5	от 5 до 10
	Δ_{Π} – допуск на широчината на лентата				
до 50	0,4	0,5	0,7	0,9	1,8
от 50 до 100	0,5	0,6	0,8	1,0	2,0
от 100 до 150	0,6	0,7	0,9	1,1	2,5
от 150 до 220	0,7	0,8	1,0	1,2	3,0
от 220 до 300	0,8	0,9	1,1	1,3	4,0

Допуск на широчината на лентата Δ_{Π} при дисково рязане

Таблица.1.3

Дебелина на материала s , mm	Δ_{Π} – допуск на широчината на лентата					
	Нормална точност			Повишена точност		
	Широчина на лентата, mm					
	до 100	от 100 до 300	над 300	до 100	от 100 до 300	над 300
до 0,1	0,10	0,15	0,25	0,0,5	0,08	0,15
от 0,1 до 0,63	0,20	0,30	0,40	0,10	0,15	0,25
от 0,63 до 1,0	0,30	0,40	0,50	0,20	0,25	0,35
от 1,0 до 3,6	0,40	0,50	0,60	0,30	0,35	0,45

за правоъгълни детайли. Във формули 6 и 7: B – ширина на лентата (фиг.1, фиг.2), mm (закръглява се до най-близко цяло число); D и L – размери на отрязвания детайл, mm ; a – размер на прибавката по края на лентата (табл.1.); Δ_{II} – допуск на широчината на лентата. Допускът за широчината на лентата се приема за равен на на стандартния ($IT14/2$) за



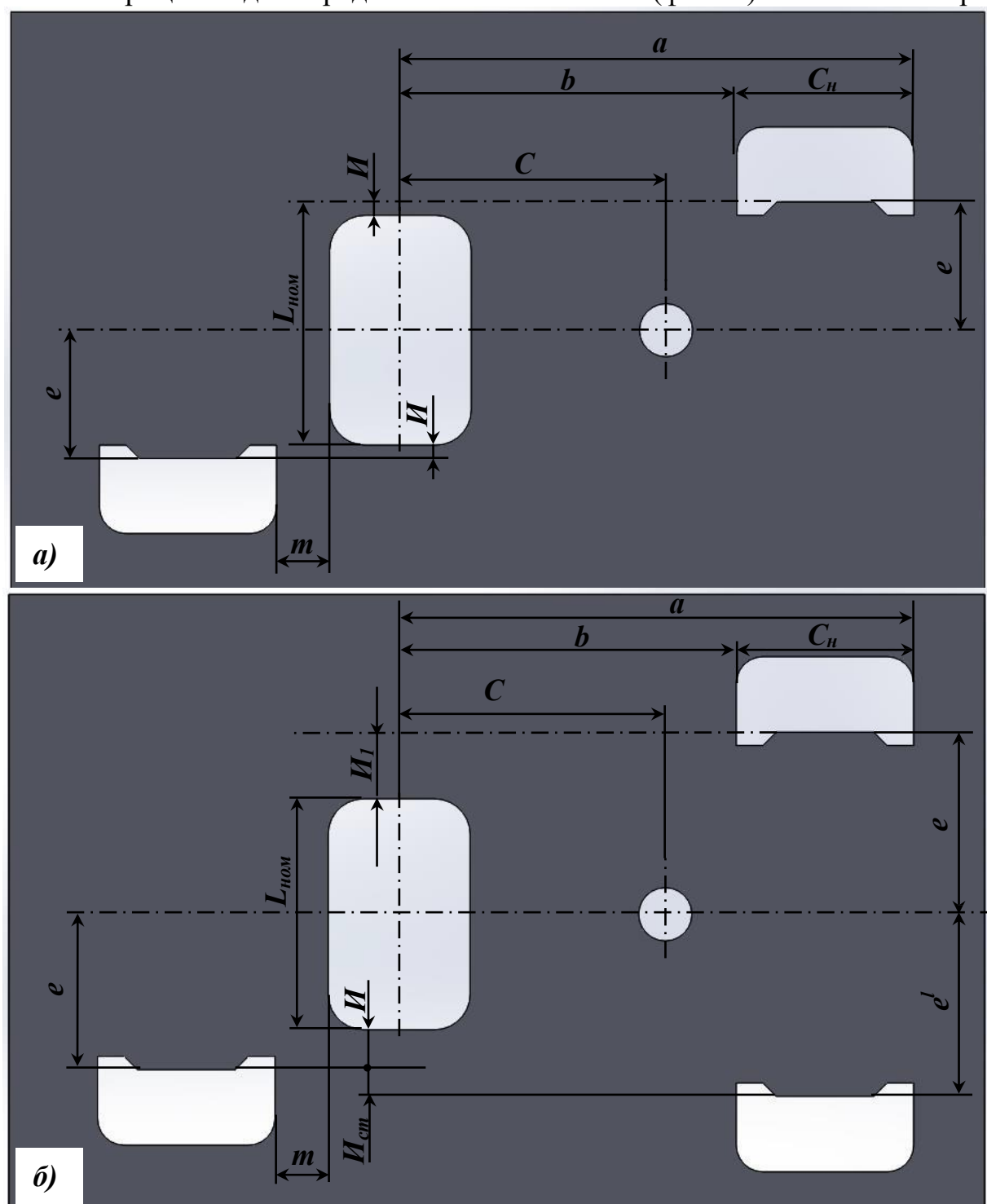
Фиг.7. Матрица за изрязване и пробиване на лента с междинни и странични ивици. с един преден стъпков поансон, [1].

стандартни ленти и в рамките на този представен в таблица.1.2 и таблица.1.3, при разрязване на лентата на гилотинни ножици или дискове.

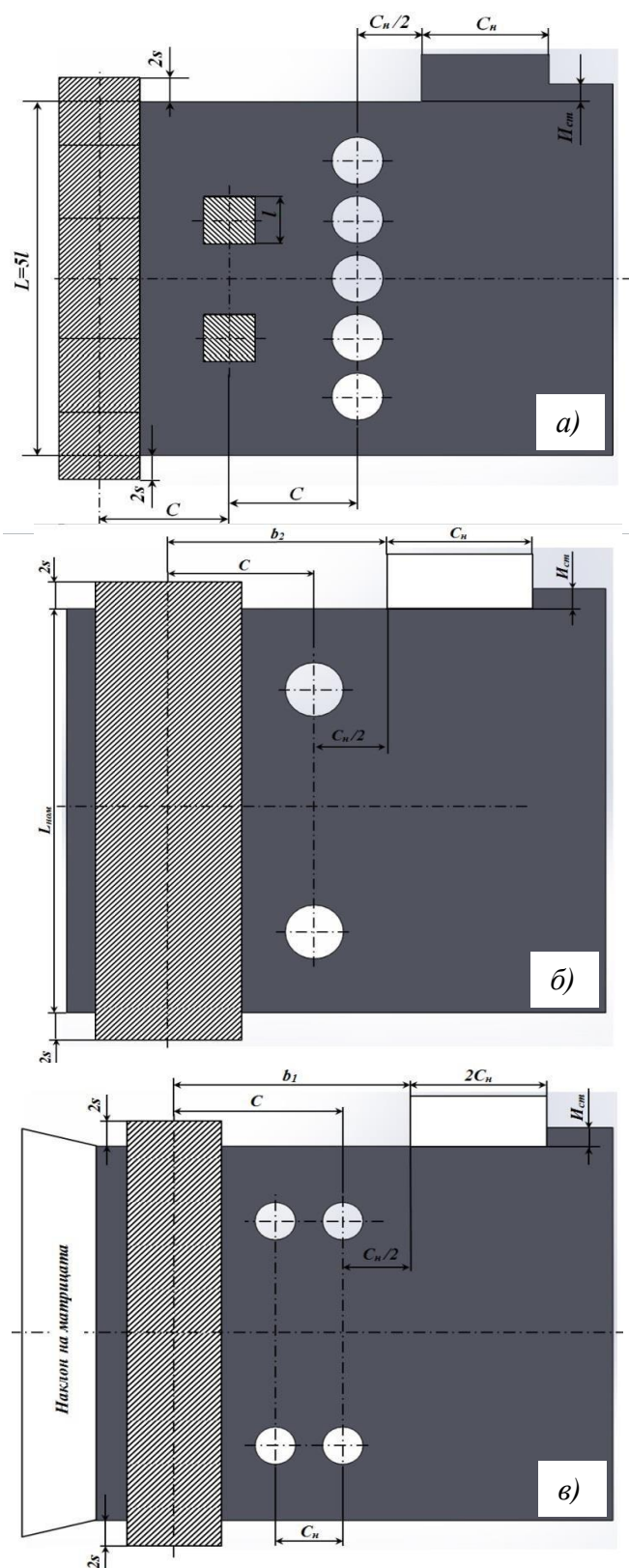
1.5. *Принципни схеми за разкрояване на заготовки и оразмеряване на матрици.*

А. Матрица за изрязване и пробиване на лента с междинни и странични ивици.

Матрица с един преден стъпков поансон (фиг.8а) се използва при



Фиг.8. Матрица с един заден и един преден стъпков нож – а) и два предни и един заден – б), [1].



Фиг.9 Матрици за изрязване и пробиване при намален отпадък, [1].

дребносерийно производство, несложен детайл за щанцоване и наличен материал във вид на лента.

На фиг.8а е показана матрица на правоъгълен детайл с дължина $L_{ном}$ и отвор в средата. Стъпковия нож с размер C_n отстои на разстояние b и е от изрязващия поансон, а поансонът за отвора е на разстояние C от изрязващия. Дължината от челото на матрицата до базовата осова линия е a .

При повишени изисквания за точно стъпково придвижване на лентата матрицата трябва да има два предни стъпкови поансона (фиг.8,б). Матрица с един заден и един преден стъпков нож се използва при средно и едросерийно производство и материал за щанцоване във вид на ленти. (фиг.8,а). Задният стъпков поансон е на разстояние m от изрязващия поансон. При повишени изисквания за точно стъпково придвижване на лентата матрицата може да има един заден и два предни стъпкови поансона. (фиг.8,б). За повишаване на точността на стъпковото придвижване освен два предни стъпкови ножа е желателно да се поставят и ловители.

Линейните размери (фиг.7 и фиг.8) се оразмеряват, както следва:

$$C = K_l \cdot C_n, \text{ mm} \quad (8)$$

($K_l = 1, 2, 3 \dots$ цяло число);

$$a = b + C_n + (20 \div 50), \text{ mm} \quad (9)$$

При изрязване и пробиване на метални детайли

$$b = C_n (K_1 + 0,5) - 0,5I, \text{ mm} \quad (10)$$

$$e = I + L_{\text{ном}} / 2, \text{ mm} \quad (11)$$

$$e' = e + I, \text{ mm} \quad (12)$$

Б. Матрица за изрязване и пробиване при намален отпадък от лентата без междинна ивица (фиг.9).

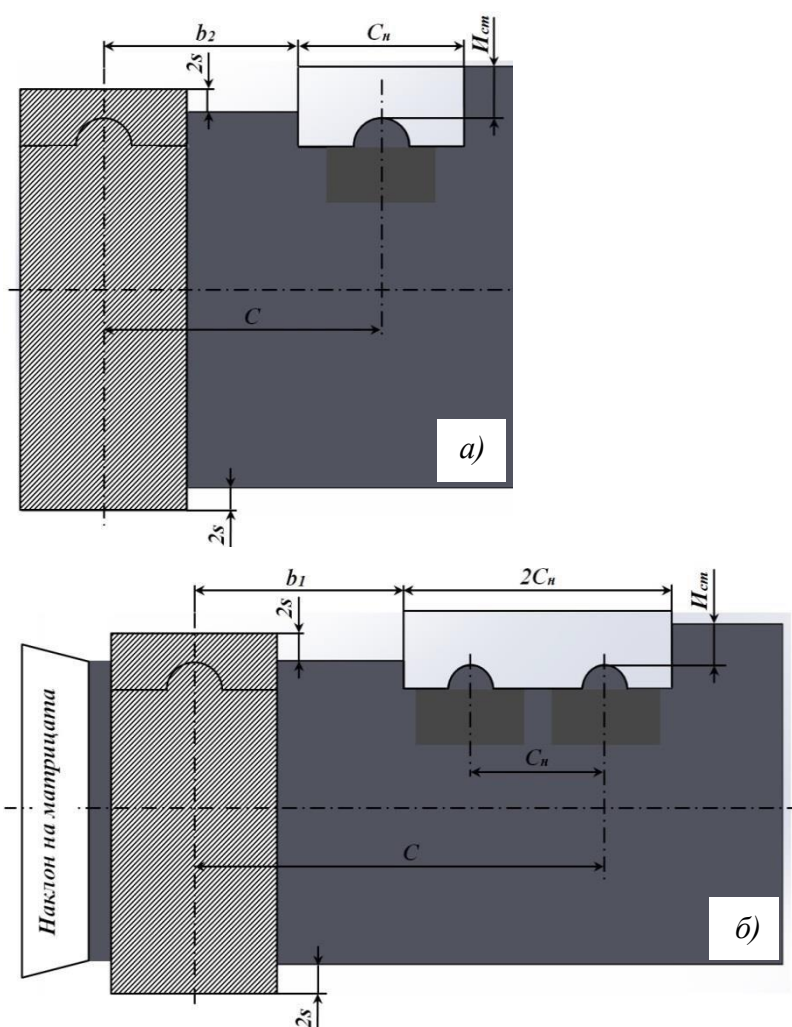
С матрицата на фиг.9а, при един ход на пресата се изрязват пет детайла, два от които предварително на по-предна стъпка. Останалите три броя се изрязват от един поансон.

С матрицата (фиг.9б,в) са възможни два варианта на работа:

- при един ход на пресата се изрязва един детайл (фиг.9,б). Дължината на напречното сечение на стъпковия нож е равна на размера на стъпката.

- при един ход на пресата се изрязват два детайла (фиг.9,в). Първият от детайлите пада по наклон в матрицата. Дължината на напречното сечение на стъпковия нож е равен на удвоения размер на стъпката.

Матрица за изрязване с профилен стъпков нож при намален отпадък на лентата е показана на фиг.10а,б. При един ход на пресата се получава детайл (фиг.10,а) или два детайла (фиг.10,б). Оразмеряването е както



Фиг.10 Матрица за изрязване с профилен стъпков нож при намален отпадък на лентата, [1].

следва [1]:

$$b_1 = (K_2 + 0,5) C_n, \text{ mm} \quad (13)$$

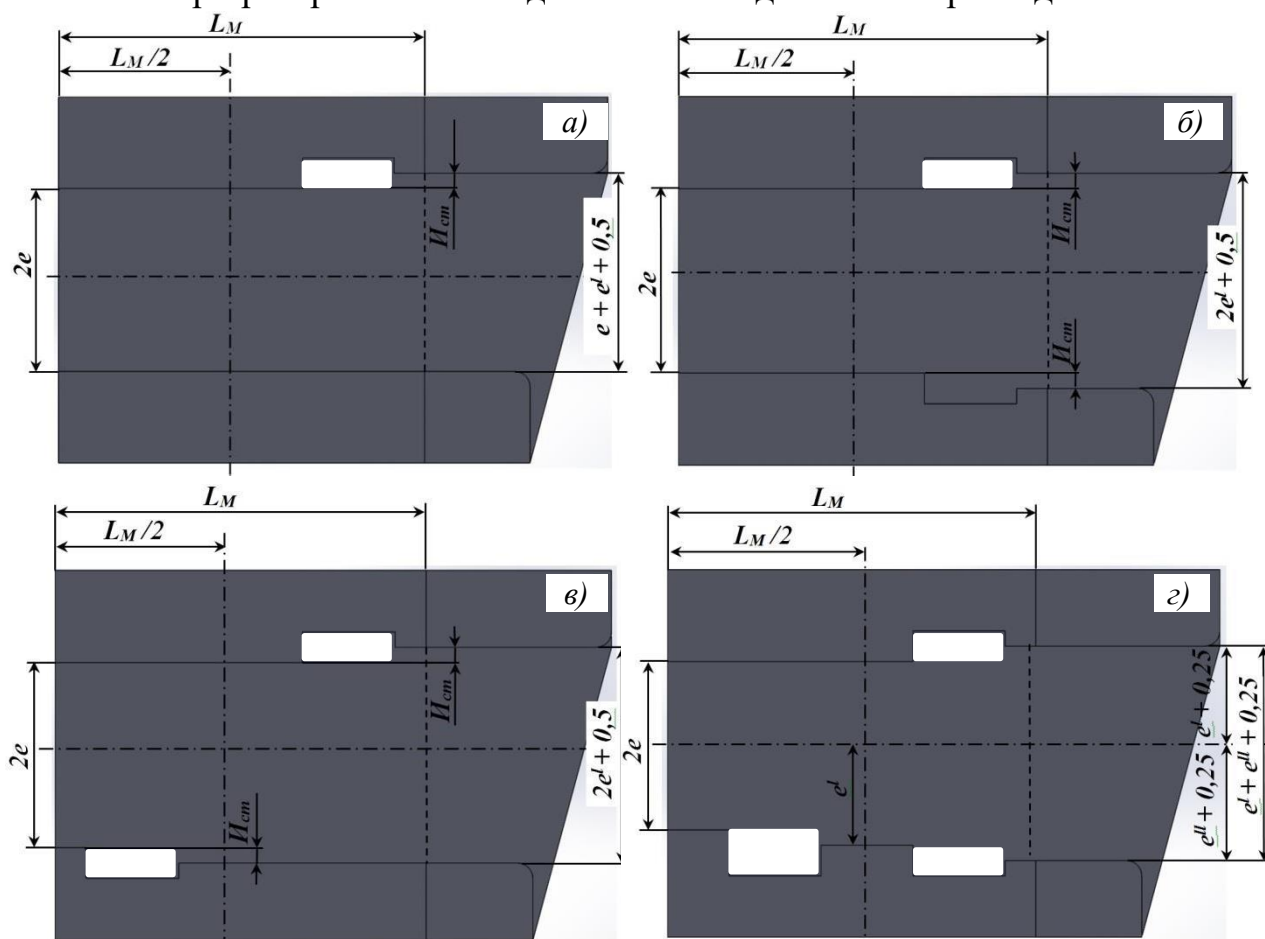
(фиг.9б и фиг.10б)

$$b_2 = (K_1 + 0,5) C_n, \text{ mm} \quad (14)$$

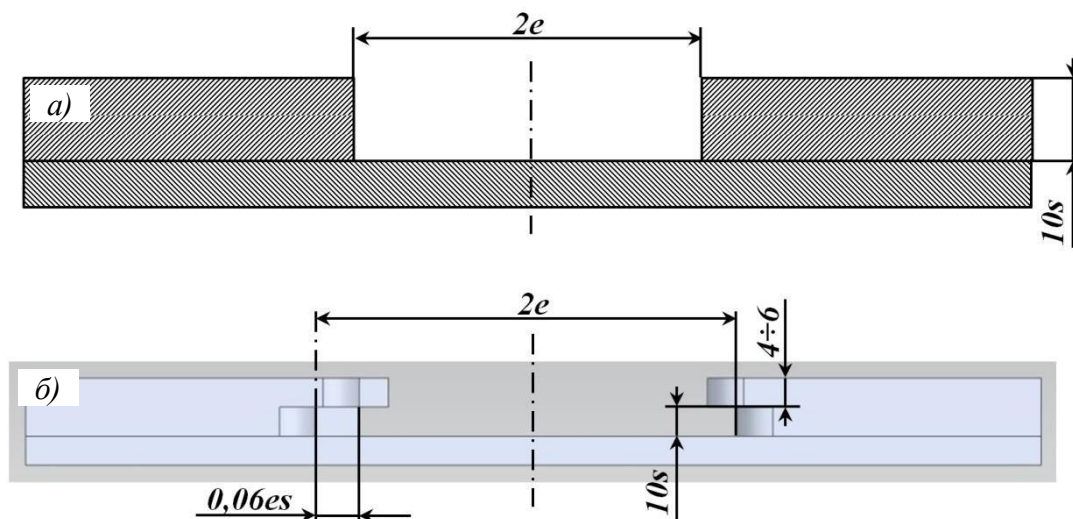
(фиг.9а и фиг.10а), където K_2 е цяло четно число.

1.6. Оразмеряване на лентоводачи

Най-разпространените видове лентоводачи са при един стъпков



Фиг.11 Принципи схеми за оразмеряване на лентоводачи, [1].



Фиг.12 Принципи схеми на лентоводачи според вида на навлението (водача). С твърдо направление – а); с плаващо (подвижно направление – б), [1].

поансон (фиг.11а), при два предни стъпкови поансона (фиг.11б) при един преден и един заден стъпков поансон (фиг.11в), при два предни и един заден стъпков поансон (фиг.11г) , където L_M е дължината на матрицата [1].

Елементите на фиг.11 се оразмеряват според зависимостите:

$$e = I + (L_{ном} / 2), mm \quad (15)$$

$$e' = e + I, mm \quad (16)$$

$$e'' = e' + I, mm \quad (17)$$

за метални ленти.

Напречното сечение на лентоводачи при щанци с твърдо направление (водач) е гладко (фиг.12а), а при щанци с плаващо направление е със стъпало за задържане на лентата в лентоводача. Оразмеряването на лентоводачите е показано на фиг.11 и фиг.12.

Глава втора – ЩАНЦИ ЗА РАЗДЕЛИТЕЛНИНИ ОПЕРАЦИИ

При избора на типа на типа на щанцовия пакет (щанцата) трябва да се вземат в предвид следните съображения:

- блокове с диагонално разположение на колонките и втулките се използват за разделителни щанци с повишени изисквания към точността на изработвания детайл и качеството на повърхността на среза.

- блокове с лагеруване на направляващите колонки се прилагат за разделителни щанци, при масово производство на детайли с високи изисквания към точността им, дебелина на материала по-малко от $0,5 \text{ mm}$, с използването на твърдосплавни вложки като част от матрицата;

- блокове със сменяеми пакети се използват за разделителни щанци, при дребносерийно и серийно производство на детайли с дебелина до 3 mm , когато се щанцова до непълно износване на поансоните и матрицата.

- детайли изработвани от метали, сплави и неметални материали с дебелина на заготовката (лентата) до $1,5 \text{ mm}$, трябва да се изработват от блокове с диагонално или осево разположение на направляващите колонки.

2.1 Пресмятане на усилията на срязване

Необходимата сила на срязване се определя по формулата [3]:

$$F_p = L \cdot s \cdot \tau_{ср.}, \quad N \quad (18)$$

където: L – периметър на отрязвания контур, mm .

s – дебелина на материала, mm .

$\tau_{ср.}$ – съпротивление на срязване, MPa .

Необходимата сила на пресата се пресмята по формулата [3]:

$$F_n \leq 1,25 F_p / 1000 \leq F_{ном}, \quad N \quad (19)$$

където: $F_{ном}$ – номинална сила на пресата, N .

Необходимата сила за събуване на лентата от поансоните се пресмята по формулата [2]:

$$F_c = k_c \cdot F_p, \quad N \quad (20)$$

Стойности на коефициента на събуване k_c [2]

Таблица.2.1.

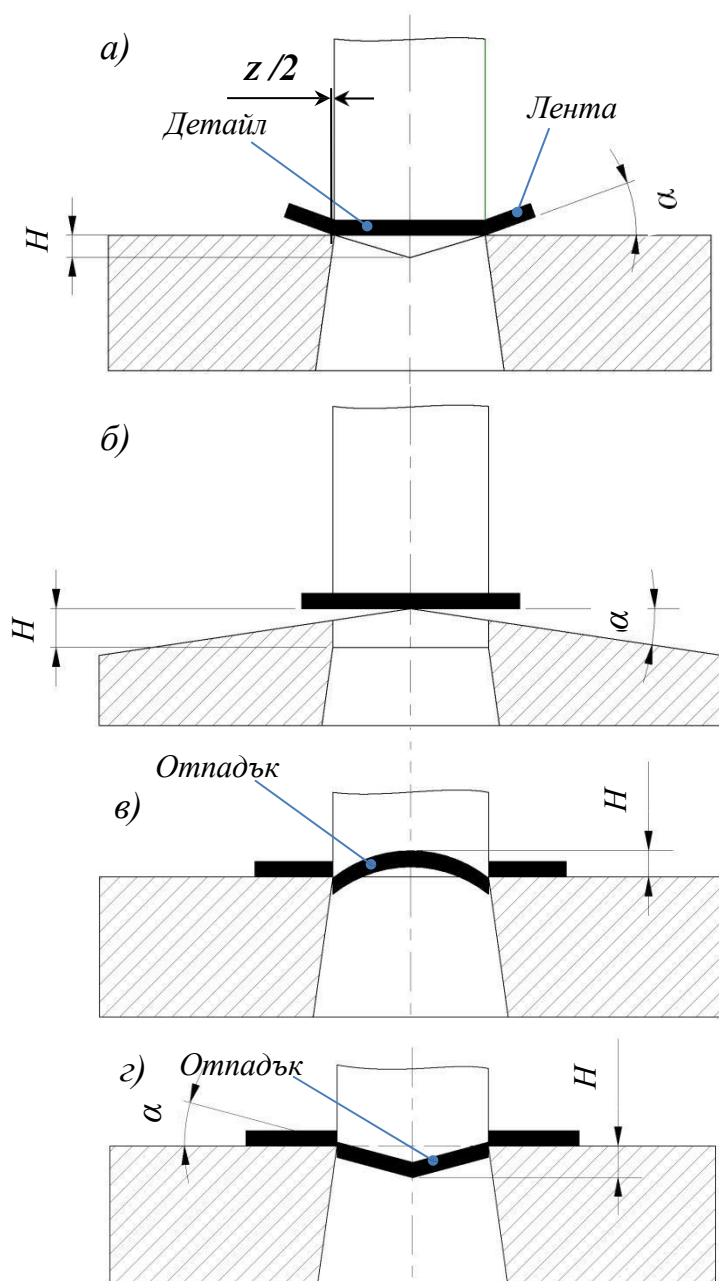
Дебелина на материала $s, \text{ mm}$	Тип на щампата		
	еднопоансонна	многопоансонна	с последователно действие
до 1,0	0,06	0,12	0,08
1,1 ÷ 5,0	0,08	0,15	0,12
над 5,0	0,10	0,50	0,15

където: k_c – коефициент на събуване (таблица.2.1);

При отсъствието на необходимото усилие, отрязването е възможно да се осъществи на преса с по-малко максимално такова, при което това се постига по два начина:

- приложението на скосени поансони или в по-редки случаи матрици;
- степенчатото разположение на поансоните по височина;

При отрязване на детайл скося се прави на матрицата, при което поансона трябва да е плосък (фиг.13а,б). При пробиването на отвори скосяването се извършва на поансона а матрицата в този случай е плоска (фиг.13в,г).



Фиг.13 Технологични варианти на отрязване на детайл със скосяване на матрицата – а), б) и пробиване на отвори със скосяване на поансона – в), г).

