

Христо МЕТЕВ
Калин КРУМОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКА ЕКИПИРОВКА

РЪКОВОДСТВО ЗА УПРАЖНЕНИЯ И КУРСОВА ЗАДАЧА



УНИВЕРСИТЕТСКО ИЗДАТЕЛСТВО
“ВАСИЛ АПРИЛОВ”
ГАБРОВО, 2021

Настоящото ръководство е предназначено да служи като методично пособие при провеждане на упражнения и разработване на курсова задача по дисциплината “Технологическа екипировка” изучавана от студентите от специалност “Компютърни технологии в машиностроенето” в Техническия университет – Габрово. Изложеният материал е тясно обвързан с изучените към момента на провеждане на упражненията курсове по “Основи на машиностроителните технологии” и “Технологии за механично обработване”, като естествено тяхно продължение. Същността на тематиката на упражненията е съобразена със съдържанието и задачите на лекционния курс, който по правило изпреварва хронологическия ред на упражненията.

Ефективното провеждане на всяко упражнение изисква предварително запознаване с него и припомняне на основни моменти от лекционния материал. За целта всяко упражнение започва с теоретични бележки по съответната тема.

В изложения материал за краткост са използвани следните съкращения:

- БЕ – базиращ елемент
- ЗУ – закрепващо устройство
- ИБ – изходна база
- П – приспособление
- СП – специално приспособление
- УТБ – установъчна технологическа база
- УСП – универсално-сглобяемо приспособление

Автор: доц. д-р инж. Христо Цанев Метев

Автор: гл. ас. д-р инж. Калин Красимиров Крумов

© Университетско издателство “Васил Априлов” – Габрово, 2021

Формат:

ISBN: 978-954-683-647-2

СЪДЪРЖАНИЕ

<i>УПРАЖНЕНИЕ № 1</i> БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯТА.....	4
<i>УПРАЖНЕНИЕ № 2</i> ПРОЕКТИРАНЕ НА БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА ЦИЛИНДРИЧНИ ПОВЪРХНИНИ.....	12
<i>УПРАЖНЕНИЕ № 3</i> ПРОЕКТИРАНЕ НА БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА ПРИЗМАТИЧНИ ЗАГОТОВКИ.....	20
<i>УПРАЖНЕНИЕ № 4</i> ТОЧНОСТ ПРИ УСТАНОВЯВАНЕ В МНОГОМЕСТНО ПРИСПОСОБЛЕНИЕ.....	27
<i>УПРАЖНЕНИЕ № 5</i> ЗАКРЕПВАНЕ НА ЗАГОТОВКИТЕ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ЗА МЕХАНИЧНА ОБРАБОТКА.....	33
<i>УПРАЖНЕНИЕ № 6</i> ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗАКРЕПВАЩАТА СИЛА ПРИ УСТАНОВЯВАНЕ НА ЗАГОТОВКИ В МАШИННА СТИСКА С ПНЕВМАТИЧНО ЗАДВИЖВАНЕ.....	44
<i>УПРАЖНЕНИЕ № 7</i> ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗАКРЕПВАЩАТА СИЛА ПРИ УСТАНОВЯВАНЕ НА ЗАГОТОВКИ ВЪРХУ ЕЛЕКТРОМАГНИТНА МАСА.....	48
<i>УПРАЖНЕНИЕ № 8</i> ТОЧНОСТ НА ИЗРАБОТВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯТА.....	51
<i>УПРАЖНЕНИЕ № 9</i> УНИВЕРСАЛНО-СГЛОБЯЕМИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	57
<i>УПРАЖНЕНИЕ № 10</i> ИКОНОМИЧЕСКА ЕФЕКТИВНОСТ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯТА.....	64
<i>КУРСОВА ЗАДАЧА</i> КОНСТРУИРАНЕ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ЗА УСТАНОВЯВАНЕ НА ЗАГОТОВКИТЕ.....	70
ЛИТЕРАТУРА.....	94

УПРАЖНЕНИЕ № 1

БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯТА

1. ВИДОВЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Приспособления (П) в машиностроенето се наричат допълнителни устройства към машините, които се използват за изпълняване на операциите от механичното обработване, сглобяването и контрола. Използването на *П* позволява правилното ориентиране на заготовките върху машината спрямо режещия инструмент и възможност за едновременно обработване на няколко заготовки без предварително разчертаване. *П* повишават производителността на труда чрез намаляване на основното и спомагателно време, значително намаляват брака и разширяват възможностите на машините.

Задачата по проектиране на *П* произтича от по-общата задача-проектиране на технологически процес за изработване на даден детайл. Всички изходни данни и принципни решения конструкторът на *П* получава от технолога.

В зависимост от вида на операциите, които се изпълняват върху тях, *П* биват [6]: за механично обработване, за контролиране на качествените параметри на детайлите и за сглобяване.

По предназначение приспособленията се подразделят на: *П* за установяване на заготовките към металорежещите машини; *П* за установяване на режещите инструменти (спомагателни инструменти); *П* за сглобяване (монтажни *П*); контролни *П*; *П* за захващане, преместване и завъртане на обработваните детайли и възли.

По степен на специализация приспособленията биват:

Универсални приспособления. Използват се в условията на единичното и дребносерийното производство. Към тях се отнасят универсалните патронници, планшайби, стиски, въртящи се делителни маси, делителни глави, дорници, центри, люнети и др. При обработване на детайлите в универсални *П* се налага да се извършва центроване на детайла, при което намалява производителността следствие на по-голямото спомагателно време необходимо за установяване на заготовките.

Пренастройвани (обратими) приспособления. Те са резултат от развитието на нормализацията и стандартизацията на *П*. Използват се в дребно и средносерийното производство, т.е. където е характерна честата смяна на произвежданите детайли. Задачата за бърза смяна се решава чрез: универсално-сглобяеми приспособления (*УСП*) и сглобяемо-разглобяеми приспособления (*СПП*); универсално-настройвани приспособления (*УНП*); универсално-регулируеми приспособления (*УРП*); групово пренастройвани приспособления (*ГПП*).

Специални приспособления. Предназначени са за конкретна операция от обработването на определен детайл. Използват се в едросерийното и масовото производство.

Според степента на механизация и автоматизация приспособленията биват: ръчни, механизирани, полуавтоматични и автоматични.

В състава на *П* влизат: базиращи елементи (*БЕ*), закрепващи устройства (*ЗУ*), елементи за настройване и направляване на режещите инструменти, корпусни и спомагателни елементи.

2. БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ

Базиращи елементи (БЕ) на *П* се наричат детайли и възли, които служат за ориентиране (базиране) на обработваните заготовки относно режещия инструмент. От тях зависи точността на установяване, удобството при работа и ефективността на операцията. Затова към тези елементи се поставят следните изисквания: продължително запазване на точността и взаимното им разположение; висока износоустойчивост на работните им повърхнини, което увеличава дълготрайността на *П*; удобство при установяване (базиране) на заготовките в процеса на работа; икономичност при изработване и експлоатацията им. Осигуряването им зависи от правилният избор на конструкцията, материала, термообработване, точност на изработване и сглобяване.

БЕ се изработват от нисковъглеродни стомани -С15, С20, 18Cr4, които се цементоват на дълбочина 0,8-1,2 mm и закаляват до твърдост HRC 54÷60. При по-малки размери те се изработват от високовъглеродна инструментална стомана – U70, U80, U100 и др.

За базиране на заготовките по **равнинни повърхнини** се използват *основни и допълнителни (спомагателни)* опори

Основните базиращи опори биват *постоянни, регулируеми и самоустановяващи се.*

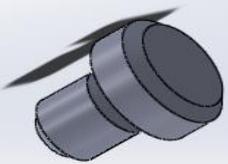
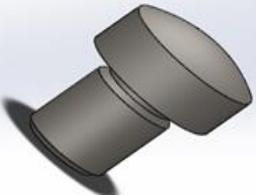
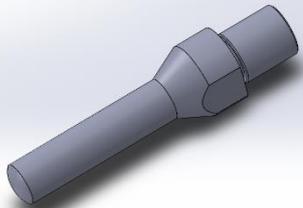
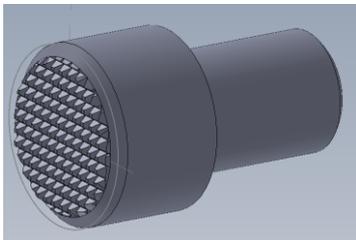
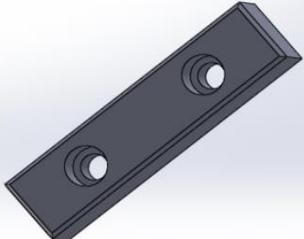
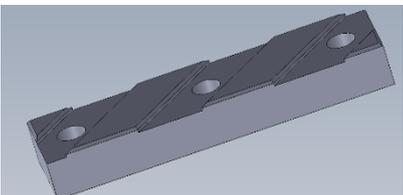
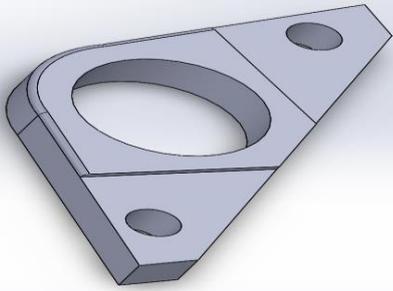
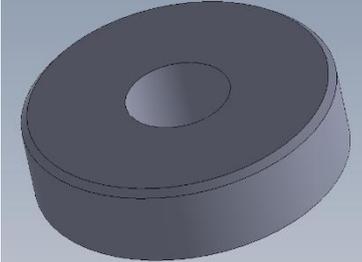
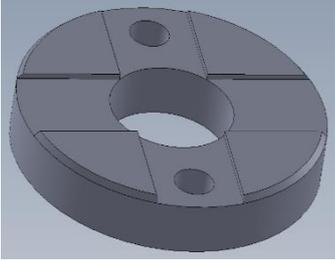
Основните постоянни опори биват цилиндрични, плоски (опорни пластини) и опорни шайби (табл. 1.1).

Основните постоянни цилиндрични опори биват с плоска, сферична или назъбена (рифелована) работна глава.

Постоянните цилиндрични опори се изработват с плоска глава при базиране по чисти бази на заготовката и със сферична или назъбена глава - при базиране по първични (чернови) бази. Дългите цилиндрични опори със сферична глава (тип 2 или тип 3) се използват при наличие на издатини или стъпала, с размер по-голям от 60 mm, по повърхнината, използвана за УТБ. Постоянните цилиндрични опори се закрепват в тялото на *П* или в закалена преходна втулка с преходна сглобка. Отвора в тялото е проходен което облекчава обработването и разглобяването при ремонт. Важно изискване е всички опори с плоска глава, които се допират до дадена базираща повърхнина на

заготовката, да имат еднаква височина. Това се постига чрез едновременното им шлифване, след установяването им към корпуса на П.

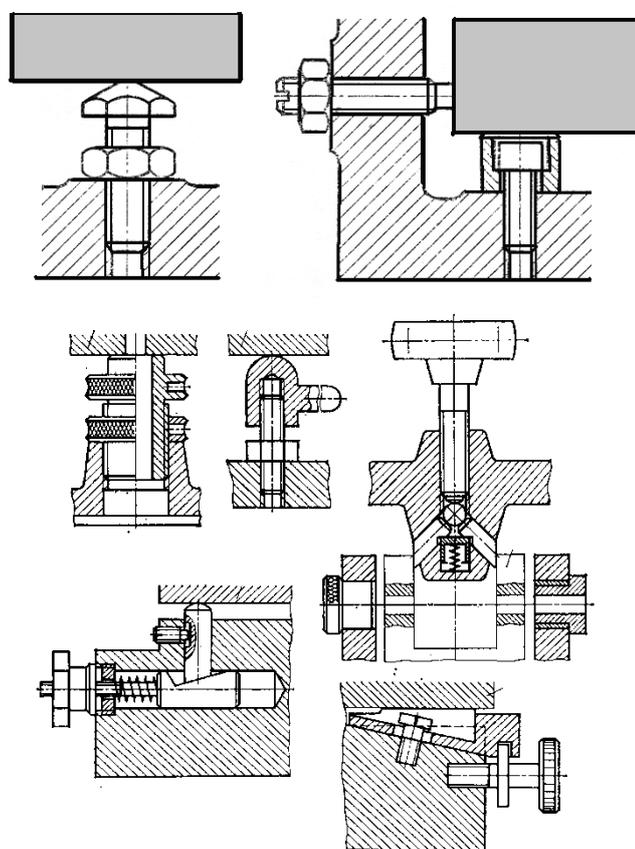
Табл. 1.1 Базираци елементи за установяване по равнинни повърхнини

 <p>опора цилиндрична с платка глава</p>	 <p>опора цилиндрична със сферична глава тип1</p>	 <p>Опора дълга цилиндрична със сферична глава тип 2</p>
 <p>Опора дълга цилиндрична със сферична глава тип 3</p>	 <p>опора цилиндрична с назъбена глава</p>	 <p>опора плоска (пластина) тип1</p>
 <p>опора плоска (пластина) тип 2</p>	 <p>опора плоска (пластина) тип3</p>	
 <p>опорна шайба тип1</p>	 <p>опорна шайба тип 2</p>	

При установяване на заготовки с по-големи габаритни размери по обработени базови повърхнини се използват плоски опорни пластини. Те се изпълняват без канали (тип1) и с наклонено разположени канали (тип 2).

Целесъобразно е пластините без канали да се закрепват към вертикалните страни на тялото на приспособлението. Ако те са поставени хоризонтално, между главите на винтовете за закрепване (разположени на $1\div 2$ mm под работната повърхнина на пластината) и отвора в пластината се вмъкват и задържат тънки стружки, които трудно се отделят при почистване на приспособлението. Така се нарушава условието за пълен контакт между базовата повърхнина на заготовката и пластините. Този недостатък е отстранен при пластините с канали, тъй като при тях отворите за закрепващите винтове са изработени в каналите.

Регулируеми опори (фиг.1.1) биват *винтови* и *клиноплунжерни*. Те се използват както за основни така и като допълнителни опори. Когато са основни те служат за базиране на заготовки по груби необработени повърхнини.

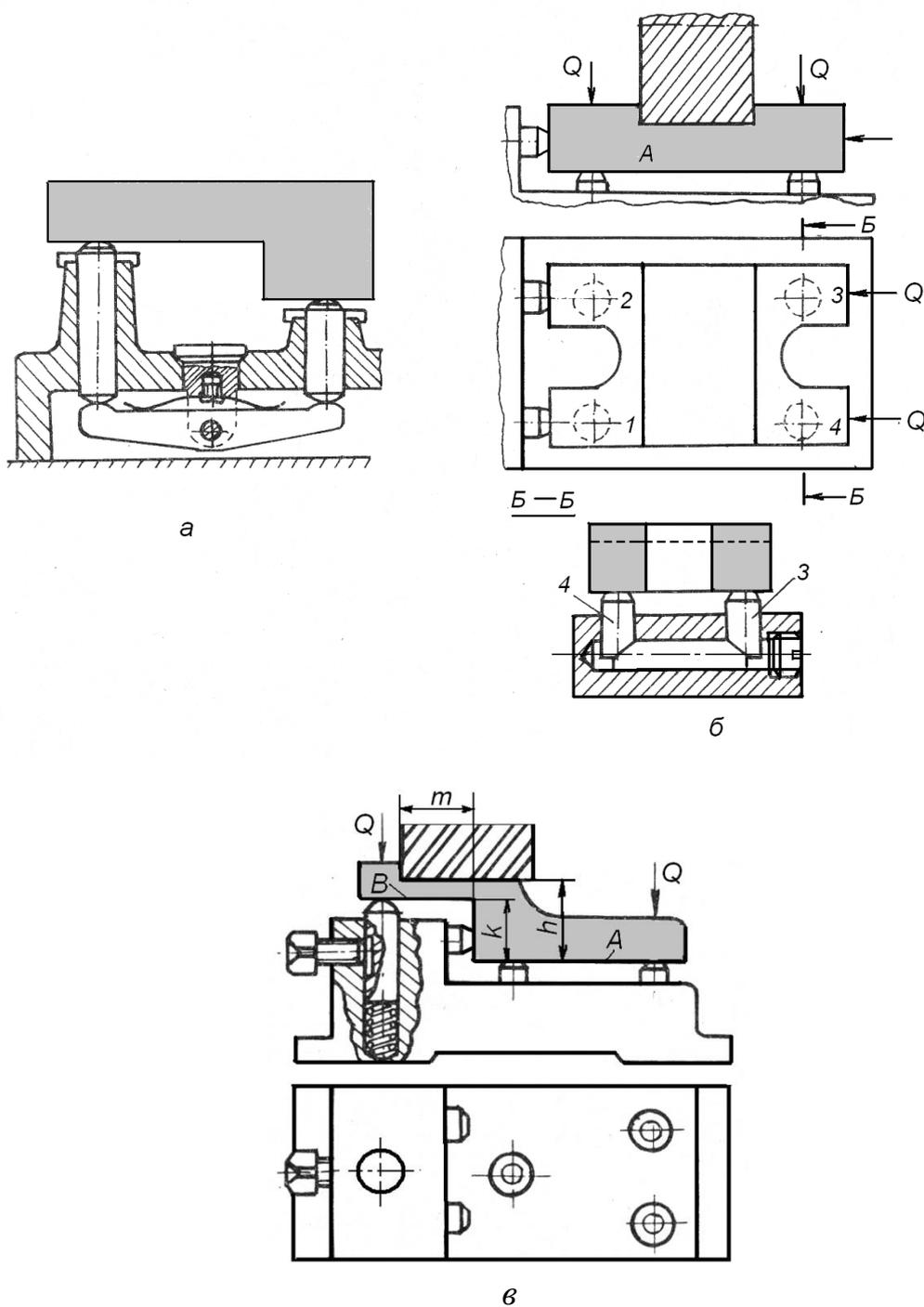


Фиг. 1.1. Регулируеми опори

Често възниква необходимост регулируемите опори да се установят в неудобни места. В такъв случай се използват плунжерните регулируеми опори, като ъгълът на наклона на клиновата двойка е $\alpha > 10^\circ$, т.е. без самозадържане, което позволява бързо подвеждане на плунжера към базата на заготовката, след което клина и плунжера се застопоряват посредством винт, гърбица със сачма и др.

Ако едновременно се използват няколко регулируеми опори, те не трябва да се задействат последователно, а в кръстосан ред.

Самоустановяващи се опори (фиг.1.2) се прилагат като основни и допълнителни опори. Като основни опори се използват, ако заготовката има сложна форма или повърхнината е необработена, и установяването по постоянни опори е затруднено.



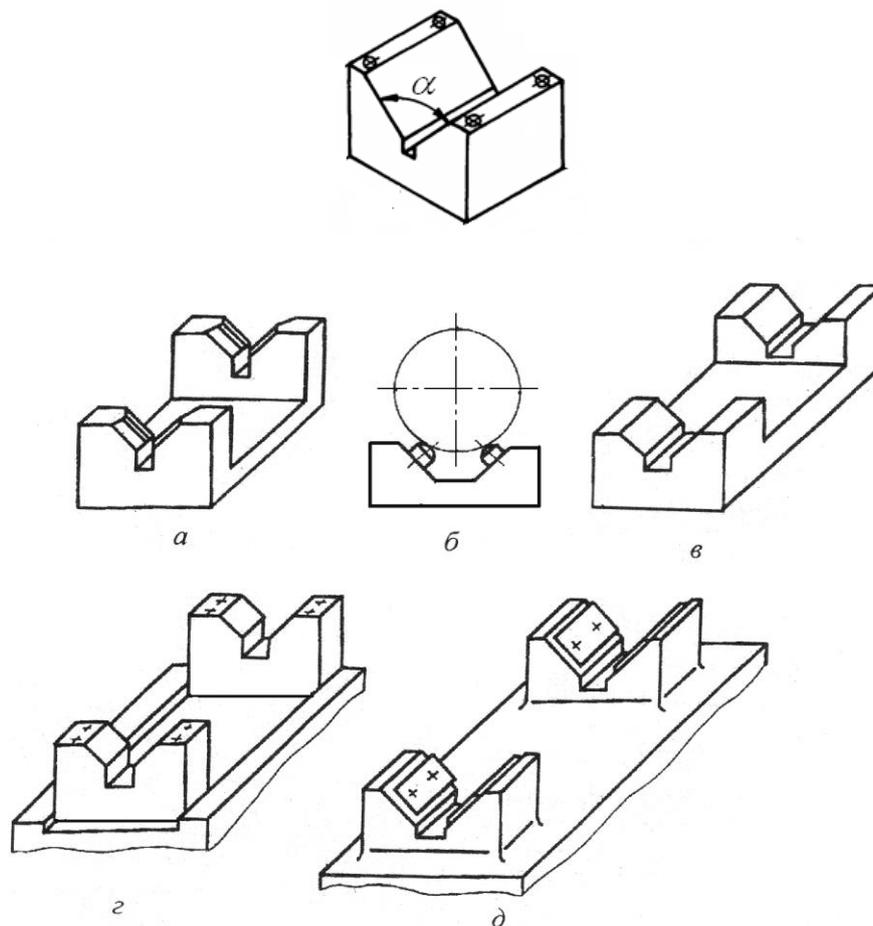
Фиг.1.2. Самоустановяващи се опори (а, б – основни; в – допълнителни)

Базирането на заготовките по външна цилиндрична повърхнина и перпендикулярна на нея равнина се извършва в патронници, призми (фиг. 1.3) или втулки.

Стандартизираните призми се изработват от стомана *18Cr4* с цементация на дълбочина $0,8 \div 1,2 \text{ mm}$ и закаляване до *HRC 56 ÷ 62*.

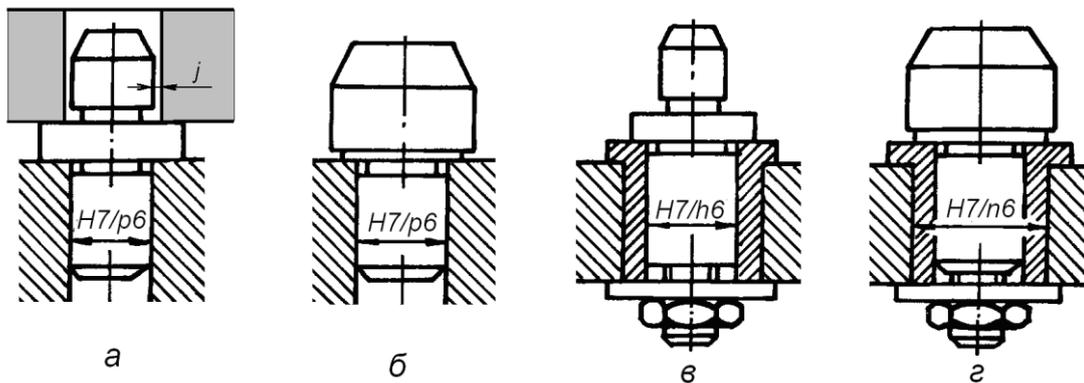
При установяване по външна цилиндрична повърхнина на детайли от типа на тройници и кръстачки, установяването се извършва по три тесни призми като във втория случай е необходимо да се използва и допълнителна опора.

Примерни схеми на установяване по външни цилиндрични повърхнини са показани на фиг.1.3.

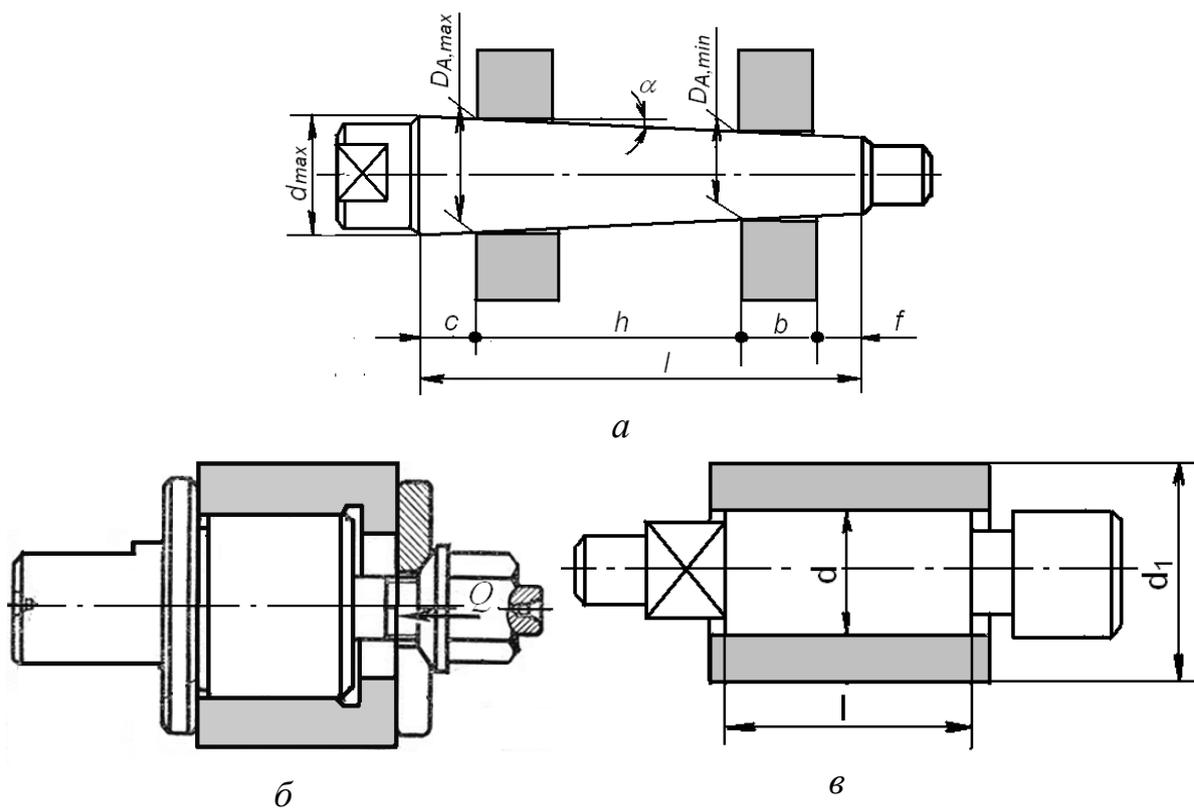


Фиг. 1.3 Базираци призми

Базирането на заготовките по вътрешна цилиндрична повърхнина се извършва по палци (фиг. 1.4), дорници (фиг. 1.5) и патронници без упор или с упор по челната повърхнина.

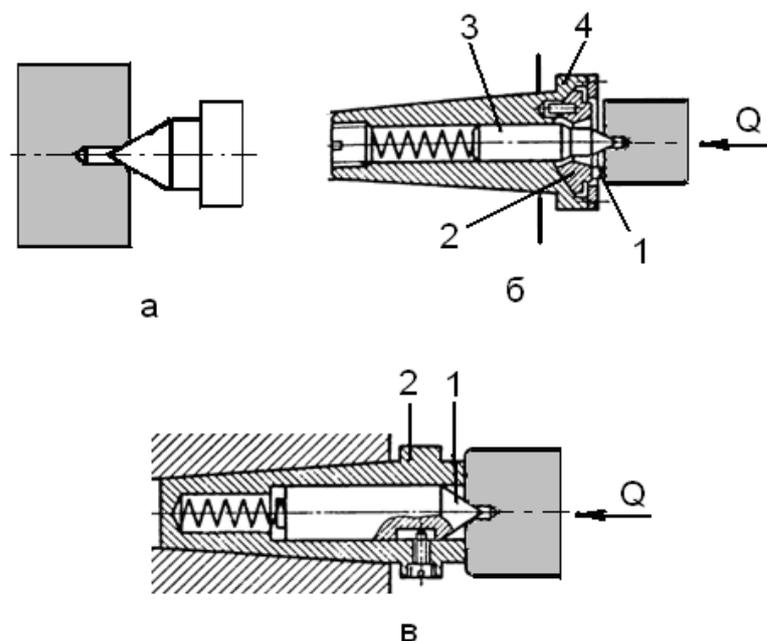


Фиг. 1.4 Базираци палци



Фиг. 1.5 Базираци дорници (а – конусен; б – цилиндричен за установяване със стегнатост; в – цилиндричен за установяване с хлабина)

Базирането по центрови отвори се извършва на центри (фиг. 1.6), които биват стандартизирани и със специална конструкция.



Фиг. 1.6 Базираци центри (а – твърд; б – назъбен; в – плаващ)

Базирането по съчетание от няколко повърхнини се използва тогава, когато като бази се използва съвкупност от отделни елементарни повърхнини на заготовката. В този случай трябва да се спазва принципът за разделяне функциите на базиране между отделните БЕ на приспособлението: *всеки базиращ елемент трябва да е свободен от функциите, които се изпълняват от друг базиращ елемент.*

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

3.1. Студентите се запознават с конструкции на Π за установяване на заготовките и с БЕ.