Усилието при отрязването по скосени режещи ръбове F_1 се определя ориентировъчно по формулите:

- при $H = s$

$$F_1 = 0,6 \cdot L \cdot \tau_{cp}, N \quad (21)$$

- при $H > 2 \cdot s$

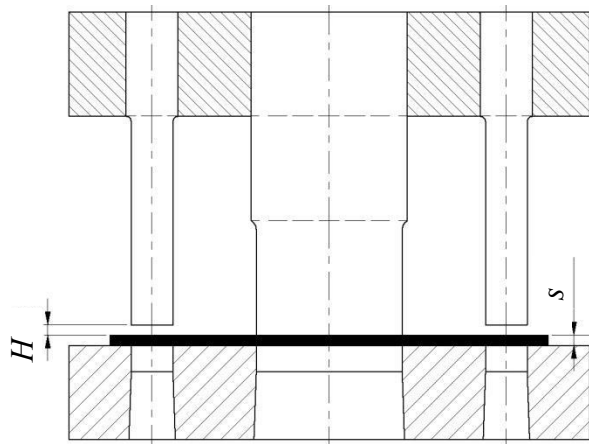
$$F_1 = 0,4 \cdot L \cdot \tau_{cp}, N \quad (22)$$

Височината на скосяването H , *mm* в зависимост от дебелината на материала s и дължината L или диаметъра D на отрязвания детайл са представени в таблица.2.1. Степенчатото разположение на поансоните (фиг.14) се реализира чрез намаляване на тяхната дължина с величина $(0,5-1)s$. Усилието на срязване се определя по формула (17) с отчитане на най-големия периматър на едновременно отрязван материал.

Необходимото усилие на пресата при степенчатото

разположение на поансоните ($F_{с.р.}$) се определя по формулата:

$$F_{с.р.} = 1,35 \cdot F / 1000 \leq F_{ном}, N \quad (23)$$



Фиг.14 Схема на щамповане със степенчато разположение на поансоните.

Таблица.2.2
Височината на скосяването H , mm в зависимост от дебелината на материала s и дължината L или диаметъра D на отрязвания детайл.

s , mm	L или D , mm	H
до 1	150 - 200	3
1 - 2	100	4
	150	5
	200	6
2 - 3	100	5
	150 - 200	6
3 - 4	150	7
	200 - 250	8
4 - 6	200 - 250	8
	300	10

2.2. Пресмятане на усилията за отделяне на детайла от поансона и матрицата.

Усилието за снемане на детайла от поансона $F_{д.п.}$ се определя от формулата:

$$F_{д.п.} = F_p \cdot K_{сн.}, N \quad (24)$$

където: F_p – разчетното усилие на срязване, определено по формула (17); $K_{сн.}$ – коефициент, зависещ от щампования детайл (таблица.2.3).

а усилието за проход на детайла през отвора на матрицата (K_u) по формулата:

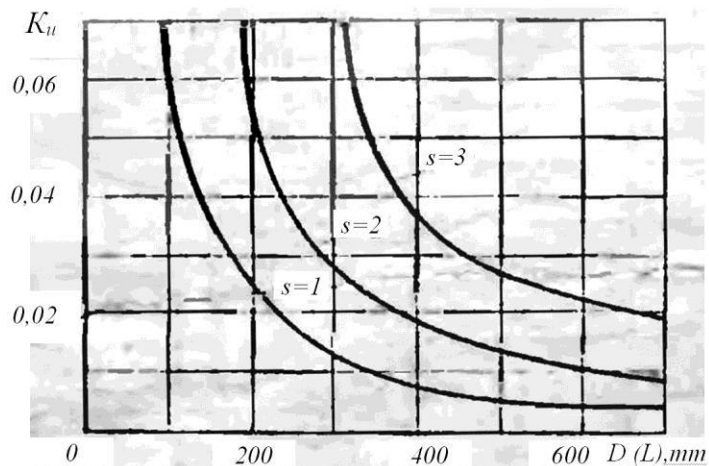
$$F_u = F_p \cdot K_u, N \quad (25)$$

където: F_p – разчетното усилие на срязване, определено по формула (17); K_u – коефициент, зависещ от щампования детайл (таблица.2.3).

Коефициенти $K_{сн.}$ и K_u за отделянето на детайла от поансона или матрицата.

Таблица.2.3

Вид материал	Значение на коефициента	
	$K_{сн.}$	K_u
Стомана	От 0,03 до 0,05	От 0,02 до 0,06
Месинг	0,02 – 0,04	0,02 – 0,05
Мед	0,015 – 0,03	0,03 – 0,07
Алуминий	0,025 – 0,05	0,03 – 0,06
Дуралуминий и магнезиеви сплави	0,02 – 0,05	0,02 – 0,06



Фиг.15 Графика за определяне на коефициента K_u , [3].

При диаметър или дължина на детайла до 100 mm K_u следва да се избира по таблица.2.2 а над 100 mm според графиката на фиг.15[3].

При едноредно отрязване на детайли с кръгла форма значенията на $K_{сн.}$ и K_u се вземат минимални, докато при многоредни операции или сложна форма на детайла се приемат близки до горната

граница. Също така при работа без смазка приведените значения се увеличават с 20-25%.

2.3 Определяне на центъра на усилие на щанцата.

При работа на щанцата е необходимо да се осъществи разположение на т.нар. силови центрове в максимална близост един до друг. Под силови центрове се разбират:

- центърът на удар на поансоните;
- центърът на усилие на използваните за притискане пружини при реализирането на щампа с подвижно „плаващо“ направление.
- центърът на огъващо усилие ако има такава операция.
- центровете на усилие на изтегляне, ако се осъществява върху лентата.

Това са основните силови съставляващи при работа на инструмента. Други възможни, но с по-малко значение са: инерционния център на елементи, които не се уравновесяват от пневматичните цилиндри на пресата (например движението на плаващите направления); движенията на елементи като клинове, странични притискачи и ловители в плоскост „X- Y“ ако за основно движение се приеме „Z“- височина на инструмента.

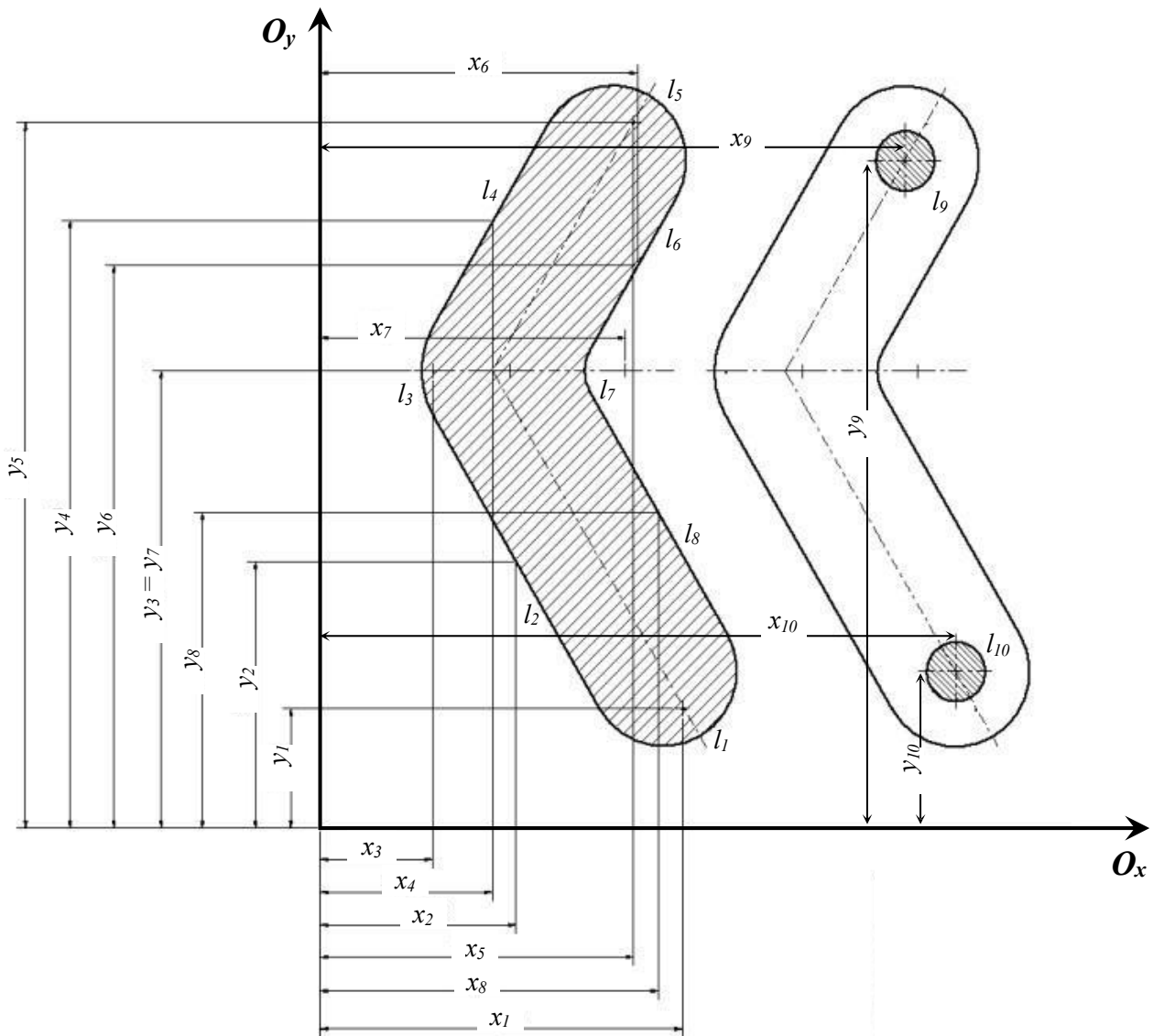
Координатите на т.нар. център на тежест на ударните поансони по координати x_0 и y_0 (фиг.16) се определя аналитически по формула (26) и (27):

$$x_0 = (l_1.x_1 + l_2.x_2 + l_3.x_3 + \dots + l_{10}.x_{10}) / (l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_{10}) \quad (26)$$

$$y_0 = (l_1.y_1 + l_2.y_2 + l_3.y_3 + \dots + l_{10}.y_{10}) / (l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_{10}) \quad (27)$$

където: $l_1, l_2, \dots, l_{10}$ – дължина на контурите на пробиваните детайли (отвори); $x_2, x_4, x_6, x_8, x_9, x_{10}$ – разстояние от геометрическият център на съответния праволинеен участък до ос „Y“; x_1, x_3, x_5, x_7 – разстояние от

центъра на тежест на съответния криволинеен участък до ос “Y”; $y_2, y_4, 8, y_9, y_{10}$ – разстояние от геометрическия център на съответния праволинеен участък до ос “X”; y_1, y_3, y_5, y_7 – разстояние от центъра на тежест на



съответния криволинеен участък до ос “Y”.

Пресичането на координатите на оси x_0 и y_0 показва търсения център на тежест, в случая на поансоните на конструиания инструмент.

При листово щамповане с използването на т.нар. схема без плаващо направление е необходимо оста на инструмента, т.е. разположението на колонките да съвпадне или да е в близост с центъра на тежест на удара на поансоните определен по формули (26) и (27). При използването на подвижно направление освен това е необходимо и силовия център на използваните пружини да съвпадне с него.

Ситуацията съществено се усложнява при огъване на детайла. При конструирането на инструментална екипировка с въвеждането на операцията огъване на детайла е трябва да се осигури ососиметричност на

тази операция т.е. да се осъществява с взаимно уравнивяване на силите на огъване, най-вече по дължина на инструмента.

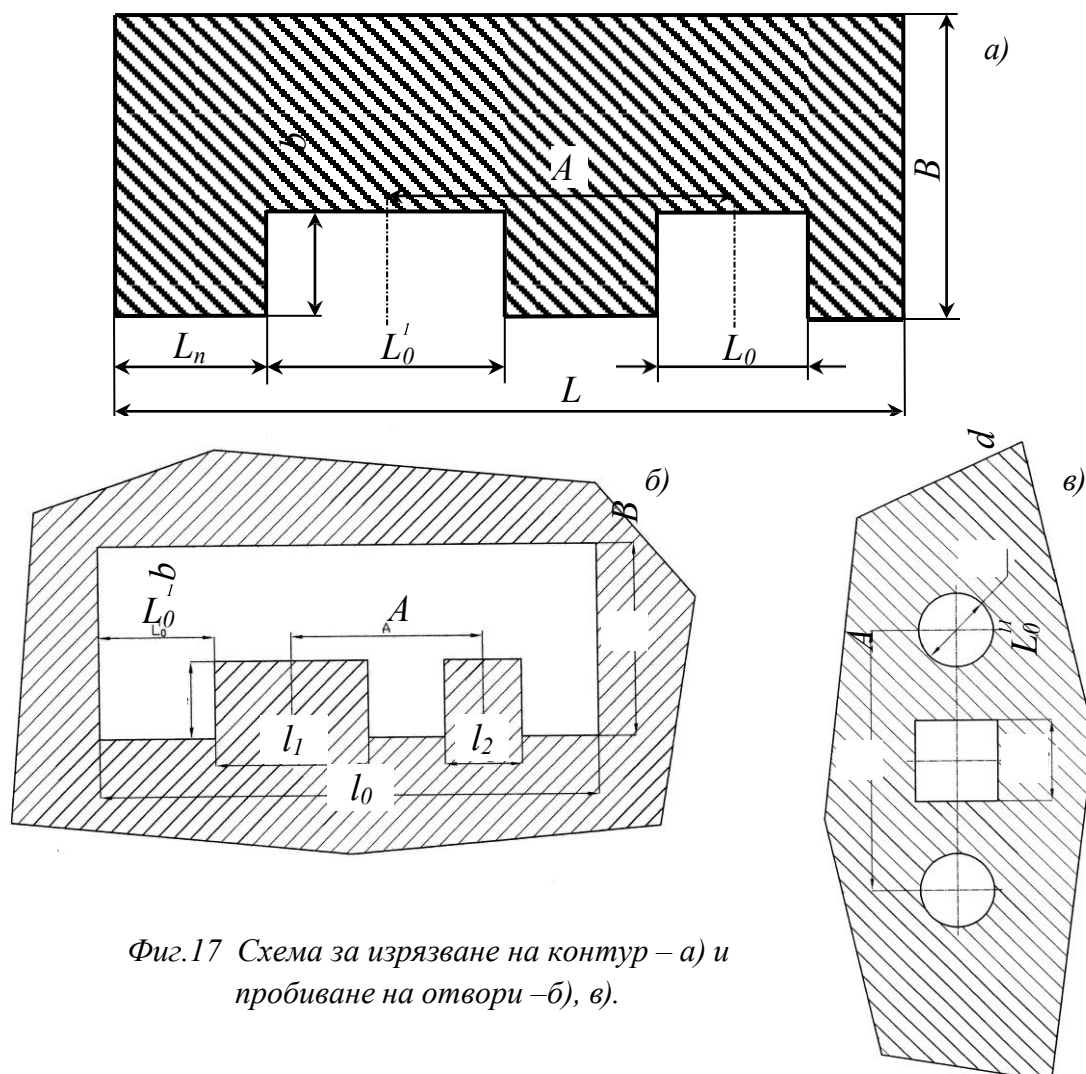
2.4. Пресмятане на хлабината между поансоните и матрицата в отрезни и пробивни матрици.

Величината на хлабината между поансона и матрицата и неговото равномерно разпределение ($z/2$) оказва съществено влияние на качеството и повърхността на среза, усилията на рязане и износа на режещите части (фиг.13а). Размера на тази хлабина зависи от дебелината на материала и неговите свойства. Величината и при отрязване и пробиване на различни видове метални метали е приведена в таблица.2.3.

С цел получаването на чиста повърхност в мястото на среза при изработката на детайли от алуминий, месинг и стомана с якост на срязване $\sigma_{ср} < 400 \text{ MPa}$ се допуска изготвянето на щампите да се реализира с хлабини $0,01-0,02 \text{ mm}$. В този случай се увеличава усилието на рязане.

2.5. Пресмятане на изпълнителните размери на поансона и матрицата.

В зависимост от използваната технология за изработка на щампата се



Фиг.17 Схема за изрязване на контур – а) и пробиване на отвори –б), в).

*Хлабина при отрязване и пробиване на различни
видове метални материали [3]*

Таблица.2.4

Дебелина на материала, mm	Стомана марка 10, 20, мед, месинг, алуминий		Стомана марка 25, 35, 45, дуралуминий, бронз,		Стомани високовъглеродни, високолегирани		Магнезиеви сплави		Титанови сплави			
	С		На студено									
s,mm	z	Δz	z	Δz	z	Δz	z	Δz	z	Δz	z	Δz
0,1	0,005		0,006		0,007							
0,2	0,010		0,012		0,014							
0,3	0,015	0,010	0,018	0,010	0,021	0,010						
0,4	0,020		0,024		0,028							
0,5	0,025		0,030		0,035		0,017		0,030		0,075	
0,6	0,030		0,036		0,039		0,020		0,036		0,090	
0,7	0,035	0,020	0,042	0,020	0,049	0,010	0,025	0,010	0,042	0,020	0,105	0,008
0,8	0,040		0,048		0,056		0,030		0,048		0,120	
0,9	0,045		0,054		0,063		0,034		0,054		0,135	
1	0,050		0,060		0,070		0,035		0,060		0,150	
1,2	0,070		0,080		0,100		0,042		0,084		0,192	
1,5	0,090	0,030	0,110	0,030	0,120	0,030	0,052	0,015	0,105	0,030	0,240	0,012
1,8	0,110		0,130		0,140		0,062		0,125		0,288	
2,0	0,120	0,050	0,140	0,050	0,160	0,05	0,070	0,025	0,140	0,050	0,320	0,020
2,2	0,160		0,150		0,200		0,077		0,176		0,374	
2,5	0,180		0,200		0,230		0,090		0,200		0,425	
2,8	0,200		0,220		0,250		0,098		0,224		0,475	
3,0	0,210		0,250		0,270		0,105		0,240		0,510	
3,5	0,280		0,320		0,350		0,122		0,315		0,595	
4,0	0,320	0,100	0,360	0,100	0,400	0,100	0,140	0,050	0,400	0,100	0,680	0,030
4,5	0,360		0,450		0,540		0,157					
5,0	0,400		0,500		0,600		0,175					
6,0	0,500		0,600		0,700		0,210					
7,0	0,700	0,200	0,800	0,200	1,00	0,200						
8,0	0,800		1,00		1,10							
9,0	1,10		1,30		1,40							
10,0	1,20		1,40		1,60							
11,0	1,70		1,80		2,00							
12,0	1,80		1,90		2,20							
13,0	2,10		2,30		2,60							
14,0	2,30		2,50		2,80							
15,0	2,70		3,00		3,30							
16,0	2,80		3,20		3,70							
17,0	3,40		3,80		4,10							
18,0	3,70		4,00		4,30							

прилагат следните методи за разчет на изпълнителните размери:

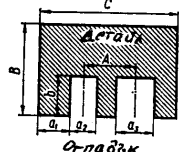
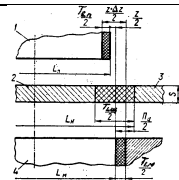
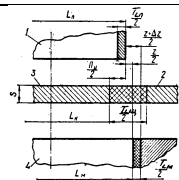
- определяне изпълнителните размери на матрицата за изрязване на контур и поансони за пробиване на отвори (фиг.17). Съответно втория работен детайл се доработва по първоначално зададена хлабина Z.

- определяне на изпълнителните размери на поансона за отрязване на контур и за пробиване на отвори. Матрицата се изработва по поансона с хлабина Z (способ на изработване по „отпечатъка“ на поансона).

- определяне на изпълнителните размери на матрицата и поансона по разделния способ на тяхната изработка.

В таблица.2.5 са представени формулите за определяне изпълнителните размери на поансоните и матрицата в зависимост от вида на технологичната схема, която се прилага [3].

Определяне изпълнителните размери Таблица 2.5

Номинални размери на щанцовката и характер на изменението им при износване на П и М	Допусков о поле на щанцовката	Изрязване  “Основен” детайл М	Пробиване  “Основен” детайл П
Увеличаващи се $C; a_1; B; a_2; a_3$	$+T_{LM}$ $-T_{LM}$	 $L_M = (L_n - \Pi_n) + T_{LM}$ $L_M = (L_n + T_{LM} - \Pi_n) + T_{LM}$ $L_n = (L_M - Z) - T_{Ln}$	 Схемата е за намаляващи размери $L_n = (L_M - \Pi_n) + T_{Ln}$ $L_n = (L_M + T_{Ln} - \Pi_n) + T_{Ln}$ $L_M = (L_n - Z) - T_{LM}$
	$\pm T_{LM}$	$L_M = L_n \pm 0,2 T_{LM}$ $L_n = (L_M - Z) - T_{Ln}$	$L_n = L_M \pm 0,2 T_{Ln}$ $L_M = (L_n - Z) - T_{LM}$
Намаляващи се $B_o; d; a_3; a_2; C_o; a_1$	$+T_{LM}$ $-T_{LM}$	$L_M = (L_n + \Pi_n) - T_{LM}$ $L_M = (L_n - T_{LM} + \Pi_n) - T_{LM}$ $L_n = (L_M + Z)$	$L_n = (L_M + \Pi_n) - T_{Ln}$ $L_n = (L_M - T_{Ln} + \Pi_n) - T_{Ln}$ $L_M = (L_n + Z)$
	$\pm T_{LM}$	$L_M = L_n \pm 0,2 T_{LM}$ $L_n = (L_M + Z)$	$L_n = L_M \pm 0,2 T_{Ln}$ $L_M = (L_n + Z)$
Непроменящи се $A; b$	$\pm T_{LM}$	$L_M = L_n \pm 0,5 T_{LM}$ $L_n = (L_M - Z)$ $T_{LM} = T_{Ln} = 0,3 T_{LM}$	$L_n = L_M \pm 0,5 T_{Ln}$ $L_M = (L_n + Z)$ $T_{LM} = T_{Ln} = 0,3 T_{LM}$

където:

L_M и L_n – номинални размери на матрицата и поансона, mm ;

L_0 – номинален размер на щампования детайл, mm ;

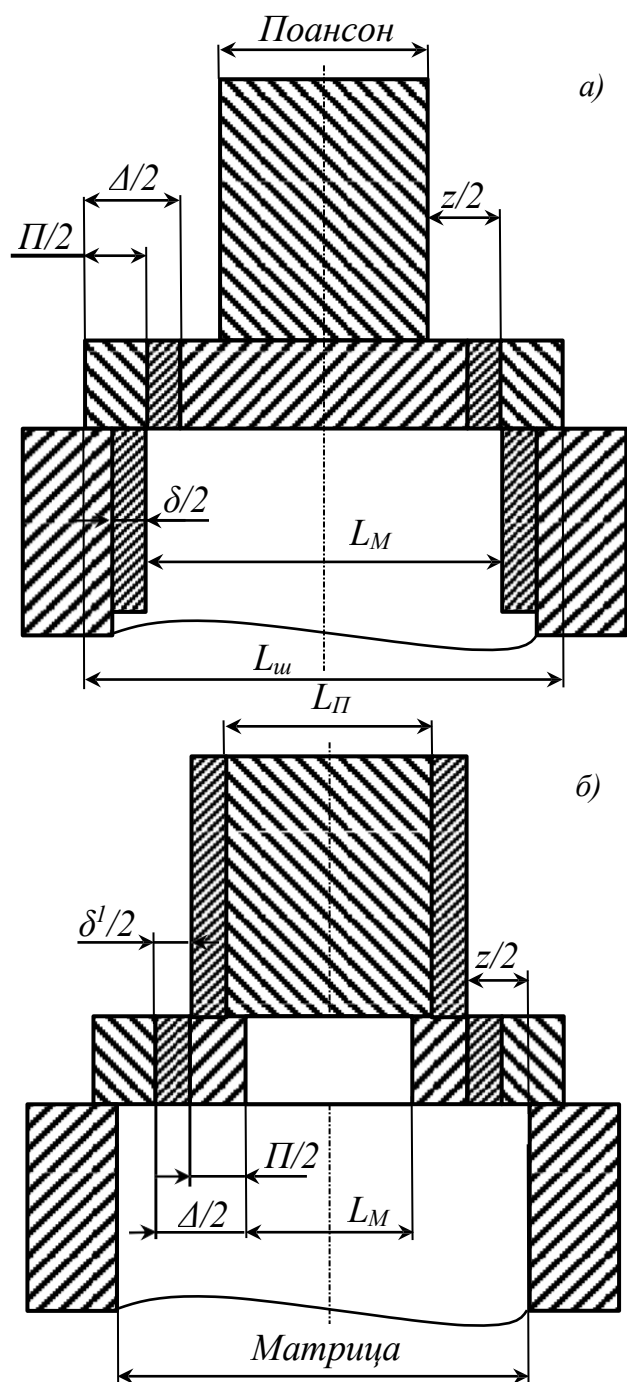
Π – припуск за износване на матрицата, mm ;

δ и δ^I – допуски на размерите на матрицата и поансона, mm ;

Δ – допуск на щанцования детайл, mm ;

В таблица.2.6 са представени допуските за детайла и щамповани по 3, 4, 5 и 7 клас на точност, прибавки за износване на поансоните и матрицата и допуските за тяхното изработване (при съвместно изработване на

матрицата и поансоните). Прибавките за износване (Π) са установени в зависимост от допуските на щанцованите детайли (Δ) а именно:



Фиг.18 Схема за пресмятане изпълнителните размери на поансон и матрица. Размери увеличаващи се при износването на щанцата – а); Размери намаляващи се при износването на щанцата – б).

а)

Таблица. 2.6 Зависимост на допуските на изпълнителните размери на поансоните и матрицата в зависимост от тези на щанцования детайл

Допуски на щанпованите детайли по 3, 4, 5 и 7 клас на точност	Допуски за износ	Допуски за изработване	
Δ	Π	матрица δ	поансон δ^I
0,020	$\Pi = \Delta$	0,006	0,004
0,025		0,008	0,005
0,030		0,009	0,006
0,035		0,0100	0,008
0,040		0,0120	
0,045		0,0130	0,009
0,050		0,0160	0,0110
0,060		0,0180	0,0130
0,070		0,0210	0,0150
0,080		0,0240	0,0180
0,090		0,030	0,0220
0,100			
0,120	0,100	0,0350	0,030
0,140	0,120		
0,160	0,140		
0,170			
0,200	0,160		
0,230	0,180		
0,240	0,200		
0,250			
0,260			
0,280			
0,300	0,250		
0,340			
0,360	0,280		
0,380			
0,400	0,300	0,080	
0,430	0,350	0,100	
0,460			
0,520	0,400	0,120	
0,530			
0,600	0,500	0,140	
0,620			
0,680	0,550	0,170	
0,740	0,600		
0,760			
0,870	0,700	0,200	
1,000	0,800		
1,150	0,900	0,900	
1,350			
1,550	1,250	0,300	

$$\text{при } \Delta \leq 0,1 \text{ mm} \quad - \quad P = \Delta \quad (28)$$

$$\text{при } \Delta > 0,1 \text{ mm} \quad - \quad P \approx \Delta \quad (29)$$

(с цел получаването на закръгление в размерите)

При пресмятане на изпълнителните размери величината на прибавката (P) може да се приеме:

$$P_{\min} = 0,5 \Delta \quad (30)$$

$$P_{\max} = 0,5 \Delta \quad (31)$$

В случай на използването за щанцата на матрица с конусни работни отвори (тип III, таблица.2.12) прибавката за износване (P) се приема равна на допускателния щанцован детайл (Δ).

При изработване на матрици и поансони за кръгли отвори по разделния способ допуските им се вземат от таблица.2.7.

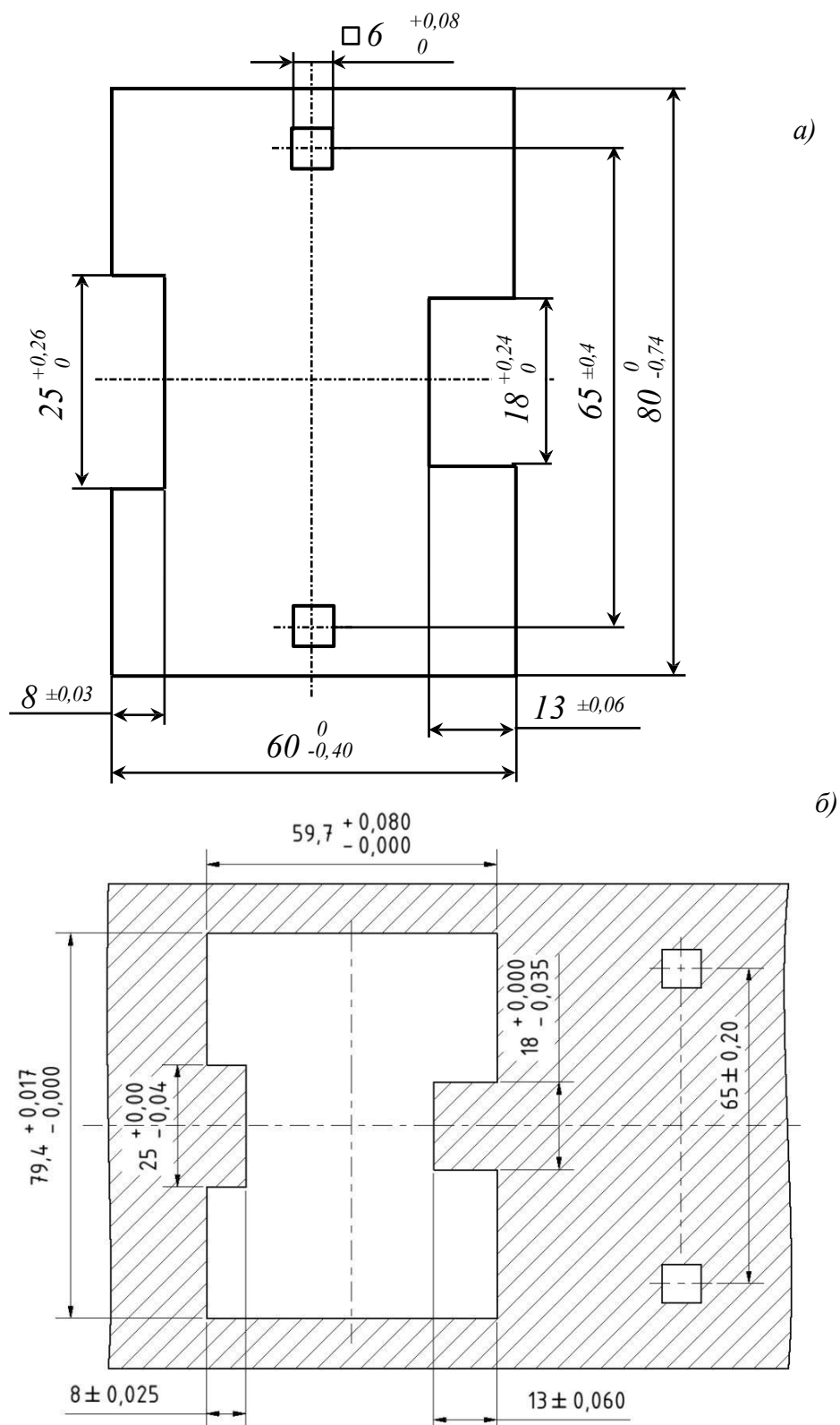
Допуски за изработване на матрици и поансони за кръгли отвори по разделния способ [3]

Таблица.2.7

Диаметри на отворите	Работни детайли	Δ белина на л териала					
		до 0,5	0,5 – 1,0	1,0 – 2,0	2,0 – 3,0	3,0 – 6,0	над 6,0
		Допуски за изработване					
1 – 3	Матрица	+0,010				-	-
	Поансон	-0,006				-	-
3 – 6	Матрица	-	+0,013			+0,025	-
	Поансон	-	-0,008			-0,025	-
6 – 10	Матрица	-	+0,016			+0,030	
	Поансон	-	-0,010			-0,030	
10 – 18	Матрица	-	+0,019			+0,035	
	Поансон	-	-0,012			-0,035	
18 – 30	Матрица	-	+0,023			+0,045	
	Поансон	-	-0,014			-0,045	
30 – 50	Матрица	-	-	+0,027		+0,050	
	Поансон	-	-	-0,017		-0,050	
50 – 80	Матрица	-	-	+0,030		+0,060	
	Поансон	-	-	-0,020		-0,060	
80 - 120	Матрица	-	-	+0,035		+0,070	
	Поансон	-	-	-0,023		-0,070	
120 – 180	Матрица	-	-	-	+0,040	+0,080	
	Поансон	-	-	-	-0,027	-0,080	
180 – 260	Матрица	-	-	-	+0,045	+0,090	
	Поансон	-	-	-	-0,030	-0,090	
260 – 360	Матрица	-	-	-	+0,050	+0,100	
	Поансон	-	-	-	-0,035	-0,100	
360 - 500	Матрица	-	-	-	+0,060	+0,095	+0,120
	Поансон	-	-	-	-0,040	-0,062	-0,120

Примери:

Пресмятане на изпълнителните размери на матрицата и поансоните за шанцоване на детайл от месинг марка Л62 (ГОСТ), дебелина $s = 1\text{ mm}$,



Фиг.19 Схема за пресмятане изпълнителните размери на поансон и матрица. Чертеж на шанцования детайл – а); изпълнителни размери на матрицата – б).

девустранны хлабина между матрицата и поансоните $z = 0,05 \text{ mm}$ (таблица.2.3).

При определяне на изпълнителните размери значенията на прибавката за износване (Π) и допуските за изработване (δ) и (δ^I) се вземат от таблица.2.5. Разчетните формули са представени в таблица.2.6.

А. Размерите на матрицата (фиг.19,а) за изрязване на контури с размери $18^{+0,024}$ и $25^{+0,025}$ намаляващи при износване на щанцата се определят по формула (27):

- $L_M = (L_{\Pi} + \Pi)_{-\delta} = (18+0,18)_{-0,035} = 18,18_{-0,035}$
- $L_M = (L_{\Pi} + \Pi)_{-\delta} = (25+0,20)_{-0,045} = 25,2_{-0,045}$

Б. Размерите на матрицата (фиг.19,а) за изрязване на контури с размери $80_{-0,74}$ и $25_{-0,4}$ намаляващи при износване на щанцата се определят по формула (30):

- $L_M = (L_{\Pi} + \Pi)_{-\delta} = (80-0,6)^{+0,17} = 79,4^{+0,17}$
- $L_M = (L_{\Pi} + \Pi)_{-\delta} = (60-0,30)^{+0,08} = 59,7_{-0,045}$

В. Размерите на матрицата за изрязване на контури $8 \pm 0,05$; $15 \pm 0,08$ и $65 \pm 0,4$ не изменящи се при износа на щанцата, се определят по формула (41):

- $L_M = L_M \pm 0,5 \Delta = 8 \pm 0,025$
- $L_M = L_M \pm 0,5 \Delta = 16 \pm 0,03$
- $L_M = L_M \pm 0,5 \Delta = 65 \pm 0,20$

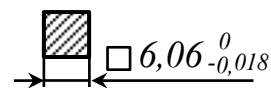
Поансона за отрязване на елементите на контура се изработва по матрицата с хлабина $z = 0,05 \text{ mm}$.

Г. Изпълнителните размери на поансон за пробиване на отвори (фиг.20), които се намаляват при износването на щанцата се определят по формула (29):

$$-L_{\Pi} = (L_{\Pi} + \Pi)_{-\delta} = (6+0,08)_{-0,018} = 6,08_{-0,018}$$

Отворите в матрицата се изработват по поансона с хлабина $z=0,05 \text{ mm}$.

Д. В случай на използване на профилно шлифование на поансона за изрязване на елементите на контура и доработка на матрицата по поансона (фиг.21) се определят размерите на



Фиг.20 Схема за разчет

последния.

Изпълнителните размери на поансона за отрязване на елементите на

изпълнителните размери на поансон за пробиване на отвори.

контур $18^{+0,21}$ и $25^{+0,28}$ намаляващи се при износването на щанцата се определят по формула (28) – таблица.2.4:

$$\begin{aligned} -L_{\Pi} &= (L_{\Pi} + \Pi + z - \delta^I)^{+\delta^I} = (18+0,18+0,05-0,035)^{+0,035} \\ &= 18,195^{+0,035} \\ -L_{\Pi} &= (L_{\Pi} + \Pi + z - \delta^I)^{+\delta^I} = (25+0,20+0,05-0,045)^{+0,045} \\ &= 18,195^{+0,045} \end{aligned}$$

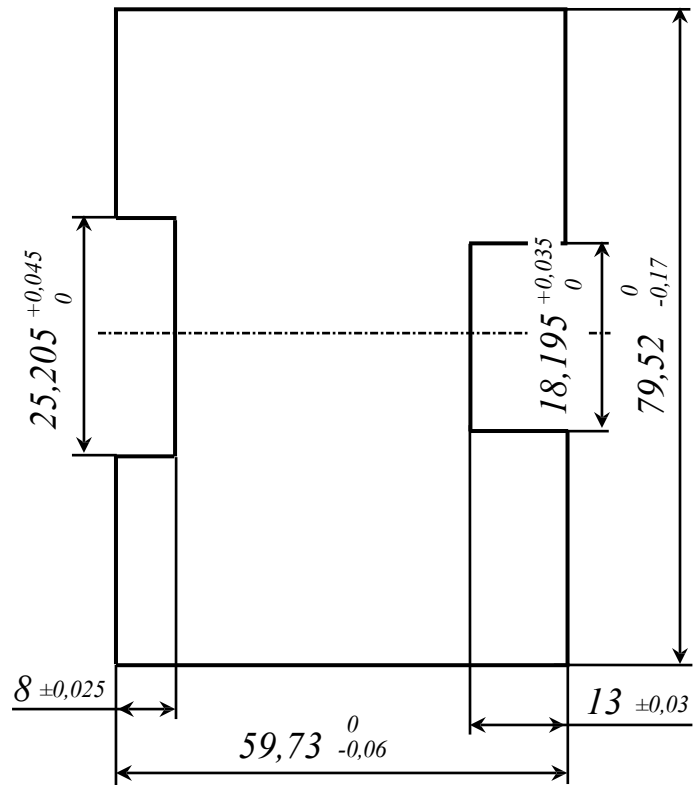
Е. Изпълнителните размери на поансона за отрязване на елементи от контура $80_{-0,74}$ и $80_{-0,4}$ увеличаващи се при износа на щанцата, се определят по формула (31) – таблица.2.4:

$$-L_{\Pi} = (L_M - \Pi - z + \delta^I) - \delta I \\ = (80 - 0,6 - 0,05 + 0,17)_{-0,17} = 79,52_{-0,17}$$

$$-L_{\Pi} = (L_M - \Pi - z + \delta^I) - \delta I \\ = (60 - 0,3 - 0,05 + 0,08)_{-0,17} = 59,73_{-0,08}$$

Ж. Изпълнителните размери на поансон за отрязване на елементи от контура $8 \pm 0,05$ и $15 \pm 0,06$ не изменящи се при износването на щанцата се определят по формула (41), т.е. аналогично на тези разгледани в т.в.

Да разгледаме пример за определяне на изпълнителните



Фиг.20

Схема за разчет

изпълнителните размери на поансон и матрица. Чертеж на щампования детайл – а); изпълнителни размери на матрицата – б).

размери на кръгли матрици и поансони (при разделно тяхно изработване) за щанцоване на шайба (фиг.22). Прибавката на износване се определя по таблица.2.5, допуските за изработване по таблица.2.6, хлабините по таблица.2.3.

Определяме по формули (30) и (30а) размерите на матрицата и поансона за отрязване на размера по фиг.23а:

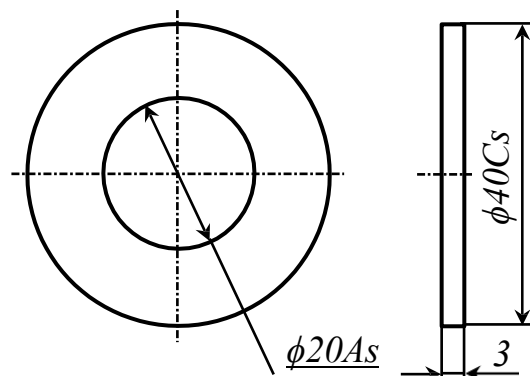
$$-L_M = D_M = (L_{\Pi} - \Pi)^{+\delta} = (40 - 0,25)^{+0,027} = 39,75^{+0,027}$$

$$-L_{\Pi} = D_{\Pi} = L_M - z = (39,75 - 0,21)_{-0,017} = 39,54_{-0,017}$$

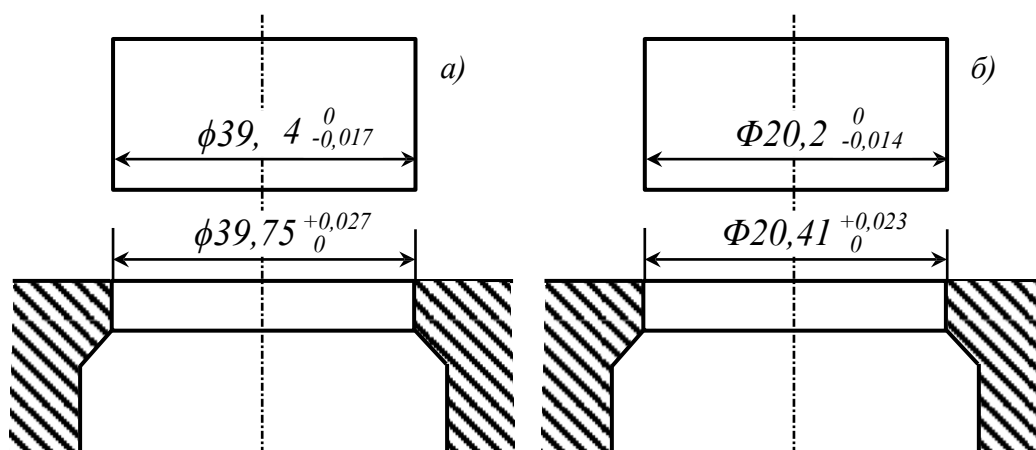
Определяме по формули (18) и (18а) размерите на поансона и матрицата за пробиване на отвора по фиг.23б:

$$-L_{\Pi} = D_{\Pi} = (L_M + \Pi)_{-\delta} = (20 + 0,20)_{-0,014} = 20,2_{-0,014}$$

$$-L_M = D_M = L_{\Pi} + z = (20 + 0,21)^{+0,023} = 20,21^{+0,023}$$



Фиг.21 Номинални размери на шайба



Фиг.22 Схема за определяне изпълнителните размери на поансоните и матрицата за изработка на шайба (фиг.22).

2.6. Матрици

Съотношението между размерите на основните конструктивни елементи и габаритите на матрицата се препоръчва да се приемат по таблица.2.7, фиг.24. Значението на коефициента K се приема в зависимост от величината на съпротивлението на рязане (σ_B) на щанцования детайл – таблица.2.8.

Пресметнатата дебелина на матрицата H се закръгля до най-близкото по-голямо значение в следния порядък: 10; 16; 20; 25; 30; 35; 40, mm. Размери l и B за определяне на дебелината на матрицата са представени от таблица.2.9. В същата таблица са представени препоръчаните най-големи

Размери на основните конструктивни елементи на матрицата Таблица.2.8

Елемент на матрицата	Обозначение	Препоръчвани размери, mm
Дебелина	H	$H \approx 7 + s + K \sqrt{l + b}$
Най-малко разстояние между края на матрицата и работните отвори	B_1	$B_1 \approx H$
Диаметър (най-малък) и количество на отворите за скрепителните винтове	d	$d = 6,5$ при $L \times B$ до 80x60 - 1отв. $d = 8,5$ при $L \times B$ над 80x60 до 120x100 - 1отв. $d = 10,5$ при $L \times B$ над 120x100 до 170x140 - 1отв. $d = 12,5$ при $L \times B$ над 170x140 до 300x200 - 6отв. $d = 16,5$ при $L \times B$ над 300x200 до 600x300 - 8отв.
Диаметър на отворите за цифтовете	d_1	$d_1 = d - (l \div 2)$
Най-малко разстояние между отворите за цифтовете и скрепителните винтове	A_1	$A_1 \approx 0,8.d + (d + d_1)/2$
Най-малко разстояние от края на матрицата до центъра на отворите за скрепителните винтове	$(B-A)/2$	$(B-A)/2 = 1,2d$ при $d = 8,5$ $(B-A)/2 = 1,4d$ при $d = 10,5$
Най-малка дебелина на стената между работните отвори	s_1	$s_1 = 2.s$ но не по-малко от 1,5 от дебелината на материала

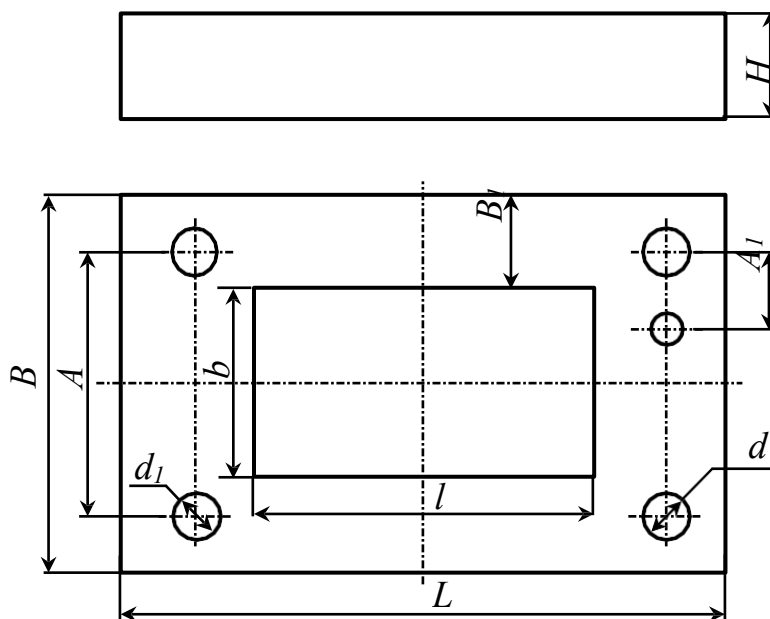
размери на работния контур на матрицата (отрезен контур) в зависимост от нейните габарити.

Профилът на работните отвори на матрицата за отрезни и пробивни щанци следва да се избира съгласно таблица.2.10.

Геометрията на профила на работния отвор н матрицата в зависимост от

Значение на
коэффициента K Таблица.2.9

σ_B, MPa	K
80	1,3
40	1,0
25	0,8
12	0,6



Фиг.23 Основни конструктивни елементи на матрица.

Зависимост размерите на работния контур на матрицата в зависимост от габаритните размери

Таблица.2.10

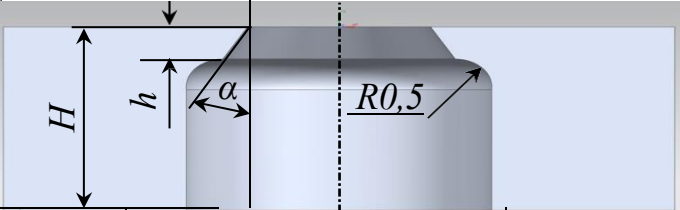
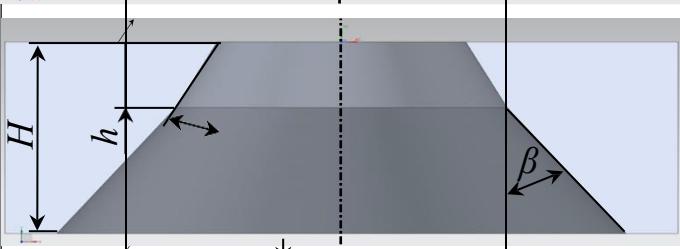
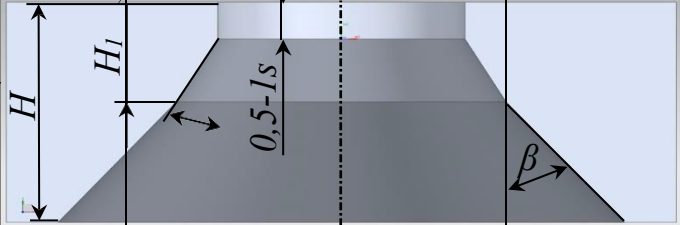
Габаритни размери на правоъгълни матрици $L \times B$	Най-голем. размери на работн. я контур		Диаметър на кръгли матрици D, mm	Най-големи диаметри на работните отвори на матрицата, $d \text{ mm}$
	l	b		
60x50	28	20	60	20
80x60	40	30		
100x60	50	22		
100x80		40	80	35
120x80			100	50
120x100	70	50		
140x80	80	30	120	70
140x100		50		
140x120		70		
170x100	110	60	140	85
170x120		60	160	105
170x140		80		
200x120	130	60	180	115
200x140		80		
200x170		100		
250x140	180	80	200	130
250x170		100		
300x170		90	220	150
300x200	220	110		

дебелината на щанцования материал е представена в таблица.2.11.

Височината на конусния работен участък при вариант III се избира в зависимост от прибавката за износване (II) представен в таблица.2.5 и ъгъл α (таблица.2.11).

Технологични варианти на работните отвори на матрицата

Таблица.2.11

Тип на профила	Схема	Приложение
I. С цилиндрична проходяща част		За пробиване на отвори с диаметри до 8 mm, а също така за отрязване на контури с проста форма. Прави се с цел да се опрости изработката на щампата. За дребносерийни производства.
II. С конична проходяща част при $\beta > \alpha$		За матрици, в които съществуват елементи отслабващи сечението и изключващи възможността за приложение на първия вариант. За дребносерийни производства.
III. С увеличена височина H_1 на работния конус или по цялата височина		За матрици с повишена себестойност, неголеми габаритни размери и точност не по-висока от 4-ти клас.

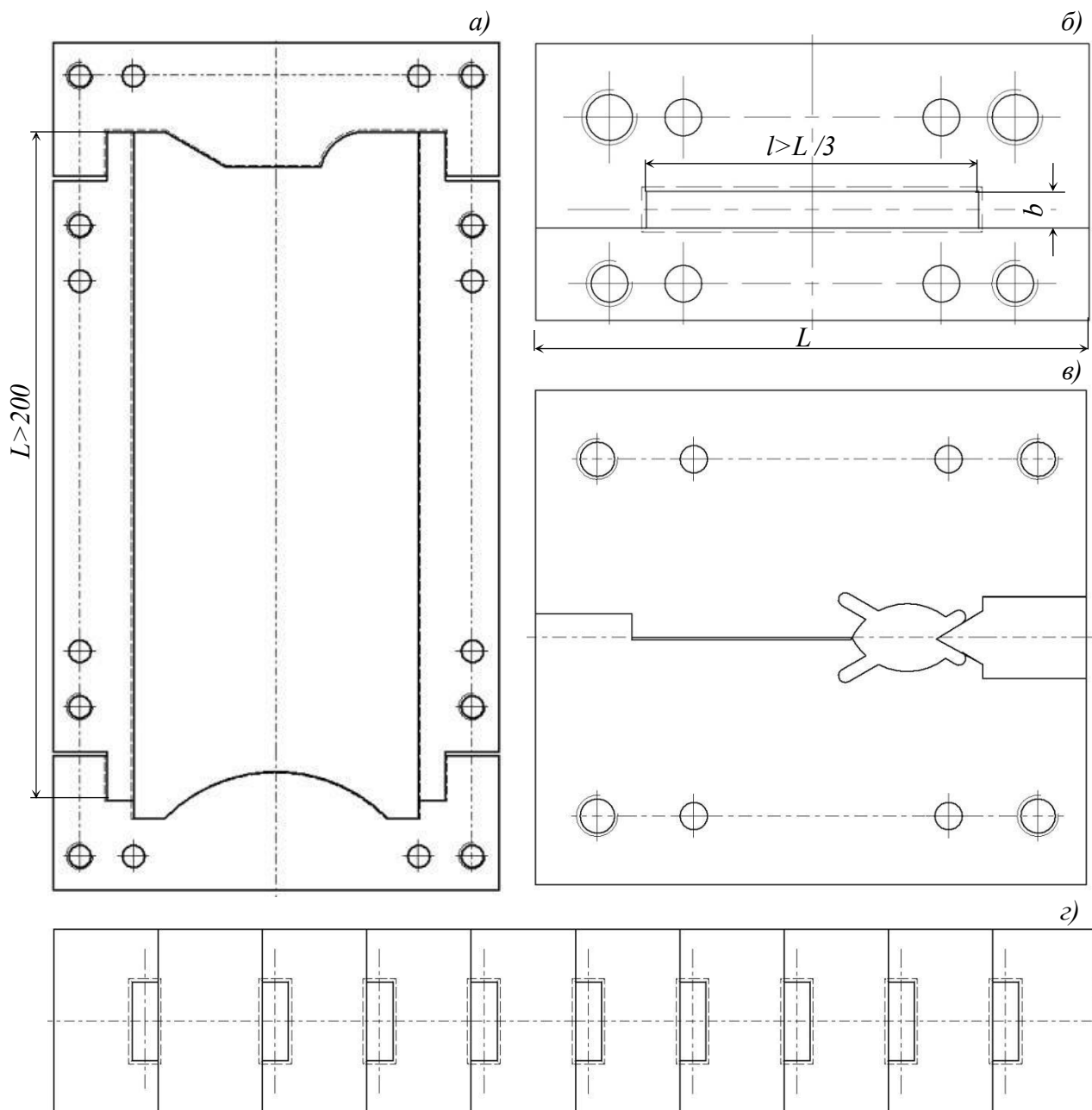
Технологични варианти на работните отвори на матрицата

Таблица.2.12

Дебелина на материала s, mm	β	α	Конусност на работния отвор	Височина на работна част на отвора h в зависимост от височината на матрицата	
до 0,5	2°	0°10′	1:20	6	
0,5 – 1,0		0°15′	1:100	6	8
1,0 – 2,5		0°20′			
2,5 – 4,0	3°	0°30′	1:50	8	10
4,0 – 5,0		0°45′	1:38		
5,0 - 10			1°	1:30	

2.7. Матрици съставни.