3.2 За зададен от ръководителя на упражнението детайл, технологическа операция и схема на установяване се извършва следното:

- 1) Избор на видове и конструкции БЕ в зависимост от вида и състоянието на УТБ;
- 2) Съставяне идейна схема на Π .

УПРАЖНЕНИЕ № 2

ПРОЕКТИРАНЕ НА БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА УСТАНОВЯВАНЕ ПО ЦИЛИНДРИЧНИ ПОВЪРХНИНИ

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

Осигуряването на зададената точност при механично обработване с използването на Π за установяване на заготовките в голяма степен зависи от избора на установъчните технологически бази (УТБ) и схемите за установяване. За една и съща операция, в качеството на УТБ могат да се използват различни повърхнини или съчетания от повърхнини. Пригодността на една схема се определя съобразно предявените точностни изисквания към разглежданата операция. При това дадена схема на установяване може да бъде подходяща за едни точностни показатели и технически изисквания и да бъде неприемлива за други. Често пригодността на дадена схема се определя от големината на допуските на осигуряваните точностни показатели при спазване на условието [4,9]:

$$Vl = V_y l + V_{\text{обр}} l \leq Tl, \quad (2.1)$$

където Vl е общото (резултатно) разсейване на размера l ; $V_y l$ – разсейването от неточност при установяване; $V_{\text{обр}} l$ – средната икономична точност на метода на обработване [6]; Tl – допускът на размера l .

Неточността от установяване ($V_y l$) зависи от неточността от базиране ($V_{\delta} l$), неточността от закрепване ($V_3 l$) и неточността от Π ($V_{\text{пр}} l$). Най-вероятната и стойност се определя по зависимостта [4]:

$$V_y l = \sqrt{V_{\delta} l^2 + V_3 l^2 + V_{\text{пр}} l^2} \quad (2.2)$$

При това неточността $V_{\text{пр}} l$, дължаща се на неточност от изработване и сглобяване на Π , неговото износване и неточност от установяване на Π върху машината се отчита при многоместни Π , приспособления - спътници (при автоматичните линии) и приспособления – дубльори, когато не може да бъде компенсирани и влияе върху общото поле на разсейване на размерите като случайна величина. В останалите случаи в израза (2.2) тя се анулира.

Неточността от базиране ($V_{\delta} l$) зависи от приетата схема на базиране като се получава при неспазване на принципа за единство на базите, т.е. при несъвпадане на изходната (ИБ) с УТБ и се определя като разлика между граничните разстояния на свързващия ги размер.

Неточността от закрепване ($V_3 l$) се получава от изместване на ИБ под действие на силата на закрепване Q и се определя по зависимостта [4,6]:

$$V_3 l = (y_{\text{max}} - y_{\text{min}}) \cos \beta, \quad (2.3)$$

където y_{min} и y_{max} са минималното и максималното изместване на ИБ в резултат на приложените сили на закрепване; β - ъгълът между направлението на получавания размер и направлението на изместване на ИБ.

От всички премествания във веригата на предаване на силата на закрепване най-голяма стойност (при достатъчна стабилност на тялото на II) имат преместванията в контактите “заготовка-базиращи елементи”. Тези премествания могат да се определят експериментално или да се изчислят [5].

От израза (2.3) се вижда, че V_3l може да се намали при използване на закрепващо устройство ($ЗУ$) осигуряващо постоянна закрепваща сила Q и при избор на такава схема на закрепване при която силата на закрепване Q да е приложена перпендикулярно на получавания размер ($\beta = 90^\circ$).

Анализът на възможните схеми на установяване за дадена операция се провежда в следната последователност:

1. Преди анализа на всяка схема, трябва да се изяснят предявените точностни изисквания и технически условия;
2. Определят се $УТБ$ като се отчита дали тя е първична или вторична;
3. Уточнява се схемата на закрепване – приложна точка, големина и евентуално колебание на закрепващата сила;
4. Ако $УТБ$ и $ИБ$ не съвпадат се определя неточността на базиране V_6l ;
5. След приблизително определяне на неточността от закрепване V_3l (2.3) и неточността от $II V_{np}l$ (2.2) се пресмята неточността от установяване $V_y l$;
6. Определя се средната икономична точност на приетия метод на обработване $V_{обр}l$ [9];
7. Дава се заключение за пригодността на схемата при проверка за спазване на условие (2.1);
8. Когато се анализират няколко равностойни схеми за една операция и при всички е спазено условие (2.1), препоръчват се тези осигуряващи по-висока точност или най-проста конструкция на II .

2. БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ

За установяване на ротационни заготовки се използват следните $БЕ$:

- по външни цилиндрични повърхнини – челюсти (патронници), призми и втулки;
- по вътрешни цилиндрични и конусни повърхнини – дорници, палци и центри;
- по съчетание от някоя от гореизброените повърхнини и равнинна (челна) повърхнина.

Работните повърхнини на базащите палци и дорници при установяване на заготовки с гарантирана хлабина се изработват с допускови полета $g5$, $g6$, $f6$, $f7$ и $e7$, а на базащите втулки – $G5$, $G6$, $F7$, като при това получаващата се неточност от базиране не трябва да превишава допустимата определена от условие (2.1).

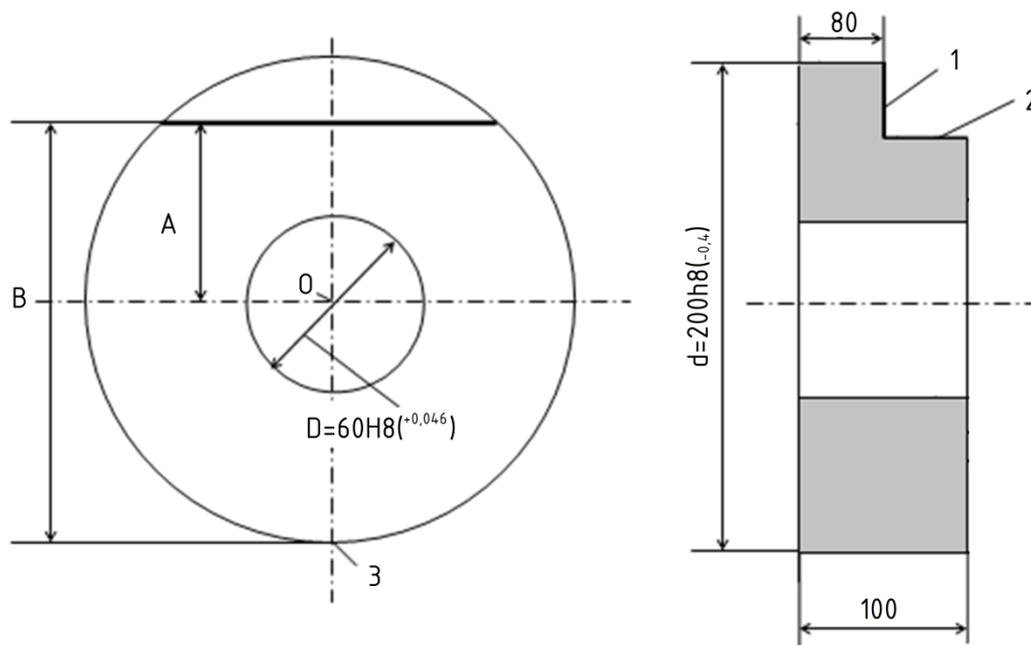
Работните повърхнини на цилиндричните дорници за установяване на заготовките със стегнатост се изработват с допускови полета n , p , r , s , t по 5 и 6 степен на точност при условието за осигуряване на неподвижност на заготовката при механичното обработване.

3. ПРИМЕРНА ЗАДАЧА

3.1 Примерен детайл

Примерните схеми на установяване са съставени въз основа на представения на фиг. 2.1 детайл, чиито повърхнини 1 и 2 се обработват на вертикално фрезова машина. Разгледани са два варианта на задаване на положението на повърхнина 2 – спрямо изходна база оста O - размер $A = 80 \pm 0,1 \text{ mm}$ и спрямо изходна база образуващата на външната цилиндрична повърхнина 3 - размера $B = 180 \pm 0,1 \text{ mm}$.

Средната икономична точка на метода на обработка е $V_{обр.} = 0,120 \text{ mm}$.



Фиг. 2.1 Примерен детайл

3.2 Схеми на установяване

Представените схеми на установяване (табл.2.1) се основават на:

При *схема №1* базирането е по равнинна (челна) повърхнина, която е главна *УТБ* (отнема 3 степени на свобода) и цилиндричен отвор, който е центровъчна *УТБ* (отнема 2 степени на свобода). Възможни са два варианта на затягане:

- посредством осова сила на затягане Q' насочена срещу главната *УТБ* (схема на П 1.1) ;
- посредством радиални сили Q'' (схема на П 1.2).

При *схема №2* базирането се осъществява също по челна повърхнина, която е главната *УТБ* и външната цилиндрична повърхнина, която е центровъчна *УТБ*. Вариантите на затягане също са два – осово (схеми на П 2.1 и П2.3) и радиално (схема на П 2.2).

3.3 Схеми на приспособления

За всяка от разгледаните схеми на установяване са възможни повече от един вариант схеми на П.

Табл. 2.1. Схеми на установяване и схеми на приспособления

№	Схеми на установяване	Схеми на приспособления		
		№	БЕ	Схеми на П
1		1.1	Базирац палец с хлабина	
		1.2	Базирац палец цангов тип	
2		2.1	Базираца призма	
		2.2		

Табл. 2.1. Схеми на установяване и схеми на приспособления (продължение)

1	2	3	4	5
2		2.3	Базираща втулка	

3.3.1. Варианти на П при схема на установяване № 1

- Базиране посредством БЕ – цилиндричен палец с хлябина 1 и три цилиндрични опори 2 (схема 1.1).

При **изходна база оста О (размер А)** разсейването от неточност при базиране се определя от максималната диаметрална хлябина j_{max} между палеца и отвора

$$V_6A = j_{max} = j_{min} + Td_n + TD$$

В случая разсейването от неточност при закрепване е $V_3A=0$, тъй като $\beta = 90^\circ$ (формула 2.3).

Замествайки в (2.2) и (2.2) в (2.1) се получава:

$$(j_{min} + Td_n) \leq TA - TD - V_{обп}A = 0,2 - 0,046 - 0,12 = 0,034 \text{ mm}$$

Подбирането на допуски на палеца 1 се извършва от условието (фиг. 2.2):

$$ei \leq (j_{min} + Td_n).$$

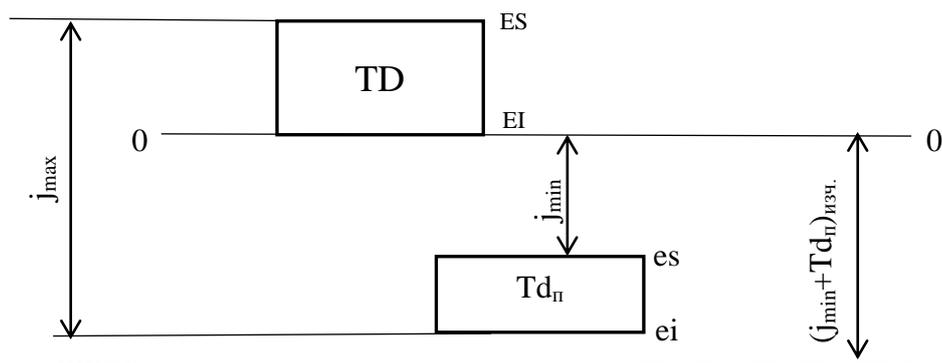
При **изходна база образуващата 3-3 (размер В)** разсейването от неточност при базиране V_6B допълнително ще зависи от разсейването на външния диаметър Vd :

$$V_6B = j_{max} + Td/2 = j_{min} + Td_n + TD + Td/2.$$

И в този случай $V_3B = 0$.

Замествайки в (2.2), и (2.2) в (2.1) се получава:

$$(j_{min} + Td_n)_{изч.} \leq TB - Td/2 - TD - V_{обп}B = 0,2 - 0,4/2 - 0,046 - 0,12 = -0,166, \text{ т.е. в този случай схемата не осигурява зададената точност } (\pm 0,1 \text{ mm}).$$



Фиг. 2.2 Разположение на допусковите полета на палеца и отвора

За препоръчителните допускови полета, са дадени следните отклонения за валове с диаметри 50 ÷ 80 mm (табл. 2.2) [8] :

Табл. 2.2

Отклонение, μm	Допусково поле				
	<i>g5</i>	<i>f6</i>	<i>g 6</i>	<i>f7</i>	<i>e7</i>
<i>es</i>	-10	-30	-10	-30	-60
<i>ei</i>	-23	-49	-29	-60	-90

Вижда се, че точността се осигурява при допускови полета на работната повърхнина на палеца *g5* и *g6*. Следователно като размери могат да се приемат $d = \Phi 60 g5 \begin{pmatrix} -0,01 \\ -0,023 \end{pmatrix}$ или $d = \Phi 60 g6 \begin{pmatrix} -0,01 \\ -0,029 \end{pmatrix}$.

От икономическа гледна точка е по-целесъобразно да се избере размера $d = \Phi 60 g6 \begin{pmatrix} -0,01 \\ -0,029 \end{pmatrix}$, при който очакваната точност на размера *A* е:

$$VA = j_{min} + Td_n + TD + V_{обр}A = 0,01 + 0,019 + 0,046 + 0,12 = 0,195 < TA$$

Следователно допусковото поле осигурява запас в точността 0,005 mm.

- Базиране посредством *BE* – цилиндричен палец със стегнатост 1 и три цилиндрични опори 2 (схема 1.2).

Разсейването от неточност при базиране или изходна база размера *A* е $V_{\phi}A=0$, откъдето:

$$VA = V_{обр}A = 0,12 < TA,$$

т.е. схемата на *II* осигурява зададената точност.

При изходна база размера *B* - $V_{\phi}B = Td/2$, откъдето:

$$VB = Td/2 + V_{обр}B = 0,2 + 0,12 = 0,32 > TB,$$

т.е. схемата на *II* не осигурява зададената точност.

От провереният точностен анализ на описаните варианти на Π , за *схема на установяване № 1* се вижда, че по-лесно се достига зададената точност при *ИБ* – оста O (размер A).

От експлоатационна гледна точка *схема 1.2* осигурява по-голямо бързодействие, тъй като при *схема 1.1* се налага снемане на гайката 3 или поне на шайбата 4. В *замяна на това схема 1.1* осигурява по-просто по конструкция Π .

3.3.2 Варианти на Π при *схема на установяване № 2*

- *Базиране посредством БЕ – призма и три цилиндрични опори 2.*

Възможни са две *схеми на Π* в зависимост от варианта на *затягане* – осово (*схема 2.1*) и радиално (*схема 2.2*). По отношение на *неточност от закрепване* *схема 2.1* е по-целесъобразна, тъй като $V_{\alpha}A = V_{\alpha}B = 0$ (формула 2.3 - $\beta = 90^\circ$).

Разсейването от *неточност от базиране* и за двете *схеми* зависи от диаметъра на *външната повърхнина* и *ъгъла на призмата* и се определя със зависимостите (2.4) и (2.5), съответно при *ИБ* размер A и при *изходна база* размера B [4,6]:

$$V_{\alpha}A = \frac{Td}{2 \sin(\alpha/2)}; \quad (2.4)$$

$$V_{\alpha}B = \frac{Td}{2} \left(\frac{1}{\sin(\alpha/2)} - 1 \right). \quad (2.5)$$

Замествайки в (2.2), и (2.2) в (2.1) при *ИБ* размер A се получава:

$$VA = \frac{Td}{2 \sin(\alpha/2)} + V_{\text{опр}}A \leq TA,$$

откъдето се определят възможните стойности на *ъгъла α* :

$$\alpha \geq 2 \arcsin \left[\frac{Td}{2(TA - V_{\text{опр}}A)} \right] = 2 \arcsin \left[\frac{0,4}{2(0,2 - 0,12)} \right] = 2 \arcsin(2,5),$$

т.е. в този случай *схемата* не осигурява зададената точност $\pm 0,1 \text{ mm}$.

При *ИБ* размера B се получава:

$$VB = \frac{Td}{2} \left(\frac{1}{\sin(\alpha/2)} - 1 \right) + V_{\text{опр}}B \leq TB,$$

откъдето:

$$\alpha \geq 2 \arcsin \left[\frac{Td}{Td + 2(TB - V_{обр}B)} \right] = 2 \arcsin \left[\frac{0,4}{0,4 + 2(0,2 - 0,12)} \right] = 91,2^\circ,$$

т.е. схемата може да се приложи при $\alpha \geq 91,2^\circ$ или ако се използва стандартизирана призма, тя трябва да е с $\alpha = 120^\circ$.

- *Базиране посредством БЕ – втулка 1 и три цилиндрични опори 2 (схема 2.3)*

И при двете ИБ (размери A и B) разсейването от неточност при базиране се определя от максималната диаметрална хлабина между отвора на втулката и външната цилиндрична повърхнина:

$$V_{\sigma A} = V_{\sigma B} = j_{max} = j_{min} + TD_{\sigma m} + Td.$$

Разсейването от закрепване е $V_{\sigma A} = V_{\sigma B} = 0$ (формула 2.3 - $\beta = 90^\circ$).

Замествайки израза за $V_{\sigma A}$ и $V_{\sigma B}$ в (2.2), и (2.2) в (2.1) се получава израза:

$$(j_{min} + TD_{\sigma m})_{изч.} \leq TA - Td - V_{обр}B = 0,2 - 0,4 - 0,12 = -0,32 \text{ mm}$$

Следователно тази схема не осигурява точността и на размерите A и B и отпада от по-нататъшния анализ.

В резултат на проведения анализ се установява, че при зададена ИБ – образуващата 3-3 (размер B) приложима е схема 2.1 при условие, че ъгъла на базиращата призма е $\alpha = 120^\circ$.

4. ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

За зададен детайл и конкретна технологическа операция се извършва следното:

- 4.1 Съставяне на възможните схеми на установяване и съответните им схеми на II ;
- 4.2 Анализ на схемите на II и избор на целесъобразна такава;
- 4.3 Определяне на размерите на работните повърхнини на BE .

УПРАЖНЕНИЕ № 3

ПРОЕКТИРАНЕ НА БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА УСТАНОВЯВАНЕ НА ПРИЗМАТИЧНИ ЗАГОТОВКИ

1. БАЗИРАНЕ И БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ

За установяване на призматични заготовки най-често се използват следните БЕ:

- по равнинни повърхнини – цилиндрични опори и опорни пластини;
- по вътрешни цилиндрични повърхнини – палци и центри;
- по външни цилиндрични повърхнини – призми .

При установяване по различни видове УТБ (напр. равнинна повърхнина и два отвора, две равнинни повърхнини и отвор и др.) се използва комбинация от съответните за всяка повърхнина БЕ. В този случай за намаляване на неточността от базиране трябва да се разделят функциите на базиране между отделните БЕ на Π изхождайки от принципа [6] – всеки БЕ да е освободен от функциите, които се използват от друг БЕ.

2. БАЗИРАНЕ ПО ДВА ОТВОРА С УСПОРЕДНИ ОСИ И ПЕРПЕНДИКУЛЯРНА НА ТЯХ РАВНИННА ПОВЪРХНИНА

2.1 ПРИМЕРЕН ДЕТАЙЛ

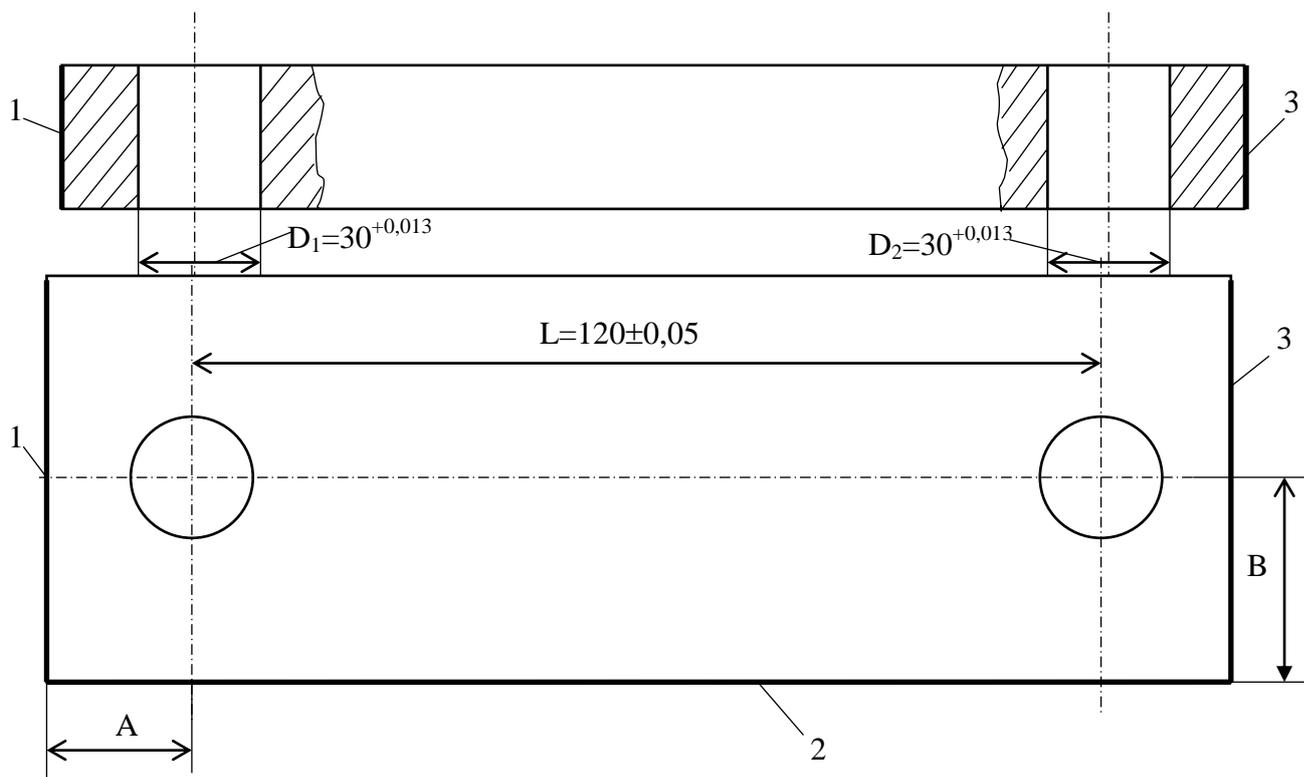
Схемата на установяване е разгледана за представения на фиг. 3.1 детайл, чиито равнинни повърхнини 1, 2 и 3 се фрезозат, като фрезозането на 1 и 3 е едновременно с набор от две фрези. Положението на обработваните повърхнини е зададено с размери $A=40^{+0,15}$ и $B=50^{+0,2}$ спрямо ИБ – осите на отворите. Средната икономична точност на метода на обработване е $V_{обр} = 0,1 \text{ mm}$.

2.2 СХЕМА НА УСТАНОВЯВАНЕ

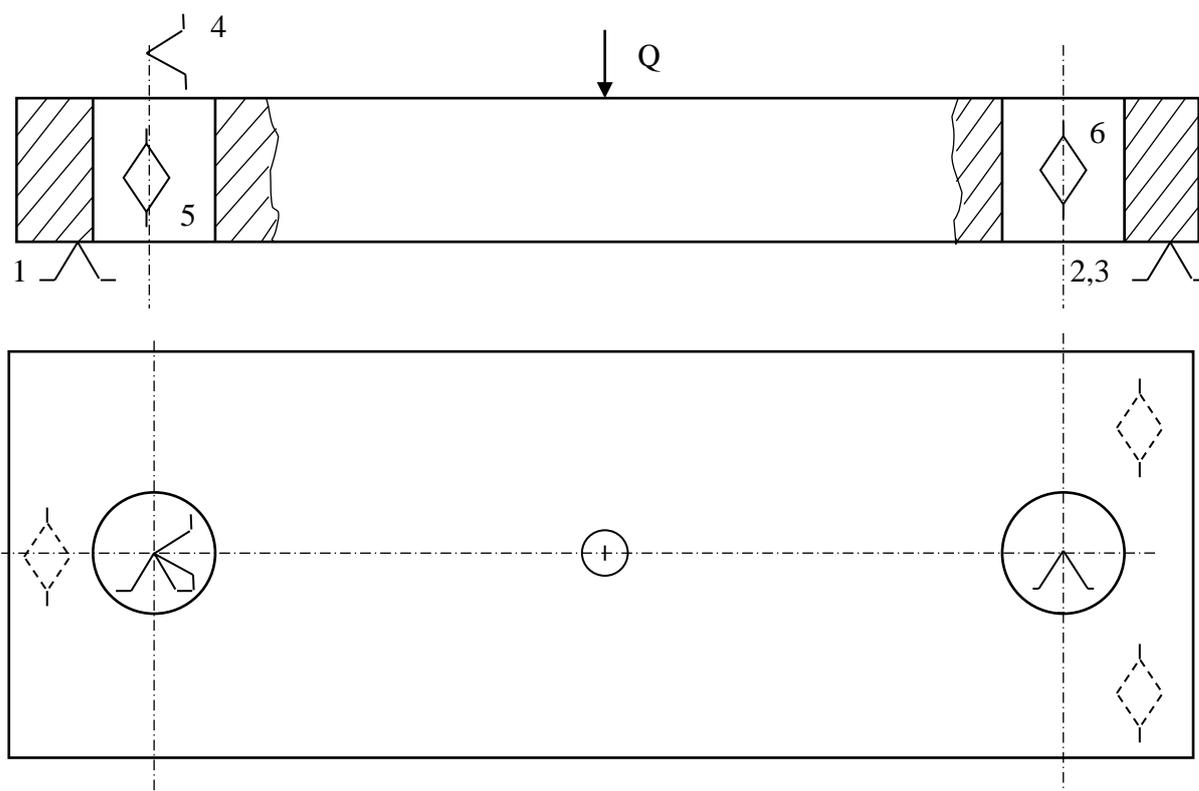
Базирането (фиг. 3.2) е по равнинната повърхнина, която е главна УТБ (отнема 3 степени на свободи) и двата отвора, като левият е центровъчна УТБ (отнема 2 степени на свобода), а десният - опорна УТБ (отнема 1 степен на свобода). Затягането се осъществява посредством сила Q насочена срещу главната УТБ.

2.3 БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ

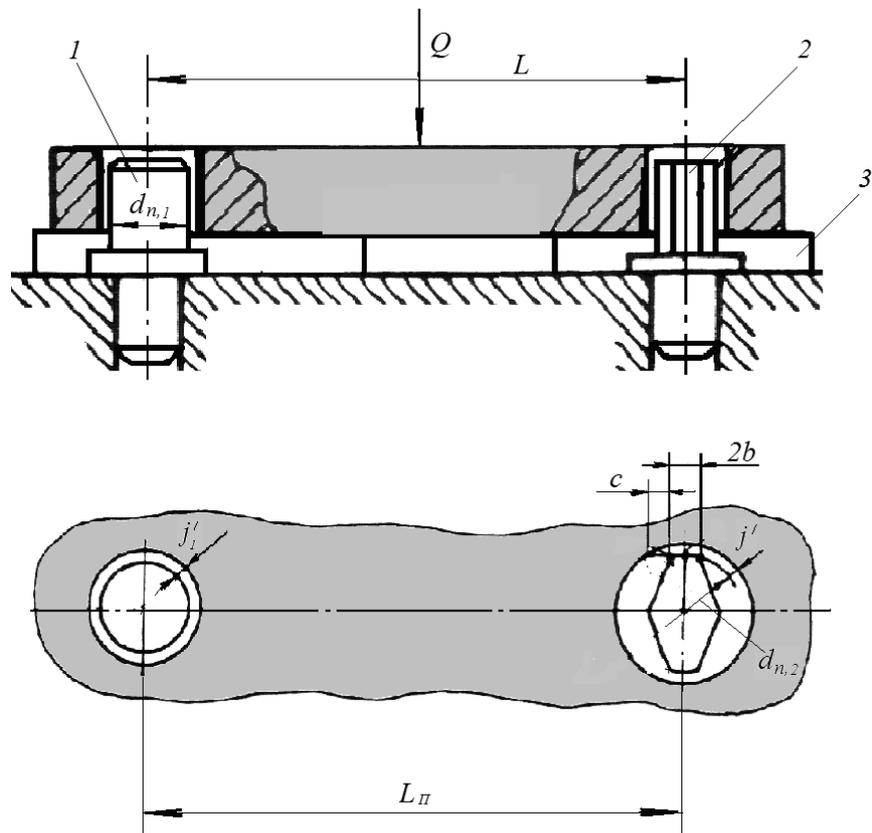
Като БЕ се използват (фиг. 3.3) два палеца 1 и 2, единия от които трябва да се освободи от функцията за базиране в направление на размера L . За да не се наруши принципа на базиране палците са къси със стъпални челни повърхнини, като единия от тях е срязан (с ромбовидна форма). Равнинната повърхнина се базира върху опорни пластини 3, с което се отнемат 3 степени на свобода. Левият отвор се базира върху работната повърхнина на цилиндричния палец, с който се отнемат 2 степени на свобода, а десният – върху работната повърхнина на срязания палец, отнемаща последната степен на свобода.



Фиг. 3.1 Примерен детайл



Фиг. 3.2 Схема на установяване за операция "Фрезова"



Фиг. 3.3 Базираци елементи за операция “Фрезова”

2.4 ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА БАЗИРАЩИТЕ ПАЛЦИ

Изхождайки от условието за осигуряване точността на зададените размери (формула 2.1 – Упражнение №2), където разсейването от закрепване е $V_3A = V_3B = 0$ (формула 2.3 - $\beta = 90^\circ$), се получава:

- за размера A

$$VA = j_{1, \min} + Td_{n,1} + TD_1 + V_{обр}A \leq TA,$$

откъдето

$$(j_{1, \min} + Td_{n,1})_{узч} \leq TA - TD_1 - V_{обр}A = 0,15 - 0,013 - 0,1 = 0,037 \text{ mm.}$$

- за размера B

$$VB = j_{1, \min} + Td_{n,1} + TD_1 + V_{обр}B \leq TB,$$

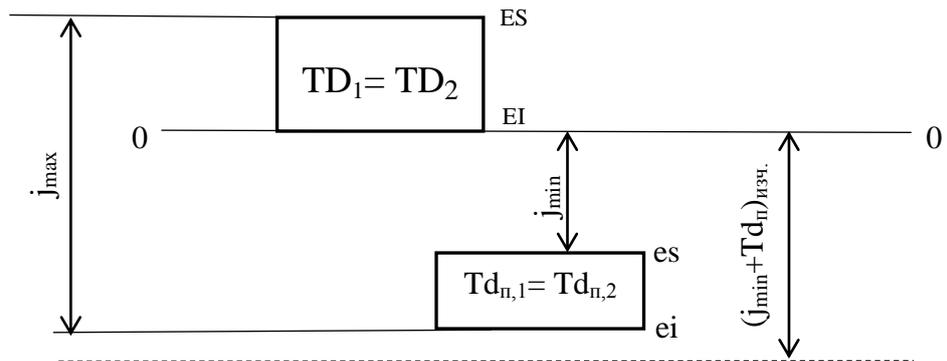
откъдето

$$(j_{1, \min} + Td_{n,1}) \leq TB - TD_1 - V_{обр}B = 0,2 - 0,013 - 0,1 = 0,087 \text{ mm.}$$

За определяне допуските на диаметъра на цилиндричния палец и на цилиндричната лента на срязания палец ($Td_{n,1} = Td_{n,2} = Td_n$) определящ е размера A , при които сумата $(j_{\min} + Td_n)_{узч}$ е минимална.

От схемата (фиг.3.4) се вижда, че трябва да се подбере такова допусково поле за което $ei \leq (j_{\min} + Td_n)_{узч}$ [8].

За валове с диаметри $30 \pm 0,05 \text{ mm}$ отклоненията за препоръчаните допускови полета, са дадени в табл. 3.1.



Фиг. 3.4 Разположение на допусковите полета на палеца и отвора

Табл. 3.1

	<i>g5</i>	<i>f6</i>	<i>g6</i>	<i>f7</i>	<i>e7</i>
<i>es</i>	- 7	- 20	- 7	- 20	- 40
<i>ei</i>	- 16	- 33	- 20	- 41	- 61

Вижда се, че условието се удовлетворява от допусковите полета *g5*, *f6*, *g6*, от които *g5* не е икономически целесъобразно, тъй като се усложнява и оскъпява изработването на палеца. Следователно палците могат да се изработят с диаметри $\varnothing 30f6(-0,02 / -0,033)$ или $\varnothing 30g6(-0,007 / -0,02)$.

За определяне широчината $2c$ (фиг. 2.3) на цилиндричната лента на срязания палец се изхожда от условието за възможно установяване на всички заготовки в Π [2,6]:

- определя се хлабината $2c$:

$$2c = TL + TL_{\Pi} - 2j_{l, \min},$$

където допускът на приспособлението TL_{Π} на практика се приема $TL_{\Pi} = (1/2 \div 1/3) TL$. За случая $TL_{\Pi}^* = 1/2 TL = 0,05 \text{ mm}$.

- за палец $\varnothing 30f6$

$$2c = 0,1 + 0,05 - 0,02 = 0,13 \text{ mm}.$$

- за палец $\varnothing 30g6$

$$2c = 0,1 + 0,05 - 0,007 = 0,143 \text{ mm}.$$

- определя се широчината на цилиндричната лента $2b$ [2,6]:

- за палец $\varnothing 30f6$

$$2b \leq \frac{Dj_{\min}}{2c} - c = \frac{30 \cdot 0,02}{0,13} - 0,065 = 4,55 \text{ mm}.$$

- за палец $\varnothing 30g6$

$$2b \leq \frac{Dj_{\min}}{2c} - c = \frac{30 \cdot 0,007}{0,143} - 0,0715 = 1,397 \text{ mm}.$$

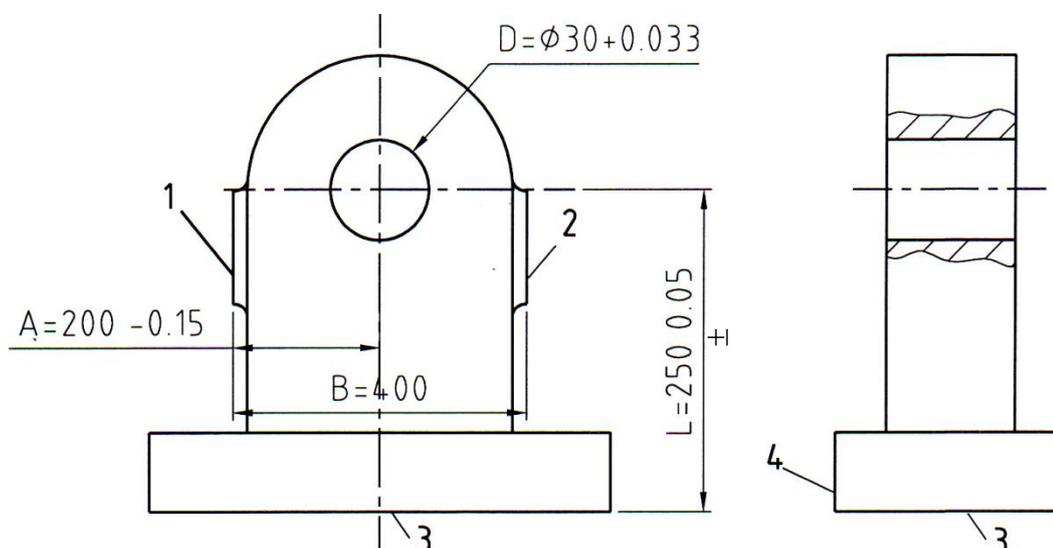
* За по-точно определяне на TL_{Π} се използва аналитико – изчислителен метод, разглеждан в Упражнение № 8.

От получените стойности за $2v$ трябва да се избере по-голямата $2v = 4,55\text{mm}$, получаваща се за палеца с диаметър $\phi 30f6$, тъй като намаляването на цилиндричната лента води до по-бързо износване на палеца. Следователно срязания палец трябва да е с размери $\phi 30f6(-0,033)$ и $2v = 4,55\text{mm}$.

3. БАЗИРАНЕ ПО ДВЕ ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНИ РАВНИННИ И ЕДНА ЦИЛИНДРИЧНА ПОВЪРХНИНА

3.1 ПРИМЕРЕН ДЕТАЙЛ

Схемата на установяване е разгледана за представения на фиг. 3.5 детайл, чиито равнинни повърхнини 1 и 2 се фрезват и положението им е зададено с размера $A = 200_{-0,15}\text{mm}$ спрямо ИБ – симетралата на детайла. Средната икономична точност на метода на обработване е $V_{обр} = 0,08\text{mm}$.



Фиг. 3.5 Примерен детайл

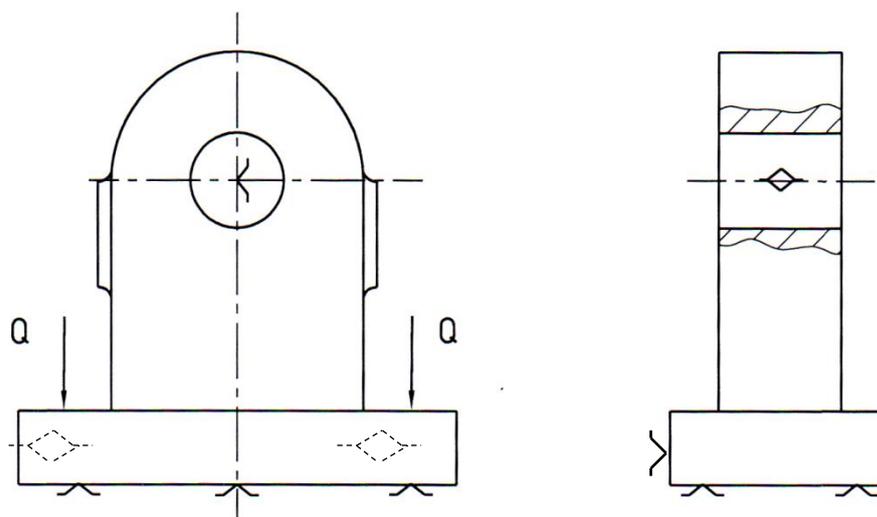
3.2 СХЕМА НА УСТАНОВЯВАНЕ

Базирането (фиг. 3.6) се осъществява по равнинна повърхнина 3, която е главна УТБ (отнема 3 степени на свобода), равнинна повърхнина 4, която е направляваща УТБ (отнема 2 степени на свобода) и отвора, който е опорна УТБ (отнема 1 степен на свобода).

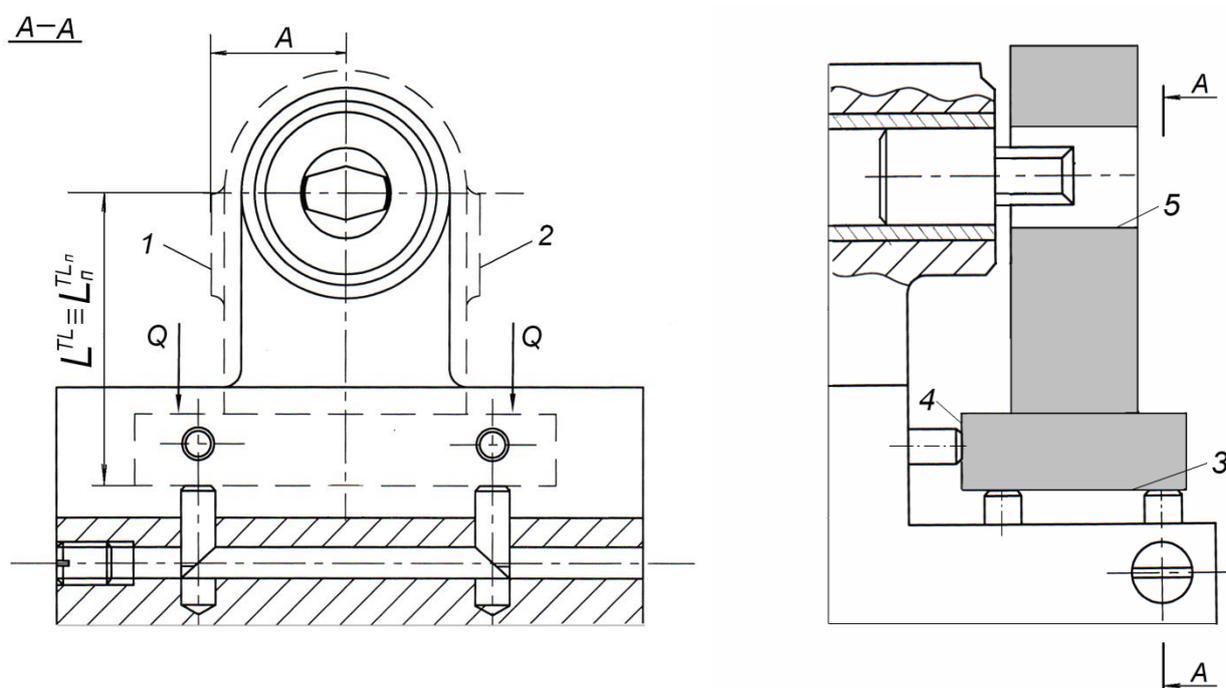
3.3 БАЗИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ

Като БЕ се използват (фиг. 3.7):

- по равнинната повърхнина 3 – две неподвижни цилиндрични опори и една самоустановяваща се опора;
- по равнинна повърхнина 4 – две неподвижни цилиндрични опори;
- по цилиндричния отвор – срязан палец.



Фиг. 3.6 Схема на установяване за операция “Фрезова”



Фиг. 3.7 Базираци елементи за операция “Фрезова”

3.4 ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА БАЗИРАЦИЯ ПАЛЕЦ

Изхожда се от условието за осигуряване точността на размера A (2.1), където разсейването от закрепване $V_3 A = 0$ (формула 2.3 - $\beta = 90^\circ$).

$$VA = j_{min} + Td_n + TD + V_{обр}A \leq TA,$$

$$(j_{min} + Td_1)_{изч} \leq TA - TD - V_{обр}A = 0,15 - 0,033 - 0,08 = 0,037 \text{ mm.}$$

Случаят е аналогичен на Примера от т.2, тъй като имаме същия диаметър на отвора и сумата $(j_{min} + Td_1)_{изч}$ е същата. Следователно диаметърът

на цилиндричната лента на палеца трябва да е $\varnothing 30f6(-0,02^{+0,007})$ или $\varnothing 30g6(-0,02)$.

За определяне широчината $2c$ на цилиндричната лента на палеца се изхожда от условието гарантиращо установяване на всички заготовки в Π [2,6], което при установяване по равнинна повърхнина и отвор е (фиг. 3.3):

$$2c = TL + TL_{\Pi},$$

където $TL = 0,1 \text{ mm}$; $TL_{\Pi} = (1/2 \div 1/3) TL = 0,05 \text{ mm}$.

$$2c = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ mm}$$

- за палец $\varnothing 30f6$

$$2b \leq \frac{Dj_{min}}{2c} - c = \frac{30,0,02}{0,15} - 0,075 = 3,925 \text{ mm}$$

- за палец $\varnothing 30g6$

$$2b \leq \frac{Dj_{min}}{2c} - c = \frac{30,0,007}{0,15} - 0,075 = 1,325 \text{ mm}$$

Следователно целесъобразния размер на палеца е $\varnothing 30f6$ с широчина на цилиндричната лента $2c \leq 3,925 \text{ mm}$.

5. ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

За зададения детайл и конкретна технологическа операция се извършва следното:

5.1 Съставяне на възможните схеми на установяване и съответните им принципни схеми на Π ;

5.2 Анализ на схемите на Π и избор на целесъобразна такава;

5.3 Определяне на размерите на работните повърхнини на BE .

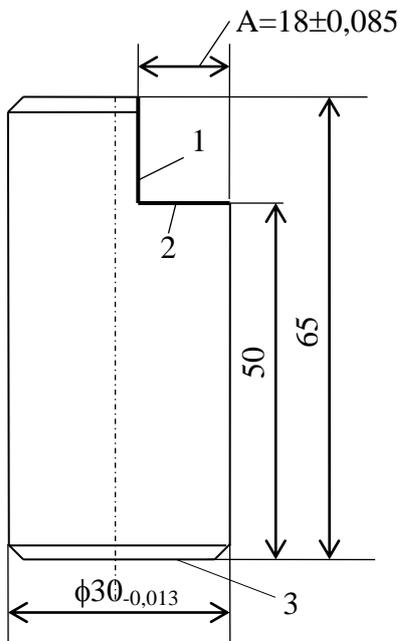
УПРАЖНЕНИЕ № 4

ТОЧНОСТ ПРИ УСТАНОВЯВАНЕ В МНОГОМЕСТНО ПРИСПОСОБЛЕНИЕ

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

В машиностроенето намират широко приложение *многоместните приспособления* за механична обработка, тъй като те позволяват значително да се повиши производителността за сметка на съкращаване главно на спомагателното време на операцията. В зависимост от начина на предаване на закрепващата сила тези приспособления могат да бъдат с *последователно, успоредно и успоредно-последователно закрепване* на заготовките.

На фиг. 4.1 е показана заготовка, която се установява в многоместно приспособление по своята външна цилиндрична и равнинна (челото 3) базови повърхнини. При извършване на операцията фрезование на повърхнини 1 и 2, трябва да се осигури точността на размера A .

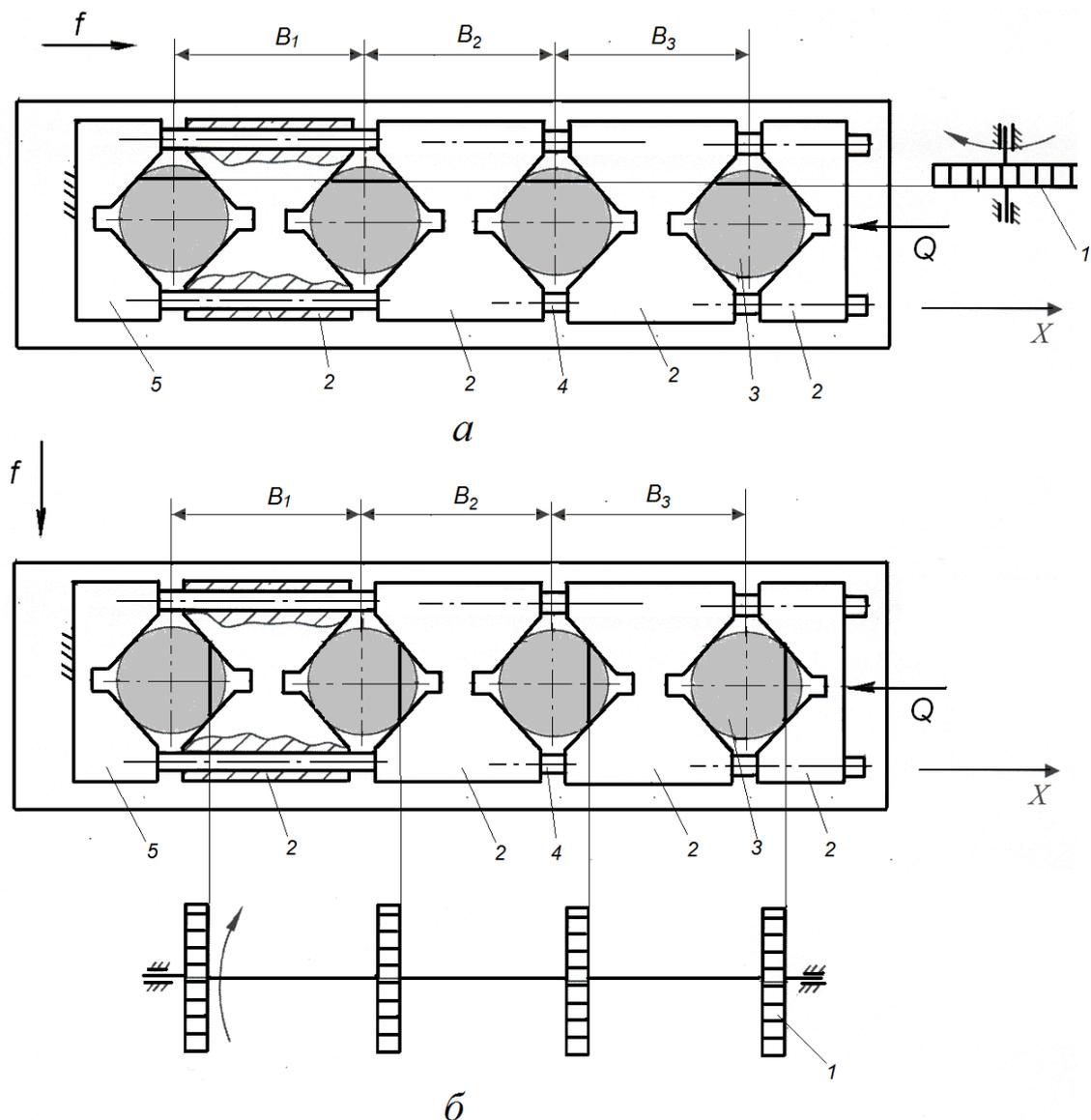


Фиг. 4.1 Примерен детайл

Многоместното приспособление (фиг. 4.2) с последователно затягане се състои от четири подвижни челюсти 2, които се водят в две цилиндрични направляващи 4, които им осигуряват възможност за транслационно преместване по оста $x - x$. Във всяка от челюстите са оформени по две установъчни призми, като BE за заготовки по външни цилиндрични повърхнини. Крайната лява призма 5 е неподвижна. Затягащата сила Q се задава посредством ексцентриков механизъм (непоказан). Приспособлението се установява върху масата на универсална фрезова машина.

След въвеждането на четирите заготовки (фиг. 4.1) в призмите, се подава силата Q . Челюстите се преместват наляво при което заготовките се установяват. Всяка от подвижните челюсти изпълнява две функции – на затягащ елемент за предходната (стоящата и от ляво) заготовка и на BE за следващата (стоящата и отдясно). По такъв начин местоположенията на заготовките (размерите $B_1 - B_3$) са променливи като зависят от допуска на техния диаметър – $Td = 0,013 \text{ mm}$.

Обработването на четирите заготовки може да се осъществи по два начина: чрез подаване f по оста x (фиг. 4.2а), при което обработването на четирите заготовки се извършва последователно от фрезата 1 или чрез подаване f перпендикулярно на оста x (фиг. 4.2б) при което обработването се извършва успоредно от набор фрези 1.



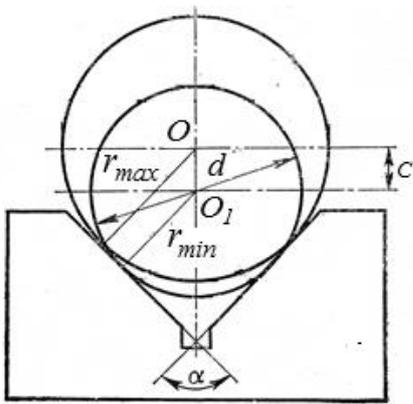
Фиг. 4.2 Варианти на фрезване на заготовките в многоместното приспособление

Известно е [4,6], че при установяване на цилиндрични заготовки в призма, неточността от базиране зависи основно от разсейването на диаметралния размер Vd и ъгъла на призмата α . В процеса на установяване на партида заготовки вследствие на тези фактори, положението на осите им се разсейва по направление на оста x на разстояние c (фиг. 4.3):

$$c = O\bar{O}_1 = \frac{Vd}{2 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}.$$

В перпендикулярно на оста x направление разсейването от базиране е $V_\sigma = 0$.

При описаните условия последователното обработване (фиг. 4.2а) осигурява точността на размера A в четирите установени заготовки. При успоредното обработване обаче (фиг. 4.2б), разсейването от базиране не е постоянно в отделните заготовки, като нараства от ляво надясно, вследствие



Фиг. 4.3 Схема за определяне на разсейването от базиране

натрупване на отклоненията (фиг. 4.3 – размерите c) на заготовките установени в предходните позиции. Това ограничава броя на обработваните заготовки в Π . Този начин на обработване обаче дава възможност за многократно (в случая четирикратно) повишаване на производителността при обработване предвид едновременното фрезование на четирите заготовки (фиг. 4.2б). В този случай очевидно е наложително определянето на разсейването от базиране $V_{\delta}B$, както и граничния брой заготовки $n_{зр}$, които може да се обработят върху многоместното Π със зададената точност.

За определяне на граничния брой заготовки $n_{зр}$ и разсейването $V_{\delta}B$ се разглежда фиг. 4.4, от която се вижда, че при изменение на базовия диаметър на първата (най-лявата) заготовка в границите на допускателна Td , най-лявата подвижна челюст ще се измести на разстояние $\overline{BB_1}$:

$$\overline{BB_1} = \overline{OB} + \overline{OO_1} - \overline{O_1B_1}.$$

От правоъгълните триъгълници OAB и $O_1A_1B_1$ може да се запише:

$$\overline{OB} = \frac{\overline{OA}}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}; \quad \overline{O_1B_1} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}; \quad \overline{OO_1} = c = \frac{Td}{2\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)},$$

където $\overline{OA} = r_{\max}$, т.е. най-големия радиус на заготовката, $\overline{O_1A_1} = r_{\min}$ – най-малкия радиус на заготовката.

Замествайки в израза за $\overline{BB_1}$ се получава:

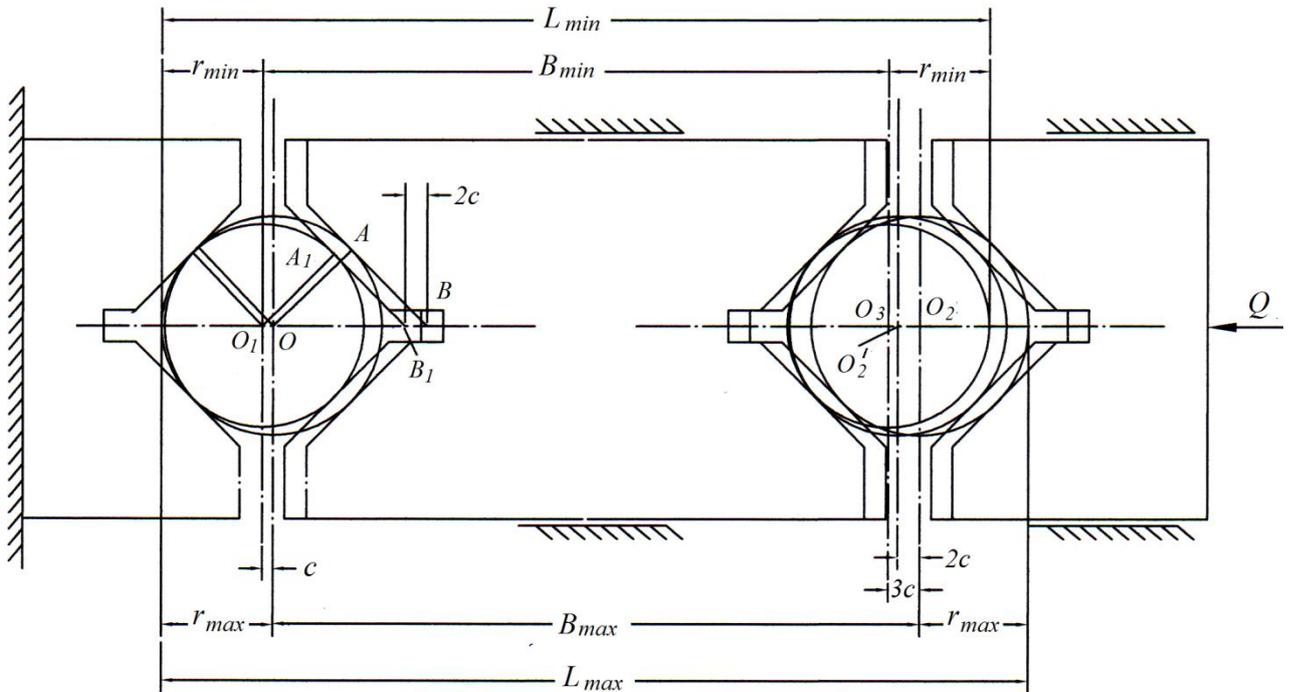
$$\overline{BB_1} = \frac{\overline{OA}}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + \frac{Td}{2\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} - \frac{\overline{O_1A_1}}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{r_{\max} - r_{\min}}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + \frac{Td}{2\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{Td}{2\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + \frac{Td}{2\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = 2c.$$

При това положение оста на втората заготовка, ако тя е с най-голям диаметър, трябва също така да се премести от точка O_2 в точка O_2' на разстояние $\overline{O_2O_2'} = 2c$. Изменението на диаметъра на втората заготовка в границите на допускателна Td ще предизвика допълнително изместване на оста и (при най-малък диаметър) на разстояние $\overline{O_2'O_3} = c$. Тогава при най-неблагоприятния случай (двете заготовки са с най-малкия си диаметър) сумарното изместване на центъра на втората заготовка ще бъде:

$$\overline{O_2O_3} = \overline{O_2O_2'} + \overline{O_2'O_3} = 2c + c = 3c.$$

По аналогичен начин може да се докаже, че при изменение на базовия диаметрален размер на n – заготовки установени в многоместно Π , сумарното изместване на оста на n -тата заготовка ще бъде:

$$\overline{O_n O_{n+1}} = (2n + 1)c = \frac{(2n - 1)Vd}{2 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}.$$



Фиг. 4.4 Схема за определяне на граничния брой заготовки установявани в многоместното приспособление

Изхождайки от тази зависимост, ако трябва да се осигури точността на размера A в границите на неговия допуск TA , то всички размери от обработваната партида заготовки ще бъдат в границите на допуск (без отчитане на неточността от закрепване и на неточността на Π) при спазване на условието:

$$TA \geq \frac{(2n - 1)Td}{2 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}, \quad (4.1)$$

откъдето за n_{ep} се получава:

$$n_{ep} \leq \frac{Td + 2TA \sin(\alpha/2)}{2Td}. \quad (4.2)$$

Междуосовото разстояние B за две крайни заготовки в Π ще се колебае в границите на зоната на разсейване VB и се определя с израза:

$$VB = B_{max} - B_{min},$$

където $B_{min} = B_{max} + c - (2n-1)c$ (фиг. 4.4).