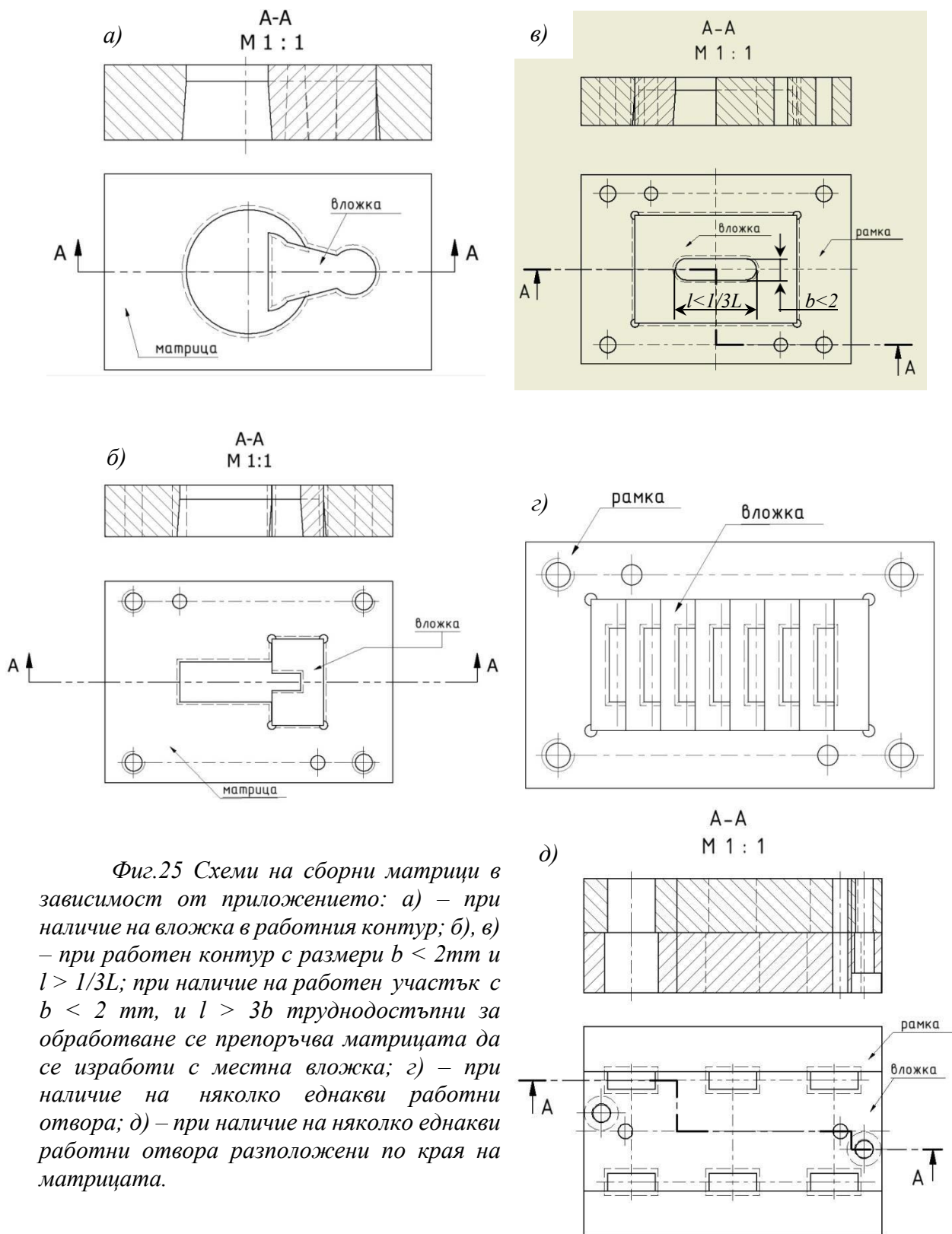
При сложна конфигурация на щанцованите детайли, а също така при големи габаритни размери е целесъобразно да се използват щампи със съставни матрици. Отрезните щанци със съставни матрици позволяват бързо да се замени отделната секция при нейното износване или след разрушаване, като при това се увеличава дълготрайността на инструмента и се намалява себестойността на щампования детайл. В зависимост от конфигурацията на щампования детайл матриците е възможно да се



Фиг.24 Схеми на секционни матрици в зависимост от приложението: а) – при работен контур с $L > 200$ mm, прави и остри ъгли или закръгления в ъглите; б) – при работен контур с размери $b < 2$ mm и $l > 1/3L$; в), г) – при сложна конфигурация на щампования детайл и наличие на трудно достъпни места при изработка на матрицата;

изпълняят: секционни; сборни с вложки на необходимите места; комбинирани.

Секционните матрици се състоят от две или повече части, образуващи работния контур. Примери за секционни матрици са представени на фиг.25: а) – при работен контур с $L > 200 \text{ mm}$, прави и остри ъгли или закръгления в ъглите; б) – при работен контур с размери $b < 2 \text{ mm}$ и



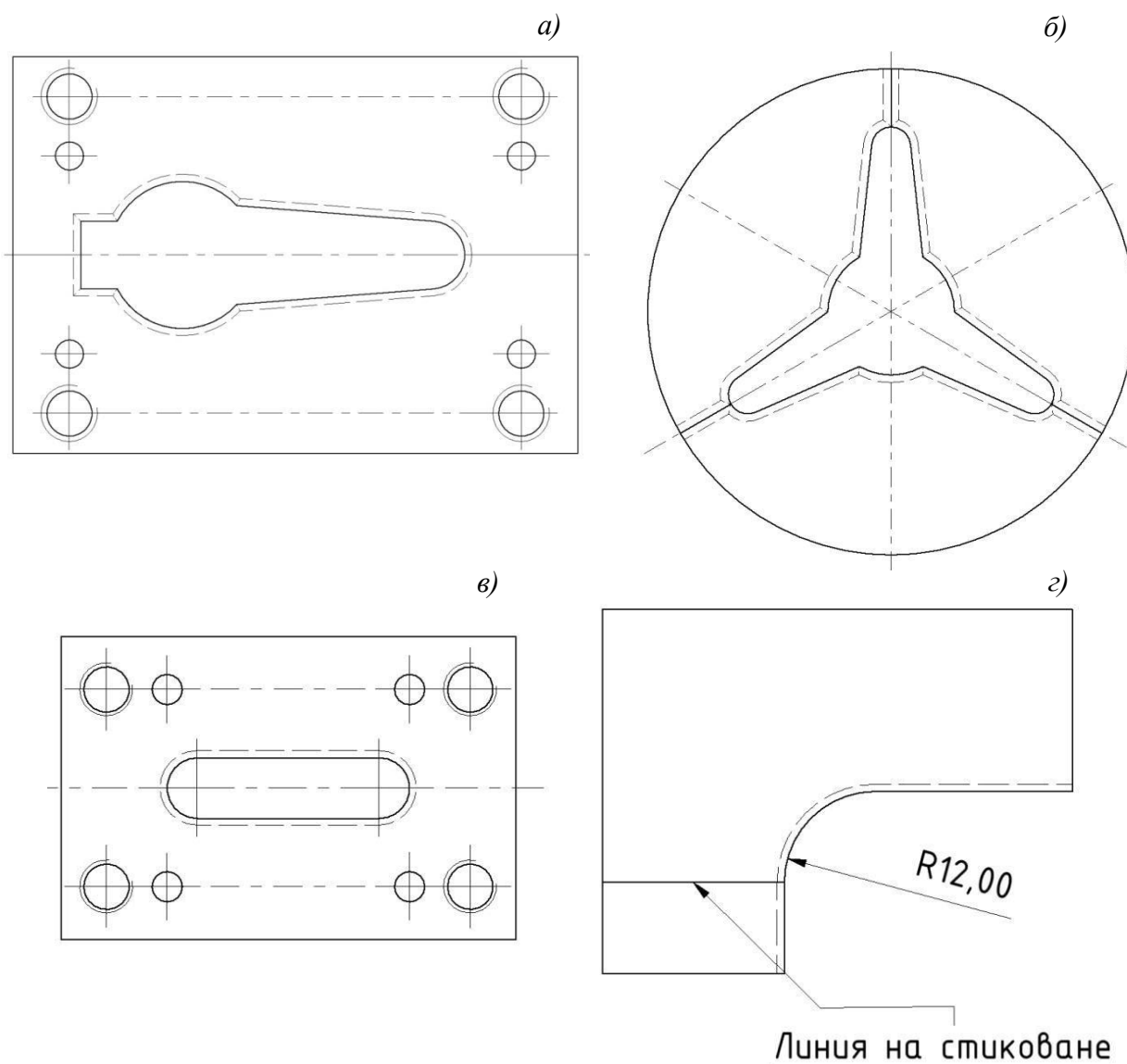
Фиг.25 Схеми на сборни матрици в зависимост от приложението: а) – при наличие на вложка в работния контур; б), в) – при работен контур с размери $b < 2 \text{ mm}$ и $l > 1/3L$; при наличие на работен участък с $b < 2 \text{ mm}$, и $l > 3b$ труднодостъпни за обработване се препоръчва матрицата да се изработи с местна вложка; г) – при наличие на няколко еднакви работни отвора; д) – при наличие на няколко еднакви работни отвора разположени по края на матрицата.

$l > 1/3L$; в), г) – при сложна конфигурация на щампования детайл и наличие на трудно достъпни места при изработка на матрицата.

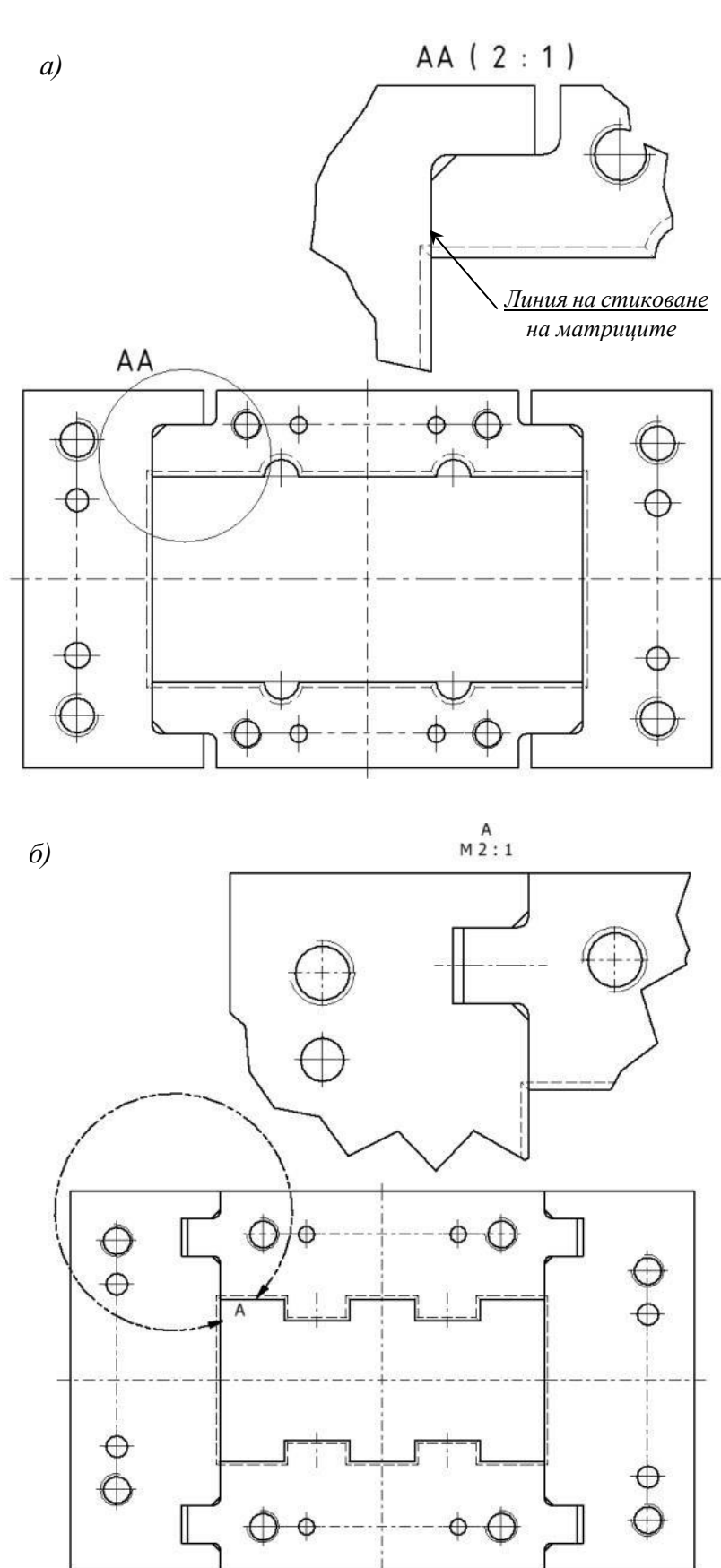
Сборните матрици се състоят от незакалена рамка (корпус) и основна част от една или повече закалени вложки, фиг.26: а) – при наличие на вложка в работния контур; б), в) – при работен контур с размери $b < 2\text{ mm}$ и $l > 1/3L$; при наличие на работен участък с $b < 2\text{ mm}$, и $l > 3b$ труднодостъпни за обработване се препоръчва матрицата да се изработи с местна вложка; г) – при наличие на няколко еднакви работни отвора; д) – при наличие на няколко еднакви работни отвора разположени по края на матрицата.

Линията на стикване (припасване) на съставните, сборните и комбинирани матрици се установява с отчитане на следните изисквания:

- облекчаване на изработката на работния контур;
- възможността за едновременно обработване на няколко контура;



Фиг.26 Схеми на стикване на многосекционни матрици: с дъга – а,б,в) и с дъга и права част – г). Двусекционна – а) и трисекционна – б) матрици.



Фиг.27 Схеми на стикване на многосекционни матрици с избягване на възможността за тяхното преместване.

Бройката и конфигурацията на работните секции на матриците се определя в зависимост от конфигурацията на щанцования детайл. На фиг.27 са приведени примери за дву и трисекционни съставни матрици.

Линията на стикване на отделните секции трябва да преминава през центъра на дъгата, съединяваща центъра на дъгата на работния контур (фиг.27а,б,в). При пресичане на дъга от работния контур с прави участъци линията на стикване на работния контур следва да се разполага както е показано на фиг.27г.

Съединението на отделните секции на съставните матрици трябва да изключва възможността за тяхното преместване в

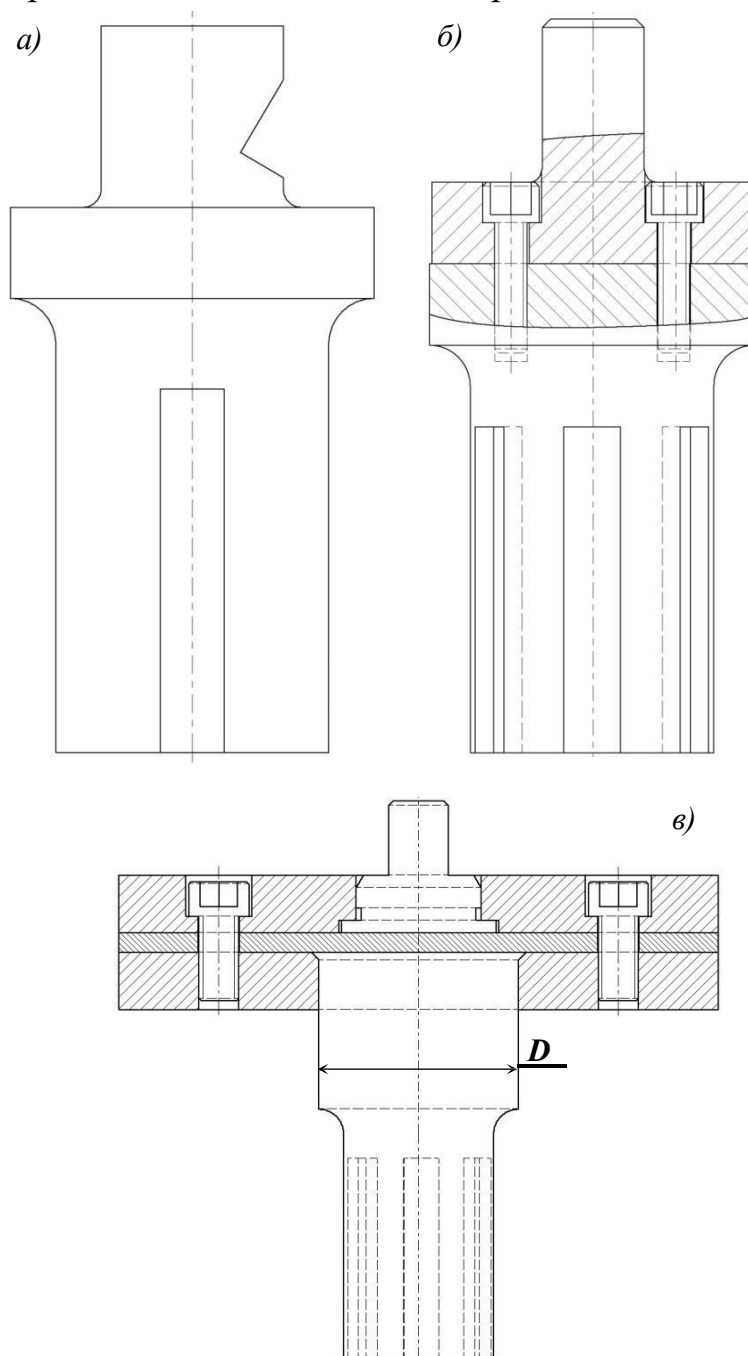
надлъжно и напречно направление. Това се постига по следните начини:

- Съединение с “Z” образна форма (фиг.28а), при усилие на работа до $20t$;
- Прерязване на рамката или подложните плочи, ако щанцата разполага с такива;
- Закрепване на всяка секция с щифтове;
- За съединяване на отделните секции на матрицата при усилие на щанцоване над $20t$ се препоръчва стиковане с „П“ образни клинове (фиг.28б);

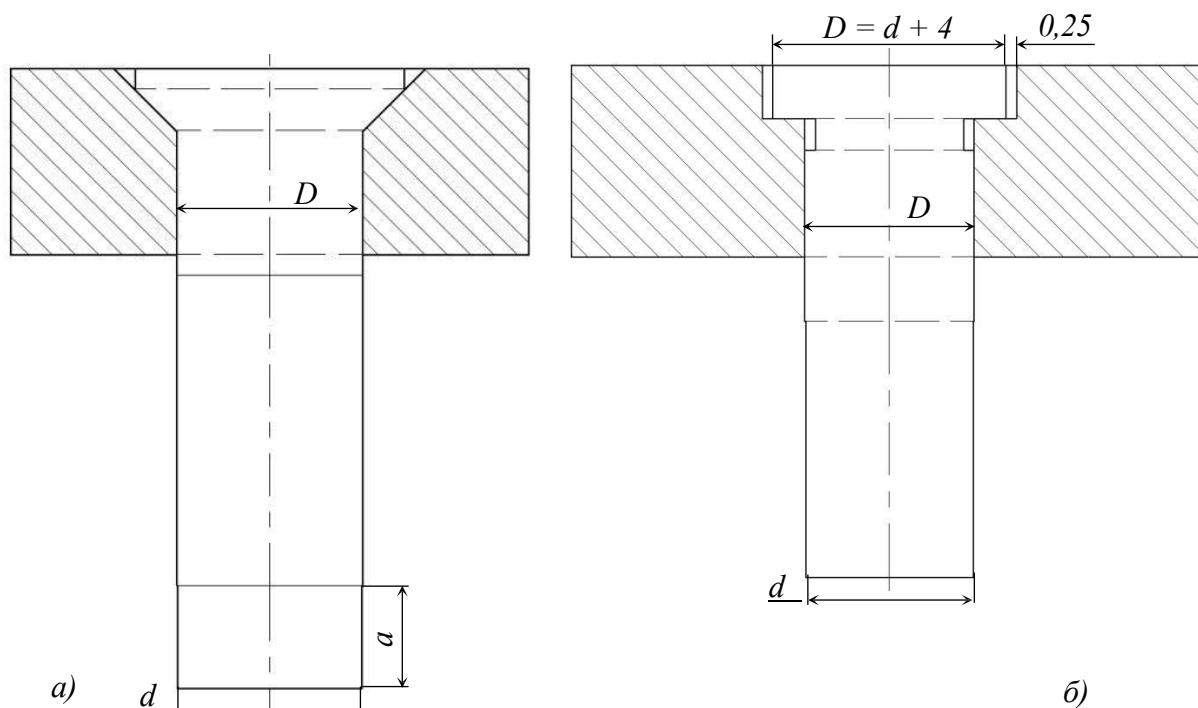
2.8 Поансони.

На фиг.29 са изобразени най-често използваните начини за закрепване на поансоните. Поансони изработени заедно с опашната част (фиг.29,а) се прилагат при щамповане на малки детайли в щампи без плоча горна. Поансони с закрепване в плоча горна (фиг.29,б) Поансони с закрепване в плоча горна се прилагат в щампи без направляващи колонки, при щамповане на средни и голямогабаритни детайли. Поансони с закрепване в поансондържач (фиг.29,в) се прилагат основно в щанци с наличие на плоча горна и няколко работни поансона. Двустранната хлабина между поансоните и държателя е $0,2\text{ mm}$. Поансони с диаметри до 10 mm или вписващи се в това сечение се закрепват само в поансондържач.

При конструиране на поансоните е необходимо



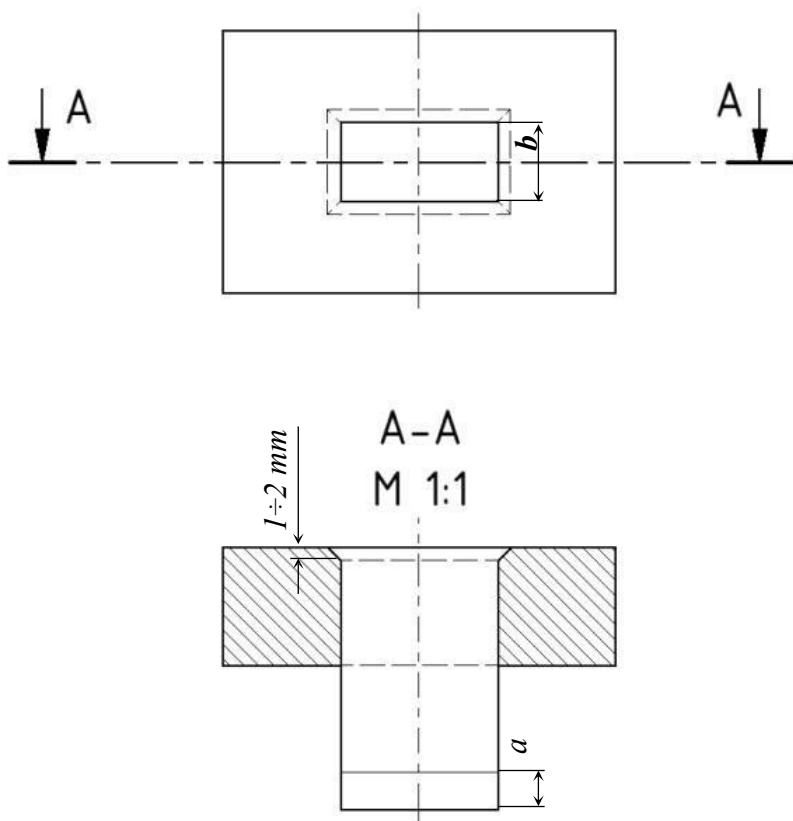
Фиг.28 Схеми на закрепване на поансони. поансон съвместно с опашката – а); поансон с закрепване в плоча горна – б); Поансон с закрепване в поансондържача – в).



Фиг.29 Схеми на захващане на поансони към крепителя (поансондържача); d се пресмята по таблици.2.4 - 2.6; a – прибавка за шлифване 2-6 mm (презаточване).

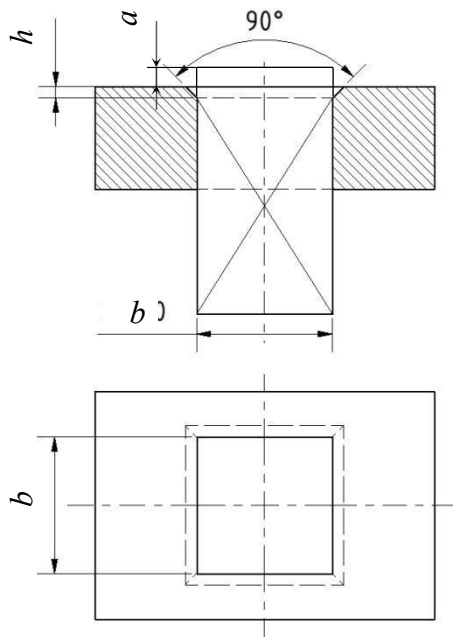
да се съблюдават следните изисквания:

- За избягване пресичането на осите е необходимо поансоните с прости работни контури да се изработват с еднакво сечение по цялата си дължина.



Фиг.30 Закрепване на поансон с керноване (чеканене); a – 2-6 mm.

Участъка за захващане се изпълнява по диаметър D - фиг.30, където a – прибавка за презаточване (2-6 mm). В отделни случаи се допуска припасването да се извърши по диаметър d , като той се определя по таблици.2.4-2.6. Припасването на поансоните, с изключение на тези с кръгло сечение, следва да се извършва по система основен вал,

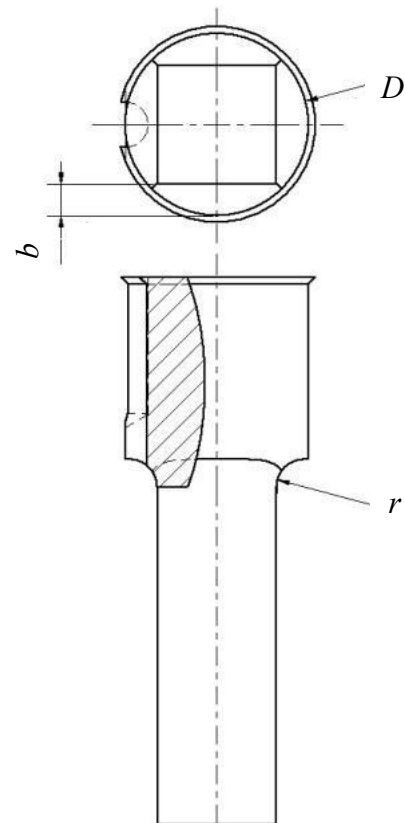


Фиг.31 Закрепване на поансон с разчеканка – основни рамери и прибавка.