След заместване в израза за VB се получава

$$VB = \frac{(n-1)Vd}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}. \quad (4.3)$$

Междуосовото разстояние B за удобство се отчита посредством размера L . Неговата зона на разсейване VL се определя от израза (фиг. 4.4):

$$VL = L_{max} - L_{min} = B_{max} + 2r_{max} - B_{min} - 2r_{min} = VB + Td$$

откъдето:

$$VL = Td \left(\frac{n-1}{\sin(\alpha/2)} + 1 \right). \quad (4.4)$$

2. ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

2.1. Студентите се запознават с конструкции на многоместни приспособления с успоредно, последователно и успоредно-последователно предаване на закрепващата сила.

2.2. За операция “Фрезова” на заготовката показана на фиг. 4.1, при установяване в многоместно приспособление с последователно предаване на закрепващата сила (фиг. 4.2) се извършва следното:

2.2.1. Измерват се диаметрите на опитните образци d_i и се определя разсейването $Vd = d_{max} - d_{min}$. Измерването се извършва с микрометър със стойност на делението $0,01mm$.

2.2.2. Определя се граничният брой обработвани заготовки n_{gp} в Π с помощта на зависимост (4.2) при ъгли на базиращите призми $\alpha = 60^\circ, 90^\circ$ и 120° с оглед осигуряване точността на зададения размер A при подаване перпендикулярно на оста x .

2.2.3. Определя се полето на разсейване от неточност от базиране на размера B по експериментален път $V\delta B^e$ при двуместно приспособление (първите две позиции от ляво на дясно) ($n=2$) и $\alpha=90^\circ$, като се работи в следната последователност:

- а) В първите две позиции на Π се установяват опитни образци;
- б) Измерва се размера L с микрометър със стойност на делението $0,01mm$;
- в) Процедурите а) и б) се осъществяват до определен от ръководителя на упражнението брой пъти (N), при установяване на различни образци, като закрепването се извършва със сравнително постоянна закрепваща сила;
- г) Обработват се получените експериментални данни за L_i ($i = 1 \div N$).

Поради ограниченото време на упражнението, за определяне на експерименталното поле на разсейване $V\delta L^e$, не е възможно провеждането на статистическо изследване с достатъчен обем на извадката ($N \geq 50$). При малък

обем на извадката стойността на опитното средноквадратично отклонение може да се определи от съотношението [3]:

$$S \approx \frac{RL}{dN},$$

където RL е размаха на случайната величина, dN – коефициент, който се взема от табл. 4.1 [3].

Ако за извадката са известни само параметрите \bar{L} и S_L на емпиричното разпределение, широчината на граничните практически зони на разсейване може да се определи като се използват допустимите граници. За целта от табл. 4.2 се определя такова значение на коефициента k , че със зададена надеждност (вероятност $\gamma = 0,9; 0,95$ и $0,99$), интервалът $L \pm kS_L$ да съдържа не по-малко от $(1-2\beta).100\%=P.100\%$ от цялата генерална съвкупност на случайната величина. С числото 2β предварително се задава вероятността на попадане на случайната величина извън границите на полето на разсейване.

Табл. 4.1

N	dN	N	dN	N	dN	N	dN
2	1,128	7	2,704	12	3,258	17	3,388
3	1,693	8	2,847	13	3,336	18	3,640
4	2,059	9	2,970	14	3,407	19	3,689
5	2,326	10	3,078	15	3,472	20	3,735
6	2,534	11	3,173	16	3,532	21	3,819

Табл. 4.2 Стойности на коефициента k

γ	0,9			0,95			0,99		
	0,9973	0,95	0,9	0,9973	0,95	0,9	0,9973	0,95	0,9
4	6,76	4,18	3,51	8,26	5,11	4,29	12,80	7,92	6,64
5	6,07	3,74	3,14	7,17	4,44	3,72	10,31	6,38	5,35
6	5,60	3,47	2,91	6,50	4,02	3,38	8,91	5,51	4,62
7	5,30	3,27	2,75	6,05	3,74	3,14	8,01	4,95	4,15
8	5,07	3,13	2,63	5,72	3,54	2,97	7,38	4,56	3,83
9	4,89	3,02	2,54	5,48	3,39	2,84	6,91	4,27	3,59
10	4,75	2,94	2,47	5,28	3,26	2,74	6,55	4,05	3,40
12	4,54	2,81	2,36	4,99	3,08	2,59	6,03	3,73	3,13
14	4,39	2,72	2,28	4,78	2,96	2,49	5,67	3,52	2,95
16	4,28	2,65	2,22	4,62	2,86	2,40	5,41	3,35	2,81
18	4,19	2,59	2,17	4,50	2,79	2,34	5,21	3,22	2,70
20	4,11	2,54	2,14	4,39	2,72	2,29	5,05	3,12	2,62
25	3,98	2,46	2,07	4,20	2,61	2,19	4,76	2,94	2,47
30	3,89	2,40	2,02	4,10	2,54	2,13	4,57	2,82	2,37
40	3,78	2,33	1,95	3,94	2,44	2,05	4,31	2,67	2,24

Вероятното експериментално поле на разсейване се определя по зависимостта:

$$V_6L^e = 2kS_L$$

2.2.4 Определеното експериментално поле на разсейване V_6L^e се сравнява с теоретично пресметнатото V_6L^m по зависимост (4.4) и се обяснява причината за разликата.

УПРАЖНЕНИЕ № 5

ЗАКРЕПВАНЕ НА ЗАГОТОВКИ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ЗА МЕХАНИЧНО ОБРАБОТВАНЕ

1. ИЗХОДНИ УСЛОВИЯ

Закрепването се прилага след базиране на заготовката, като втори етап от установяването. С него се цели да се осигури надежден контакт на заготовката с *БЕ*, като се изключи възможността за изместването и или поява на вибрации в процеса на обработване. Освен това при самото закрепване е недопустимо да се променя определеното от базирането положение на заготовката или пък тя да се деформира от приложените закрепващи сили.

Машиностроителната практика е доказала, че при достатъчно стабилни заготовки най-удачно е закрепването с една сила, приложена нормално към главната *УТБ*, така че направлението и да пробоща или да е близо до масовия център на опорния триъгълник. Така се получават приблизително равни опорни реакции. При закрепване на недостатъчно стабилни заготовки, трябва да се приложат няколко закрепващи сили, насочени нормално към *БЕ* или възможно най-близо до тях. Когато *П* има допълнителна опора, освен основната се прилага и допълнителна закрепваща сила, след регулиране и законстриране на опората. Това усложнява закрепващото устройство (*ЗУ*), но е необходимо за гарантиране на стабилността и виброустойчивостта.

Закрепването се осъществява с различни ръчни или механизирани *ЗУ* – прости или комбинирани. Проектирането им преминава през етапите:

- 1) Изяснява се характерът и големината на силовото натоварване на заготовката в процеса на обработване;
- 2) Уточнява се схемата на установяване, като се приемат броят, направлението и приложените точки на закрепващите сили;
- 3) Изчисляват се стойностите на закрепващите сили;
- 4) Избира се типът и начинът на задействане на *ЗУ*;
- 5) Изчисляват се и се оразмеряват *ЗУ*.

При изчисляване на стойностите на закрепващите сили (етап 3^{-ти}), се вземат преходите в операцията с очаквано най-голямо и най-неблагоприятно силово натоварване. Препоръчва се следната последователност:

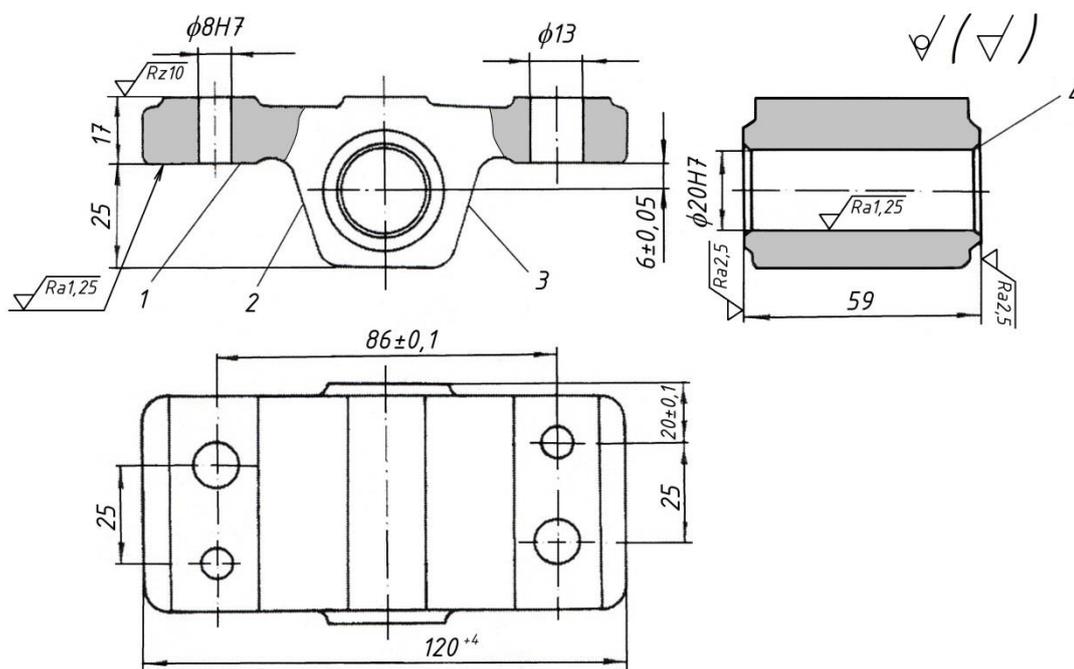
- съставя се изчислителна схема, на която се нанасят всички сили и моменти стремящи се да нарушат равновесието на заготовката (сили на рязане, закрепващи сили) и силите, стремящи се да запазят това равновесие (опорни реакции, сили на триене);
- от шестте условия на статиката за равновесие на твърдо тяло се подбират необходимите (най-често едно или две) и се определя търсената стойност на равновесната закрепваща сила;
- пресметнатата стойност Q_I на закрепващата сила се завишава с коефициент на сигурност $k [1,6,10]$, т.е. $Q = kQ_I$;

- когато се анализират няколко прехода с голямо силово натоварване или условия за равновесие, се приема получената най-голяма стойност за Q_1 :

$Q_1 = \max \{Q_{1,i}\}, i = 1 \div n$, където n е брой на преходите с максимално силово натоварване и условия за равновесие.

2. ПРИМЕРНА ЗАДАЧА

Да се определи закрепваща сила, избере типа и определят основните размери на закрепващото устройство за II за обработване на отвор $\phi 20H7$ в детайл “Лагер” (фиг. 5.1) за условията на дребносериенно производство. Заготовката е отливка от сив чугун EN1561-GJL-100. Всички отвори са залети. Годишната производствена програма е $N = 1300$ детайла.



Фиг. 5.1 Примерен детайл “Лагер”

2.1 Технологически маршрути.

Разглеждат се два варианта технологически маршрута, различаващи се по операциите за обработване на отвора (1^{-ви} вариант – върху стругова машина, 2^{-ри} вариант – върху пробивна машина):

➤ Първи вариант на технологически маршрут [3]

1. Фрезова I

Еднократно фрезование на горната повърхнина.

Металорежеща машина – фреза универсална ФУ321.

2. Фрезова II

Грубо и чисто фрезование на долните повърхнини на лапите (размер 17).

3. Фрезова III

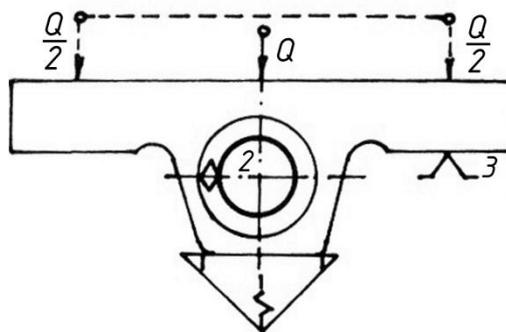
Еднократно фрезование на челните повърхнини (размер 59).

Металорежеща машина – фреза универсална ФУ321.

4. Стругова

Металорежеща машина – струг универсален С11МВ.

Схемата на установяване е показана на фиг. 5.2.



Фиг. 5.2 Схема на установяване на операция “Стругова”

Операцията съдържа следните преходи:

Установка А

1. Центроване.
2. Свредловане на отвор $\phi 17,5$.
3. Разстъргване грубо на $\phi 19,75$.
4. Райбероване грубо на $\phi 19,93$.
5. Струговане на фаска $1 \times 45^\circ$.
6. Райбероване чисто на $\phi 20H7$.

Установка Б

7. Струговане на фаска $1 \times 45^\circ$.

Най-голямо силово натоварване се очаква при преходите свредловане и разстъргване грубо, за които е зададен следният режим на рязане [7]:

- свредловане - $a_p = 8,75 \text{ mm}$, $f = 0,32 \text{ mm/tr}$, $V_c = 16 \text{ m/min}$;
- разстъргване грубо - $a_p = 1,125 \text{ mm}$, $f = 0,2 \text{ mm/tr}$, $V_c = 80 \text{ m/min}$.

5. Пробивна

Обработване на отвори $\phi 8H7$ и $\phi 13$.

Металорежеща машина – вертикално-пробивна ПК32.

6. Шлосерска

Скосяване на острите ръбове.

➤ Втори вариант на технологическия маршрут

При втория вариант на технологическия маршрут операция “Стругова” се заменя с операция “Пробивна Г” изпълнявана върху вертикално-пробивна машина ПК32 при същата схема на установяване (фиг. 5.2). При този вариант е уместно използването на кондукторни втулки при преходите свредловане и зенкерование чисто, за настройване и направляване на инструментите, с цел повишаване на точността и производителността. Така отпада прехода центроване. Съдържанието на операцията е следното:

Установка А

1. Свредловане на отвор $\phi 19,5$.
2. Зенкерование чисто на $\phi 19,75$.
3. Райберование грубо $\phi 19,93$.
4. Зенкерование на фаска $1 \times 45^\circ$.
5. Райберование чисто на $\phi 20H7$.

Установка Б

6. Зенкерование на фаска $1 \times 45^\circ$.

Най-голямо силово натоварване се получава на прехода свредловане, за който е зададен следният режим на рязане [7]:

$$a_p = 9,75 \text{ mm}, f = 0,36 \text{ mm/tr}, V_c = 22 \text{ m/min}.$$

2.2 Анализ на схемата на установяване

При обработване на отвора $\Phi 20H7$ (фиг. 5.1), трябва да се осигури:

- точността на размера му и положението на оста му спрямо повърхнината 1 - $b \pm 0,05 \text{ mm}$;
- симетричност на отвора спрямо външните странични повърхнини 2 и 3.

Съобразно това схемата на базиране е правилна – главна УТБ (фиг. 5.2) е повърхнината 1 (вторична база), от която е зададен размера $b \pm 0,05 \text{ mm}$, т.е. спазен е принципът за единство на базите. Челото 4 ограничава две степени на свобода (направляваща УТБ) за постигане на перпендикулярност на оста на отвора спрямо него, а симетричността на отвора спрямо повърхнини 2 и 3 се осигурява с подвижна призма (фиг. 5.2) (външния контур е опорна УТБ).

Приложеното съгласно схемата закрепване, с една сила Q , може да предизвика деформация на заготовката. Тази деформация би се отразила на точността на размера $b \pm 0,05 \text{ mm}$. Поради това е по-уместно да измени схемата на закрепване, като вместо една се приложат две сили със стойност $Q/2$ които са насочени срещу BE (показаното с пунктирани линии). В този случай конструкцията на $ЗУ$ ще се усложни, но за сметка на това заготовката е напълно разтоварена по отношение огъването от закрепващата сила.

2.3 Проектиране на закрепващото устройство

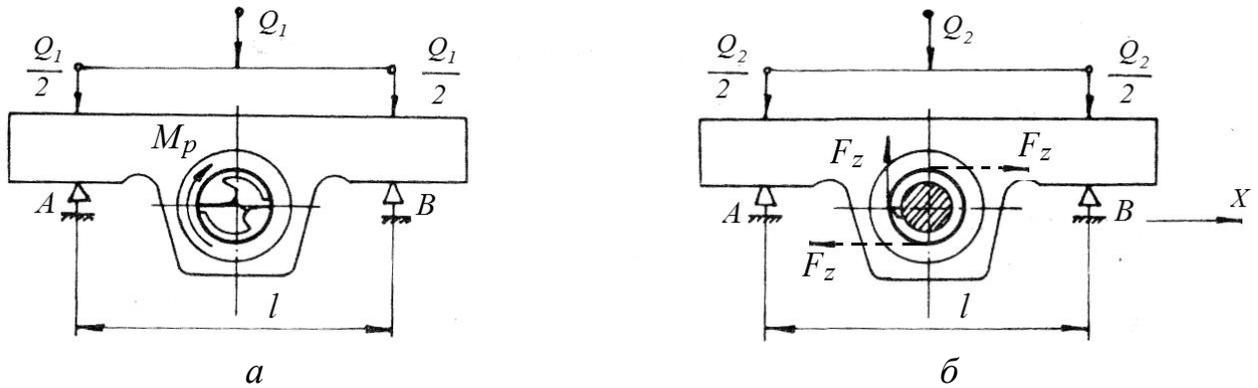
2.3.1 За първи вариант (операция “Стругова”) [3]

- Изчисляване на закрепващата сила

Изчислителните схеми за пресмятане на закрепващата сила от условията за равновесие на действащите сили при преходите свредловане и грубо разстъргване са показани на фиг. 5.3.

- свредловане (фиг. 5.3а)

Осовата сила се възприема от опората по челната повърхнина 4. Моментът на рязане, определен от зададения режим [9] е $M_p = 34,5 \text{ Nm}$ и се стреми да завърти заготовката. От условието $\sum M_{(B)} = 0$ се получава:



Фиг. 5.3 Изчислителни схеми за пресмятане на силите на закрепване (а – за прехода свредловане”, б – за прехода разстъргване грубо)

$$\frac{Q_1}{2}l - M_p = 0,$$

откъдето $Q_1 = \frac{2M_p}{l} = \frac{2.34}{0.086} = 791N.$

- разстъргване грубо (фиг. 5.3б)

Определяща за закрепването е съставящата F_z на силата на рязане. При зададените условия на работа е пресметната нейната стойност [9] $F_z = 525N.$

Векторът F_z непрекъснато променя разположените си и създава различни условия на натоварване на заготовката. На схемата е показано положението на ножа при което силата F_z действа срещу ЗУ. От условието за равновесие $\sum M_{(B)} = 0$ се получава:

$$\frac{Q'_2}{2}l - F_z \left(\frac{l}{2} + r \right) = 0,$$

където $r \approx 10mm$ е радиусът на отвора

$$Q'_2 = F_z \cdot \left(1 + \frac{2r}{l} \right) = 525 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 0,01}{0,086} \right) = 647N.$$

Разглежданата схема трябва да се провери и за случаите, когато ножът се намира на ъгъл $\pi/2$ (показаните с пунктир положения на F_z). Тогава силата F_z се стреми да плъзне заготовката в хоризонталната равнина. Задържането ѝ се осигурява от силите на триене с повърхнините на опорите А и В и закрепващия елемент, определени чрез коефициентите на триене μ_1 и μ_2 . От условието за равновесие $\sum X_i = 0$ се получава:

$$F_z - Q_2''\mu_1 - Q_2''\mu_2 = 0$$

При контакт на BE с обработени повърхнини $\mu_1 = \mu_2 = 0,15$ [1,6].

$$Q'' = \frac{F_z}{\mu_1 + \mu_2} = \frac{525}{0,15 + 0,15} = 1641N.$$

т.е. последното условие се оказва определящо за пресмятане големината на необходимата закрепваща сила. Получената стойност Q_2'' трябва да се завиши с коефициента на сигурност:

$$k = k_0 k_1 k_2 \dots k_6$$

За случая:

$k_0 = 1,5$ – гарантиран запас;

$k_1 = 1,0$ – за чисто обработване (без случайни неравности);

$k_2 = 1,15$ – отчита увеличението на силата на рязане от износването на инструмента [1,10];

$k_3 = 1,0$ – за непрекъснато рязане;

$k_4 = 1,3$ – при ръчни ЗУ;

$k_5 = 1,2$ – вретеното спира в неопределени положения, включително и неудобните за закрепване;

$k_6 = 1,0$ - няма моменти, стремящи се да завъртят заготовката около вертикалната ѝ ос.

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 2,46$$

Необходимата закрепваща сила Q е:

$$Q = k \cdot Q_2'' = \frac{k \cdot F_z}{\mu_1 + \mu_2} = 4032N.$$

- *Избор на типа и определяне основните размери на закрепващото устройство*

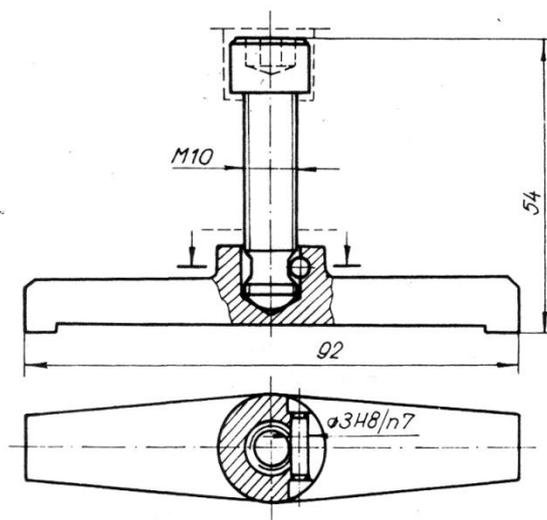
Като се има предвид използването на универсално оборудване и малката годишна производствена програма е избрано ръчно винтово ЗУ. То е надеждно, технологично за изработване и безопасно при работа.

Номиналният (външен) диаметър на винта се определя от зависимостта [6]:

$$d = c \sqrt{\frac{Q}{\sigma}} = 1,4 \sqrt{\frac{4032}{90}} = 9,37mm,$$

където $c = 1,4$ е коефициент за нормална метрична резба; $\sigma = 80 \div 100 MPa$ – напрежение на опън (натиск) за винтове от стомана 45.

Приема се стандартен диаметър $M10$. С оглед осигуряване на безопасност, главата на винта трябва да е скрита в корпуса, тъй като Π е въртящо. Избран е винт с вътрешен шестостенен отвор. Предният му край е оформен и със сферичен участък за свързване с самонагаждащ се лост. Конструктивното оформление и основните размери на винта с изравнителния лост са показани на фиг. 5.4.



Фиг. 5.4 Закрепващо устройство

Моментът на затягане на винта се пресмята от израза [6]:

$$M \approx 0,1dQ + rfQ \cot g(\beta/2),$$

където r е радиусът на сферата на главата на винта; β – ъгълът на конуса на лоста, контактуващ със сферичната глава на винта; μ – коефициент на триене на петата.

При $\beta = 120^\circ$, $\mu = 0,16$ и $r = 6\text{mm}$

$$M \approx 0,1 \cdot 10 \cdot 4032 + 6 \cdot 0,16 \cdot 4032 Q \cot g(120^\circ/2) = 6,27 Nm$$

Необходимата дължина l на рамото на ключа, при зададена изходна сила $W = 150\text{ N}$, се определя от зависимостта:

$$l = \frac{M}{W} = \frac{6,27}{150} = 0,042\text{m} \approx 42\text{mm},$$

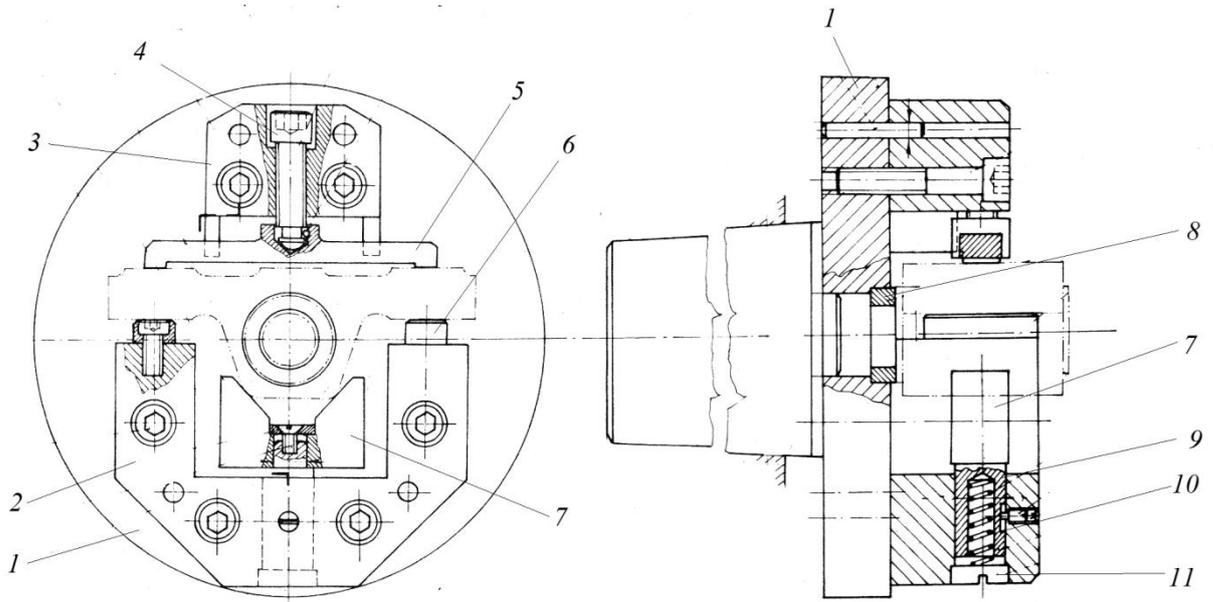
което е по-малко от стандартната дължина на ключ шестостенен 80 mm.

• *Конструктивни и експлоатационни особености на П*

Приспособлението (фиг. 5.5) се състои от корпус 1, представляващ плоча със заварена към нея конусна опашка, с помощта на която П се установява във вретеното на машината. Към плочата са фиксирани с щифтове и закрепени с винтове две конзоли 2 и 3. В тях са монтирани: закрепващия механизъм, състоящ се от винт 4 и самонагаждащ се лост 5, пластини 6 и направляващото устройство на призмата 7, състоящо се от цилиндрична направляваща 9, пружина 10 и резбова тапа 11. Опорния пръстен 8 е запресован в плочата. Винтовете са със скрити глави, с оглед на безопасността.

Установяването протича в следната последователност:

- закрепващия механизъм се изтегля в горно положение;
- заготовката се поставя в П, като се осигурява контакт на базовите им повърхнини 1, 2, 3 и 4 (фиг. 5.1) с БЕ – опорните пластини 6, опорния пръстен 8 и призмата 7 (фиг. 5.5);
- закрепва се с помощта на закрепващия механизъм.



Фиг.5.5 Приспособление за операция “Стругова”

2.3.2 За втори вариант (операция “Пробивна I”)

- Изчисляване на закрепващата сила

Закрепващата сила се пресмята аналогично на прехода свредловане от операция “Стругова” при първи вариант (фиг. 5.3а), като момента на рязане, определен от зададения режим [9] е $M_p = 37,5 \text{ Nm}$.

$$Q' = \frac{2M_p}{l} = \frac{2 \cdot 37,5}{0,086} = 872 \text{ N}.$$

При определяне на коефициента на сигурност k , $k_5 = 1,0$, тъй като Π се установява върху масата на пробивната машина и се осигурява удобство при закрепването на заготовката.

$$k = k_0 k_1 \dots k_6 = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,05.$$

Необходимата закрепваща сила Q е:

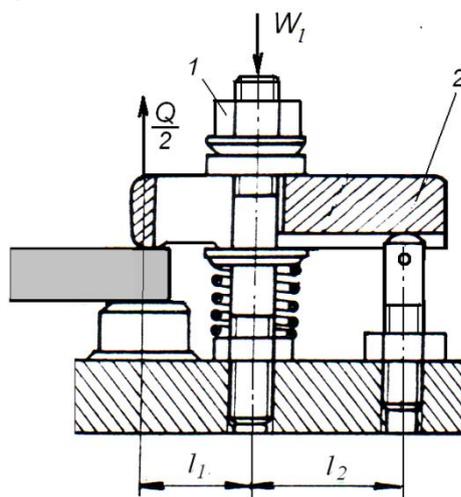
$$Q = kQ' = 2,05 \cdot 872 = 1787,6 \text{ N}.$$

- Избор на типа и определяне основните размери на закрепващото устройство

В случая е удобно използването на две винтово-лостови ЗУ (фиг.5.6), състоящи се от винтов механизъм 1 и лост 2. Сила на винта W_1 се определя от условието за равновесие на закрепващата планка:

$$W_1 = (Q/2) \frac{l_1 + l_2}{l_2}.$$

където l_1 и l_2 са рамената на лоста.



Фиг.5.6 Винтово-лостово ЗУ

Ако се приеме $l_1 = 45 \text{ mm}$ и $l_2 = 50 \text{ mm}$

$$W_1 = 893,3 \cdot \frac{45 + 50}{50} = 1697,27 \text{ N.}$$

По стойността на силата W_1 се определя номиналният диаметър на винта [6]:

$$d = c \cdot \sqrt{\frac{W_1}{\sigma}} = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{1697,27}{90}} = 6,1 \text{ mm.}$$

Приема се стандартен диаметър $M10$.

Моментът на завиване се пресмята от израза [6]:

$$M \approx 0,1dW_1 + \frac{fW(D^3 - D_1^3)}{3(D^2 - D_1^2)},$$

където D и D_1 са външният и вътрешният диаметър на опорното чело на гайките.

Ако се приеме $D = 1,7d$, $D_1 = d$ и $f = 0,16$ се получава

$$M \approx 0,21dW_1 = 0,21 \cdot 10 \cdot 3774 = 7,93 \text{ Nm.}$$

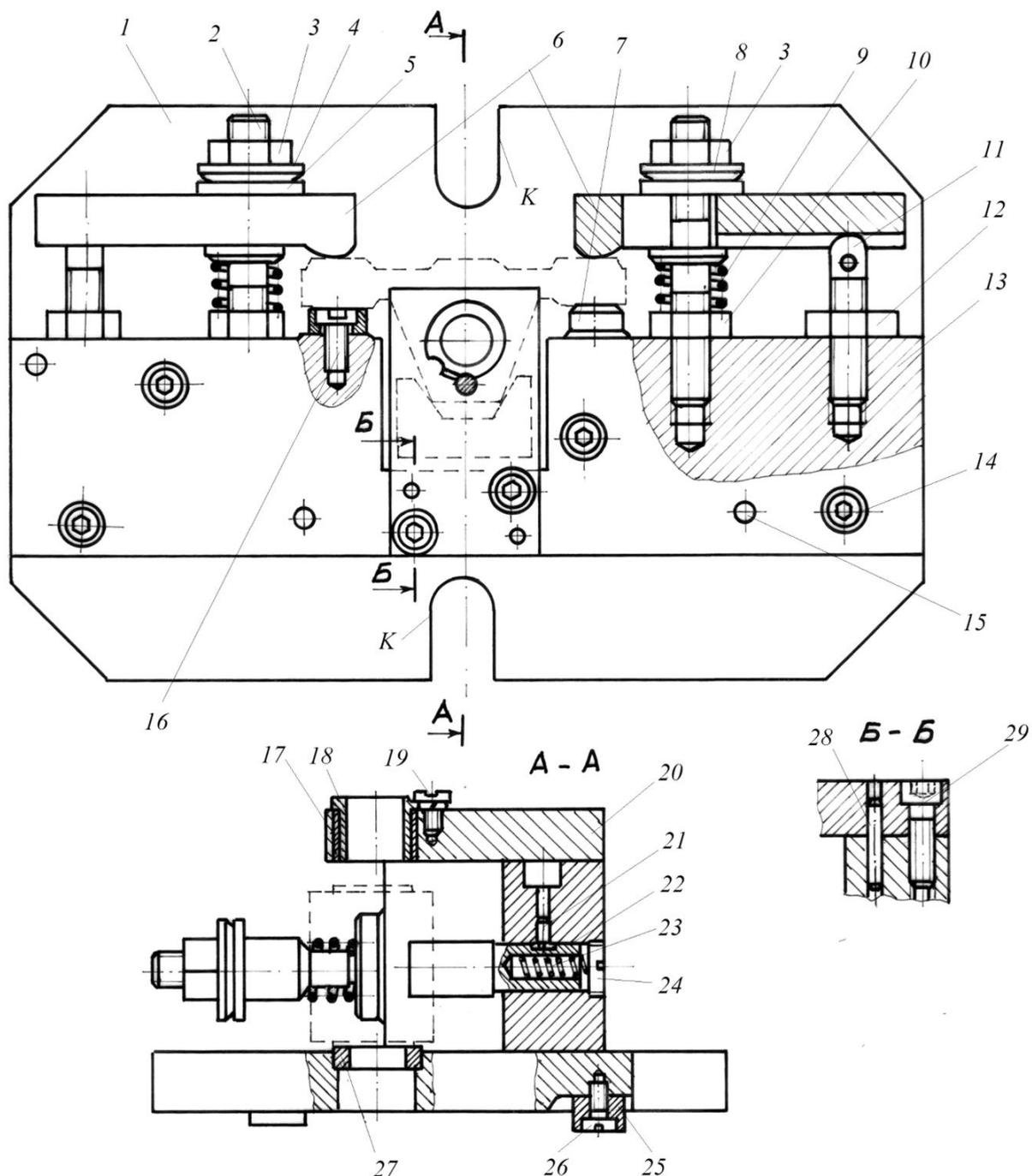
Необходимата дължина l на рамото на ключа, при зададена изходна сила $W = 150 \text{ N}$ е:

$$l = \frac{M}{W} = \frac{7,93}{150} = 0,0529 \text{ m} = 52,9 \text{ mm.}$$

което е по-малко от стандартната дължина на ключа.

• *Конструктивни и експлоатационни особености на II*

Приспособлението (фиг. 5.7) се състои от основа 1, към която са монтирани блок 13, опорния пръстен 27 и центровашите шпонки 25, за установяване върху масата на пробивната машина. За закрепване върху последната служат каналите *K*. Към блока 13 са монтирани кондукторната плоча 20 с бързосменна кондукторна втулка 18 (за свредловане и чисто зенкерване). В блока 13 са закрепени също и опорните пластини 7, монтирани са винтово-лостовите ЗУ (съответно позиции 2 и 6) и направляващото устройство (позиция 22) на призмата.



Фиг.5.7 Приспособление за операция "Пробивна I"

Установяването протича в следната последователност:

- лостовете 6 се издърпват вляво и дясно;
- заготовката се базира в *II*, като се осигурява контакт на базовите им повърхнини 1, 2, 3 и 4 (фиг. 5.1) с *БЕ* – опорните пластини 7, опорния пръстен 27 и призмата 22 (фиг. 5.7);
- закрепва се като лостовете се връщат в показаното положение и гайките 3 се затягат.

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

За зададен детайл и конкретна технологическа операция, следвайки изложената в т.1. последователност се определя закрепващата сила, избира се типът и се оразмерява закрепващото устройство.

УПРАЖНЕНИЕ № 6

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗАКРЕПВАЩАТА СИЛА ПРИ УСТАНОВЯВАНЕ НА ЗАГОТОВКИ В МАШИННА СТИСКА С ПНЕВМАТИЧНО ЗАДВИЖВАНЕ

1. ТЕОРЕТИЧНИ ПРЕДПОСТАВКИ

Пневматичните ЗУ преобразуват пневматичната енергия на сгъстения въздух в механична енергия. Като основен задвижващ елемент на всяко пневматично ЗУ се използва *пневноцилиндър* или *пневнокамера*. В зависимост от това, дали сгъстения въздух действа от едната или от двете страни на буталото (съответно мембраната) пневноцилиндрите (пневнокамерите) са с едностранно или с двустранно действие. Известно е, че пневнокамерите са целесъобразни в случаите когато не се изискват големи премествания и закрепващи сили. Те освен това осигуряват херметичност (при едностранно действащи) в резултат на която имат по-висок коефициент на полезно действие (кпд).

Зависимостите за определяне на изходната сила W на буталния и мембранныя прът са дадени в табл. 6.1, където D (R) са диаметър (радиус) на буталото (мембраната); d (r_1) – диаметър (радиус) на буталния (мембранныя прът); r – радиус на стоманения диск, свързващ мембраната с мембранныя прът; p – налягане на въздуха; η – к.п.д на пневноцилиндъра; F_{np} – сила на пружината в крайното положение на буталото, съответно мембраната; c – корекционен коефициент, зависещ от хода на мембранныя прът [2].

Табл. 6.1 Зависимости за определяне на изходната сила

	Пневноцилиндър		Пневнокамера	
	Несвързана с буталния прът страна	Свързана с буталния прът страна	Несвързана с мембранныя прът страна	Свързана с мембранныя прът страна
с двустранно действие	$W = \frac{\pi D^2}{4} p \eta$	$W = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} p \eta$	$W = 1,05cp(R^2 + Rr + r^2)$	$W = 1,05cp(R^2 + Rr + r^2 - 3r_1^2)$
с едностранно действие	$W = \frac{\pi D^2}{4} p \eta - F_{np}$		$W = 1,05cp(R^2 + Rr + r^2) - F_{np}$	

2. ПОСТАНОВКА НА УПРАЖНЕНИЕТО

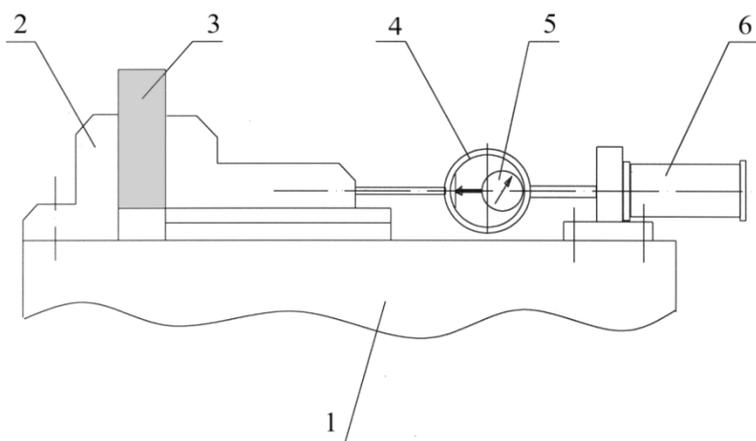
При закрепване на детайли в машинна стиска, задвижвана от пневматично ЗУ закрепващата сила се разсейва в следствие на загубите в предавателната система и нестабилността в затягащата верига.

При пресмятане на необходимата закрепваща сила Q , разсейването и се отчита с коефициента k_4 (Упражнение №5). В случая се касае за механизизирано задвижване, така че, $k_4 \approx 1,0$.

2.1 Задача на упражнението е определяне на основните показатели на пневматичните ЗУ:

- големината и разсейването на закрепващата сила Q при пневмоцилиндър и пневмокамера, като се оцени големината на разсейването спрямо средната стойност на закрепващата сила;
- коефициентите на полезно действие η ;
- зависимостта на закрепващата сила от хода на буталния и мембранный прът.

2.2 *Опитната уредба за провеждане на упражнението е показана на фиг. 6.1.* Състои се от корпус 1, върху който са монтирани: машинна стиска 2; динамометър, състоящ се от гривна 4 и измервателен часовник 5 със стойност на едно деление 0,01 mm; задвижващ елемент (пневмоцилиндър или пневмокамера) 6.

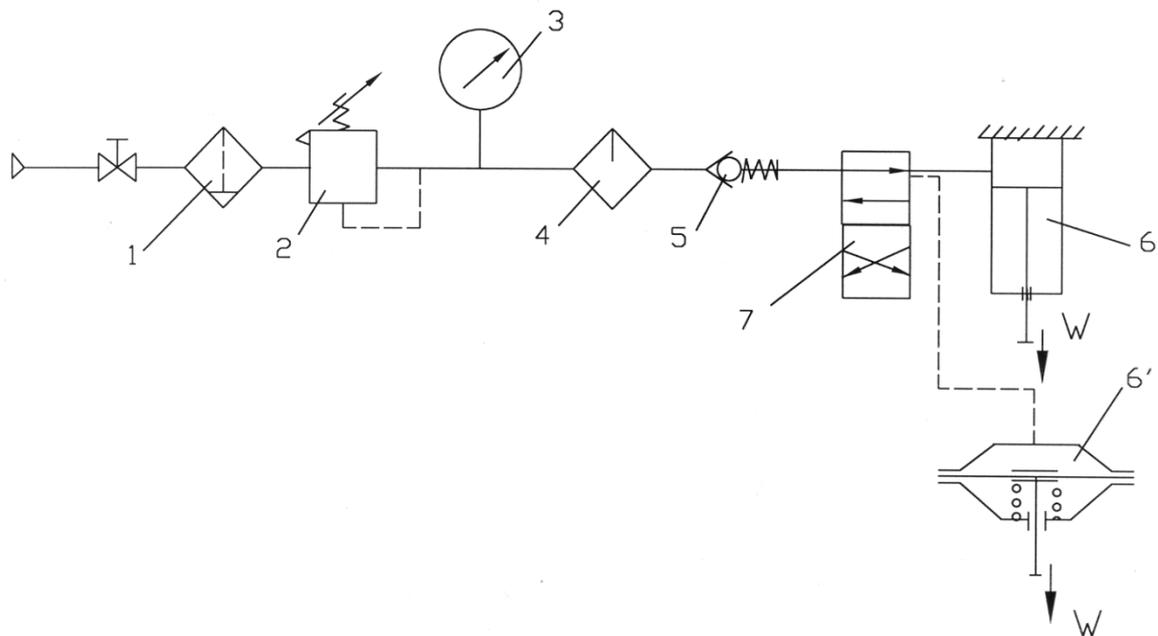


Фиг. 6.1 Схема на опитната уредба

Пневмосхемата (фиг. 6.2) включва филтър-влажготделител 1, регулатор на налягане 2, манометър 3, омаслител 4, обратен клапан 5, пневморазпределител 7 и задвижващ елемент (пневмоцилиндър 6 или пневмокамера 6').

За провеждане на изследването са необходими: опитна уредба (фиг.6.1), набор от опитни образци 3 с различна дебелина, инсталация за сгъстен въздух, тарировъчен график за динамометричната гривна.

Експериментите се провеждат последователно при затягане първоначално с пневмоцилиндъра 6, а след това с пневмокамерата 6'. За целта в опитната уредба е осигурена възможност за тяхната размяна.



Фиг. 6.2 Пневмосхема

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

- 3.1 На работна позиция се установява пневмоцилиндърът 6, а в машинната стиска един от опитните образци.
- 3.2 Задава се работното налягане p .
- 3.3 Задейства се разпределителят (фиг. 6.2, поз. 7), при което се захранва пневмоцилиндърът и се закрепва опитният образец.
- 3.4 Отчита се деформацията Δ на гривната 4 от измервателния часовник 5 (фиг. 6.1). Стойностите на Δ и p се нанасят в табл. 6.2.
- 3.5 Освобождава се опитният образец, чрез обратно задействане на разпределителя 7.
- 3.6 Действията от т.3.2 до т.3.5 се повтарят със същия образец до определен от ръководителя на упражнението брой пъти N .
- 3.7 В машинната стиска се установяват други опитни образци с различна дебелина.
- 3.8 Определят се дължините на работните ходове $L_{px,i}$ ($i = 1 \div n$, n – брой на опитните образци), като разлика на разстоянието между челюстите на стиската и дебелините на опитните образци.
- 3.9 За всеки образец се изпълняват действията от т. 3.2 до т. 3.5, като резултатите за деформациите на гривната Δ се нанасят в табл. 6.3.
- 3.10 Пневмоцилиндърът се заменя с пневмокамера и се повтарят действията от т. 3.2 до т. 3.9.

Табл. 6.2

№	пневмоцилиндър					пневмокамера				
	p, Pa	Δ, mm	Q^T, N	Q^o, N	η	p, Pa	Δ, mm	Q^T, N	Q^o, N	η
1										
2										
3										
·										
·										

Табл. 6.3

№	пневмоцилиндър			пневмокамера		
	L_{px}, mm	Δ, mm	Q^o, N	L_{px}, mm	Δ, mm	Q^o, N
1						
2						
3						
·						
·						

4. ОБРАБОТВАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИТЕ ДАННИ

4.1 Определят се теоретичната сила на закрепване Q_i^T (в случая $Q_i^T = W$) и действителната сила на закрепване с помощта на тарировъчния график на динамометричната гивна Q_i^o ($i = 1 \div N$). Резултатите се нанасят в табл. 6.2 и табл. 6.3.

4.2 Определят се к.п.д. $\eta_i = Q_i^o / Q_i^T$ и средния к.п.д. $\eta_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N \eta_i}{N}$.

4.3 Резултатите от експерименталните данни за Q_i^o от табл. 6.2 се обработват статистически по методиката дадена в Упражнение № 4.

Определят се параметрите на разсейването $\bar{Q}^o = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i^o}{N}$, $S_{Q^o} = R_{Q^o} / dN$, $V_{Q^o} = 2\kappa S_{Q^o}$ за пневмоцилиндъра и пневмокамерата. Пресмята се относителното разсейване V_{Q^o} / \bar{Q}^o .

4.4 С резултатите от табл. 6.3 се построяват графични зависимости на действителната сила на закрепване от дължината на хода на буталния прът.

4.5 Анализират се получените резултати, съпоставят се получените графични зависимости от т.4.4, при закрепване с пневмоцилиндър и с пневмокамера и се правят изводи.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗАКРЕПВАЩАТА СИЛА ПРИ УСТАНОВЯВАНЕ НА ЗАГОТОВКИ ВЪРХУ ЕЛЕКТРОМАГНИТНА МАСА

1. ТЕОРЕТИЧНИ ПРЕДПОСТАВКИ

В електромагнитните задвижващи устройства за закрепване на заготовките се използва енергията на магнитно поле, източник на което са електромагнити.

Използват се основно за закрепване на заготовки от феромагнитни материали при плоскошлифовалните машини.

Механичното въздействие на магнитното поле (сила на закрепване Q) върху закрепената заготовка се определя от магнитната индукция и площта, през която преминава магнитният поток. За да се намалят загубите на енергия, е необходимо всички пътища за провеждане на магнитния поток да представляват стоманени магнитопроводи, сменяем участък от които е закрепената заготовка. Това налага последната да притежава феромагнитни свойства.

Магнитопроводът се характеризира с магнитно съпротивление, зависещо от: магнитната проницаемост, площта на напречното сечение и дължината му. За заготовката като елемент на магнитопровода тези параметри се определят от: марката и твърдостта на материала, размерите ($a.b$) и височината на грапавините R_a на опорната и повърхнина и височината h (фиг. 7.1).

Големината на магнитния поток, преминаващ през закрепената заготовка, зависи и от степента на запълване на работната повърхнина на Π със заготовки. С увеличаване на височината на заготовката h , силата на закрепване нараства. При височина по-голяма от широчината на полюсите, големината на силата се стабилизира или почти целият магнитен поток преминава през заготовката.

С увеличаване височината на грапавините на базовата повърхнина R_a се увеличава въздушната хлабина между заготовката и полюсите. При преминаване през тази хлабина магнитният поток отслабва толкова повече, колкото е по-голяма хлабината. Затова с нарастване на грапавостта R_a се намалява силата на закрепване.

2. ПОСТАНОВКА НА УПРАЖНЕНИЕТО

При шлифоване векторът сила на рязане се разлага на две съставлящи – вертикална, която притиска заготовката към масата и спомага на закрепващата сила и хоризонтална, която се стреми да я приплъзне по нея. Условието за надеждно закрепване се определя от големината на хоризонталната съставляща. Затова силово-деформационната характеристика на масата се изследва чрез натоварване с хоризонтална сила, при която се получава забележимо приплъзване на заготовката.

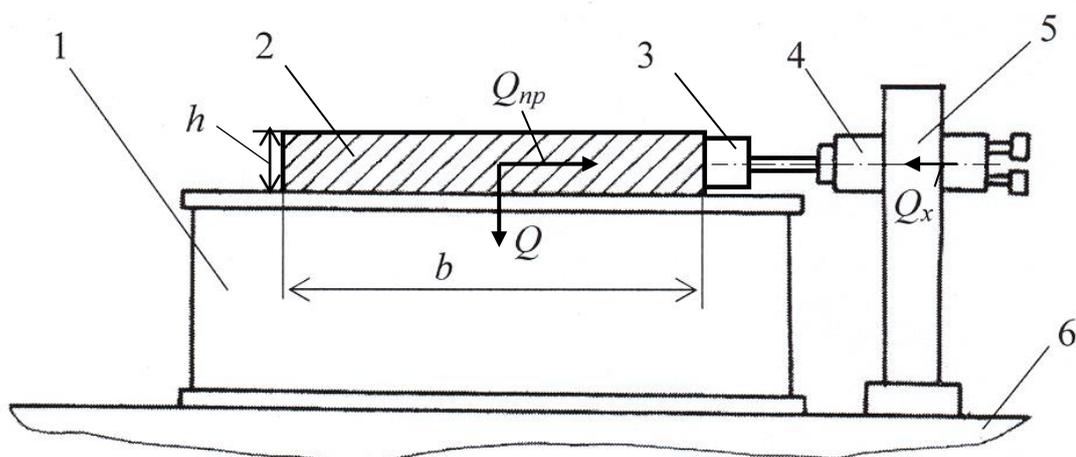
2.1 Задача на упражнението

Задача на упражнението е експериментално определяне на влиянието на материала, височината, грапавостта и големината на площта на заготовките върху силата на закрепване при установяването им върху електромагнитна маса.

2.2 Опитна уредба

Опитната уредба за провеждане на експеримента е показана на фиг.7.1. Състои се от електромагнитна маса 1, установена на корпуса 6. Стойката 5, закрепена към корпуса, служи за установяване на хидроцилиндъра 4 за хоризонтално натоварване на образеца 2. Плъзгачът 3, изработен от немагнитен материал, служи за предаване на усилието от хидроцилиндъра 4 към образеца.

За провеждане на изследването са необходими: експериментална уредба, набор образци от различни материали с различна грапавост и размери, тарировъчен график на хидроцилиндъра 4, профилометър, шублер.



Фиг.7.1 Схема на опитната уредба

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

- 3.1 Измерват се размерите и грапавостта на образците. Резултатите се записват в табл. 7.1.
- 3.2 Произволно избран образец се базира на електромагнитна маса 1 до плъзгача 3.
- 3.3 Натиска се бутона за задействане на електромагнитната маса.
- 3.4 Натиска се бутона за включване на хидравличната помпа.
- 3.5 С регулатора се увеличава налягането в хидроцилиндъра 4 до приплъзване на образеца 2 по електромагнитната маса 1.
- 3.6 Отчита се налягането p от манометъра и се записва в табл. 7.1.
- 3.7 Описаните действия се повтарят 3 пъти.

3.8 Данните от графата $Q_{np.}$ се отчитат от тарировъчния график.

Пресмята се средната стойност $Q_{np.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^3 Q_{np,i}}{3}$ и се записва в табл. 7.1.

3.9 За всеки следващ произволно избран образец се повтарят описаните по-горе действия, като базирането следва да е на същото място върху електромагнитната маса.

Табл. 7.1

№ на обра- зца	Размери на образца (<i>a.b.h</i>)	Материали	Грапавост R_a	Налягане p [MPa]			$Q_{np.}$ [N]			$Q_{np.ср.}$ [N]
				p_1	p_2	p_3	$Q_{np.,1}$	$Q_{np.,2}$	$Q_{np.,3}$	
1										
2										
3										
4										
.										
.										
.										
.										

4. ОБРАБОТВАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИТЕ ДАННИ

По резултатите, записани в табл. 7.1, се построяват графиките

$$Q_{np.ср.} = f(h), Q_{np.ср.} = f(R_a), Q_{np.ср.} = f(b).$$

Дава се заключение за влиянието на изследваните параметри върху получената закрепваща сила.

ТОЧНОСТ НА ИЗРАБОТВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯТА

1. ИЗХОДНИ УСЛОВИЯ

Точността на приспособленията се реализира последователно на етапите конструиране, изработване, сглобяване и експлоатация. При проектирането конструкторът трябва да определи допуски на размерите на детайли от *П*, съобразно които трябва да се извърши тяхното изработване. Според точността си тези размери могат да се разделят на *три групи* [6,7].

Към *първата група* се отнасят размери на детайли и съединения в *П*, от които зависи получаваната точност на разглежданата операция. В практиката широко се прилага методически неправилният подход, допуските на тези размери да се приемат $1/3 \div 1/2$ от допуските на съответните получавани размери от обработвания детайл. Стесняването на допуските в указаните граници, както показва опитът от експлоатацията на *П*, в повечето случаи осигурява точността на обработването, но при този подход не е изключено предписването на излишно стеснени или (в по-редки случаи) недопустимо широки допуски, което означава ненужно оскъпяване на *П* или невъзможност за постигане на необходимата точност. Освен това този подход може да се приложи само за някои размери от тази група.

Към *втората група* се отнасят точни размери на детайли и съединения, от които не зависи точността на обработването – например съединения в закрепващи устройства, изтласквачи за изваждане на обработените детайли, спомагателни механизми и други. Допуските им се определят в зависимост от служебното предназначение на механизма, като се отчита характерът и условията на работа. Обикновено допуските на тези размери се задават по $6^{-та}$ – $8^{-ма}$ степен на точност.

Към *третата група* се отнасят свободните размери. Най-често техните допуски се задават по $12^{-та}$ – $14^{-та}$ степен на точност за обработени повърхнини, а за необработени – над $15^{-та}$ степен на точност.

Безспорно най-голям интерес представлява определянето на допуските на размерите от *първата група*. То не трябва да се извършва по споменатото по-горе практическо правило. Тази задача може да се реши обосновано и правилно от методична гледна точка като се приложи изчислително-аналитичен метод, какъвто в случая е размерният анализ на точността на *П*.

По време на технологическия процес обработваните детайли се включват в съответни технологически размерни вериги посредством определени техни размери и технически изисквания. Веригите могат да се затварят в рамките на цялата система “*машина-приспособление-инструмент-детайл (МПИД)*” или само в рамките на *П* и заготовката. Типичен пример за втория случай са кондукторите приспособления.

В тези размерни вериги получаваният при операцията размер е затварящо звено, а елементите на *П* (размери на детайли от него, хлабини),

които влияят на неговата точност, са съставни звена. На етапа конструиране се решава *проектна (права) задача*, при която на съставните звена се определят целесъобразни допуски. Извършват се и *проверочни пресмятания* за определяне на реалната точност на вече конструирани Π (обратна задача). В отделни случаи с решаване на обратната задача може да се докаже неудачността на конструктивния вариант на Π или на някои негови елементи.

И при двата типа задачи най-напред трябва да се състави размерната верига. Тя се построява върху сборния чертеж на Π или върху скица на участък от него, в който са разположени всички звена. Абстрактното съставяне на веригата върху бял лист хартия крие опасност от допускане на груби грешки (пропускане или повторно включване на звена).

Преди решаването на веригата с числени стойности се избира методът за осигуряване точността на затварящото звено. Задачата може да се реши по методите на *пълната* или *непълната взаимозаменяемост* [7]. Първият се прилага при малозвенни вериги (брой на звената $n \leq 4$), а вторият – при многозвенни вериги ($n > 4$). Интерес тук представлява определянето на допуските на съставните звена. За тази цел обаче, от теорията на размерните вериги за линейни вериги е известно само по едно уравнение за допускане на затварящото звено. Съответно за метода на пълната взаимозаменяемост ще имаме

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^{n-1} TA_i, \quad (8.1)$$

а за непълната взаимозаменяемост ($t_{\Delta} = 3; \lambda_i = \frac{1}{9}$),

$$TA_{\Delta} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} TA_i^2}, \quad (8.1')$$

където TA_i е допускът на i -то съставно звено; n – общият брой на звената.