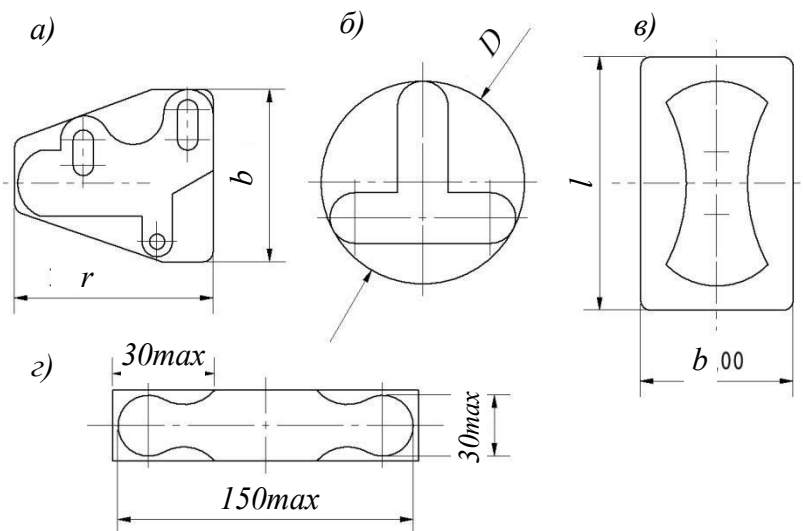
Прибавка за керноване
на поансон

Таблица.2.13

$b \times b$	прибавка за керноване на поансона		
	при $h=1$	при $h=1,5$	при $h=2$
2x2	1,7	-	-
3x3	,12	-	-
4x4	0,9	-	-
5x5	-	1,4	2,5
6x6	-	1,2	2,0



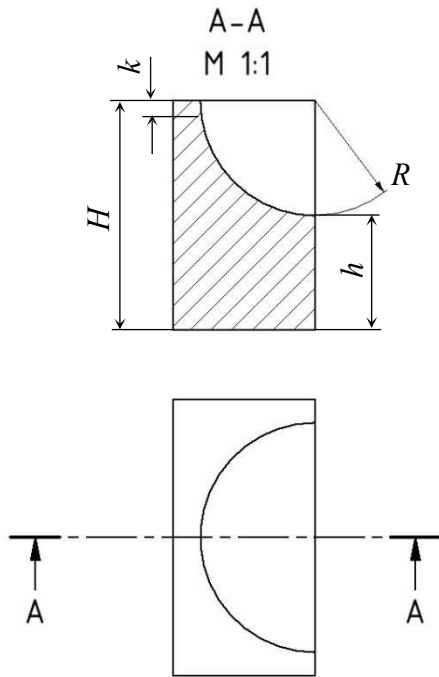
за сметка на освобождаване на отворите в поансондържателя (крепителя). Затиловката на поансоните следва да се извършва с керноване (чеканене) (фиг.31, фиг.32), при обработка на листов материал от стомана с дебелина до 4mm. При по-голяма дебелина има опасност под въздействието силите на триене между материала и поансона последния да се откъсне от държателя (крепителя).



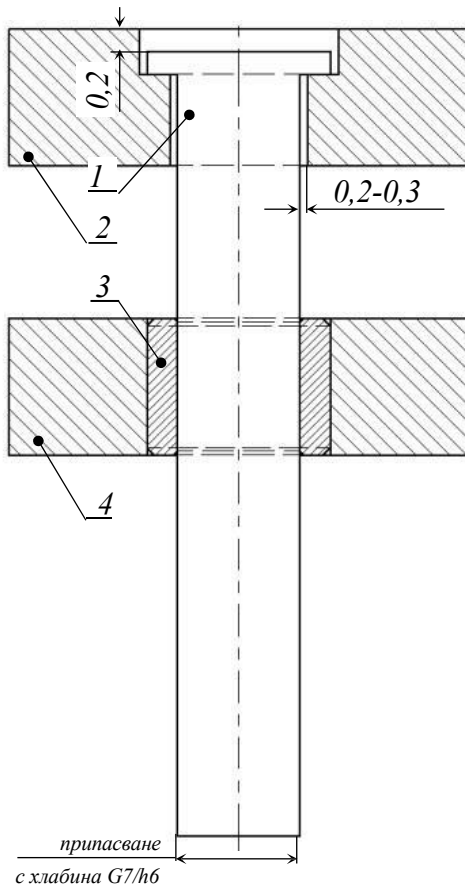
Фиг.32 Поансони със сложни работни контури изработвани на оптико-шлифовална машина.

се взема предвид прибавка „а“ към заготовката (фиг.32, таблица.2.12),

При прилагането на керноване следва да



Фиг.33 Поансон изработван на оптико-шлифовална машина.



Фиг.34 „Плаващ“ поансон с хлабина в поансондържателя (крепителя).

1 – поансон; 2 – поансондържател;
3 – втулка; 4 – направление (водач);

от която се изработва поансона, отчитайки определената номинална дължина.

За поансони със сложен работен контур следва да се приложи захващаща част с проста форма (фиг.33). При това габаритните и размери трябва да съвпадат с най-големите размери на работния контур. Увеличението им се допуска в случай на необходимост от повишение на якостта на поансона.

Поансони, работните контури на които се вписват в окръжност с диаметър $D \leq 10 \text{ mm}$, е необходимо да се изработват с кръгла захващаща част (фиг.34). Радиусът r на прехода от основния към работния контур следва да се приеме 1-4 mm, при което за малки величини на b

следва да се приемат по-малки стойности. С увеличаване на дължината на поансона се намалява тяхната якост.

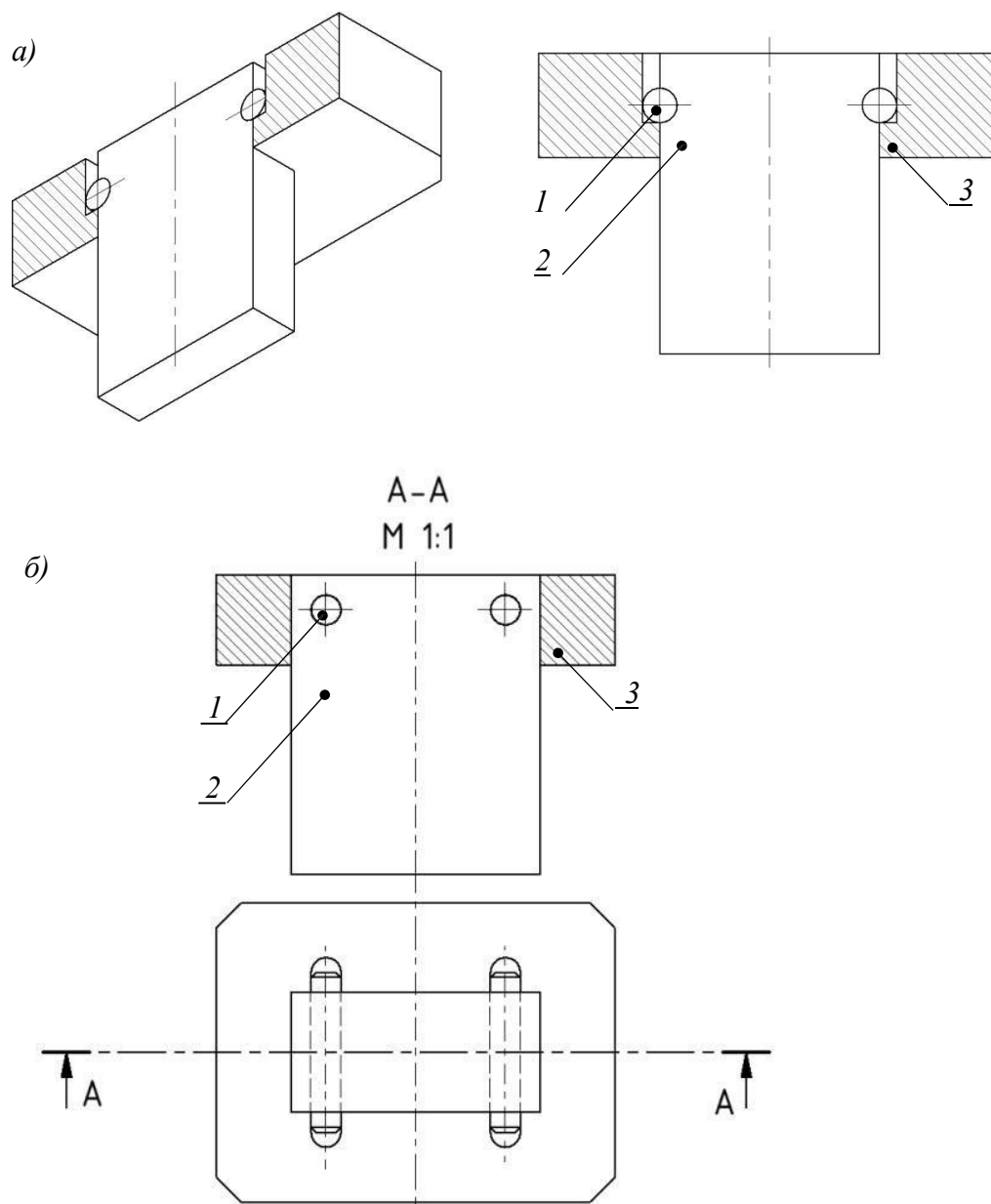
Затова стремежа при тяхното проектиране е минимална дължина. При това е необходимо да се отчита прибавка за прешлифоване (заточване) – фиг.32, фиг.33.

За поансони имащи сложена работен контур и изработвани на оптично-шлифовъчна машина (фиг.35) се предявяват следните изисквания:

- работния контур на поансона не трябва да бъде повече от $b \times l = 40 \times 80 \text{ mm}$, или

$D < 40 \text{ mm}$, при шлифоване на целия работен контур (фиг.33а,б,в). При шлифоване на частите на режещия контур, широчината на поансона не трябва да бъде повече от 150 mm, а широчината на шлифованата част на контура – повече от 30 mm (фиг.33,г).

Максималната височина на поансона (H – фиг.35) не трябва да бъде повече от 70 mm. Правия участък на профила (k – фиг.35) се избира конструктивно, но не по-малко от



Фиг.35 Основни схеми за закрепване на поансони с пасцифтове: открит тип – а); закрит тип – б).
1 – закрепващ щифт; 2 – поансон; 3 – крепител.

$h+h_1+\Delta$, където h – дебелина на направляващата планка, h_1 – височина на направляващата част на водача (направлението), Δ – прибавка за презаточване на поансона (размер „а“ – фиг.31, фиг.32, 2-6 mm). Радиусът на прехода от работния контур към поансона – R (фиг.35) следва да се приеме 25-40 mm в зависимост от диаметъра на шлифовачния диск.

В многопоансонни щанци, при необходимост от точно направление на всеки поансон с помощта на водач (направление), поансоните могат да бъдат изпълнени с хлабина до 0,2-0,3 mm по височина и спрямо държача (фиг.36).

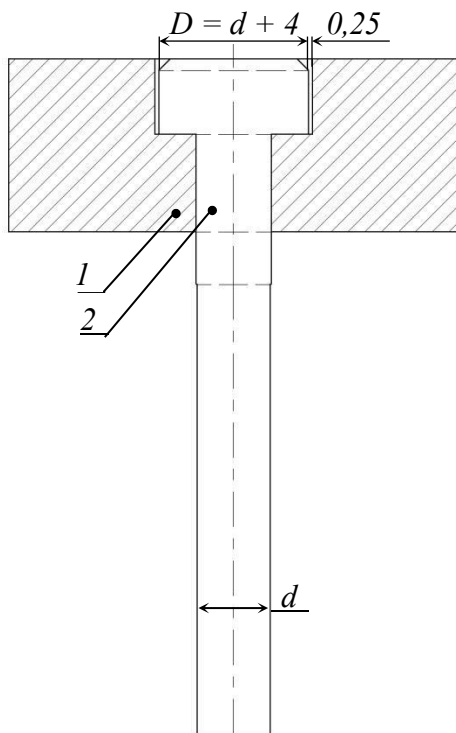
При листово щанцоване на материал с дебелина по-голяма от 4 mm с поансони с голям работен контур закрепването се осъществява с щифтове

(фиг.37), поставяни в предварително изработени отвори открит тип (фиг.37а) или закрит тип (фиг.37б).

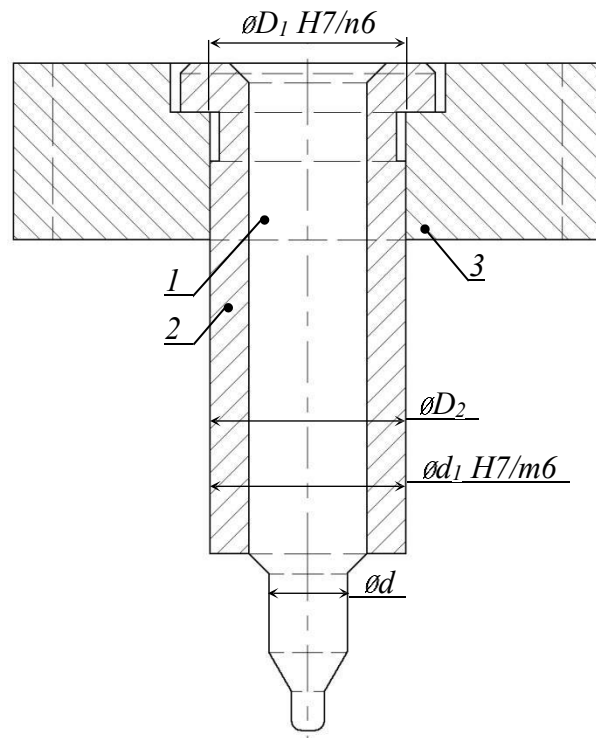
Друг вариант е изработване на поансон с периферия (фиг.38). В този случай при щанца с т.нар. твърдо направление сглобката между поансона и държача е с двустранна хлабина $0,2\text{ mm}$, а при подвижно „плаващо“ направление е със стегнатост $H7/n6$ или $H7/m6$.

Когато се използват поансони за пробиване, развалцоване, бордоване или фрезенковане на малки отвори, поансонът се изработва стъпаловиден, фиг.39. Сглобката между поансона и укрепващата втулка е $H7/n6$ или $H7/m6$, докато тази между крепителя и втулката е в зависимост от типа на щампата. При такава с твърдо водене хлабината е $0,2\text{ mm}$ двустранно, а при наличие на колонки е по описаните сглобки.

Диаметърът D_2 се изработва по-малък с хлабина $0,2\text{ mm}$ от D_1 за осигуряване на лесен монтаж.



Фиг.36 Поансон закрепен към държача посредством периферия с по-голям диаметър. 1 – крепител; 2 – поансон.

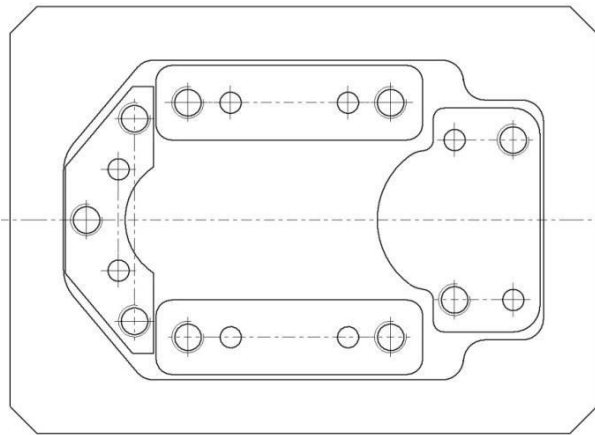


Фиг.37 Закрепване на поансони с малък диаметър посредством допълнителен държач. 1 – поансо; 2 – крепителна втулка; 3 – крепител.

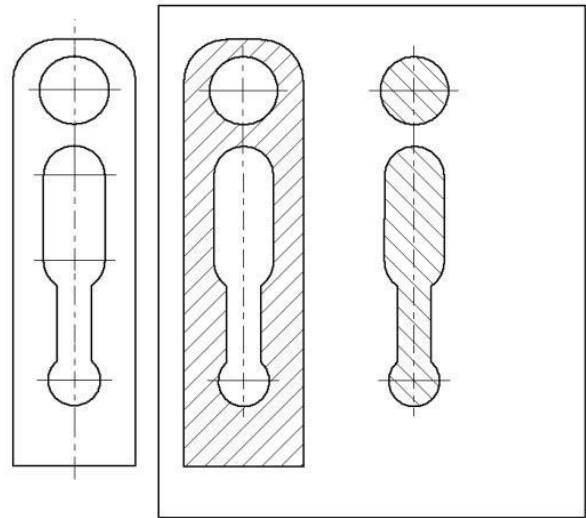
2.9 Поансони съставни.

При сложна конфигурация и щанцоване на голямо габаритни детайли поансоните, с цел опростяване на тяхната изработка се препоръчва да се конструират съставни (фиг.40). Съставните части се закрепват в общ поансонодържач с помощта на болтове, фиксиращи щифтове или сглобка

със стегнатост. При използването на щанци със съставни матрици и



Фиг.38 Схема на съставен поансон за щамповане на голямогабаритен детайл.

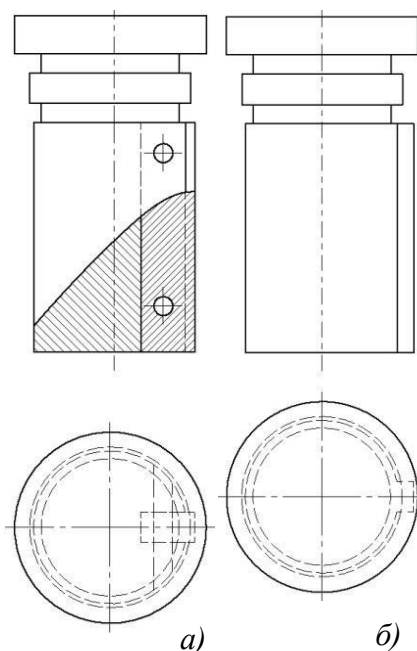


Фиг.39 Схема на за последователно изрязване на детайл със сложен работен контур

поансони, техните плоскости на разделяне не е необходимо да съвпадат.

При сложна конфигурация на щанцования детайл и невъзможност за изработване на един поансон за изрязване на целия работен контур е необходимо последния да се раздели на няколко елемента. На фиг.41 е представена схема за изрязване и пробиване на сложен детайл с помощта на няколко поансона.

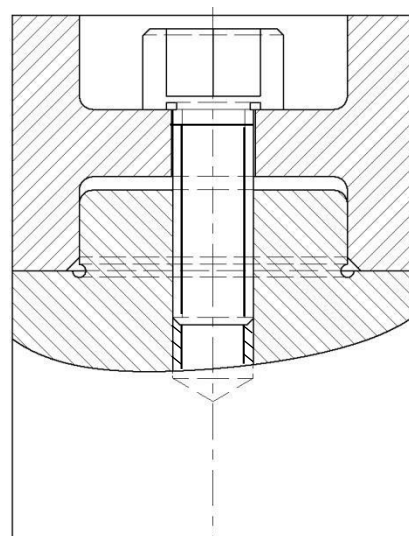
При обработване на щанцован детайл с остри ръбове (например шпонкови канали – фиг.42) поансоните се изработват от съставни вложки или



Фиг.40 Поансони за изрязване на детайли с остри ръбове (шпонкови канали);

цели.

Поансони с дължина по-голяма от 100 mm, с цел икономия на скъпа

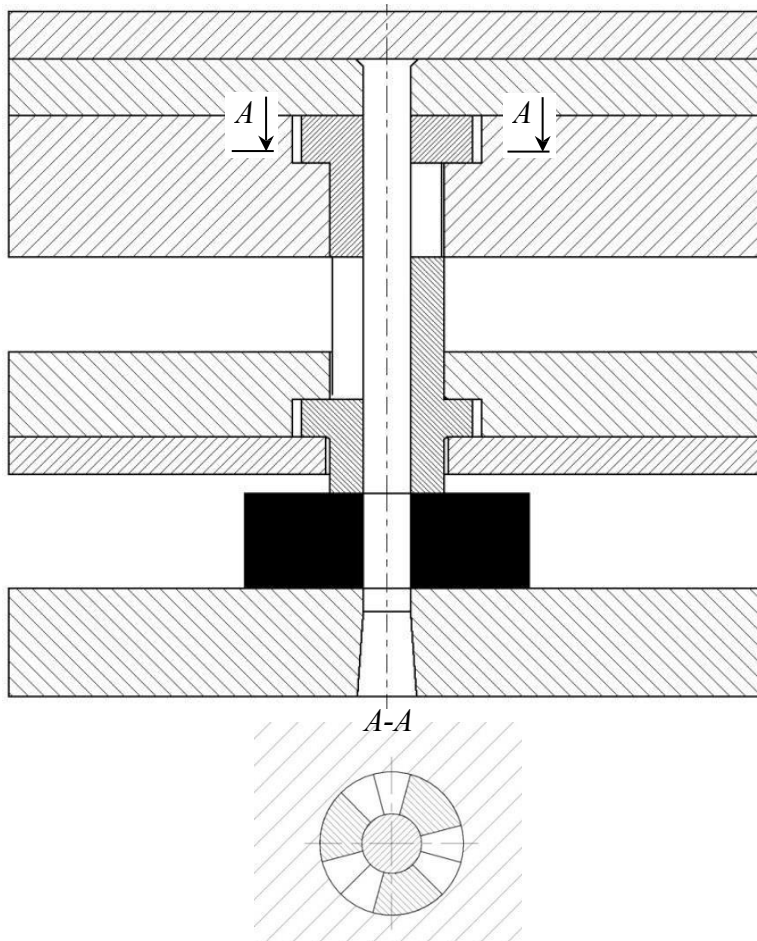


Фиг.41 Поансон съставен с накрайник.

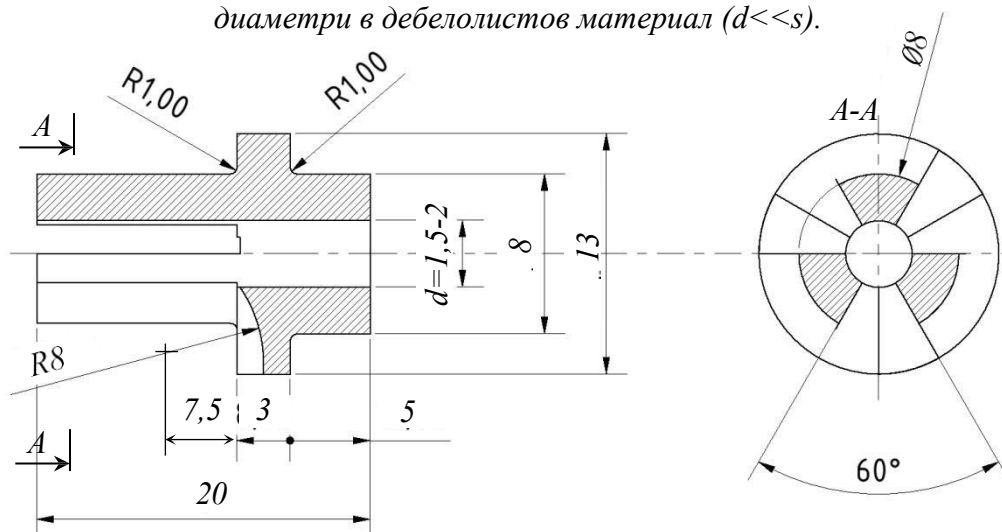
инструментална стомана се изработват с накрайник (фиг.43). В този случай за намаляване площта за шлифование в накрайника се прави „задръжка“. Горната част на съставния поансон се изработва от конструкционна термично обработена стомана.

2.10 Поансони за пробиване на отвори с малки диаметри.

За пробиване на отвори с малки диаметри в дебелостов материал



Фиг.42 Схема на щампа за пробиване на отвори с малки диаметри в дебелостов материал ($d < s$).



Фиг.43 Основни изпълнителни размери на направляващите втулки за поансони с диаметър $d = 1,5-2$ mm.

($d \ll s$) се препоръчва да се прилагат поансони имащи специални водещи втулки за непрекъснато направление (фиг.44). Хлабината между поансона и водещия отвор на втулката следва да се приеме $0,01-0,02d$, където d е диаметъра на поансона.

На фиг.45 са представени основните изпълнителни размери на направляващите втулки за поансони с диаметър $d = 1,5-2 \text{ mm}$. Хлабината между поансона и матрицата се приема по таблица.2.3.

Ако $a \leq s/d \leq 2$ то е възможно да се използват цели направляващи втулки в замяна на елементите показани на фиг.7.21 и фиг.7.22.

2.11 Водачи.

Основните типове направления (събувачи) за отрезни щанци са представени на фигури 46 и 47. Основното тяхно приложение е следното: фиг.46-а, б, в) – за малки по размер детайли, без притискане, когато не се изисква висока точност; г) – за щампи със съвместно действие, когато се изисква притискане; д) – когато се изисква фиксиране по вътрешния контур, за изработване на детайли с повишена точност.

Така в зависимост от изискваната конструкция на инструменталната екипировка, размера на използваните поансони и дебелината на обработвания материал е направленията (водачите) изпълняват основно два вида функции:

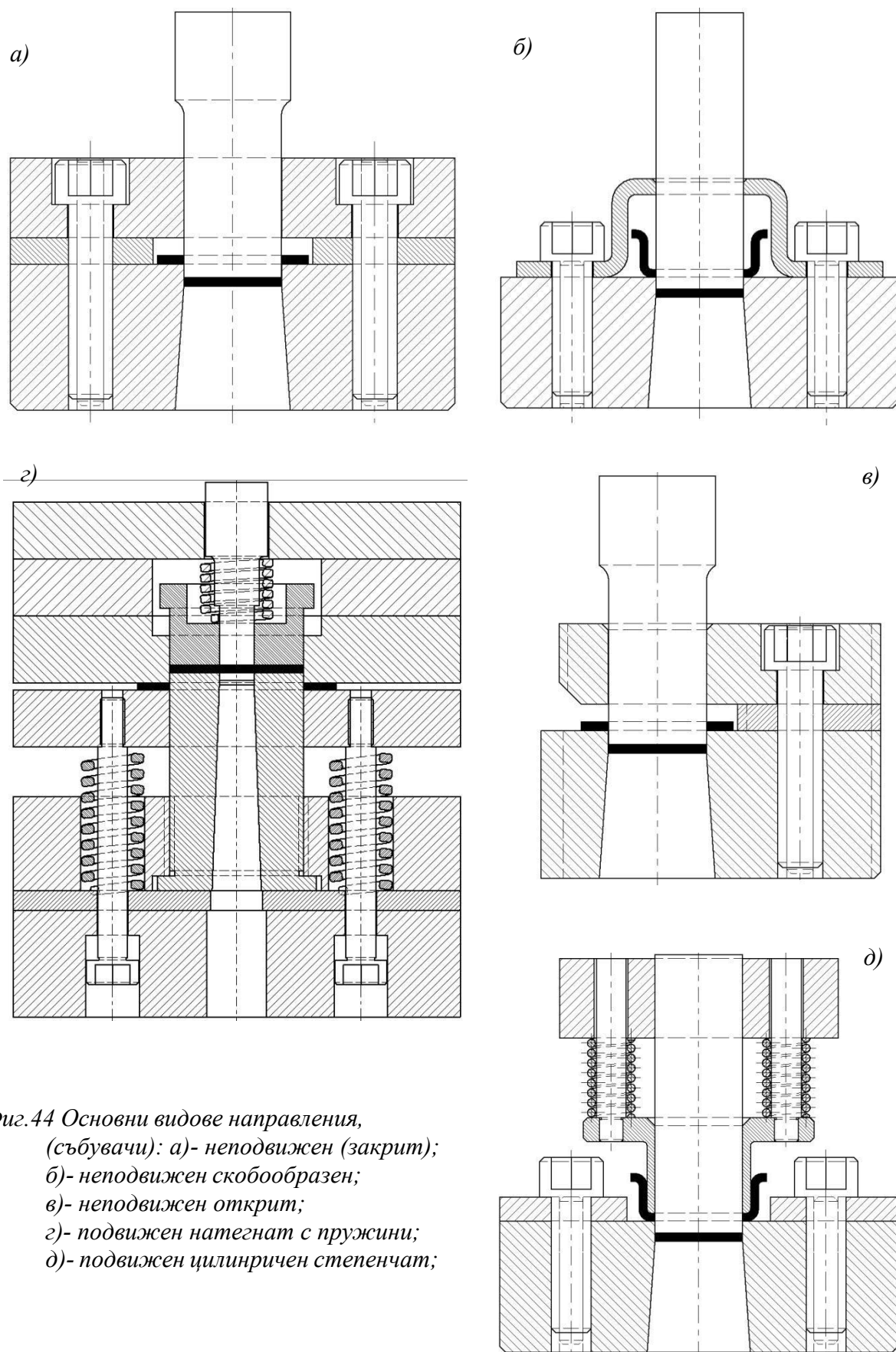
- за точно направление на поансоните;
- за отделяне на лентата от поансоните при движение нагоре след работен ход;

Хлабина между отворите в направлението (събувача) и поансоните Ако събувача се използва само за снемане на лентата от поансоните, то хлабината между тях и отвора трябва да бъде такава, че да не се получи задиране на материала под действието на силите на триене при движение на поансоните нагоре. Стойността и в зависимост от обработвания материал е представена в таблица.2.13.

Двустранна хлабина* между отвора в събувача и поансона, mm Таблица.2.14

Материал	Максимална двустранна хлабина z, mm											
	Дебелина на материала, mm											
	0,1	0,2	0,35	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3	4
Стомана 08кп и 45	0,09	0,18	0,3	0,4	0,7	0,8	1,0	1,3	1,7	2,2	2,6	3,5
Дуралуминий	0,10	0,20	0,35	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	2,9	3,9
Месинг	0,06	0,12	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	1,1	1,4	1,7	2,3

* Едностранната хлабина $z/2$ между отвора в събувача и поансона не трябва да бъде по-голяма от широчината на ивицата между отворите.



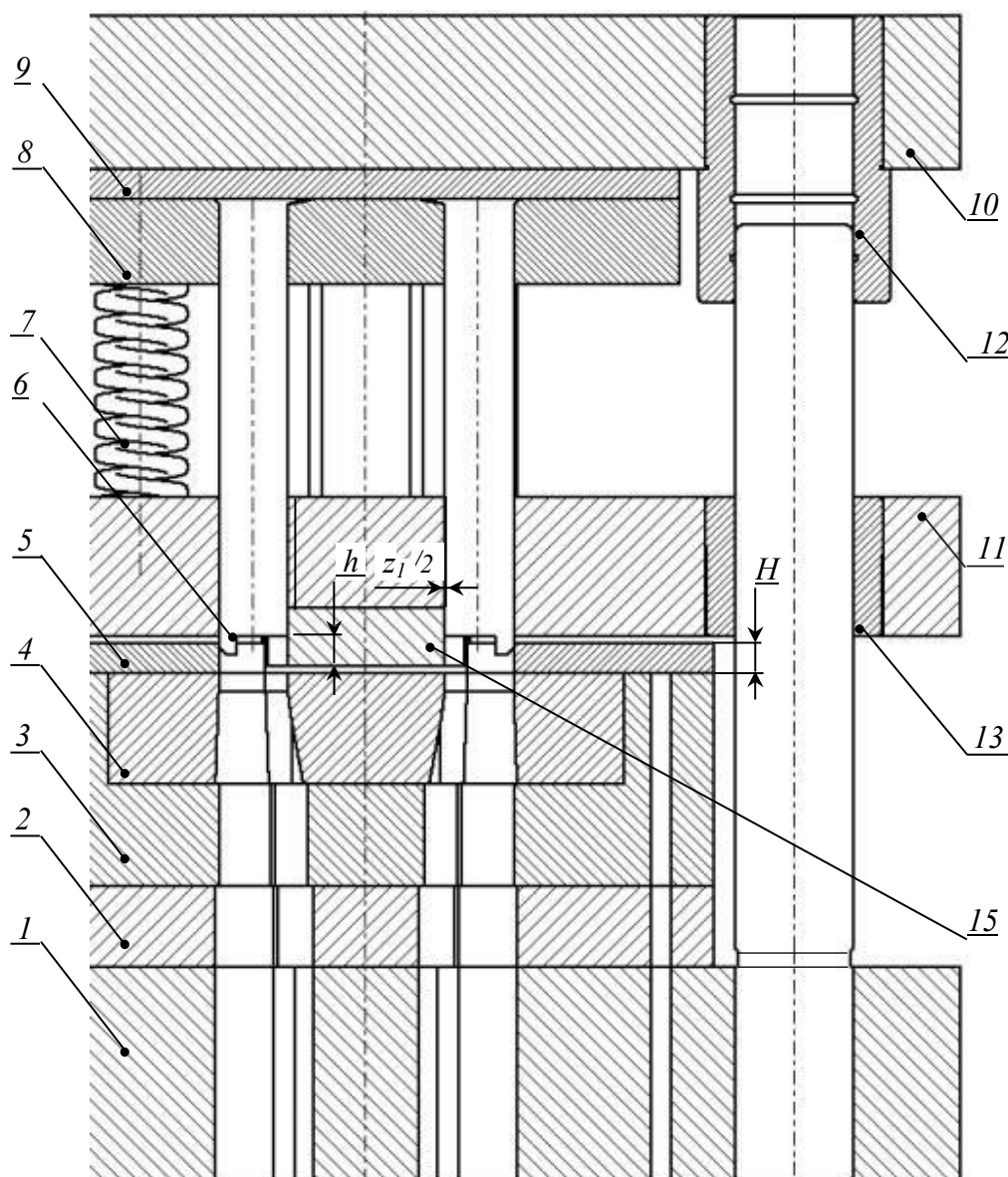
Фиг.44 Основни видове направления,
(събувачи): а)- неподвижен (закрит);
б)- неподвижен скобообразен;
в)- неподвижен открит;
г)- подвижен натегнат с пружини;
д)- подвижен цилиндричен степенчат;

Точно водене в направлението (събувача) е необходимо за обезпечаване на равномерна хлабина между матрицата и поансоните.

Хлабината между поансоните и отвора в направлението в този случай не трябва да бъде по-голяма от тази между матрицата и поансона. Препоръчва се да се използва тази представена в таблица.2.3 с коефициент $0,8$ ($z_2 = 0,8z$), или да се осъществи със сглобка $G7/h6$.

Точно направление на поансоните във водачите се изисква при:

- щанци без направляващи колонки;



Фиг.45 Схема на щампа с подвижно „плаващо“ направление (водач, събувач): 1 – основа; 2 – плоча подложна долна; 3 – рамка; 4 – матрица; 5 – ограничение; 6 – поансон стълков; 7 – пружина; 8 – крепител (поансондържател); 9 – плоча подложна горна; 10 – плоча горна; 11 – втулка водеща; 12 – направление (водач); 13 – втулка водеща; 14 – колонка направляваща; 15 – притискач;

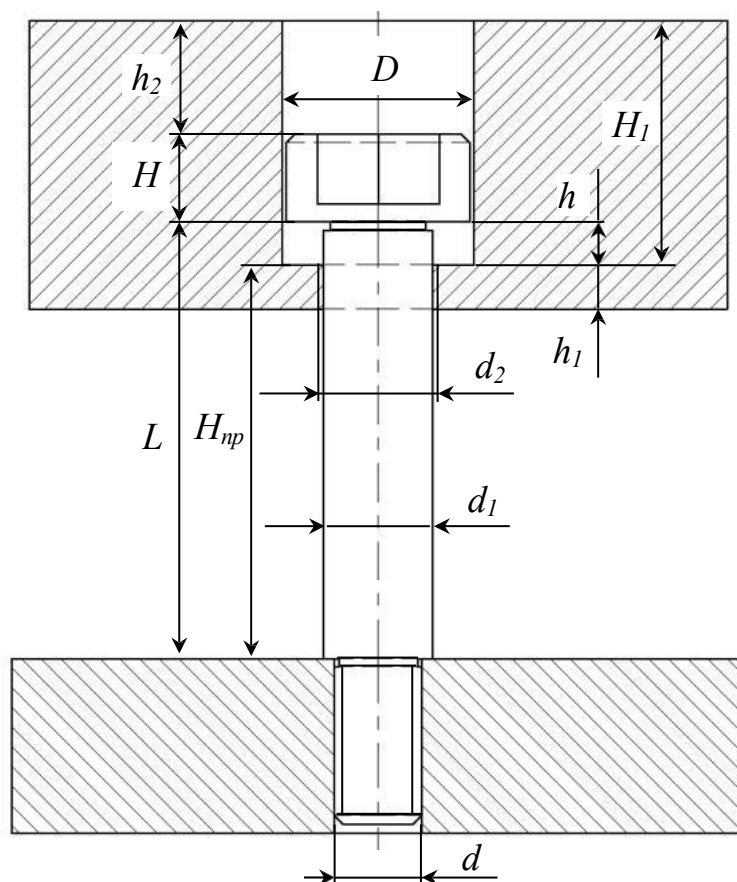
- в многопоансонни щампи с различни размери на поансоните;
- в щанци с малки размери на поансоните, ако е невъзможно да се обезпечи необходимата им якост за сметка на усилване на самия поансон;
- при изрязване в щанци с притискане на заготовката (лентата) от метални тънколистови материали;

Направление (водачи, събувачи) в щанци с повърхностно притискане

Размери на отворите в подложната плоча и
специалните водещи винтове, mm

Таблица.2.14

Диаметри на винтовете		Диаметри на отворите в плочата	
d	d_1	d_2	D
M4	6	6,5	10
M6	8	8,5	13
M8	10	10,5	16
M10	12	13	20
M12	14	15	22
M14	16	17	24
M16	18	19	26



Фиг.46 Основни работни размери на дистанционен винт.

В щанците с реализирането на притискане с помощта на т.нар. плаващо направление (фиг.47) и водене по колонки, максималната хлабина между направлението и поансона се осъществява по сглобка $G7/h6$.

Максималната хлабина между матрицата и поансона се приема по таблица.2.3.

Височината h mm в щампи с плаващо направление се определя по формулата:

$$h = H - s - 0,05 \quad (32)$$

където: H е височината на ограничението в mm, s е дебелината на материала в mm.

Размерите на отворите в подложната плоча и специалните водещи винтове са указани на фиг.48 и таблица.2.14.

Дълбочината H_1 в mm за движение на главата винта (диаметър D фиг.48) се определя по формулата:

$$H_1 = H + h + h_2 \quad (33)$$

където: H е височина на главата на винта, mm; h – ход на водача (направлението); h_2 – гарантирана хлабина, не по-малка от 10 mm .

Дължината L , mm на дистанционния винт се определя по формулата:

$$L = H_{np.} + h + h_1 \quad (34)$$

където: $H_{np.}$ – височина на пружината, mm; $h_1 > 0,5d$.

Получената височина на пружината се закръгля до най-близкия размер.

2.12 Направляващи планки (ограничения).

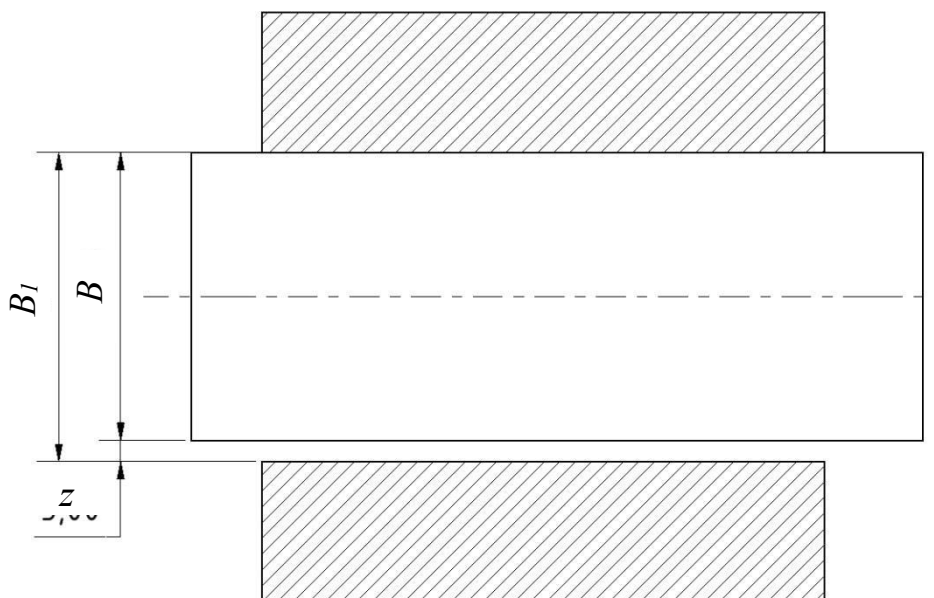
Разстоянието между направляващите планки B_I (фиг.49) се определя по формулите:

$$B_I = (B + z), \text{ mm} \quad (35)$$

$$B = D + 2a + \Delta_{\Pi}, \text{ mm} \quad \text{– за кръгли заготовки} \quad (36)$$

$$B = L + 2a + \Delta_{\Pi}, \text{ mm} \quad \text{– за правоъгълни заготовки} \quad (37)$$

където: B – ширина на лентата (закръгля се до най-близкото по-голямо число), mm ; D и L – размери на изрязваните детайли, mm ; a – ширина на ивицата по края на лентата (таблица.1.1), mm ; Δ_{Π} – допуск на широчината на лентата, mm – определя се конструктивно, според изискванията и изчисленията за изработваните детайли от 0,5 до 4 mm ; z – хлабина, определя се по таблица.2.15.



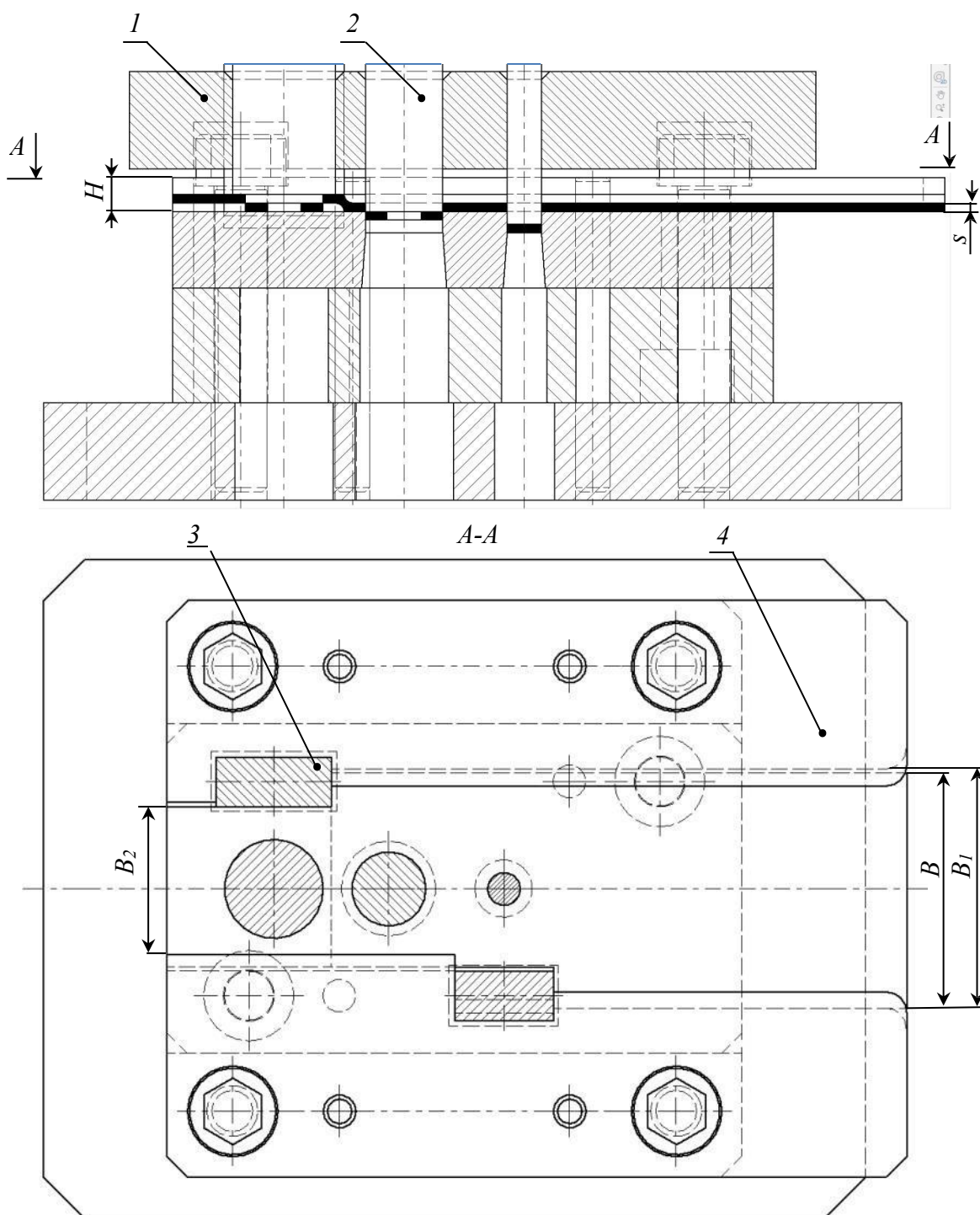
Фиг.47 Схема за определяне на разстоянието между направляващите планки

Определяне на хлабината z^* , mm

Таблица.2.15

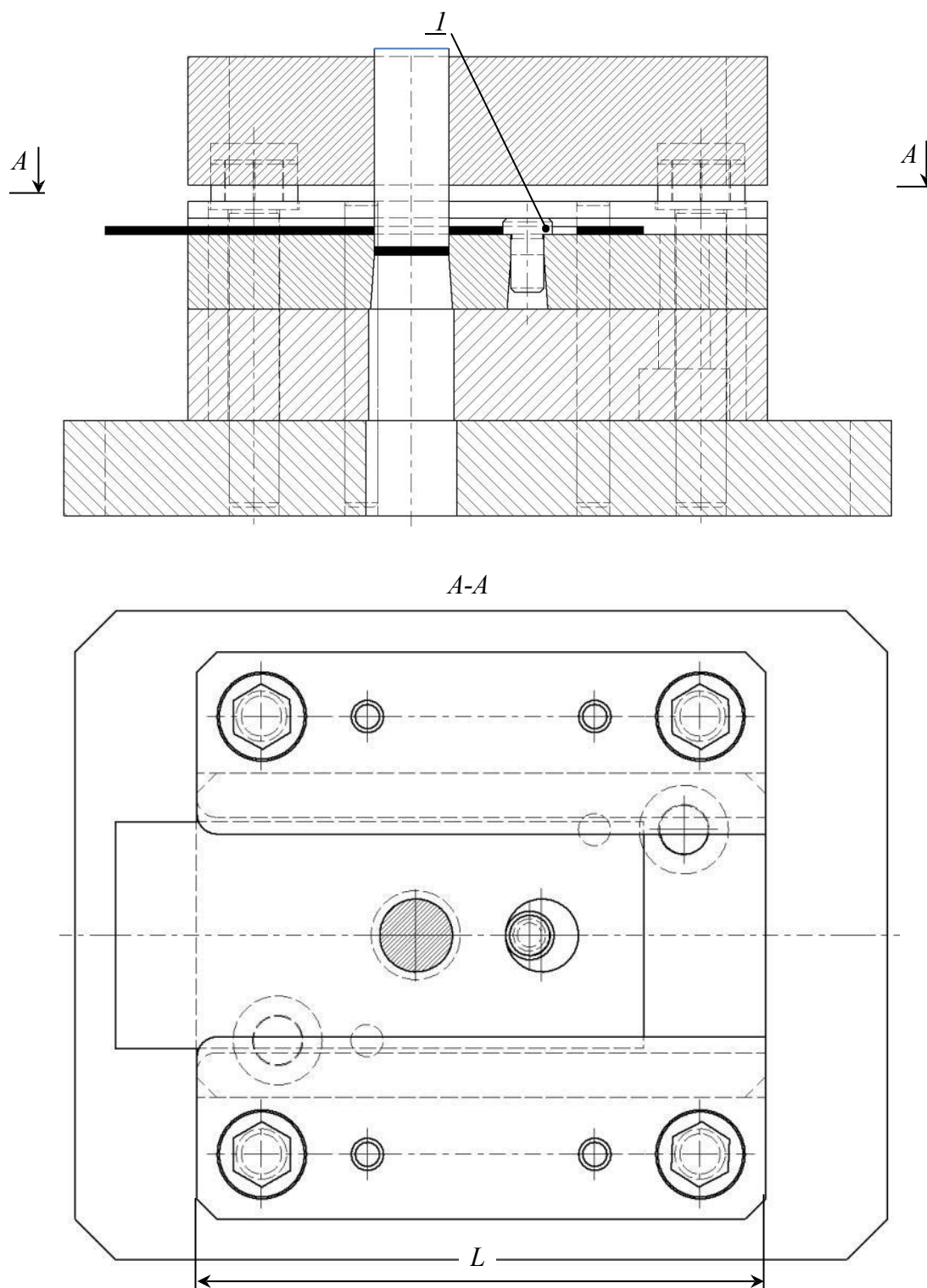
$B, \text{ mm}$	$s, \text{ дебелина на материала, mm}$				
	$0,5 \div 1$	$1,0 \div 2,0$	$2,0 \div 3,0$	$3,0 \div 5,0$	$5,0 \div 10$
	хлабина $z, \text{ mm}$				
до 50	0,50	0,75	1,0	1,0	1,5
50 ÷ 100	0,75	0,80	1,0	1,2	1,5
100 ÷ 150	1,00	1,00	1,2	1,4	2,0
150 ÷ 200	1,00	1,20	1,4	1,6	2,0
200 ÷ 300	1,20	1,40	1,5	2,0	2,5

* - при използване на лентов материал, рзакроен на многодискови ножници, указаните в таблицата стойности се умножават по две.



Фиг.48 Схема за определяне на разстоянието между направляващите планки. 1 – направление (събувач); 2 – поансон; 3 – поансон стъпков; 4 – планка направляваща;

За щанци със стъпкови ножове (фиг.50) разстоянието между направляващите планки от страна на входа на лентата B се определя по формула (49). От страна на изхода на лентата разстоянието се приема равно на това между стъпковите ножове, ако са два. При един стъпков нож, същото се определя по сглобка $D9/h8$ (от края на стъпковия нож до направляващата планка).



Фиг.49 Схема за определяне на разстоянието между направляващите планки. 1 – упор неподвижен;

Височината на неподвижния упор h и на направляващата планка H (фиг.50 и фиг.51) се избира в зависимост от дебелината на материала, наличието на щифтов или ножов упор и дължината на матрицата по таблица.2.16.

Определяне височината на неподвижния упор h и на направляващата планка H , mm

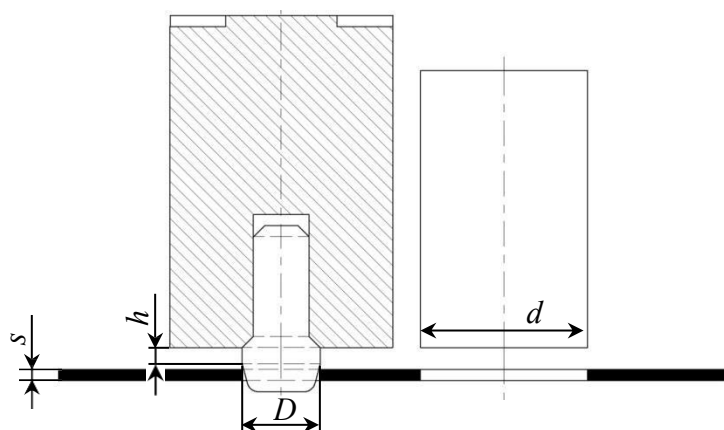
Таблица.2.16

Дебелина на материала s, mm	височина на чеподвижния упор h	височина на направляващите п. анки H, mm		
		При цифров упор и при дължина на матрицата L		При ножов или атоматичен упор
		до 200	над 200	
до 1	2	6	10	3
1 ÷ 2	3	10	15	6
2 ÷ 3				
3 ÷ 4	4	15	20	-
4 ÷ 6	6			
6 ÷ 8	8	20	25	
8 ÷ 10		25		

2.13 Ловители.

Ловители се използват в щанци с последователно действие, за фиксиране на лентата по предварително пробити отвори. Диаметърът на D , mm на ловителя се определя по формулата:

$$D = d - z_l \quad (38)$$



Фиг.50 Схема за определяне изпълнителните размери на ловители

където: d – диаметър на пробивния поансон, mm ; z_l – хлабина между ловителя и отвора на шампования детайл, mm (фиг.52). Стойността на хлабината z_l и височината на правата част на ловителя h са представени в таблица.2.17.