Или задачата е математически неопределена, тъй като е налице едно уравнение и $(n-1)$ неизвестни. В практиката на размерния анализ тази задача се свежда до еднозначно решима чрез налагане на някои допълнителни условия, посредством които се определя ролята на съставните звена при формиране точността на затварящото звено. За този тип размерни вериги е подходящо и удобно отначало да се приложи *принципът на равните допуски*, т.е.

$$TA_1 = TA_2 = \dots = TA_{n-1} = TA_{cp}. \quad (8.2)$$

Тогава за метода на пълната взаимозаменяемост ще се получи съответно

$$TA_{cp} = \frac{TA_{\Delta}}{n-1}, \quad (8.3)$$

а за непълната взаимозаменяемост

$$TA_{cp} = \frac{TA_{\Delta}}{\sqrt{n-1}}. \quad (8.3')$$

Пресметнатата средна стойност е само ориентируваща. По-нататъшното решаване на задачата изисква от конструктора много добро познаване на технологията за изработване елементите на Π . Допуските на съставните звена, с изключение на едно, се предписват чрез коригиране на пресметнатата стойност на $TA_{cp.}$, имайки предвид следните съображения [6,7]:

1. Определят се допуските на тези звена, които могат да се изработят с допуск $TA_i < TA_{cp.}$, без това да усложнява технологията за обработването им. С това се създава възможност за предписване на по-големи допуски на другите съставни звена. За останалите звена може да се пресметне отново среден допуск $TA_{cp.}$, имайки предвид неизконсумираната част от допуската на затварящото звено TA'_A .
2. Допуските на стандартизирани и нормализирани елементи се задават като се приемат препоръчаните сглобки и допуски.
3. Допуските на оригиналните детайли се задават като се има предвид предполагаемия технологически процес, по който ще се получат и големината на номиналните стойности на размерите им (на по-големи звена се задават по-големи допуски).
4. Звената от тип хлабина се анализират относно тяхното проявление при действащото силово натоварване. Когато хлабината се обира в двете посоки, тя се включва с цялата си стойност (диаметрална хлабина), а когато се обира едностранно – с половината от допуската.
5. За някои звена трябва да се отчете износването им в процеса на експлоатация, а при определени случаи силовите деформации на отделни звена.

Последният неизвестен допуск на съставно звено се определя от уравнението за допуската на затварящото звено. Ако неговата стойност се окаже неприемливо малка или голяма се пристъпва към повторно коригиране на допуските на някои съставни звена. След коригиране се извършва проверка по условията (8.1) или (8.1') и при неизпълнение, коригирането и проверката се повтарят, до получаване на задоволителен резултат.

За пълното решаване на задачата следва да се пресметнат средните отклонения на допусковите полета и граничните размери на съставните звена. За целта се прилагат познанията по теория на размерните вериги [7].

2. ПРИМЕРНИ ЗАДАЧИ

Примерните задачи за определяне точността на изработване на елементите на Π са изяснени чрез решаването им върху Π разгледани в *Упражнение № 5* (фиг. 5.5 и фиг. 5.7).

2.1 Приспособление за операция “Стругова”.

На тази операция (фиг. 5.1) се осигурява точността на диаметралния размер $\phi 20H7$ и размера $6 \pm 0,05 \text{ mm}$ за разположение на оста му. Точността на първия зависи основно от точността на райбера, докато точността на размера $6 \pm 0,05 \text{ mm}$ се определя от точността на Π и машината. Опорните пластини 6

(фиг. 5.5) са установени към корпусния детайл 2, който от своя страна е фиксиран с щифтове към корпуса 1. Щифтовете са запресовани в корпуса 1 и се сглобяват с отворите на детайла 2 по $H7/h6$.

На фиг. 8.1 е показана втората проекция от сборния чертеж на Π с разрез през фиксиращия щифт. Върху него е построена размерната верига за осигуряване точността на размера $6 \pm 0,05 \text{ mm}$. Прието е, че оста на обработения отвор и оста на въртене съвпадат. Съставните звена са:

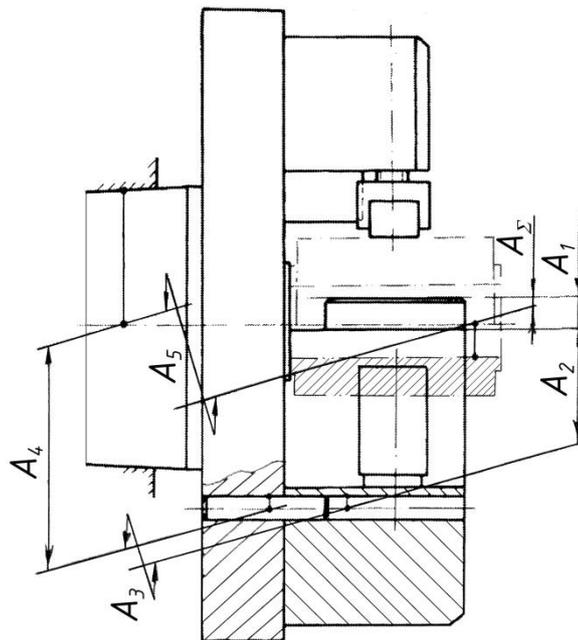
A_1 – височината на опорната пластина;

A_2 – разстоянието от монтажната повърхнина до оста на отвора за щифта, взето от детайл 2;

A_3 – хлабината между щифта и отвора;

A_4 – разстоянието от оста на отвора за щифта до оста на установъчния конус, взето от корпуса 1;

A_5 – радиалното биене на вретеното.



Фиг. 8.1 Схема на размерната верига на Π за операция “Стругова”

За краткост тук е показано решението на задачата само по големина на допусковите полета. Прилага се методът на непълната взаимозаменяемост, тъй като броят на звената е $n > 4$. Пресмята се средният допуск по уравнение (8.3’):

$$TA_{cp.} = \frac{0,1}{\sqrt{6-1}} = 0,045 \text{ mm}.$$

От посочените по-горе съображения могат да се зададат:

$$TA_1 = TA_1' + TA_1'' = 9 + 15 = 24 \mu\text{m},$$

където TA_1' е допускът за изработване на пластината по $8h6$; TA_1'' – допускът за износване и разсейване от силовите деформации;

$TA_3 = 0,02 \text{ mm}$ – за сглобка $\phi 6H7/h6$ [8];

$TA_5 = 0,008 \text{ mm}$ – измереното радиално биене на машината.

Размерите A_2 и A_4 се получават на координатно-разстъргваща машина и са равностойни по сложност на постигане. За тях може да се определи $TA_{cp.}$, като се има предвид неизразходваната част от допуската на затварящото звено.

$$TA_{cp.} = \frac{TA'_A}{\sqrt{n-4}} = \frac{\sqrt{0,1^2 - 0,024^2 - 0,02^2 - 0,008^2}}{\sqrt{6-4}} = 0,068mm.$$

Координатно-разстъргващите машини осигуряват допуски на този тип размери със стойности $\geq 0,05 mm$. Приема се, че $TA_2 = TA_4 = 0,06mm$, което създава възможност да се завиши допусъкът за износване на пластините.

Тогава:

$$TA_I = \sqrt{TA_A^2 - \sum_{i=1}^4 TA_i^2} = \sqrt{0,1^2 - 0,06^2 - 0,02^2 - 0,06^2 - 0,008^2} = 0,048mm,$$

а срокът за експлоатация на II ще се увеличи $2 \div 3$ пъти.

Извършва се проверка по условие (8.1')

$$TA_A = \sqrt{0,048^2 + 0,06^2 + 0,02^2 + 0,06^2 + 0,008^2} = 0,0998mm,$$

което показва задоволителен резултат.

2.2 Приспособление за операция "Пробивна I"

Размерната верига за II (фиг. 5.7) е показана на фиг. 8.2.

Съставни звена са:

A_1 – височината на опорната пластина;

A_2 – разстоянието от монтажната повърхнина до оста на отвора за щифта взето от детайл 13;

A_3 – хлабината между щифта и отвора (кондукторната плоча 20 е фиксирана с щифтове 28 към корпуса 13, като щифтовете са запресовани в корпуса и се сглобяват с отворите на плочата по $H7/h6$);

A_4 – разстоянието от оста на отвора за щифта до оста на отвора за втулките;

A_5 – радиалното биене на преходната втулка;

A_6 – хлабината между кондукторната и преходната втулка;

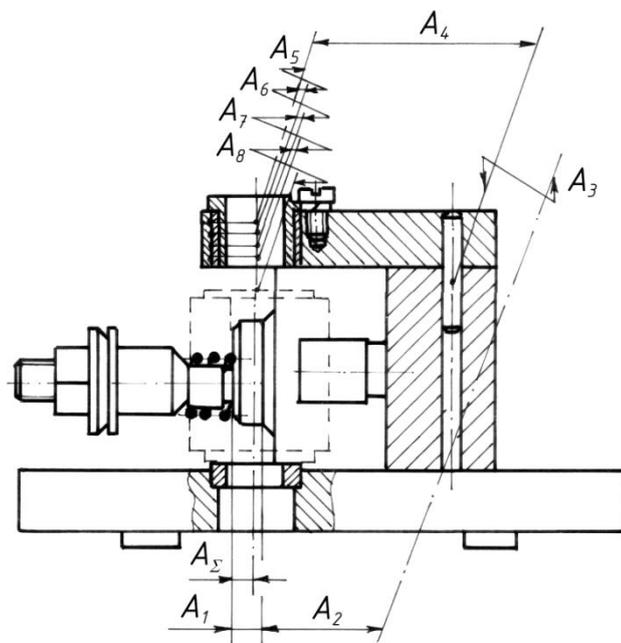
A_7 – радиалното биене на кондукторната втулка;

A_8 – хлабината между инструмента и кондукторната втулка;

В случая трябва да се приложи метода на непълната взаимозаменяемост ($n > 4$).

Пресмята се средният допуск по уравнение (8.3')

$$TA_{cp.} = \frac{0,1}{\sqrt{9-1}} = 0,035mm.$$



Фиг. 8.2 Схема на размерната верига на Π за операция "Пробивна I"

Както при струговото приспособление (задача 1) могат да се зададат:

$$TA_1 = TA'_1 + TA''_1 = 9 + 15 = 24 \mu m,$$

$TA_3 = 0,02 \text{ mm}$ - за сглобка $\phi 6H7/h6$ [8]; $TA_5 = 0,03 \text{ mm}$ [2]; $TA_6 = 0,034 \text{ mm}$ - за сглобка $H7/h6$ [8]; $TA_7 = 0,03 \text{ mm}$ [2];

$TA_8 = 0,029 \text{ mm}$ - за сглобка $\phi 20G5/h6$, при чисто райбероване [6].

За останалите звена A_2 и A_4 се пресмята отново $TA_{cp.}$, като се има предвид неизползваната част от допуската на затварящото звено TA'_4 :

$$\begin{aligned} TA'_4 &= \sqrt{TA_4^2 - (TA_1^2 + TA_3^2 + TA_5^2 + TA_6^2 + TA_7^2 + TA_8^2)} = \\ &= \sqrt{0,1^2 - (0,024^2 + 0,02^2 + 0,03^2 + 0,034^2 + 0,03^2 + 0,029^2)} = 0,0723 \text{ mm} \\ TA_{cp.} &= \frac{TA'_4}{\sqrt{n-7}} = \frac{0,0723}{\sqrt{9-7}} = 0,051 \text{ mm}. \end{aligned}$$

Приема се $TA_2 = TA_4 = 0,05 \text{ mm}$, каквато точност може да се осигури на координатно-разстъргваща машина.

Извършва се проверка по условие (8.1'):

$$TA_4 = \sqrt{0,024^2 + 2 \cdot 0,05^2 + 0,02^2 + 2 \cdot 0,03^2 + 0,034^2 + 0,029^2} = 0,0988 \text{ mm},$$

което показва удовлетворителен резултат.

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

3.1 Всеки студент получава чертеж на Π , като индивидуална задача;

3.2 Следвайки методиката от т.1, да се определят допуските на размерите на Π и хлабините в съединенията му, гарантиращи точността на зададените размери на заготовката.

УПРАЖНЕНИЕ № 9

УНИВЕРСАЛНО - СГЛОБЯЕМИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

В съвременното машиностроене се търсят възможности за оптимална серийност на производството посредством стандартизация, специализация, концентрация и коопериране. Независимо от това дребно и средносерийното производство заемат голям дял и значително превишават по промишлена продукция едросерийното и масово производство. Номенклатурата на технологическата екипировка непрекъснато се разширява с нови конструкции. Дори фирмите с големи инструментални цехове понякога не са в състояние да осигуряват своевременно необходимата им екипировка. За намаляване на разходите при конструиране и изработване на *П* и за съкращаване на сроковете за усвояване на нови изделия се прилага екипировка, изградена на агрегатен принцип от стандартизирани сглобяеми или сменяеми елементи.

Същността на всяка система универсално сглобяеми приспособления (*УСП*) предполага наличие на отделни съставни елементи (базови, корпусни, установъчни, закрепващи, крепежни и др.), които имат подходящи присъединявани повърхнини позволяващи същевременно и регулиране на тяхното взаимно разположение съобразно конкретното *П*.

Изграждането на конкретно *П* от комплект елементи за *УСП* се свежда до сглобяването му по зададена заготовка. Елементите на *УСП* се свързват посредством винтове, шпилкови или болтови съединения.

Приспособленията от системите *УСП* задоволяват потребностите на производството с често променяща се програма, като дребносерийно, ремонтно, изработване на резервни части, а също така изработване на първи образци при усвояване на нови изделия. Характерен белег на *УСП* е тяхната обратимост или гъвкавост, т.е. възможността им да се настройват за обработване на детайли с различна форма и размери.

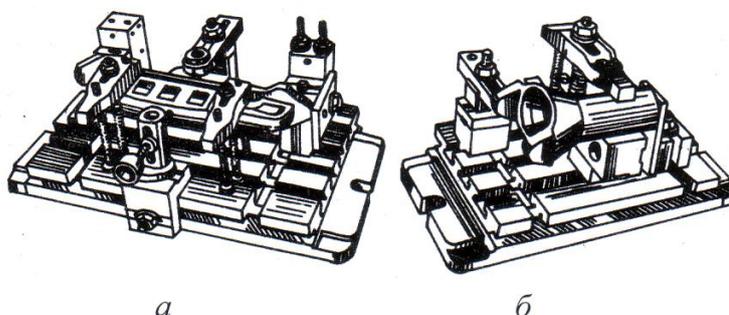
Всяко конкретно сглобено *П* е специално, тъй като е предназначено за една операция от обработването на даден детайл. След завършване на обработването *П* се разглобява и елементите му се връщат в комплекта на склад. Универсалност притежава самия комплект *УСП*, тъй като благодарение на високата точност и взаимозаменяемост на елементите му, същите могат да се използват многократно в други компановки на *П*. По такъв начин с отделните *П* се работи сравнително кратко време, което се определя от големината на партидата, а целият комплект се използва в продължение на много години.

2. ОСНОВНИ СИСТЕМИ УСП

Съществуват две системи елементи от комплекта от *УСП*:

- система шпонкови канали;
- система отвори

При системата “*канали*” (фиг. 9.1) базовите и корпусните детайли са снабдени с мрежа от Т-образни канали, чиито размерни стъпки са унифицирани. В каналите са установени шпонки, които определят местоположението на свързаните елементи. Закрепването се извършва с помощта на специални болтове, главите на които влизат в Т-образните канали. Тази система е по-разпространена в технологическата практика.



Фиг.9.1 Универсално-сглобяеми приспособления за пробивна (а) и фрезова(б) операции

При системата “*отвори*” базовите и корпусните детайли са снабдени с координатна мрежа от отвори. Размерите на отворите и техните междуосови разстояния са унифицирани. Отворите са стъпални, като $2/3$ от дължината им е гладка, обработена по *Нб*, а останалата долна част е с по-малък диаметър и в нея е нарязана резба. Гладката част на отворите служи за базиране, а резбовата – за закрепване на сглобяемите елементи. Тази система е получила по-малко разпространение.

3. КОМПЛЕКТ ЕЛЕМЕНТИ ЗА УСП

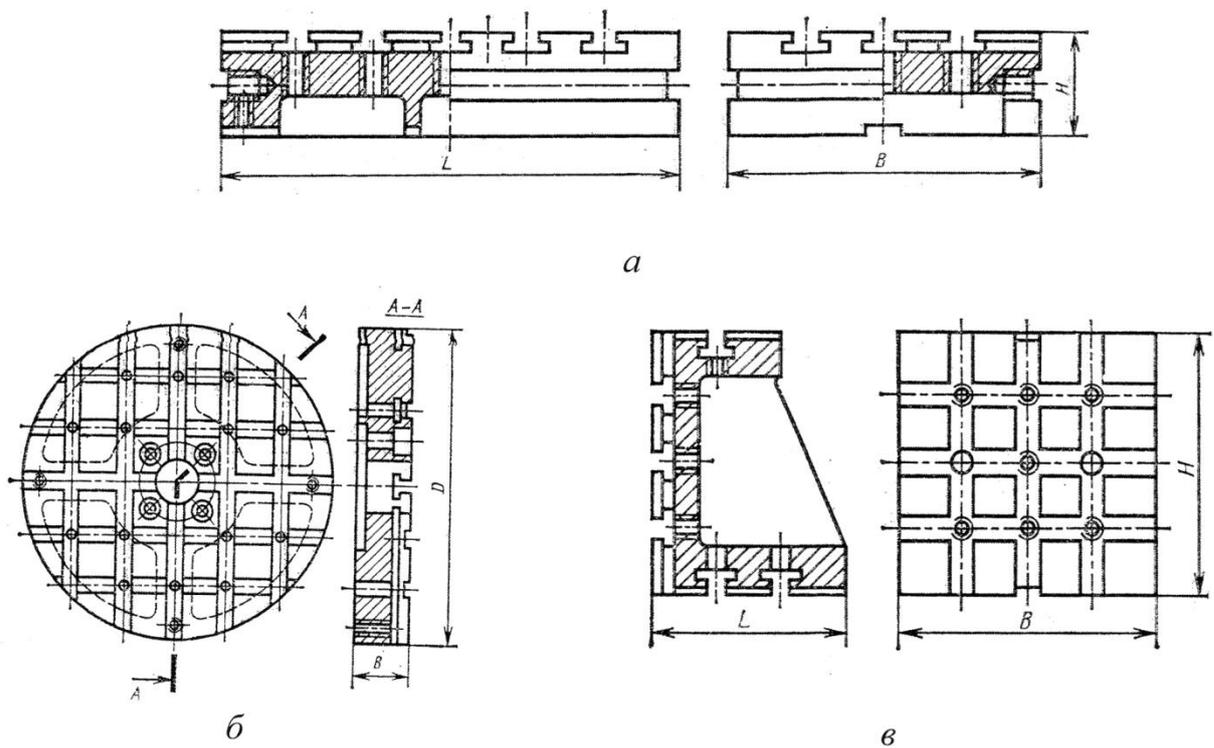
В общия случай всеки комплект елементи за УСП (система “*канали*”) съдържа следните детайли (възли): базови, корпусни, базиращи, закрепващи, крепежни, спомагателни и неразглобяеми възли. За краткост тук са разгледани само някои характерни представители на елементи за УСП. Един пълен комплект УСП обикновено се състои от голям брой (до 30000) елемента, от които могат да се комплектоват голям брой (до 300) най-различни П [6,10].

3.1 Базови детайли (фиг.9.2)

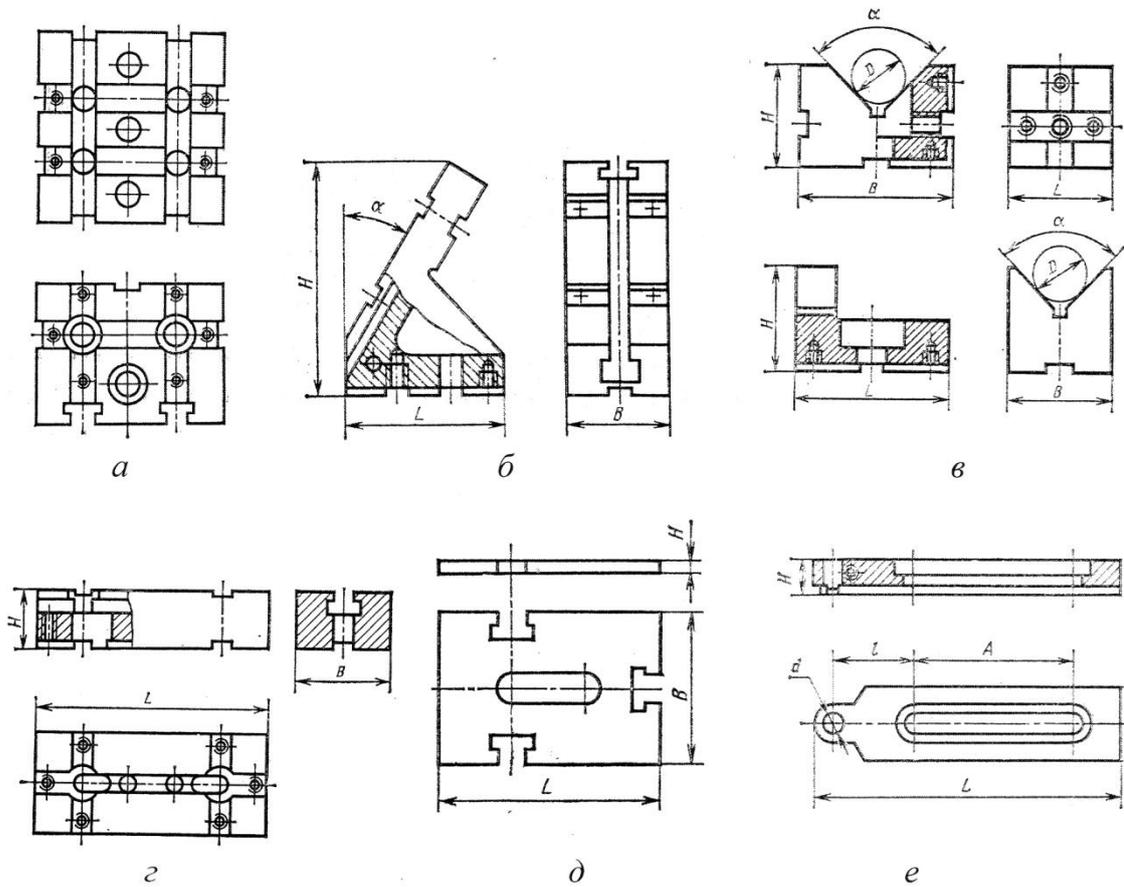
Използват се за основи на П, към които се закрепват всички останали елементи посредством изработени в тях “Т” образни канали. Към тях се отнасят правоъгълни плочи (а), кръгли плочи (б), ъгълници (в), колони и др.

3.2 Корпусни детайли (фиг.9.3)

Служат за изграждане корпусите на П. Те се монтират непосредствено към базовите детайли също посредством “Т” образни канали със същите стъпки и размери на сечението. Такива “Т” образни канали върху корпусните детайли са изработени и за закрепване на следващите елементи от комплекта. Биват: опори (правоъгълни (а), ъглови (б)), призми (в), планки (г,д), кондукторни планки (е) и др.



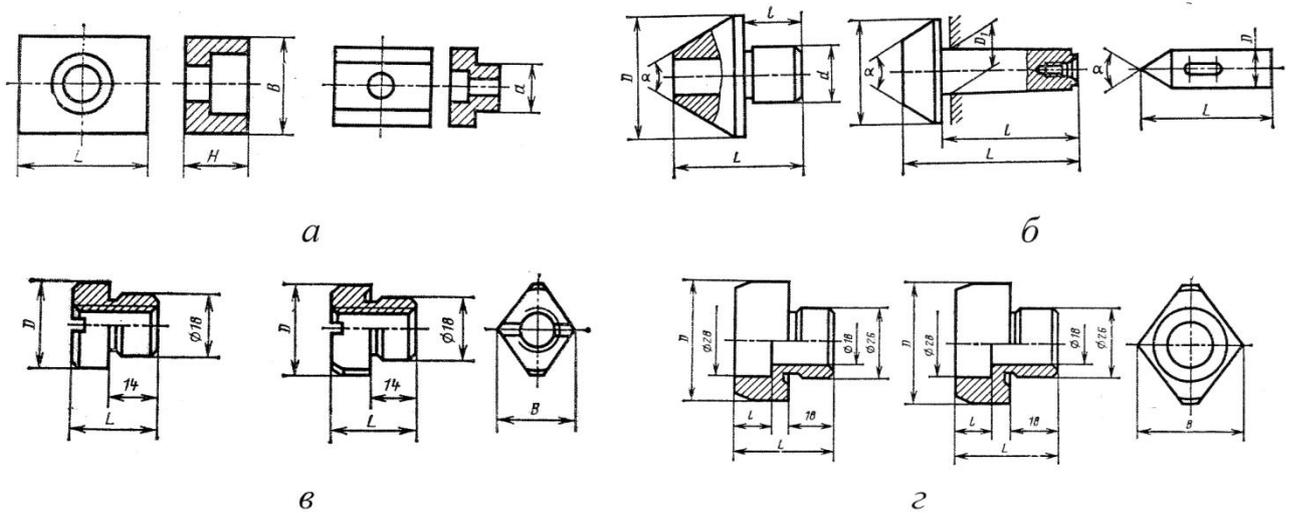
Фиг. 9.2 Базови детайли



Фиг. 9.3 Корпусни детайли

3.3 Ориентиращи детайли (фиг. 9.4)

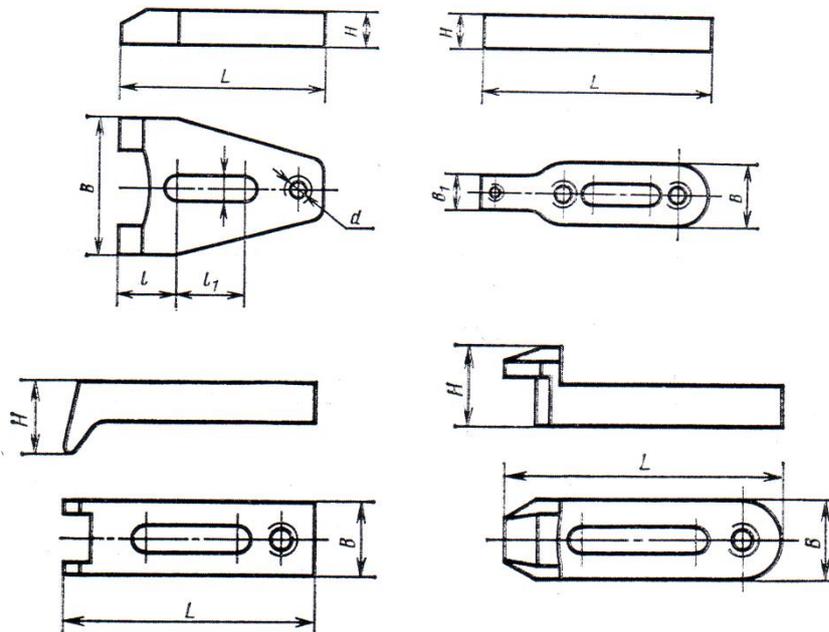
Служат за фиксиране на корпусните детайли в Π и за базиране на заготовките. В тази група влизат: шпонки, за закрепване в "Т" образни канали (а), центри (б), базирани палци (в,г), цилиндрични опори, кондукторни втулки и др.



Фиг. 9.4 Ориентиращи детайли

3.4 Закрепващи детайли (фиг. 9.5)

Служат за закрепване на заготовките в Π . Такива са: планки, прихвати и др.