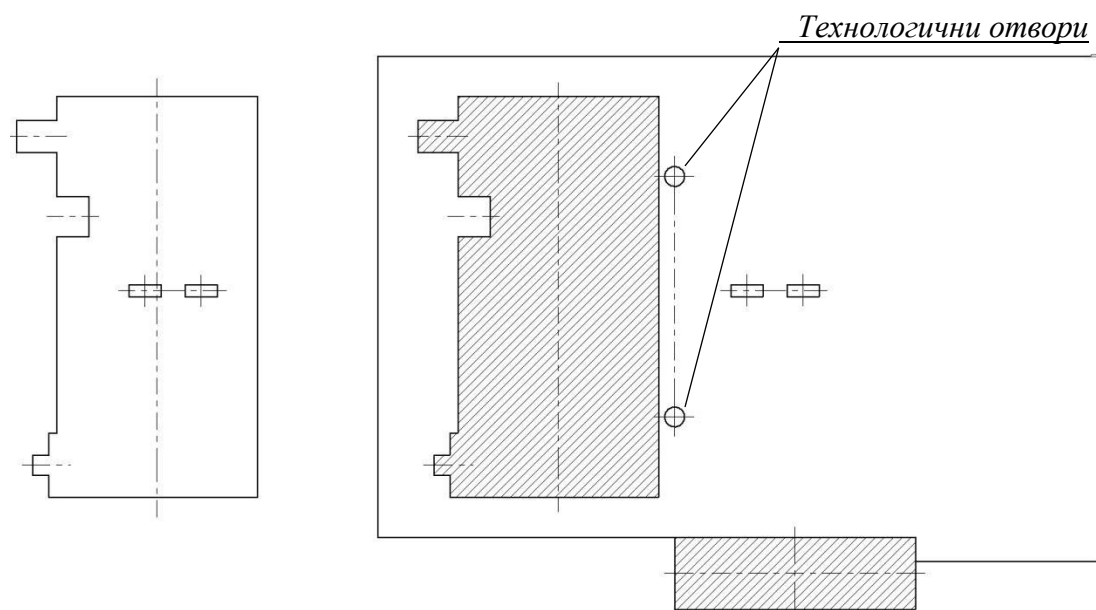
За обезпечаване на зададеното положение на отворите спрямо отрязвания контур и разстоянието между отворите се препоръчва да се използват ловители и в щанците със стъпкови поансони. Количеството им се избира конструктивно. При сложна

Стойност на z_l и h , mm

Таблица.2.17

дебелина на материала, s	хлабина, z_l	височина на правата част
до 1	0,05	0,5
1,0 ÷ 1,5	0,08	1,0
1,5 ÷ 2,0		1,5
2,0 ÷ 3,5		2,0
3,5 ÷ 5,0	0,10	3,0
5,0 ÷ 7,0	0,12	5,0
7,0 ÷ 10,0		7,0

конфигурация на отворите, поелементно рязане в многостъпкови щампи, размери на отворите по-малки от $1,5\text{ mm}$ или по-големи от 50 mm се препоръчва да се пробиват технологични отвори за ловителите, фиг.53.

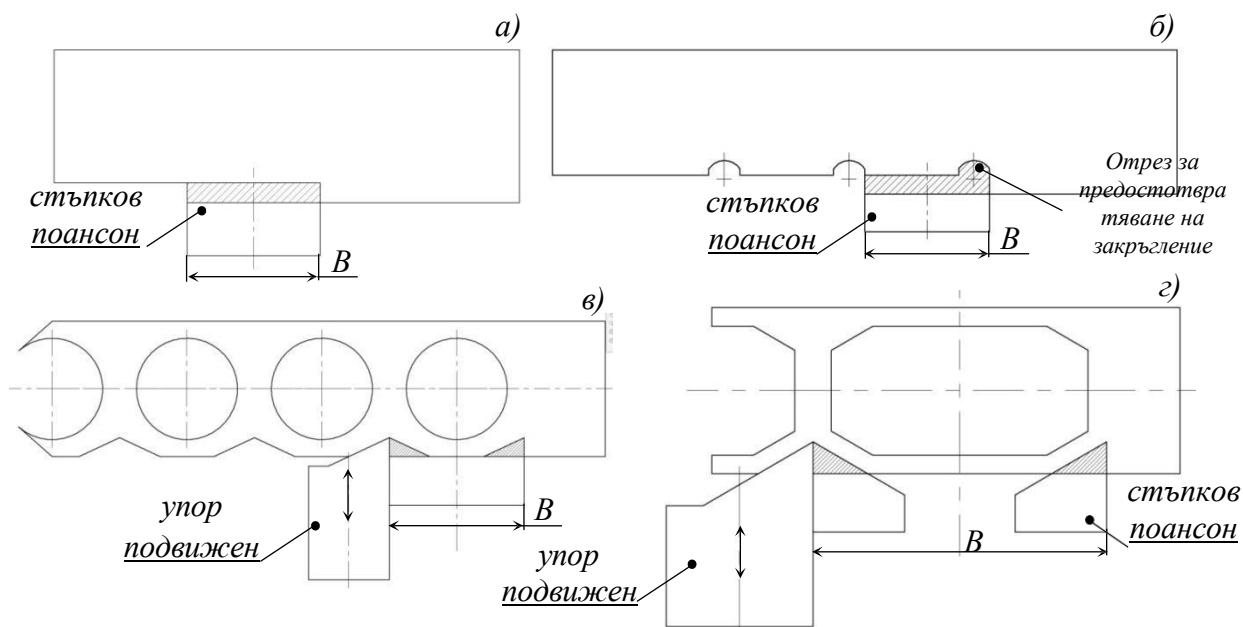


Фиг.51 Схема на щанца с технологични отвори за ловители.

2.14 Поансони стъпкови.

Стъпковите поансони се използват основно в щанци с последователно действие, за обезпечаване на точно подаване на лентата и повишение на производителността. Препоръчва се да се използват

- в многопреходни щанци;
- при неголяма стъпка, когато няма възможност за установяване на



Фиг.52 Видове стъпкови поансони.

постоянни или временно упори;

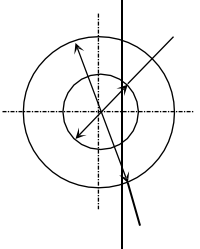
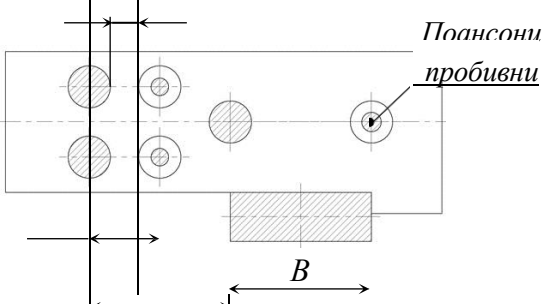
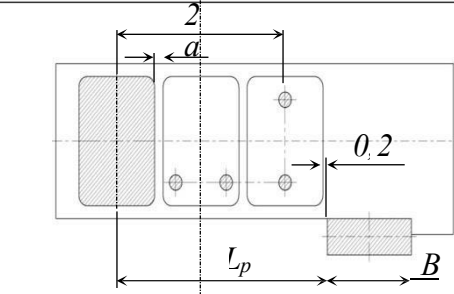
- при необходимост от изрязване на едната или и двете страни на лентата за получаването на детайла;

В зависимост от конфигурацията на детайла и точността на подаване в щампите е възможно да се един или два стъпкови поансона. Освен описаната причина, втори поансон е възможно да се използва ако е невъзможно да се създаде упор да отрязване на детайла на последна стъпка. Най-разпространените типове стъпкови поансони са представени на фиг.54. Този от фиг.54а е най-лесен за изработване. Основен недостатък е образуването на закръгление в ъглите при изработка или в процеса на работа, което може да доведе до грешка в стъпката. Представеният на фиг.54б е с по-сложна форма, образуването на закръгление при него е изключено. При фиг.54в е отсъства допълнителен допуск за отрязване от стъпковия нож и така се намалява широчината на лентата. Същият е и при фиг.54г, но той се прилага при щанци с големи стъпки.

Схеми на разположение на стъпкови поансони

Таблица.2.18

Щанцован детайл	Схема на разположение на стъпковия нож и поансоните	Формули за пресмятане
		$L_p = (L_{\Pi} + 0,2) \pm 0,1$ $B = L_n - (\Delta/2) - \Delta/4$
		$L_p = (L_{\Pi} + a + 0,2) \pm 0,1$ $B = (L_n + a)(\Delta/2) - 0,05$
		$L_p = (L_{\Pi} + a) \pm 0,1$ При използването на ловители: $T = (L_{\Pi} + a + 0,2) \pm 0,05$ $B = (T + 0,2) - 0,05$ При отсъствието на ловители: $T = (L_{\Pi} + a) \pm \Delta/2$ $B = T \pm \Delta/4$

1	2	3
		$L_p = 1,5(D + a) \pm 0,1$ $T = (D + a) \pm \Delta/4$ При използването на ловители: $B = (T + 0,2)_{-0,05}$ При отсъствието на ловители: $B = T \pm \Delta/8$
		$L_p = [2(L_{\Pi} + a) + 0,2] \pm 0,1$ $T = (L_{\Pi} + a) \pm \Delta/4$ При използването на ловители: $B = (T + 0,1)_{-0,05}$ При отсъствието на ловители: $B = T \pm \Delta/4$

Схеми на разположение на стъпкови поансони в зависимост от формата, а така също разчетни формули са представени в таблица.2.18.

Условни обозначения:

L_p – разстояние между режещия ръб на отворите в матрицата и стъпковия поансон (или между осите на отворите в матрицата и режещия ръб на стъпковия нож при отрязване на симетрични детайли), *mm*.

L_{Π} – номинален размер на щампования детайл, *mm*;

B – ширина на стъпковия поансон, *mm*;

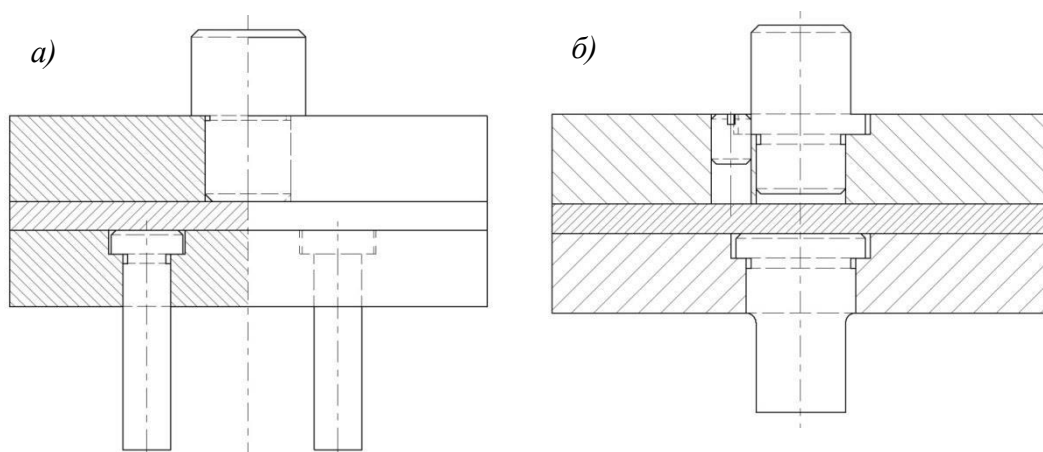
Δ – допуск на щанцования детайл, *mm*;

a – ширина на ивицата, *mm*;

T – стъпка между детайлите, *mm*;

2.15 Подложни плочи.

Опорни плочи в щампите се използват в следните случаи:

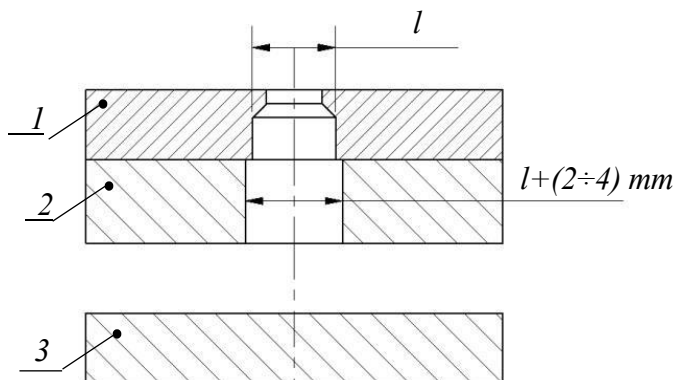


Фиг.53 Схеми за използване на подложни плочи.

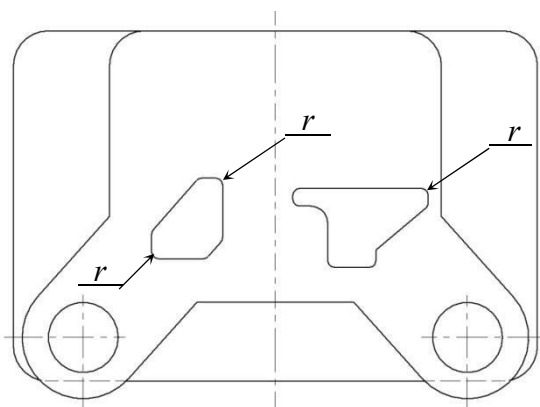
- при диаметър на главата на поансоните до 10 mm (фиг.55а) или при отслабване на плочата над опорната част(фиг.55б);

- ако налягането, предавано на опорната част на поансона или поансон-матрицата превишава 500 MPa за чугунени плочи и 1000 MPa за стоманени;

- Размерите на отвора в подложните плочи на матрицата трябва да



Фиг.54 Размери на отворите в подложните плочи. 1 – матрица; 2 – подложна плоча на щампата; 3 – плоча на пресата



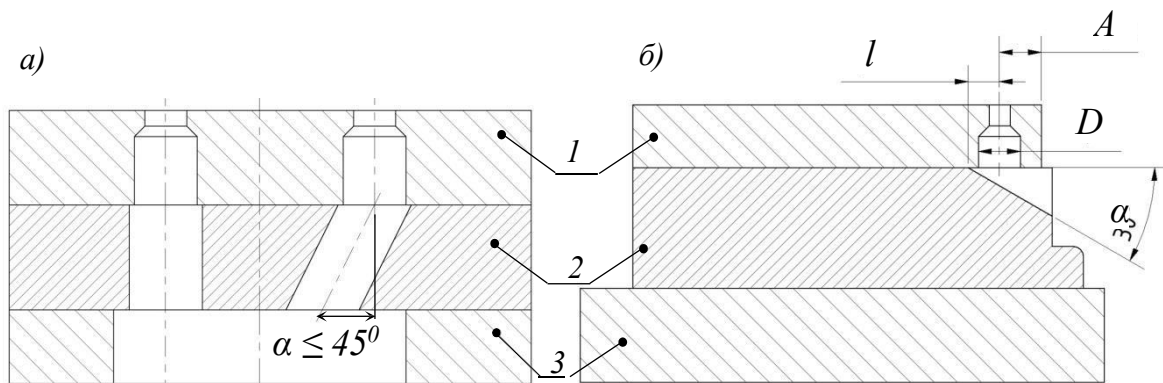
Фиг.55 Радиуси на закръгление в отворите на плочата.

пъдат с $2 \div 4\text{ mm}$ по-големи от тези в матрицата (фиг.56). Ако в плочата на пресата няма отвори за преминаване на отпадъка, е необходимо да се предвиди необходимото пространство за отделянето му, фиг.56.

Най-малките значения на радиусите на закръгление r в отворите на плочата се

приемат $1,5\text{ mm}$ (фиг.57).

Ако отворите в матрицата излизат извън пределите на проходните отвори в плочата на пресата, тези в щампата следва да се изработят под ъгъл α (фиг.58а). Това се отнася и за вариант, при който отвора в матрицата е разположен на разстояние $A = 2D$ от края (фиг.58б). Препоръчаните размери за α и l са представени в таблица.2.19 .



Фиг.56 Радиуси на закръгление в отворите на плочата.
1 – матрица; 2 – подложна плоча на щампата; 3 – плоча на пресата

Стойност на α^0 и l , mm

Таблица.2.19

α	30^0	35^0	40^0	45^0
l	$3s + D/2$	$3,5s + D/2$	$4,2s + D/2$	$5,2s + D/2$

2.16 Упори.

Упорите са предназначени за ограничаване на подаването на лентата. Основните видове упори са представени на фиг.60-61.

Координатата A на разположение на упора при щамповане с използването на ловители се определят по следните формула:

$$A = 3D/2 + a - d/2 + 0,1 \quad (39)$$

за схемата, показана на фиг.59.

Координатата A при щанца без ловители в същия случай се определя по формулата:

$$A = 3D/2 + a - d/2 \quad (40)$$

където:

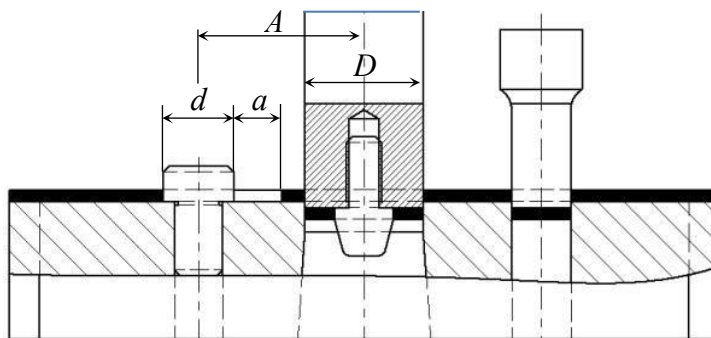
D – диаметър на поансона, mm;

d – диаметър на упора, mm;

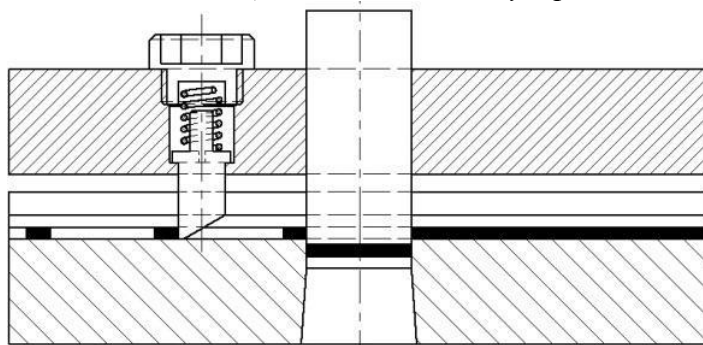
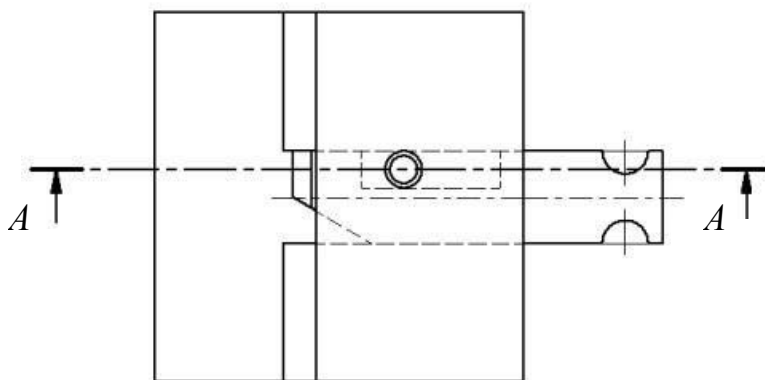
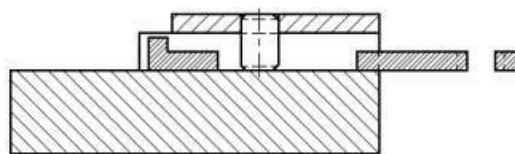
a – ширина на ивицата в лентата между отрязаните детайли, mm.

Основните приложения на видовете упори показани на фиг.59-61 са:

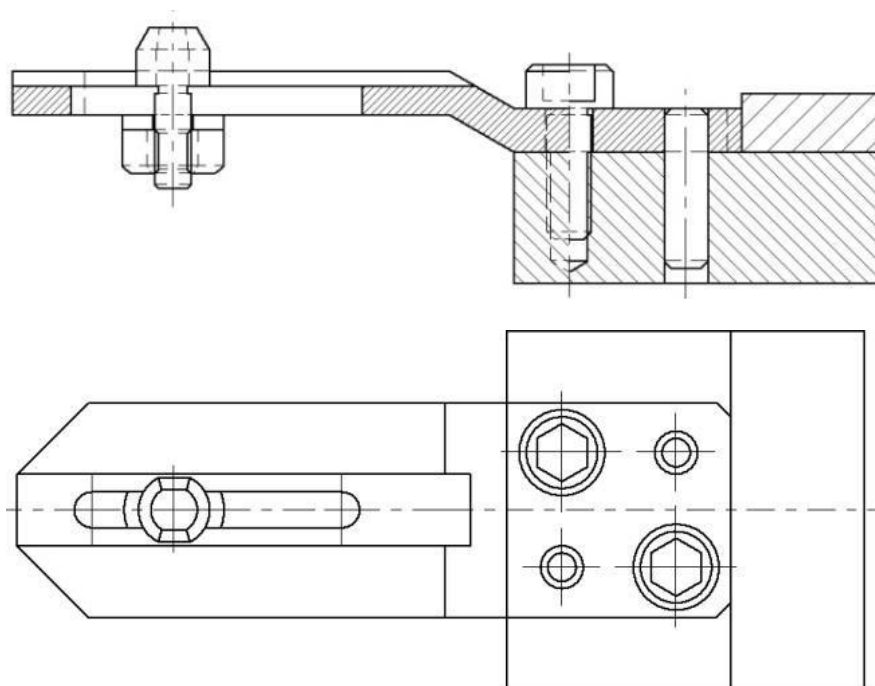
- За щанци с неподвижно направление (водач) и последователно



Фиг.57 Щампа с постоянен упор.

Фиг.58 Щампа с подвижен упор с възвратно действие
A-A

Фиг.59 Щампа с временен упор.



Фиг.60 Щанца с регулируем упор.

действие при ръчно подаване на лентата (фиг.59).

- За отрезни щанци с неподвижен водач (направление, събувач) при отрязване на тесни детайли (6-20 mm) с дебелина на лентата над 0,8 mm (фиг.60).

- За щампи с последователно действие при установяване на лентата на първа стъпка преди

стъпковите ножове (фиг.61).

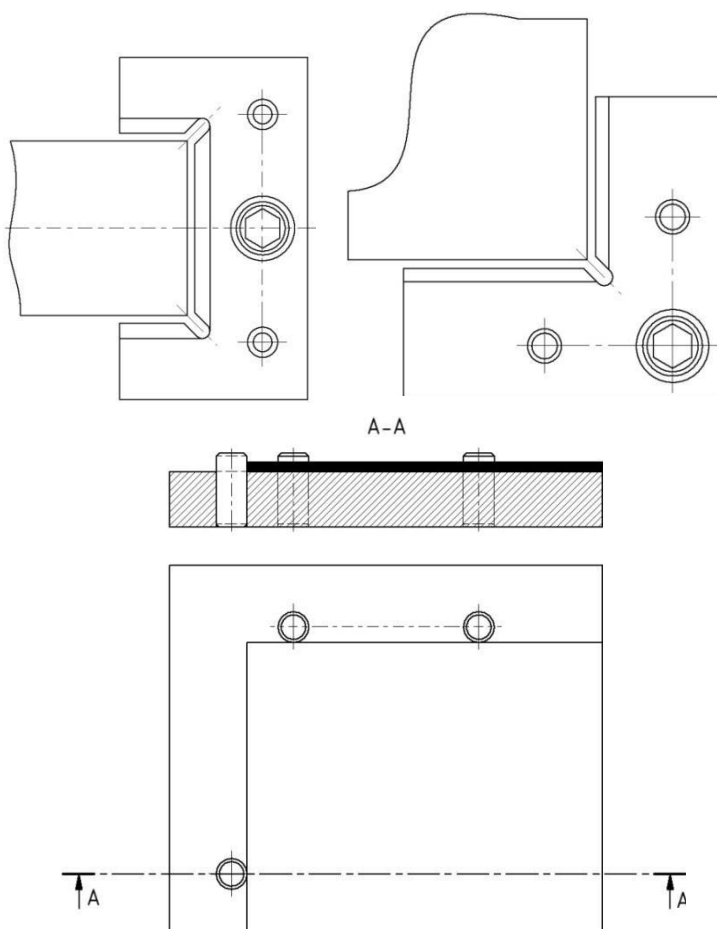
- За универсални отрезни щанци (фиг.62).

2.17. Фиксатори

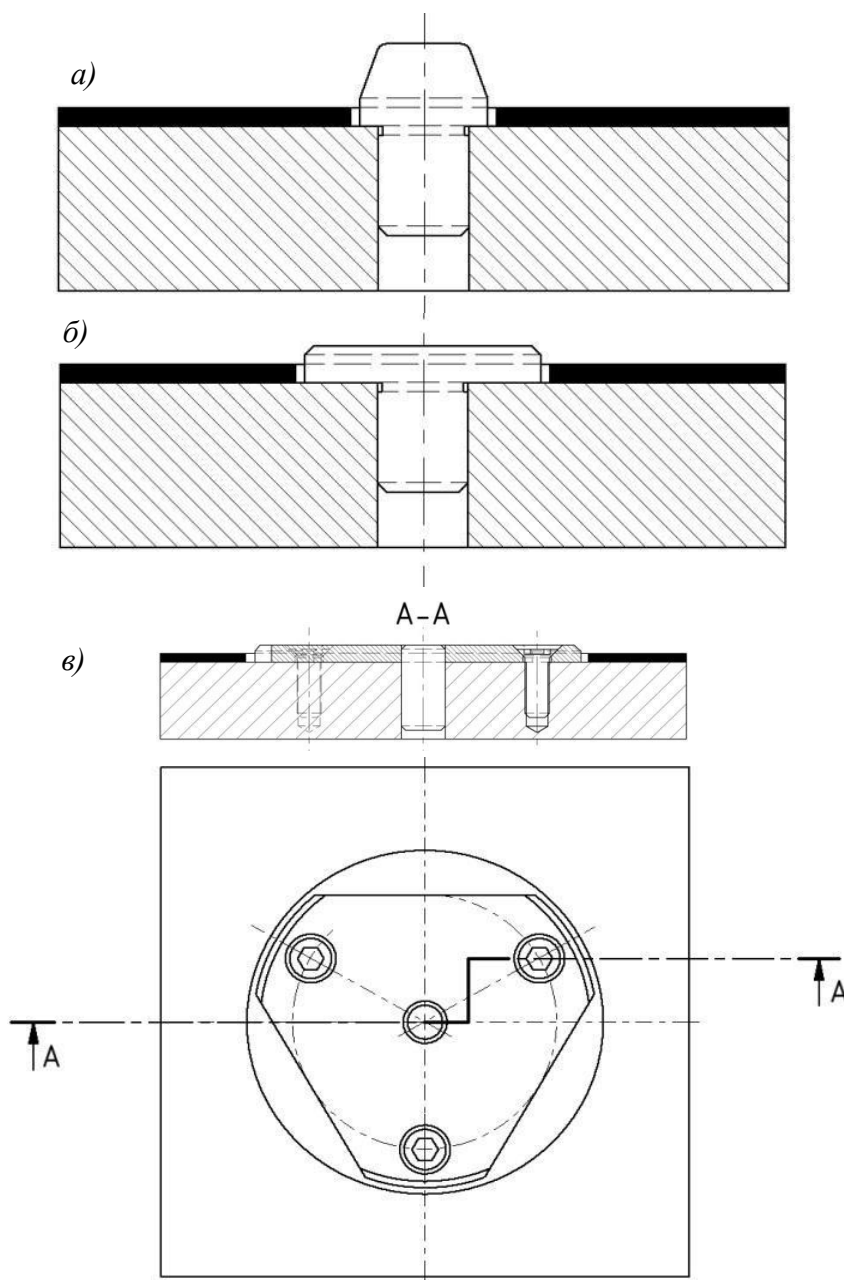
В зависимост от конструкцията на щампования детайл фиксирането на заготовката в щампата е възможно да се осъществи по следните начини:

- по отрязвания контур (фиг.63);
- по отворите на детайла (фиг.64).

Стойността на хлабината между лентата (детайла) и фиксатора в зависимост от дебелината на използвания материал за щамповане е представена в таблица.2.19.



Фиг.61 Видове фиксатори за установяване на лентата по контура на детайла.



Фиг.62 Видове фиксатори за установяване на лентата по отвори на детайла.

- а) – при диаметър до 15 mm;
 б) - при диаметър от 15 до mm;
 в) – при диаметър над 30 mm;

Хлабина z между лентата (отвора) и фиксатора, mm. Таблица.2.20

дебелина на материала, s	хлабина, z
$\div 1$	0,05
$1,5 \div 3,5$	0,08
$3,5 \div 5$	0,10
$5,0 \div 10,0$	0,12

Глава трета –МАТЕРИАЛИ ЗА РАБОТНИТЕ ЧАСТИ НА ЩАНЦИТЕ

3.1 Избор на твърдосплавни материали.

Химическият състав, физико-механичните свойства и предназначението на произвежданите в България по БДС 10613-76 подходящи за щанци твърди сплави са представени в таблица.3.1, а в таблица.3.2 някои марки от вносни производители. Изменението на якостните и физико-механичните показатели на произвежданите в България твърди сплави за щампи в зависимост от температурата е представено в таблица.3.3.

При определяне на геометрията на режещия ръб на матрицата от най-важно значение са стойностите за ъгълът на рязане γ и ъгълът на освобождаване α (фиг.63). Големината им се избира според таблица.3.4. Режещият контур на матриците и поансоните задължително се шлифова по следните основни съображения:

1. Премахване на изгорелия слой от шлака при електро-ерозийна обработка.
2. Намаляване на сцеплението между щанцования материал, матрицата и поансона, което води до интензивно износване на матрицата.
3. Гарантиране на равномерна хлабина между матрицата и поансона.

Изискванията за грапавостта трябва да се съобразяват с вида и контура на режещата част на матрицата и поансона, таблица.3.5.

Твърди сплави за щанци [1, 11]

Таблица.3.1

Марка твърда сплав	Химически състав, %			Плътност gr/cm^3	Твърдост HRC	Якост на огъване, МПа	Приложение
	WC	Co	C общо				
BK6M	88,3	5,8-6,2	5,6-5,8	14,8	90	1300	Щани за изтегляне
BK15M	80,1	14,5-15,5	4,4-5,4	13,8	86	1550	
BK20M	75,8	19,0-20,5	4,3-5,3	13,35	85	1750	Щанци за огъване и за рязане
BK20	75,2	19,5-20,5	4,3-5,3	13,4	85	2000	
BK25	70,3	24,5-25,5	4,2-5,2	13,0	85	2000	Щанци за студена обработка
BK30	65,6	29,5-30,5	3,9-4,9	12,6	84	2000	

Забележка: съдържание на ванадий 0,12 ÷ 0,2 %.

Твърди сплави за щанци [12, 13]

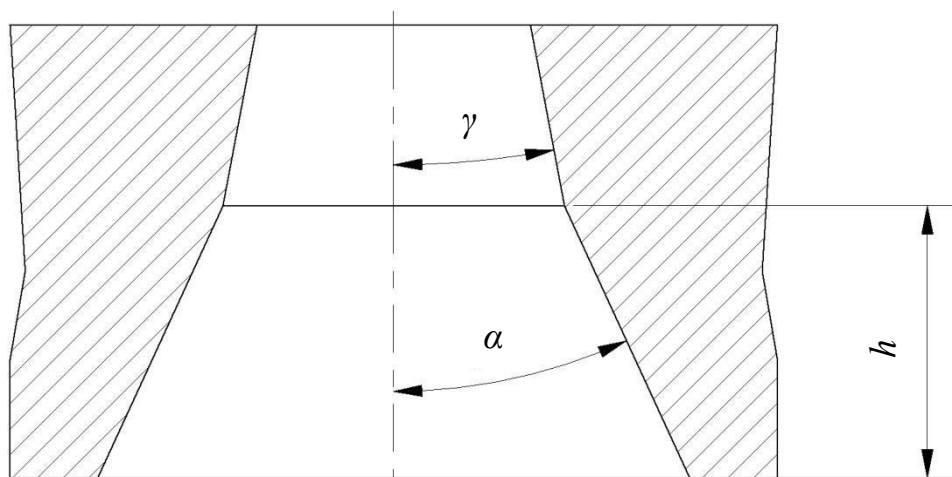
Таблица.3.2

фирма	Марка сплав	Химически състав, %			Плътност gr/cm^3	Твърдост HRC	Якост на огъване, МПа
		WC	Co	TiC+TaC+NiC			
SANDVIK	GG35	91	9	-	14,5	90	2200
Kennametal	K90	70	25	5	12,8	85	2400
	K92	76	20	4	13,8	88,5	2300

Влияние на температурата върху показателите
на твърдите сплави [1]

Таблица.3.3

Показатели	T, °C	Марка на твърдата сплав		
		BK15	BK20	BK25
Якост на огъване, MPa	200	204	195	174
	400	190	182	166
	600	155	147	136
	800	110	100	118
Якост на натиск, MPa	20	-	308	-
	250	-	280	-
	600	-	158	-
	800	-	78	-
Микротвърдост, HV, MPa	200	1240	1060	883
	400	938	745	696
	600	608	471	403
	800	403	324	250
Якост на удар, MPa	200	0,04	0,05	0,06
	600	0,46	0,78	0,76
	800	0,47	0,81	0,76
Модул на линейна деформация E, GPa	20	53	49	46



Фиг.63 Схема на режеща част на инструмент

Ъгли на рязане и освобождаване [14]

Таблица.3.4

Дебелина на работния пояс h, mm	Ъгъл на рязане γ , °	Ъгъл на освобождаване α , °
2 ÷ 4	10 ÷ 15	2 ÷ 3
5 ÷ 12	4 ÷ 10	2 ÷ 3
13 ÷ 20	8 ÷ 12	3 ÷ 4
21 ÷ 30	10 ÷ 15	2 ÷ 3

Изисквания за грапавост на контурите [14]

Таблица.3.5

Вид на контура	Грапавост R_a , μm
Кръгъл контур от $\varnothing 2$ до $\varnothing 5\text{ mm}$	0,16
Кръгъл контур от $\varnothing 6$ до $\varnothing 20\text{ mm}$	0,20
Кръгъл контур над $\varnothing 20\text{ mm}$	0,32
Квадратен контур с дължина $B < 2\text{ mm}$	0,16
Квадратен контур с дължина $B = 2 \div 6\text{ mm}$	0,16
Квадратен контур с дължина $B = 7 \div 12\text{ mm}$	0,18
Квадратен контур с дължина $B = 13 \div 24\text{ mm}$	0,22
Квадратен контур с дължина $B > 24\text{ mm}$	0,32
Триъгълен контур с $B < 3\text{ mm}$	0,16
Триъгълен контур с $B = 3 \div 10\text{ mm}$	0,18
Триъгълен контур с $B = 11 \div 30\text{ mm}$	0,22
Триъгълен контур с $B > 30\text{ mm}$	0,36
Комбинирани контури с периметър $P < 10\text{ mm}$	0,16
Комбинирани контури с периметър $P = 10 \div 30\text{ mm}$	0,22
Комбинирани контури с периметър $P > 30\text{ mm}$	0,36

3.2.Избор на стомани.

Методите на обемна и повърхностна металургия намират широко приложение в инструменталното производство за повишаване на експлоатационните показатели на инструменталната екипировка. Същността на обемната металургия е да се подобрят физико-механичните свойства на работните части на щанците, а на повърхностната металургия – да се създадат покрития върху работните повърхнини. Покритията имат различни свойства от тези на основата, върху която са нанесени, така че съчетанието между основа и покритие дава възможност за повишаване на експлоатационните показатели.

Основните видове материали, от които се изработват отделните елементи на инструментите за листово щанцоване са представени в таблица.3.6.

Материали за изработване на различни детайли от щампите

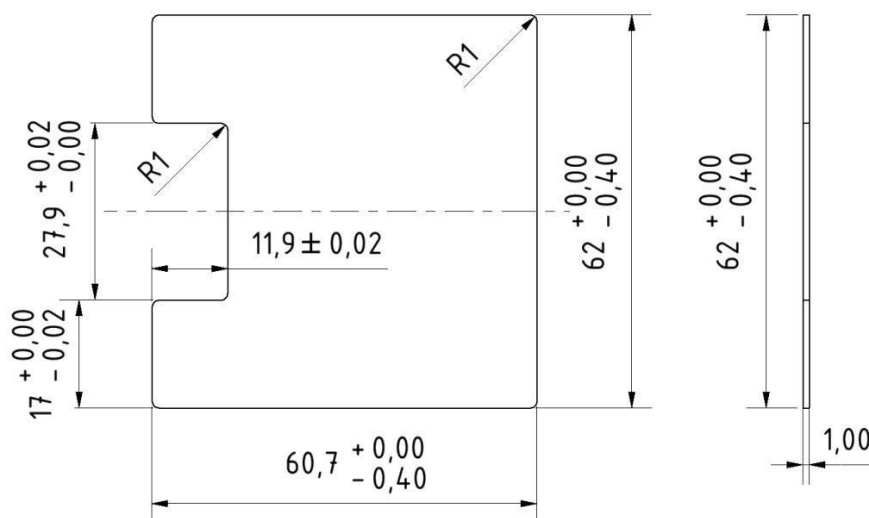
Таблица.3.6.

Детайл от щампата	Марка материал (ГОСТ/DIN)		Термична обработка
	основен	заместител	
Матрици, поансони, вложки	У8А/С80W1; Х12МФ/Х155CrV Мо12-1; ХВ5/-; Р18/HS18-0-1	У10А/С105W1; Х12/Х210Cr12; 5ХВГ/-; ХВГ/105WCr6; 6ХС/60MnSi4; 5ХВ2С/45WCrV7	Закаляване с нискотемпературно отвъръщане до 58-60 HRC
Лети плочи за щампи	Чугун СЧ20/-, СЧ25/-	Стоманени отливки 30Л/-, 40Л/-	-
Стоманени плочи за щампи	Стомани 40/С40, 50/С50	Ст2/-	-
Опаики	Стомани 30/С30, 40/С40	Ст4/-; Ст5/-;	-
Направляващ и колонки и втулки	1. Стомана 20/С22 2. Стомани 45/С45, 50/С50	Ст2/-	1. Цементация и закаляване. 2. Закаляване и отвъръщане до 45-50 HRC
Втулки за направляващи сачми	ШХ15/100Cr6	-	Закаляване с нискотемпературно отвъръщане до 58-62 HRC
Поансондър жатели (крепители)	Стомани 30/С30, 40/С40	Ст3/-	-
Подложни плочи	Стомана 45/С45; В някои случаи 65Г/66Mn4	Ст5/-;	Закаляване и отвъръщане до 45-50 HRC
Събувачи	У8А/С80W1	У10А/С105W1	Закаляване с нискотемпературно отвъръщане до 58-60 HRC
Притискачи	Х12МФ/Х155CrV Мо12-1	Х12/Х210Cr12	Закаляване с нискотемпературно отвъръщане до 58-60 HRC
Направление	Стомана 45/С45	-	-
Ограничения	Стомана 45/С45; В някои случаи 65Г/66Mn4	Ст5/-;	Закаляване и отвъръщане до 45-50 HRC
Ловители	У8А/С80W1	У7А/С70W	Закаляване с нискотемпературно отвъръщане до 58-60 HRC
Щифтове	У8А/С80W1	У10А/С105W1	Закаляване с нискотемпературно отвъръщане до 58-60 HRC
Винтове	Стомана 45/С45	-	Закаляване и отвъръщане до 45-50 HRC
Пружини	65Г/66Mn4; 60С2/60Si7	-	Закаляване и отвъръщане до 45-50 HRC

Глава четвърта - ПРИМЕРИ

4.1. Пресмятане на инструмент за разделни операции

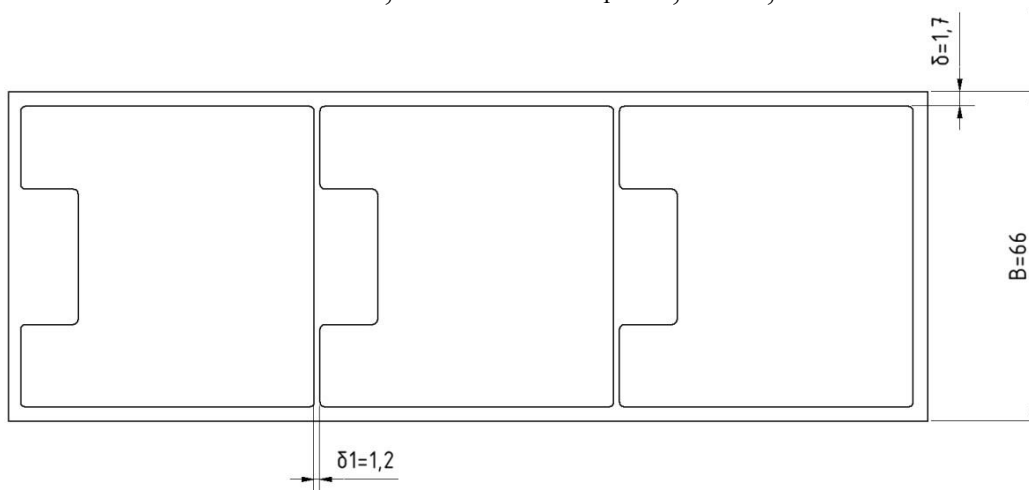
Да се извърши пресмятане на щанца за изрязване на детайла показан на фиг.64. Материал стомана 08кп/DD12G1 (ГОСТ/DIN).



Фиг.64 Детайл за разделни операции.

4.1.1. По таблица.1.1 определяме големината на свързващите ивици (фиг.65):

$$\delta = 1,7 \text{ mm} \quad \text{и} \quad \delta_1 = 1,7 \text{ mm};$$



Фиг. 65 Детайл за разделни операции.

4.1.2. По формула (3) определяме широчината на лентата:

$$B = L + 2 \cdot \Delta + \Delta_{\Pi} = 62 + 2 \cdot 1,7 + 0,5 = 65,9 \text{ mm}$$

Допускът Δ_{Π} на широчината на лентата се определя конструктивно според дебелината на материала и работната дължина на лентата (таблица.1.2) от 0,4 до 4 mm. В случая сме приели $\Delta_{\Pi} = 0,5 \text{ mm}$.

Получената стойност за широчината на лентата В се закръглява към най-близко по-голямо значение. На фиг.65 е показано разположението на детайлите в полосата на лентата.

4.1.3. Определяме по формула (1) коефициента на използване на материала:

$$\eta = F_{\text{д.}} \cdot 100 / F_3 = (60,7.62 - 11,9.27,9).100 / 61,9.66 = 3431.100/4085 = 83,9 \%$$

4.1.4. Усилието на изрязване определяме по формула (18):

$$F_p = L \cdot s \cdot \tau_{\text{ср.}} = 269.1.120 = 32280 \text{ N}$$

При разчета сме пренебрегнали радиуса R1 поради малката му стойност. При използването на съвременни CAD продукти, е възможно бързо и коректно определяне дължината на отрезния контур.

4.1.5. Необходимото усилие на пресата се определя по формула (19):

$$F_n = 1,25 F_p / 1000 = 1,25.32280/1000 = 40,35, \text{ kN}$$

Необходимо е да се подбере преса осигуряваща по-голяма от изчислената сила на удара.

Усилието за отделянето на поансоните от лентата се определя по формула (20):

$$F_c = k_c.F_p = 32280.0,06 = 1936,8, \text{ N}$$

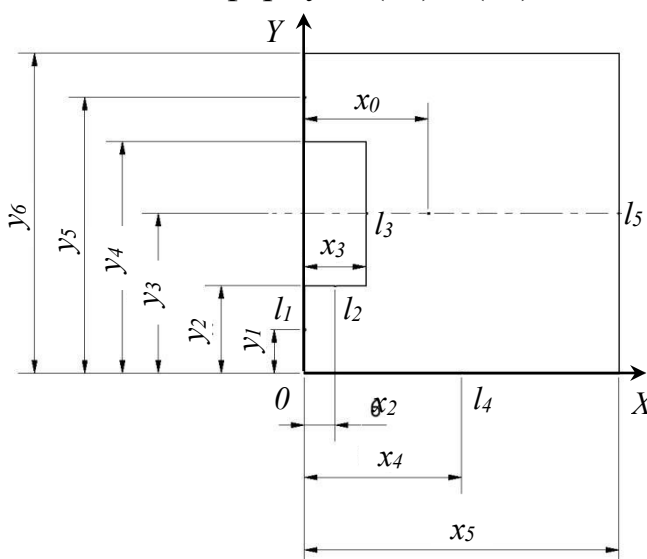
4.1.6. За определяне на центъра на усилие на щампата избираме оси Oх и Oу както е показано на фиг.66. Използваме формули (26) и (27):

$$x_0 = (l_1.x_1 + l_2.x_2 + l_3.x_3 + \dots + l_n.x_n) / (l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n) =$$

$$(17+17).0 + 11,9.2.5,95 + 27,9.11,9 + 60,7.2.30,35 + 62.60,7 / 269 = 29,4 \text{ mm}$$

По Oу детайла е симетричен, затова:

$$y_0 = l_5 / 2 = 62 / 2 = 31 \text{ mm}$$



Фиг.66 Схема за определяне на центъра на тежест на щанцата.

4.1.7. Пресмятане на изпълнителните размери на матрицата и поансона.

Определяме изпълнителните размери на матрицата (фиг.67).

Прибавките за износване и допуските за изработване се определят според таблица.2.4. Разчетът на изпълнителните размери се извършва според формулите в таблица.2.5:

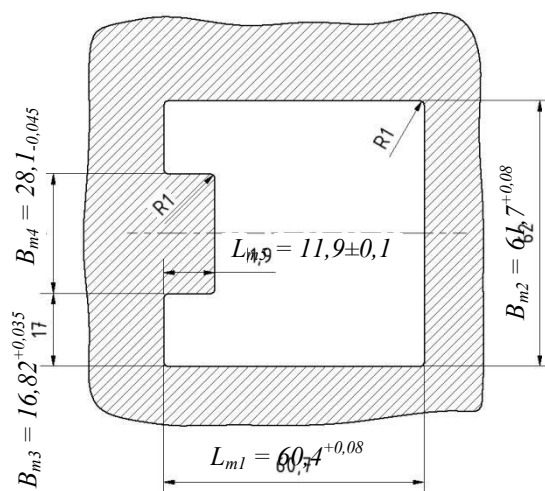
а) за размерите на детайла увеличаващи се при износа на матрицата, съгласно формула:

$$L_M = (L_{\Pi} - \Pi)^{+\delta}$$

$$L_{M1} = (60,7 - 0,3) = 60,4^{+0,08}$$

$$B_{M2} = (62 - 0,3) = 61,7^{+0,08}$$

$$B_{M3} = (17 - 0,18) = 16,82^{+0,035}$$



Фиг.67 Схема за определяне на изпълнителните размери на матрицата

б) за размерите на детайла намаляващи се при износа на матрицата, съгласно формула:

$$L_M = (L_{\Pi} + \Pi)^{-\delta}$$

$$B_{M4} = (27,9 + 0,20) = 28,1^{-0,045}$$

в) за размерите на детайла оставащи постоянни при износа на матрицата, съгласно формула:

$$L_M = L_0 = L_{\Pi} \pm 0,5\Delta$$

$$L_{M5} = 11,9 \pm 0,5 \cdot 2 = 11,9 \pm 0,01$$

На чертежа на поансона се представят изпълнителните размери на матрицата (без допуските) и се поставя изискване: „Поансона да се изпълни по матрицата с двустранна хлабина $z = 0,050 \text{ mm}$ “. Стойността на хлабината се определя по таблица.2.4.

За да се изработи матрицата по поансона е необходимо да се определят изпълнителните размери на поансона (фиг.68). Матрицата се изработва по поансона с хлабина $z = 0,050 \text{ mm}$.

Изпълнителните размери на поансона се определят по таблица.2.5, а прибавките за износване по таблица.2.4.

а) за размерите на детайла увеличаващи се при износа на щампата, съгласно формула:

$$L_{\Pi} = (L_M - \Pi - z + \delta^I) - \delta_I$$

$$\begin{aligned}
 L_{n1} &= (60,7 - 0,3 - 0,05 + 0,08)_{-0,08} \\
 &= 60,43_{-0,08} \\
 B_{n2} &= (62 - 0,3 - 0,05 + 0,08)_{-0,08} \\
 &= 61,73_{-0,08} \\
 B_{n3} &= (17 - 0,18 - 0,05 + 0,035)_{-0,035} \\
 &= 16,82_{-0,035}
 \end{aligned}$$

б) за размерите на детайла намаляващи се при износа на щампата, съгласно формула :

$$L_{\Pi} = (L_{\Pi} + \Pi + z - \delta^I)^{+\delta I}$$

$$B_{n4} = (27,9 + 0,20 + 0,05 - 0,045)_{-0,045}$$

$$= 28,1_{-0,045}$$

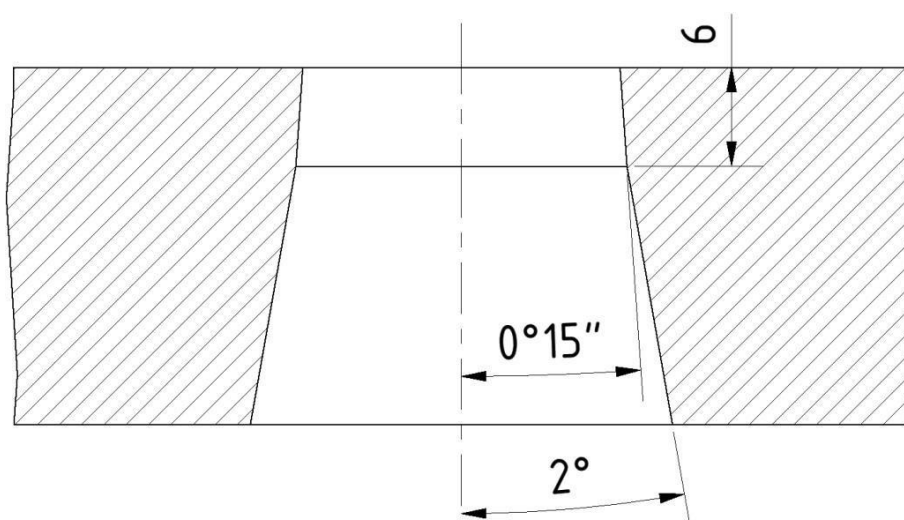
в) за размерите на детайла оставащи постоянни при износа на щампата , съгласно формула:

$$L_M = L_0 = L_{\Pi} \pm 0,5\Delta$$

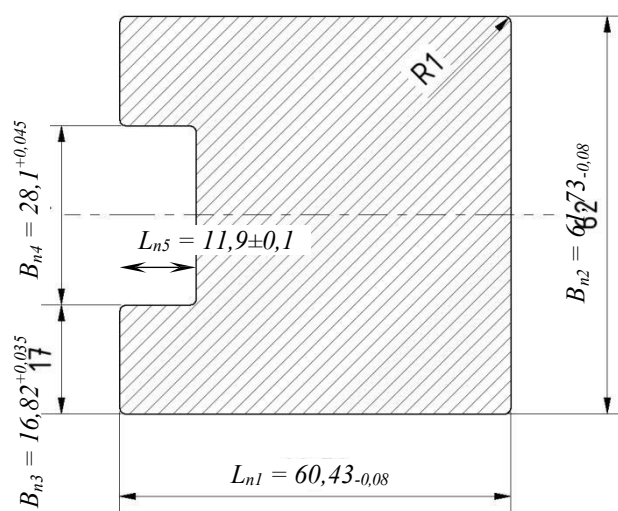
$$L_{M5} = 11,9 \pm 0,5 \cdot 2 = 11,9 \pm 0,01$$

4.1.8. Профил на работните отвори на матрицата.

Работните отвори на матрицата в разглеждания пример приемаме по таблица 2.11 тип II. Елементите на профила на работните отвори избираме по таблица 2.12. фиг.69.



Фиг.69 Профил на работната част на отворите в матрицата.



Фиг.68 Схема за определяне на изпълнителните размери на матрицата

Литература

1. Йончев Б., Вангелов Б., Фишеков Н. – Щанцоване и студено шамповане, Справочник, Техника, София, 1985г., 306 стр.
2. Романовский В.П. – Справочник по холодной штамповке, Машиностроение, Москва, 1972г., 777стр.
3. Руководящий технический материал: Щампы для холодной листовой шамповки, ред. изд-ва Яров Л.В., Издательство стандартов, Москва, 1966г., 270 стр.
4. Горячий Д.В., Ефремов С.И. – К експлуатация и ремонт штампов листовой шамповки, Машиностроение, Москва, 1969г., 150стр.
5. Белов А.Ф., Розанов Б.В., Линц В.П. – Объемная штамповка на гидравлических пресах, Машиностроение, Москва, 1971г., 241стр.
6. Мещерин В.Т. – Листовая штамповка: атлас схем, Машиностроение, Москва, 1975г., 227стр.
7. Фойгельман Г.А. – Альбом конструкций универсальных штампов блоках и узлов для холодной штамповки, Машиностроение, Москва, 1980г., 113стр.
8. Белов В.В., Хесин Г.И. - Щампы для листовой шамповки. Разчеты и конструирования, Машиностроение, Москва, 1992г., 295стр.
9. <http://www.copperalliance.eu/services/copper-key>
10. http://www.splav-kharkov.com/quest_form.php
11. <http://www.toolscout.de/ToolScout/>
12. <http://www.sandvik.com/en/>
13. <http://www.kennametal.com/en/home.html>
14. Фишеков Н. – Щанци с твърдосплавни режещи части, Техника, София, 1983г. 126стр.
15. ГОСТ 22472-87 Щампы для листовой шамповки. Общие технические условия
16. ASM Handbook, Vol. 14B, Metalworking: Sheet Forming, S.L. Semiatun, Volume editor, Materials Park, Ohio, 2006 ASM International, 841 p.
17. <http://www.keytometals.com/>, (on-line)
18. Stahlschlüssel 2001 for MS Windows 95/98/ME and MS windows NT/2000, version 3.00.0000, Verlag Stahlschuessel Wegst, CD
19. БДС EN ISO 4957:2000, Инструментални стомани, БИС, София, 38с.
20. Metal forming handbook / Schuler, Springer-Verlag, consulting editor Taylan Altan, Berlin Haidenberg, 1998, 563p.
21. Sheet metal forming process and applications, Edited by Taylan Altan and A. Erman Tekkaya, Materials Park OH 44073-0002, 2012 ASM International, 366p.
22. Ставрев Д., Нанкова Д., Харизанова С., Недев Н., Дичев П., Петров П., Киров С., - Технология на машиностроителните материали – ръководство за лабораторни упражнения, Трето издание, ВТП-ТУ Варна, 2012г., 212стр.
23. Попов Е. А. - Основы теории листовой шамповки, Машиностроение, Москва, 1977, 282 стр.
24. Цанков Ц., Попов Г., Пецов Г. – Обработване на металите чрез пластична деформация, Техника, София, 1995г., 371 стр.