Фиг. 9.5 Закрепващи детайли

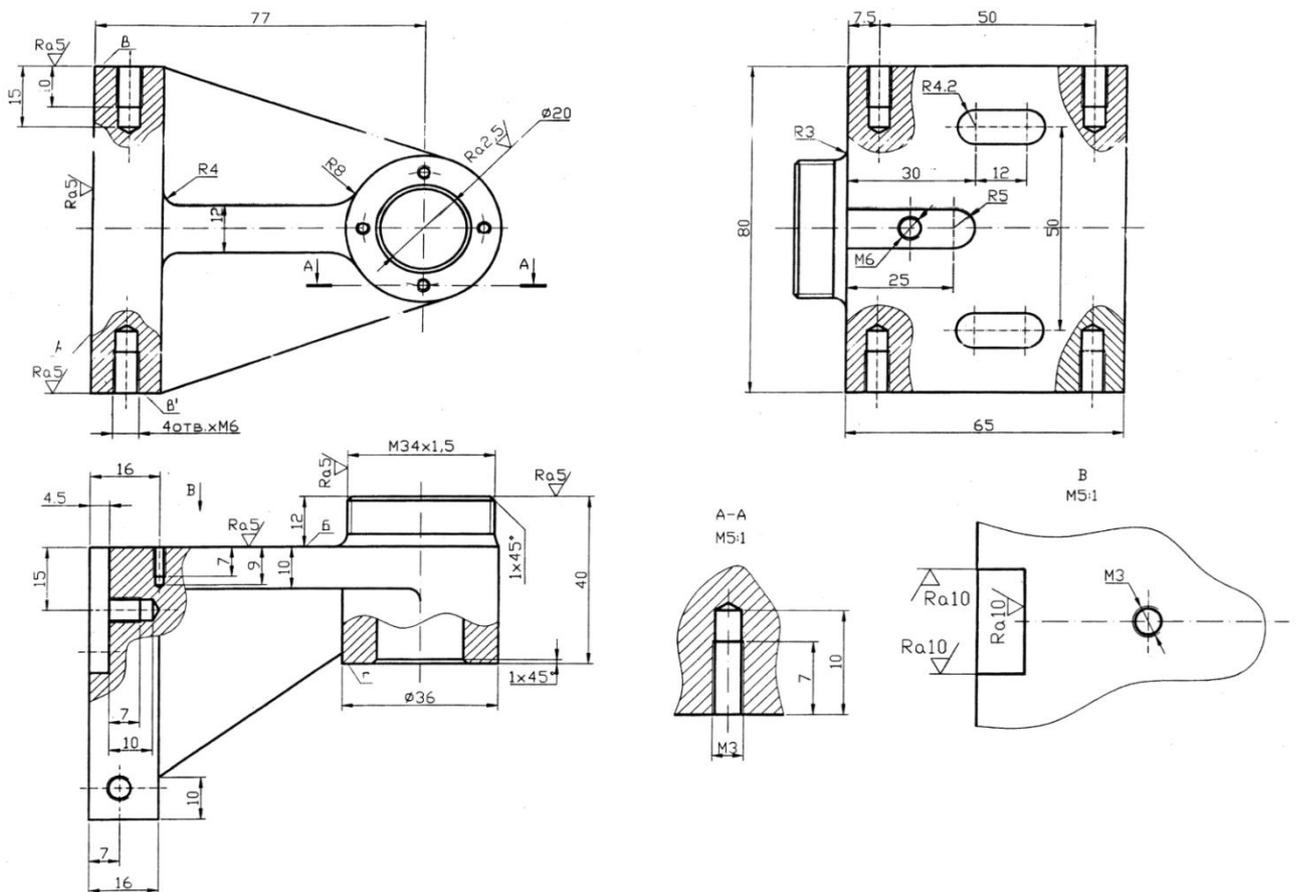
3.5 Крепежни детайли (фиг. 9.6)

Служат за свързване на елементите на Π и за закрепване на заготовките. В тази група влизат болтове (а, б, в), шпилки (г), гайки (д, е, ж).

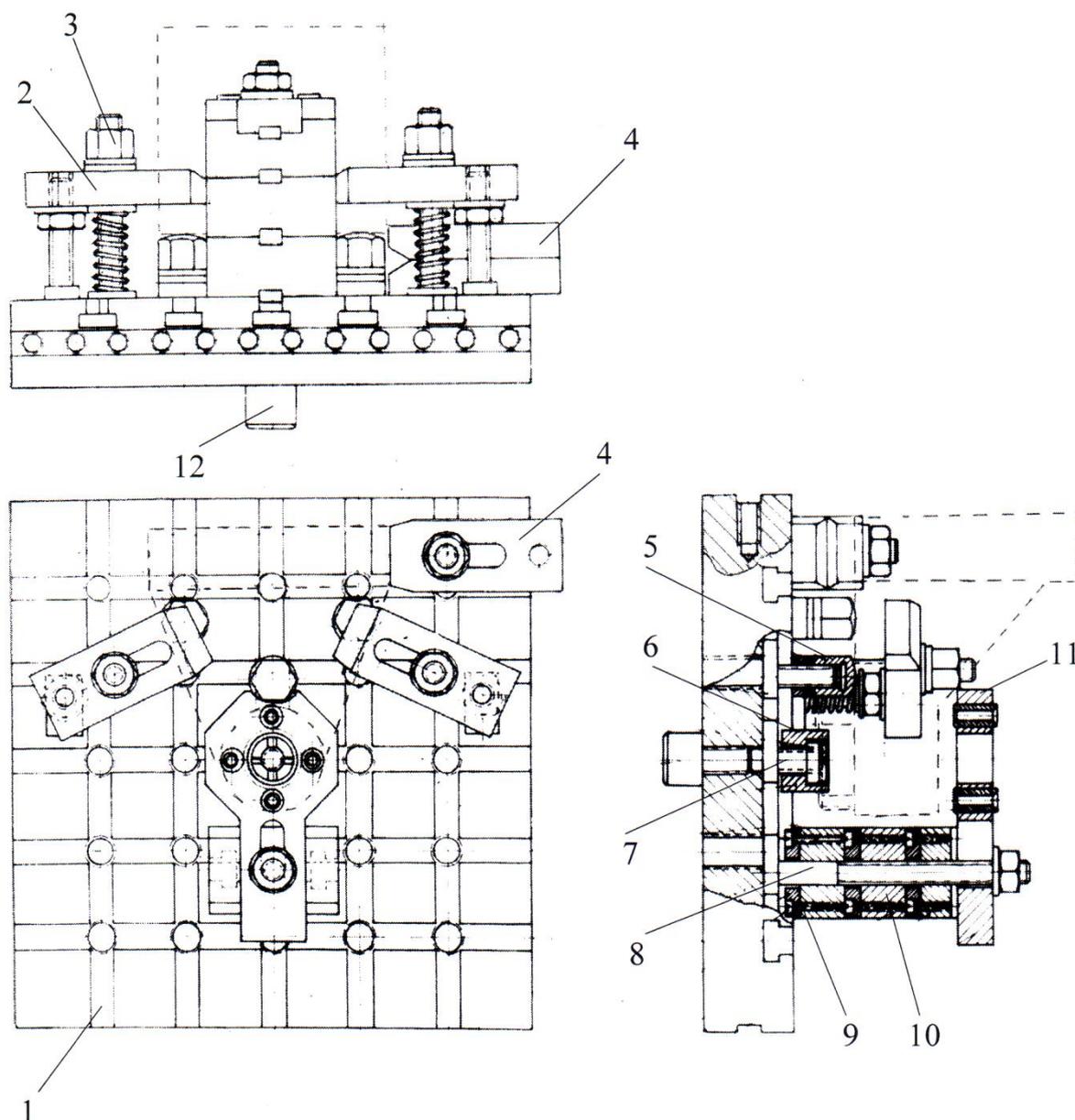
4. ПРИМЕРНО ПРИСПОСОБЛЕНИЕ

Приспособление изградено от комплект елементи за УСП, предназначено за установяване на детайл “Конзола” (фиг.9.8), при свредловане на 4 отвора $\phi 2,5$ за резба М3, върху вертикално-пробивна машина ПК20, е показано на фиг. 9.9.

Върху базовата плоча (поз. 1), посредством винт 7, е установен палец 6 и три опори (поз. 5). Заготовката се базира върху трите опори по долната си равнинна повърхнина и по отвора в палеца 6, като ъгловото базиране се осигурява посредством планки 4. Затягането се осъществява посредством две затягащи планки (поз. 2), чрез подпружинни винтови съединения (гайка 3). Кондукторната плоча 11, съдържаща четири неподвижни кондукторни втулки, е свързана с базовата плоча 1, посредством три планки 10, осигурени срещу взаимно завъртане, чрез три шпонки 9 и закрепена чрез болтово съединение (поз. 8). Посредством опората 12 се настройва положението на П към масата на пробивната машина.



Фиг. 9.8 Примерен детайл “Конзола”



Фиг. 9.9 Приспособление изградено от комплект УСП за пробиване на 4 отвора $\phi 2,5$ в детайл "Конзола"

5. ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

- 5.1 Студентите се запознават с наличните елементи от комплект УСП и конструкции на П, сглобени от него за установяване на конкретен детайл;
- 5.2 При зададени: чертеж на детайл, заготовка и технологически маршрут за условията на дребносериенно производство се извършва следното:
 - 1) Съставя се схема на установяване на заготовката за зададена операция;
 - 2) За операцията се сглобява П от наличните елементи от комплекта УСП.

УПРАЖНЕНИЕ № 10

ИКОНОМИЧЕСКА ЕФЕКТИВНОСТ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯТА

1. МЕТОДИЧНИ БЕЛЕЖКИ

1.1 Основни положения на методиката за определяне на икономическата ефективност [5,6]

Определянето на икономическата ефективност на използването на Π е важен етап от тяхното проектиране, който се провежда преди, по време и след конструирането на Π . При това се сравняват варианти на изпълнение на конкретна технологическа операция със и без използване на Π или с използване на различни варианти конструкции на Π , осигуряващи получаване на необходимата точност на обработка, но различаващи се по сложност, производителност и себестойност.

Методиката за определяне икономическата ефективност на Π се основава на принципа на съпоставяне разходите включващи конструиране, изработване, експлоатация и др. с намалената трудопоглъщаемост, по-малките разходи за работна заплата и др.

Използването на Π е ефективно спрямо варианта на обработване без Π , ако е изпълнено неравенството

$$P \leq eN, \quad (10.1)$$

където P са годишните разходи за Π , зависещи от себестойността му, времето на използването му и олихвяването на инвестирания капитал, лв./год.; e – икономическият ефект, получаван при обработване на един детайл в даденото приспособление, лв./бр.; N – годишната производствена програма, бр.

Граничен случай на ефективно използване на Π е този, при който неравенството (10.1) се превръща в равенство. Това равенство определя най-големите допустими годишни разходи за Π при зададена годишна производствена програма. Най-малката годишна производствена програма N_{\min} , при която се възстановяват разходите за Π , осигуряващо получаване на даден икономически ефект, се определя от отношението

$$N_{\min} = \frac{P}{e}. \quad (10.2)$$

Ако обемът на производство и годишните разходи за Π са известни, то най-малкият икономически ефект e_{\min} , който трябва да се получи с използване на Π , ще бъде

$$e_{\min} = \frac{P}{N}. \quad (10.3)$$

Сумарният икономически ефект (печалбата) в лв./год. от използването на едно Π в течение на годината е

$$E_c = E_r - P, \quad (10.4)$$

където $E_r = eN$ е годишният икономически ефект, получаван от обработването на всички детайли от годишната производствена програма в Π , лв./год.

При съпоставяне на няколко конструкции на Π за изпълнение на дадена технологическа операция най-ефективно е това Π , чийто сумарен икономически ефект E_c е най-голям.

1.2. Икономически ефект от използването на приспособления [5,6]

Основен фактор, влияещ върху икономическия ефект от използването на Π , е намаляването на трудопоглъщаемостта на операциите. Последното зависи от съвършенството на Π (напр. наличие или липса на бързодействащи закрепващи и задвижващи устройства).

Намалената трудопоглъщаемост снижава разходите за работна заплата на основните работници и разходите за поддръжане, експлоатация и амортизация на оборудването. Намаляват се и условно-постоянните (независещи от обема на производството) разходи.

Икономическият ефект e , получаван от намаляване на разходите за работна заплата за един детайл на дадена технологическа операция, с отчитане на цеховите разходи H (в проценти от основната работна заплата), свързани с работата на оборудването, е

$$e = \frac{T_{ед,1}Z_1 - T_{ед,2}Z_2}{60} (1 + K + 0,01H), \quad (10.5)$$

където $T_{ед,1}$, $T_{ед,2}$ са единичните калкулационни времена за изпълняване на операцията с две различни Π преди и след екипирането и с Π , min [9]; Z_1 , Z_2 – заплата за съответната квалификация, лв./h; K – коефициентът на начисленията върху заплата ($ДОО$).

Внедряването на Π често води до разработване на нов технологически процес поради отпадане или изменение на отделни операции. В този случай за определяне на икономическия ефект, отнесен към едно Π , е правилно да се отчита не само изменението на трудопоглъщаемостта на екипираните операции, а на технологическия процес като цяло по формулата

$$e = \frac{\sum_{i=1}^m T_{ед,1,i}Z_{1,i} - \sum_{i=1}^m T_{ед,2,i}Z_{2,i}}{60M} (1 + K + 0,01H), \quad (10.6)$$

където m е броят на операциите на технологическия процес с променена трудопоглъщаемост, включително отпадналите; M – броят на Π , внедрени в технологическия процес.

Ако в сравняваните варианти се използва различно оборудване, напр. координатна пробивно-разстъргваща машина се заменя с вертикално-пробивна, се отчитат и различните разходи за единица време работа на оборудването. Икономическият ефект в този случай е

$$e = \frac{\sum_{i=1}^m T_{e0,1,i} Z_{1,i} - \sum_{i=1}^m T_{e0,2,i} Z_{2,i}}{60M} (1 + K + 0,01H) + \frac{\sum_{i=1}^m T_{e0,1,i} P_{e,1,i} - \sum_{i=1}^m T_{e0,2,i} P_{e,2,i}}{60M}, \quad (10.7)$$

където $P_{e,1}$ и $P_{e,2}$ са разходите за 1 машиночас работа на оборудването за сравняваните варианти (без отчитане заплатата на работниците), лв./h [9].

1.3 Годишни разходи при използването на специални приспособления (СП) [5,6]

Годишните разходи $P_{СП}$ се определят с изрази

$$P_{СП} = C_{СП} (1 + 0,01\lambda)^T (A_a + A_e), \quad (10.8)$$

където $C_{СП}$ е себестойността на Π , лв.; A_a – коефициентът на амортизация ($A_a = \frac{1}{T}$); A_e – коефициентът на разходите за експлоатация на Π ; λ – годишна лихва, %; T – срок на експлоатация на Π (прогнозен), год.

Себестойността на СП включва разходите за изработването му в метал и за неговото проектиране. Тя може да се определи по три начина: по фактическите разходи на инструменталния цех и технологическия отдел на фирмата; чрез определяне разхода на материал и нормиране на работите по конструиране и изработване на Π на основание конструктивната документация; по обобщени нормативни данни. Първите два начина се прилагат, когато Π е изработено или се намира в процес на изработване. Третият начин е приложим за предварителна оценка на разходите, когато чрез съпоставяне се търси ефективен вариант конструкция на Π .

Предварителната оценка на разходите може да се извърши, като чрез анализ на идейна скица на Π се определи сложността му въз основа на: изисквания към обработването с Π , брой на детайлите му (вкл. стандартните), брой на оригиналните му детайли, габарити на Π , вид на тялото му, начин на действие, вид на задвижващото устройство и особености на устройството за закрепване. След това от таблици и номограми (фиг. 10.1, табл. 10.1 [5,11]) се определят обобщени нормативни данни, с които се изчисляват разходите за конструиране P_K и изработване P_{II} и себестойността $C_{СП}$ на Π по формулите:

$$P_K = (a + bn_1)(Z_K + cZ_{\text{ч}} + dZ_{\text{HK}})(1 + K + 0,01H_K), \quad (10.9)$$

$$P_{II} = T_{II} Z_{II} (1 + K + 0,01H_{II}), \quad (10.10)$$

$$C_{СП} = P_M + P_K + P_{II}, \quad (10.11)$$

където a, b, c, d са нормативни коефициенти; n_1 – броят на детайлите на Π ; Z_K – заплатата на конструктора, лв./h; $Z_{\text{ч}}$ – заплатата на чертожника, лв./h; Z_{HK} – заплатата на нормоконтрола, лв./h; H_K – цеховите разходи на технологичния отдел, %; T_{II} – нормативното време за изработване на Π , h, зависещо от броя на оригиналните му детайли n_2 ; Z_{II} – заплатата за изработване на Π , лв./h; H_{II} – цеховите разходи на инструменталния цех, %; P_M – разходите за материали, лв.

Според степента на сложност Π биват [5,6]:

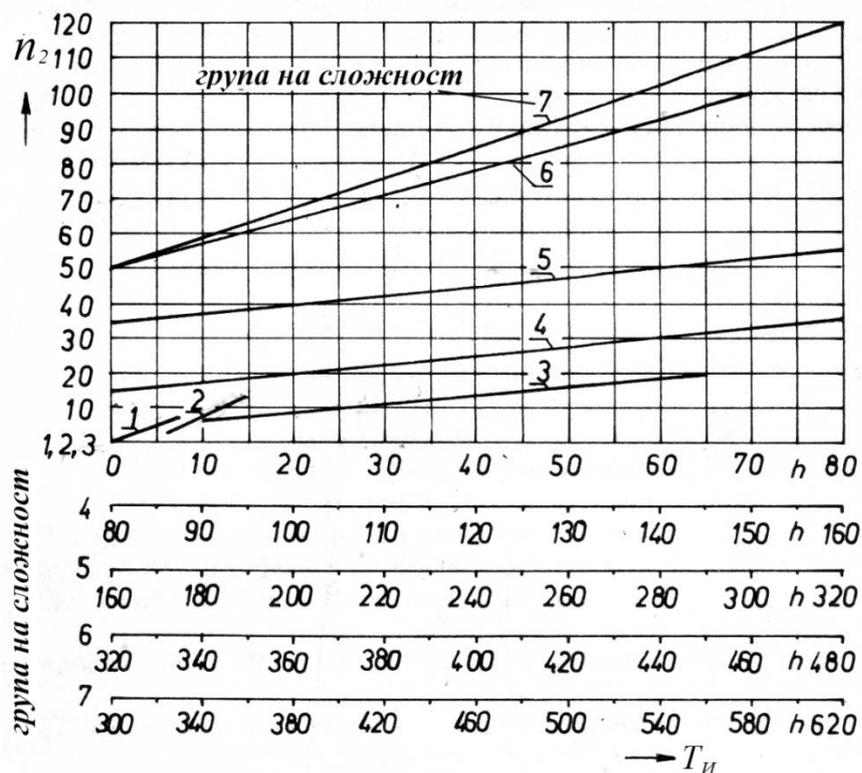
- I. Малки приспособления (габарити до 200 x 200 x 200 mm) за обработване с намалени изисквания, с прости тела (плочи), неподвижно закрепени към машината или подвижни заедно с обработваната заготовка, без елементи за закрепване на заготовката, $n_1 = 2 \div 20$, $n_2 \leq 5$.
- II. Приспособления едноместни, неподвижно закрепени, с габарити под 500 x 500 x 500 mm, за обработване на един преход, с прости (плочи, пръти) или средно сложни тела (с П, Г, Т форма; комбинация от цилиндри), с ръчно закрепени на заготовката, $n_1 = 5 \div 35$, $n_2 = 3 \div 15$.
- III. Приспособления за обработване на повърхнини на детайли в една равнина, с прости до сложни устройства за закрепване, едно- или многоместни; при малки габарити със сложни (форма на кутия с повече от три стени) или средно сложни тела, неподвижни или подвижни; при средни габарити със средно сложни тела, неподвижни; при габарити над 500 x 500 x 500 mm с прости тела, неподвижни; $n_1 = 10 \div 50$, $n_2 = 7 \div 20$.
- IV. Приспособления за обработване на повърхнини на детайла в няколко равнини, с прости до сложни устройства за закрепване, едно- или многоместни; при малки габарити със сложни тела, с подвижни части; при средни габарити със средно сложни или сложни тела, с или без подвижни части; при големи габарити със средно сложни тела, неподвижни; многовретенни глави; $n_1 = 20 \div 65$, $n_2 = 15 \div 35$.
- V. Приспособления за обработване на сложни детайли, с прости до средно сложни устройства за закрепване, едно- или многоместни; при средни габарити със сложни тела, с подвижни части; при големи габарити със сложни или средно сложни тела, неподвижни или с подвижни части; револверни глави; $n_1 = 20 \div 80$, $n_2 = 15 \div 55$.
- VI. Големи приспособления за многопреходно обработване със сложни тела, с подвижни части, едно- или многоместни, механизирани с ръчно задвижване; $n_1 = 30 \div 100$, $n_2 > 20$.
- VII. Автоматизирани приспособления с пневматични, хидравлични или електромеханични задвижващи устройства; $n_1 > 30$, $n_2 > 20$.

Табл. 10.1

Група на сложност		1	2	3	4	5	6	7
Коефициенти	<i>a</i>	1,50	2,25	3,38	5,10	4,48	6,05	8,17
	<i>b</i>	0,15	0,30	0,45	0,60	1,00	1,20	1,40
	<i>c</i>	1	1	1	0,8	0,7	0,6	0,5
	<i>d</i>	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3

Освен себестойността на *СП* се определят и срокът на експлоатацията му *T*, и коефициентът на амортизация *A_a*. Този срок зависи от продължителността за производство *T_u* на изделието и от физическото износване на *П*, като практически е от 1 до 5 години.

Коефициентът на експлоатация *A_e*, отчитащ годишните разходи за съхраняване, ремонт и поддържане на *СП*, се приема обикновено 0,2.



Фиг. 10.1 Номограма за определяне на нормативното време за изработване на приспособленията $T_{н}$

2. ПРИМЕРНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ИКОНОМИЧЕСКАТА ЕФЕКТИВНОСТ

Да се определи икономически ефективният вариант технологическа операция за обработване на отвор $\phi 20H7$ в детайл "Лагер" (фиг. 5.1) от примера разгледан в Упражнение №5. Срокът на експлоатация на разработените варианти приспособления е $T = 2$ год. Цеховите разходи са: $H = 200$ %, $H_k = 60$ %, $H_{II} = 200$ %. Коефициентът на експлоатация е $A_e = 0,2$, коефициентът на начисленията върху заплатата е $K = 0,3$, а годишната лихва е $\lambda = 10$ %.

Получените данни след разработването на вариантите операции са дадени в табл. 10.2.

Табл. 10.2

Вариант	Единично калкуляционно време $T_{ед}$	Заплата 3 лв/час	Разходи за оборудването P_e , лв/час	Група на сложност на II	Брой на детайлите на II n_1 (фиг. 5.5, 5.7)	Брой на оригиналните детайли n_2 (фиг. 5.5, 5.7)	Себестойност на II $C_{сп}$, лв (ф-ла 10.11)
I	6,21	1,7	4,1	III	20	9	226,61
II	3,79	1,7	0,8	III	29	11	273,53

Икономически ефективният вариант се определя чрез пресмятане и сравняване на сумарния годишен икономически ефект E_c при използване на различните II .

Икономическият ефект e от използването на Π при операция “Пробивна Γ ” спрямо Π при операция “Стругова” се определя по формула (10.7)

$$e_{21} = \frac{(6,21 - 3,79)1,7}{60} (1 + 0,3 + 0,01 \cdot 200) + \frac{6,21 \cdot 4,1 - 3,79 \cdot 0,8}{60} = 0,6 \text{ лв. / дет.}$$

Годишният икономически ефект E_e е съответно

$$E_{e21} = e_{21}N = 0,6 \cdot 1300 = 780 \text{ лв.}$$

Годишните разходи, свързани с използването на Π , се определя по формула (10.8)

$$P_{cn1} = 226,61 (1 + 0,01 \cdot 10)^2 \cdot (0,2 + 0,5) = 191,94 \text{ лв./год.}$$

$$P_{cn2} = 273,53 (1 + 0,01 \cdot 10)^2 \cdot (0,2 + 0,5) = 231,68 \text{ лв./год.}$$

Сумарният годишен икономически ефект от използването на 2^{-рия} вариант Π (операция “Пробивна Γ ”), определен по формула (10.4) е

$$E_{c21} = E_{e21} - P = 780 - (231,68 - 191,94) = 740,26 \text{ лв./год.}$$

Следователно икономически ефективно е обработването на отвора $\phi 20H7$ да се извърши на пробивна машина, независимо от по-големите годишни разходи за конструиране и изработване на Π .

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

За провеждане на упражнението е необходимо всеки студент да разполага със следните материали: настоящото ръководство и справочни материали за определяне на единичните калкулационни времена, заплати и разходи за оборудването. Примерни справочни материали могат да бъдат източници [9] и [10].

3.1. Студентите се запознават с методичните бележки (т.1) и примерното определяне на икономическата ефективност (т.2).

3.2. По индивидуално задание всеки студент определя икономическата ефективност на варианти на Π (минимум два – по указание на ръководителя на упражнението).

КУРСОВА ЗАДАЧА

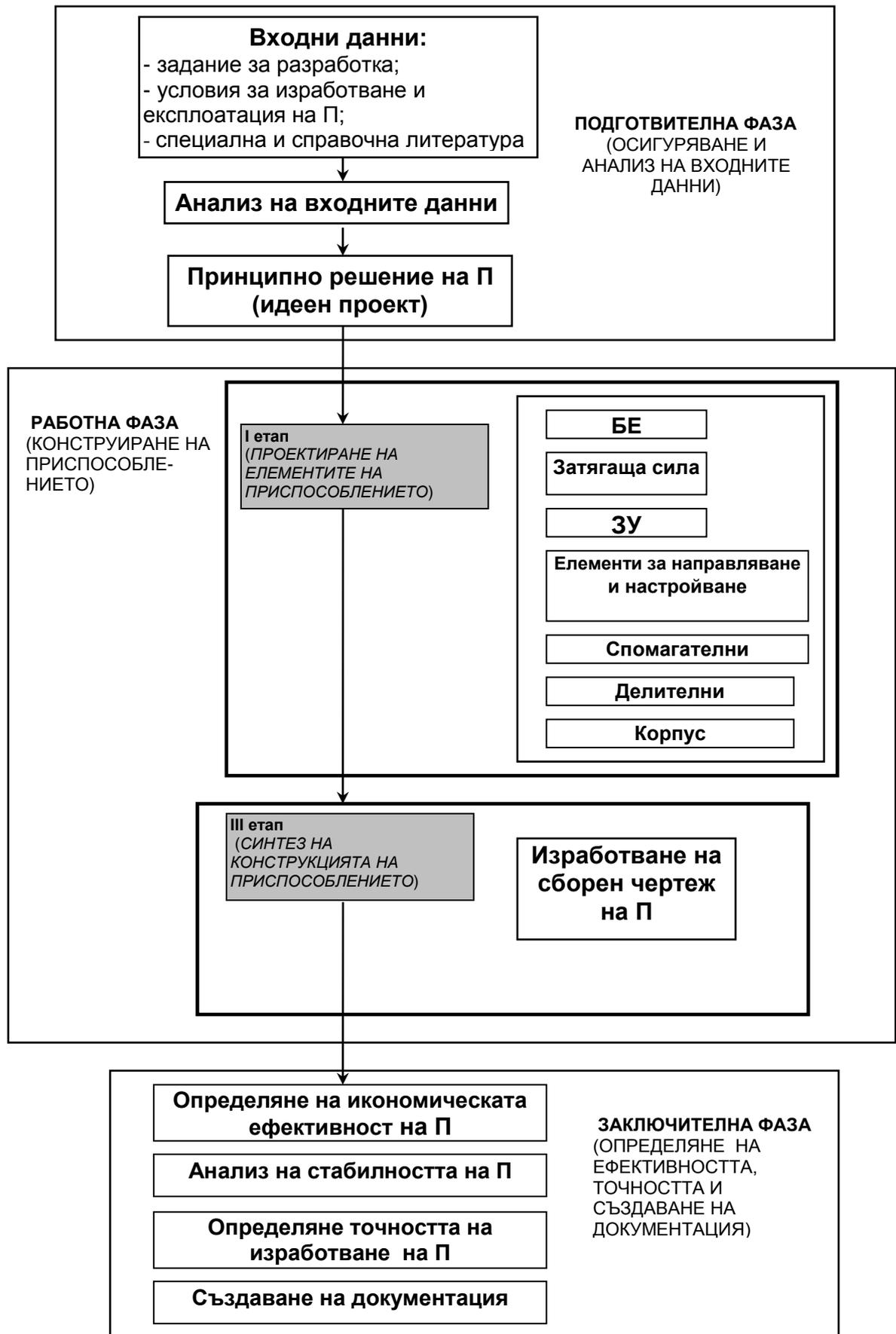
КОНСТРУИРАНЕ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ЗА УСТАНОВЯВАНЕ НА ЗАГОТОВКИТЕ

1. МЕТОДИКА ЗА КОНСТРУИРАНЕ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ЗА УСТАНОВЯВАНЕ НА ЗАГОТОВКИТЕ

1.1 ФАЗИ И ЕТАПИ ПРИ КОНСТРУИРАНЕТО НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Задачата «Конструиране на приспособление за установяване» произтича като втори етап на по-общата задача «Проектиране на технология за механично обработване». Тя се възлага от технолога, проектирал технологическия процес за разглеждания детайл и се изпълнява от конструктор на технологическа екипировка. При възлагане на задачата, конструкторът получава всички необходими входни данни, изисквания и конкретни указания от технолога, а самото конструиране се извършва съгласувано с него. От това следва, че звената, занимаващи се с конструиране на П, трябва да бъдат към технологическите, а не към инструменталните отдели на фирмите, независимо от това, че П се изработват в инструменталните цехове. От друга страна конструирането на П, както конструирането на всеки механизъм или устройство, се извършва на последователни етапи и завършва със съответна документация, съгласно ЕСКД.

Етапът конструиране, изработване и внедряване на П е трудоемък и заема до 80% от продължителността на цикъла технологическа подготовка на ново производство. Рационалните и технологични конструкции на П се изработват и внедряват по-лесно. Съкращаване и поевтиняване на самото конструиране, може да се постигне чрез прилагане на научно-обоснована методика, максимално влагане на стандартизирани и нормализирани елементи и използване на компютърна техника. Редица обективни затруднения засега ограничават автоматизираното конструиране на П. С помощта на компютърната техника се решават отделни задачи и етапи от конструирането, което се извършва по традиционния начин. Прилаганата методика за конструиране на П трябва да осигури високо качество и технологичност на създаваните конструкции при минимален разход на време. Анализът на редица литературни източници и водещ производствен опит позволява да се приложи като най-удачна методиката [6] с алгоритъм, илюстриран на фиг.К.1. Тя се характеризира с рационалност, пълнота и логическа последователност на отделните етапи.



Фиг. К.1 Фази и етапи при конструиране на специални П

1.2. ПОДГОТВИТЕЛНА ФАЗА (ОСИГУРЯВАНЕ И АНАЛИЗ НА ВХОДНИТЕ ДАННИ)

1.2.1 ВХОДНИ ДАННИ

Входните данни са две групи. Първата се получава със заданието за конструиране, като установява предназначението на П и изискванията (технически, технико-икономически и специални) към конструкцията му. Заданието съдържа: 1) пълни данни за заготовката; 2) пълни данни за готовия детайл (работен чертеж, предназначение и условия на работа на детайла във възела; 3) пълни данни за технологическия процес за изработване на детайла; 4) операционни карти и схеми на операцията, за която се проектира П, и на предходната операция; 5) производствена програма.

Втората група данни конструкторът е длъжен сам да осигури. Те включват: 1) характеристика на машината, на която ще работи П (форма и размери на работната зона и присъединителните повърхнини, геометрична точност на машината по паспорт, дължини и скорости на работни и празни ходове); 2) състояние на машината в момента; 3) технологически възможности за изработване на П в местните производствени условия; 4) условия на експлоатация, обслужване и ремонт на П; 5) характеристика на инструментите за операцията; 6) данни за експлоатация на аналогични П; 7) специална и справочна литература.

1.2.2 АНАЛИЗ НА ВХОДНИТЕ ДАННИ

Чрез анализа на входните данни се създава база за правилен избор на основните параметри на П. Анализът включва:

1. *Изучаване на чертежите на детайла и заготовката за разглежданата операция.* От тях се изясняват размерите, грападостта и останалите точностни показатели на повърхнините, прибавките и физико-механичните свойства на заготовката, видът и състоянието на предвидените от технолога базови повърхнини. Особено внимание следва да се обърне на точностните показатели с малки и по-трудно достижими допуски.

2. *Изучаване и анализ на зададения технологически процес.* От него се изяснява последователността и съдържанието на операциите и преходите, приетото базиране, използваните металорежещи машини и инструменти, а за разглежданата операция - режимите на рязане и осигуряваните междинни и окончателни точностни показатели на обработваните повърхнини;

3. *Анализ на схемата на установяване.* Определя се пригодността на схемата на установяване, съобразно предявените точностни изисквания към разглежданата операция. Освен това, ако се докаже, че е възможно опростяване на схемата, резултатът в следствие е опростяване конструкцията на П. Такова изменение е допустимо и след съгласуване се внася от технолога в технологическата документация.

4. *Оценява се годишната производствена програма.* Определя типът на производството, тактът на работа и свързаната с тях производителност и бързодействие на П. Анализира се отношението на такта на работа и единичното калкулационно време за изпълнение на операцията. От този анализ се определят някои основни конструктивни особености на П – едноместно, многоместно с успоредно или последователно обработване на заготовките; едно- или многопозиционно; с ръчно, механизирано или бързодействащо ЗУ. Производствената програма се анализира с оглед избор на ефективна конструкция на П и необходимост от замяна на бързоизносващи се детайли.

5. *Анализира се характеристиката на машината* - присъединителни повърхнини, размери на работната зона и дължини на работните ходове (от нейния паспорт или на място).

6. *Изучаване и оценка на условията за експлоатация на П* - геометрична точност и физическо състояние на машината, обслужващи работници, околни смущаващи фактори.

7. *Проучване на технологическите възможности за изработване на П в инструменталния и заготовителните цехове.*

8. *Изучаване на прогресивни конструкции на П* от албуми, каталози и специална литература, което е от особено значение за конструктори с малък опит.

9. *Проучване на опита по конструиране и използване на аналогични П в собствената фирма.* Тук целта е да се извлече рационалното от собствения опит на фирмата, но е недопустимо да се стига до т.н. “сляпо копиране” на стари конструкции П, предназначени за други условия.

10 *Анализиране на възможностите за варианти на П* с оглед осигуряване на най-висока очаквана ефективност.

Както се вижда от изложеното, на този етап се проучва и анализира разнородна, сложна, а в някои случаи и противоречива информация, което трудно се поддава на формализиран подход. За правилното решение голямо значение има производственият опит на конструктора.

1.2.3 ПРИНЦИПНО РЕШЕНИЕ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЕТО (ИДЕЕН ПРОЕКТ)

Принципното решение на П се дава най-малко в два варианта, при отчитане на голям брой фактори. Както е известно, според степента на специализация П биват универсални, пренастройваеми и специални. Последните са най-сложни и скъпи. Решение за такъв вариант следва да се взема само при очаквана висока ефективност. Специалните П се конструират като се преминава последователно през всички етапи на алгоритъма, показан на фиг.К.1. Ако е прието такова решение, трябва да се определи типът на П според броя на едновременно установяваните заготовки (едно- или многоместно) и броя на позициите му (едно- или многопозиционно). При конструирането П се разглежда като комплекс от материални и функционални

връзки между елементите от които е изградено, както и между него и другите елементи на технологическата система «МПИЗ» [6]. От този комплекс с помощта на анализа на входните данни, при който е уточнена необходимостта от съответни елементи, се извежда принципа на действие на конкретното П. Принципно решение на специалното П може да се илюстрира схематично, но това не е задължително.

Цикълът конструиране се съкращава значително, ако П не е специално. Ако е приет вариант за универсално УСП или УРП е необходимо само да се пресметне необходимата затягаща сила Q . Тя се сравнява с развиваната $[Q]$ от наличното ЗУ по условието $Q \leq [Q]$ и конструирането се прекратява. Ако е прието решение за УНП, освен пресмятане и проверка на затягащата сила, се конструират само сменяемите елементи на П и цикълът конструиране се прекратява при частично изпълняване на следващия етап.

Изложеното подчертава важността на този етап, тъй като тук се решава кардинален въпрос за правилното принципно решение на П.

По същество до тук завършва подготвителната работа, а непосредственото конструиране започва от следващия етап. Логическата последователност на разглежданата методика за конструиране на специални П (фиг.К.1) е следната: първо се избират или проектират съставните елементи на П; тези елементи се обединяват (синтезират) при разработване на сборния чертеж на П; създадената конструкция се подлага на три оценки (проверки) - по икономичност, стабилност и точност [6]; при успешен резултат от проверките се създава необходимата техническа документация.

1.3. РАБОТНА ФАЗА (КОНСТРУИРАНЕ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЕТО)

1.3.1 ПРОЕКТИРАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЕТО

1. *Материализира се схемата за базиране на заготовката,* при което се определят типът, размерите, броят и разположението на БЕ, т.е. преминава се от базови знаци към реални опори. Типът им се определя от състоянието на базовите повърхнини, броят и разположението - от схемата на базиране, а размерите им - от натоварването и размерите на базовите повърхнини.

2. *Определя се приложната точка и се пресмята големината на необходимата закрепваща сила Q .* За целта се съставя изчислителна схема, на която се нанасят всички действащи по време на обработването сили. От шестте условия на статиката се определя равновесната закрепваща сила. Тя се завишава с коефициент на сигурност, след което се сравнява с допустимата.

3. *Избира се типът и се определят размерите на ЗУ чрез съответни пресмятания.* Типът на ЗУ се избира при отчитане условията на работа, необходимата сила, бързодействие и работен ход.

4. *Определя се типът и размерите на елементите за направляване и настройване на режещите инструменти - кондукторни втулки, шаблони, копри и др. ако са необходими такива.*

5. *Избират се или се конструират необходимите спомагателни устройства*, за нормалното функциониране на П (затегателни, подедни, изтласквачи).

6. *Избира се и се конструира делителното устройство*. Делителното устройство се конструира, при многопозиционно П. Изхождайки от особеностите на операцията и машината, на която се изпълнява, се решават въпросите: ориентиране оста на въртене на устройството; разполагане на делителния диск спрямо заготовката; разполагане на оста на фиксатора спрямо делителния диск; управление на фиксатора и закрепване на подвижната част на устройството спрямо неподвижната; определяне на задвижващи устройства за завъртане и закрепване на подвижната част.

7. *Конструира се корпусът на приспособлението*. Корпусът се оформя така, че да обединява отделните елементи на П и да притежава достатъчна якост, стабилност и виброустойчивост при минимална маса. Формата и размерите на базиращите повърхнини на корпуса трябва да съответстват на присъединителните повърхнини на машината, за да се осигури устойчивост на П върху машината и базирането му без регулиране. Определят се спомагателните елементи за установяване на П към машината (шпонки, щифтове, упори и др.). Избира се начинът за изработване на корпуса. Изпълняват се някои проверочни пресмятания.

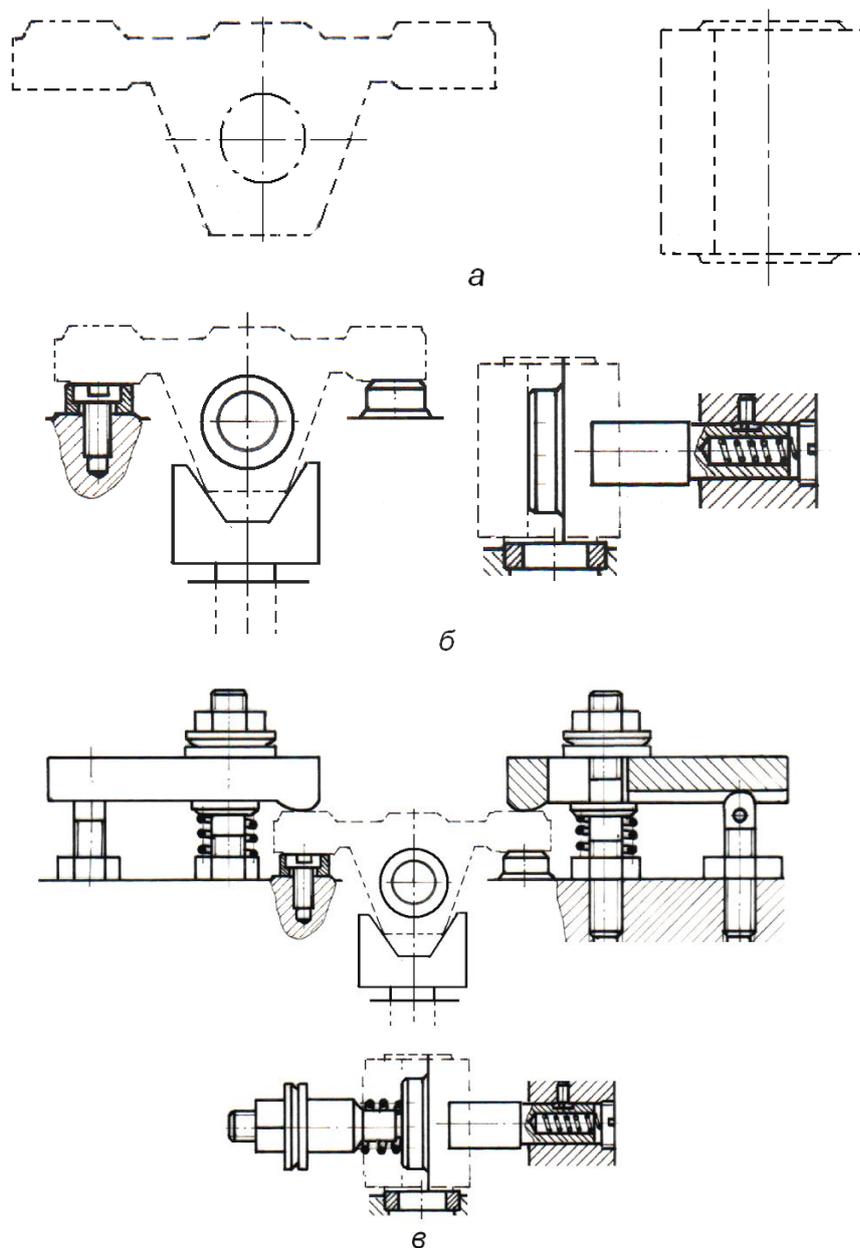
Посочената последователност на подетапите е задължителна, тъй като към следващия може да се премине след завършване на разглеждания. При изпълняване на всички подетапи, с изключение на 2, трябва да се спазват две *препоръки*: максимално да се използват стандартизирани и нормализирани елементи и устройства, а специални такива се конструират само в случаите, когато е невъзможно или неудачно използването на стандартни; приетите решения трябва да са напълно изяснени, оразмерени и завършени, за да не се налага по-нататък повторно връщане към тях за справка или доуточняване.

1.3.2 СИНТЕЗ НА КОНСТРУКЦИЯТА (ИЗРАБОТВАНЕ НА СБОРЕН ЧЕРТЕЖ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЕТО)

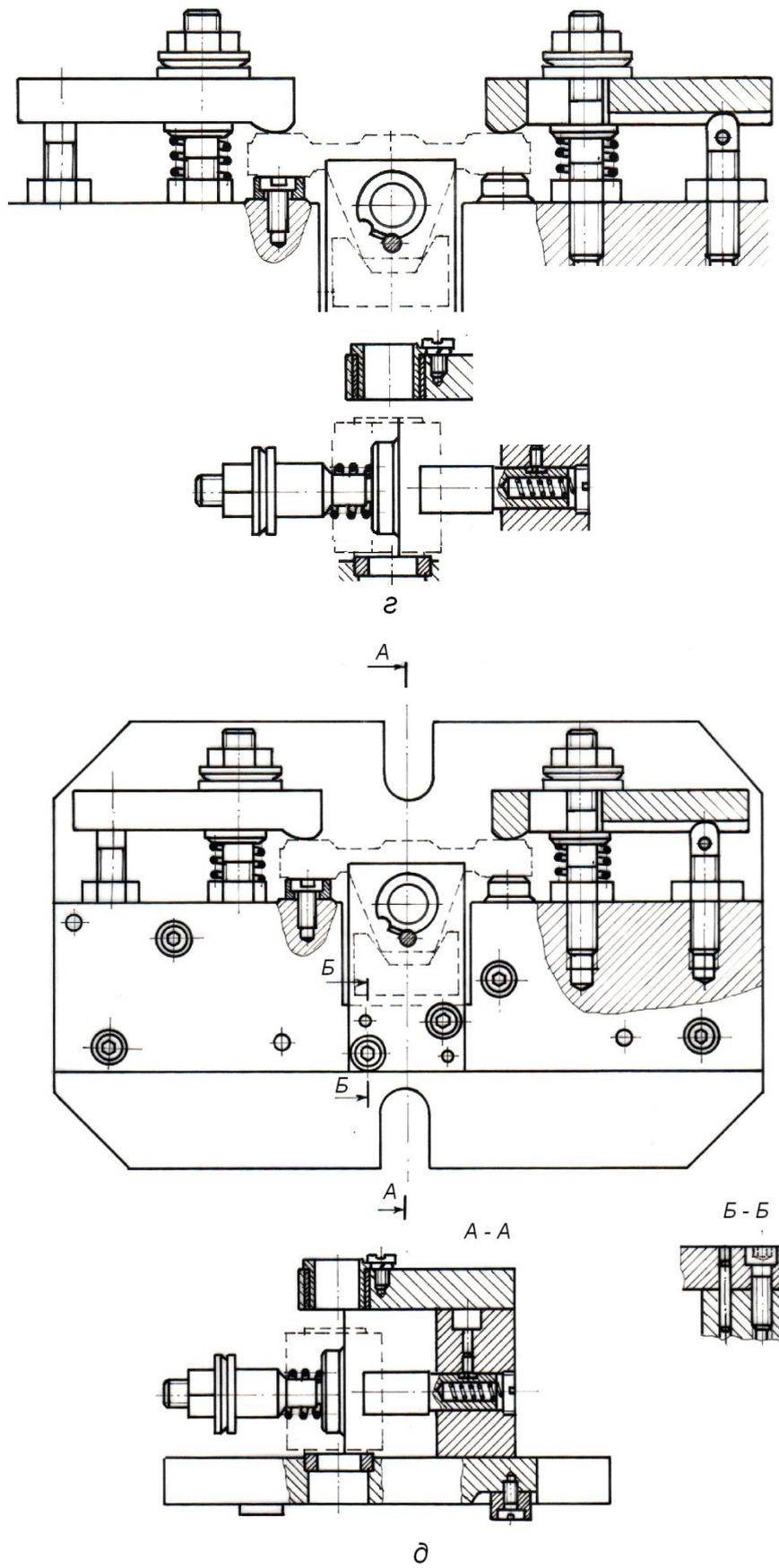
Последователността на работата при разработване на сборния чертеж на П е онагледена с примера от Упражнение 5 (фиг. 5.1).

Най-напред се начертават контурите на заготовката с условни линии (фиг.К.2а) (прекъсната с две точки или оцветена). В зависимост от сложността на П се чертаят няколко проекции на заготовката, които са отдалечени достатъчно една от друга за да има място за разполагане на елементите на П. Този силует на заготовката се счита условно прозрачен за да не закрива части от П. Ориентирано спрямо заготовката се изчертават елементите на П в същата последователност, както при етап 1: БЕ (фиг.К.2б), ЗУ (фиг. К.2в), елементи за направляване и настройване на режещите инструменти (фиг. К.2г) и след това спомагателни устройства, ако има такива. Този начин за разработване на сборния чертеж е предпоставка за изключване допускането на груби грешки.

Освен това, построеното до тук дава достатъчна информация на конструктора за вида, размерите и разположението на монтажните повърхнини в корпуса, за съответните елементи на П. Като отчита горното, условията за експлоатация и изработване на П, а също и икономически показатели, конструкторът избира вариант на корпуса. След това изчертава конфигурацията на корпуса (фиг. К.2д), който обединява съставните елементи и има установъчна към машината част. В случая корпусът е съставен, като кондукторната плоча се щифтова и закрепва към основното тяло. На корпуса се добавят предвидените елементи за неговото ориентиране и закрепване към машината.



Фиг.К.2. Схеми за илюстриране последователността за разработване на сборен чертеж на П



Фиг.К.2 Схеми за илюстриране последователността за разработване на сборен чертеж на П (продължение)

С цел пълно изясняване на конструкцията на сборния чертеж се показват необходимите разрези, сечения и погледи. Нанасят се всички сглобки, габаритни, присъединителни и гранични размери на подвижни елементи. Някои сглобки и размери се уточняват на етапа „*Определяне точността на изработване на П*“. На сборния чертеж се указват технически изисквания за изработване, сглобяване, ремонт и експлоатация на *П*.

1.4. ЗАКЛЮЧИТЕЛНА ФАЗА (ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТОЧНОСТТА И СЪЗДАВАНЕ НА ДОКУМЕНТАЦИЯ)

Определянето на точността и ефективността на конструираното *П* е разгледано в [6] и Упражнения 8 и 10.

2. ПРИМЕРНА ЗАДАЧА

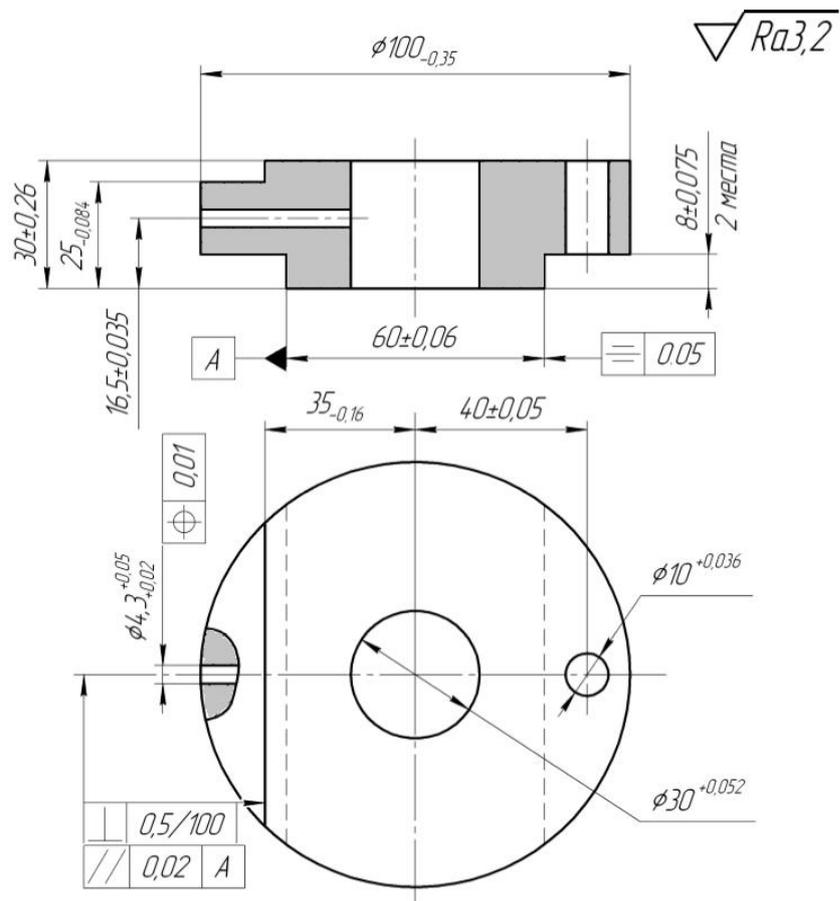
Да се проектира приспособление за установяване на заготовки за операция „*Фрезова*“, на която се фрезова площадка на детайл „*Шайба*“ (фиг.К. 3) върху универсална фрезова машина ФУ321. При фрезването е необходимо да се осигурят размерите $35_{-0,16}$ и $25_{-0,084}$ и да се осигури перпендикулярност на площадката спрямо оста на детайла. Обработването се извършва с палцова фреза с диаметър 30 mm и материал на режещата част Р10 при режим на рязане: $a_p = 0,2\text{mm}$; $f = 0,20\text{ mm/tr}$, $V_c = 100\text{ m/min}$. Машинното време на операцията е $T_m = 0,4\text{ min}$. Типът на производството е средносерийно при годишна производствена програма 1500 бр. и размер на партидата 90 бр.

Технологическата схема на операцията е показана на фиг. К.4. За постигане на поставените задачи е необходимо пълно базиране, като за главна установъчна технологическа база е избрана долната равнинна повърхнина (ограничава преместването на заготовката по ос *Z* и завъртане около осите *Y* и *Z*), като двойна опорна база – отворът $\varnothing 30^{+0,052}$ (ограничава преместването по осите *Y* и *Z*) и като опорна база – отворът $\varnothing 10^{+0,036}$ (ограничава завъртането на заготовката около ос *Z*).

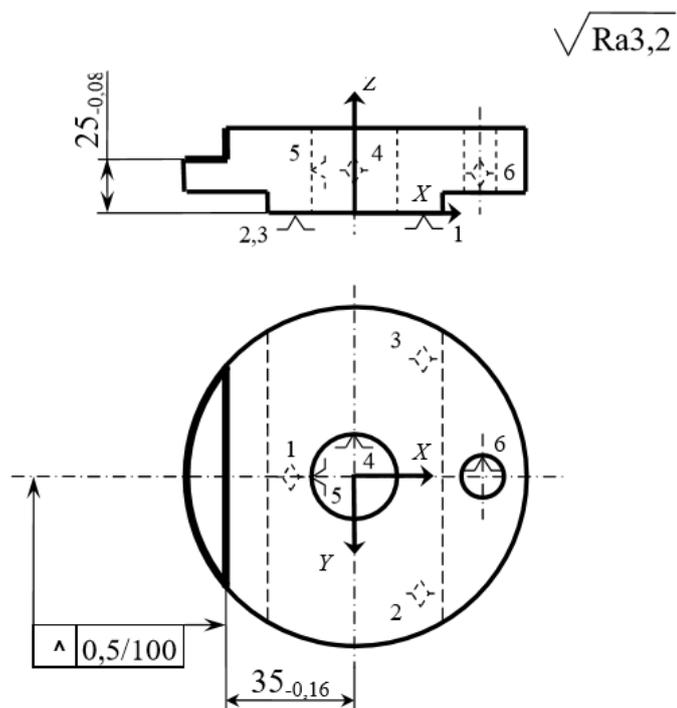
- *Разработване на принципна схема на приспособлението*

В съответствие с технологическата схема (фиг. К.4) е предложена схема на базиране по равнинна повърхнина и два отвора перпендикулярна на нея. Отчитайки това като базирани елементи се използват – цилиндрични опори с плоска глава (опорни точки 1, 2 и 3) и два палеца – цилиндричен (опорни точки 4 и 5) и срязан (опорна точка 6). Реализацията на предложената схема на базиране е показана на фиг. К.5.

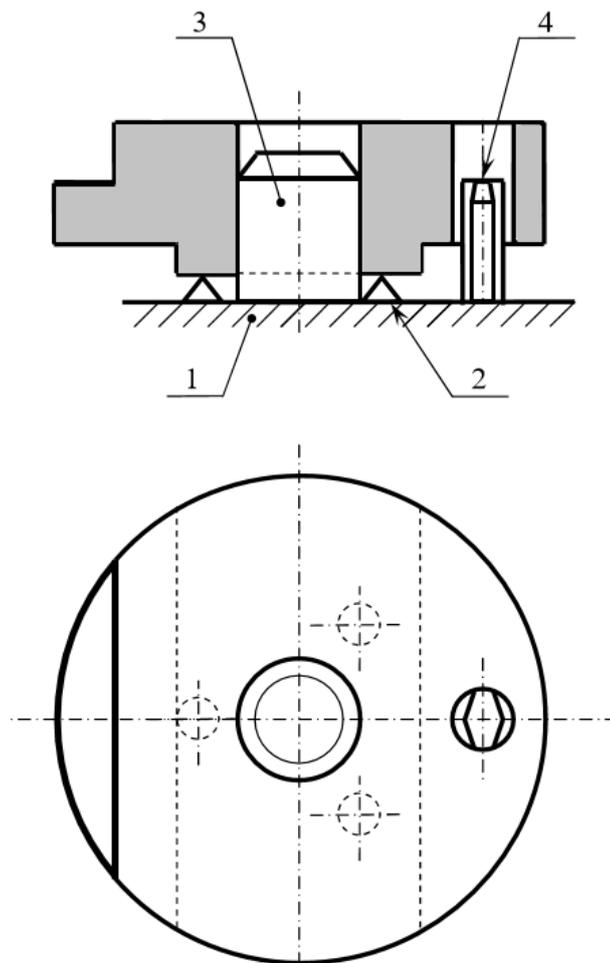
Базирането по главната установъчна технологическа база може да се реализира с помощта на три цилиндрични опори с плоска глава или като специална точно обработена кръгла пластина (опорна шайба). Първият вариант би довел до затруднение при разполагането на трите опори поради малката опорна площ на технологическата база поради което по-удачен е вторият вариант.



Фиг. К.3. Детайл „Шайба“



Фиг. К.4. Технологическа схема на операция „Фрезова“



Фиг. К.5. Схема на базиране на операция „Фрезова“
 (1 – корпус на приспособлението; 2 – опори; 3 – цилиндричен палец;
 4 – срязан палец)

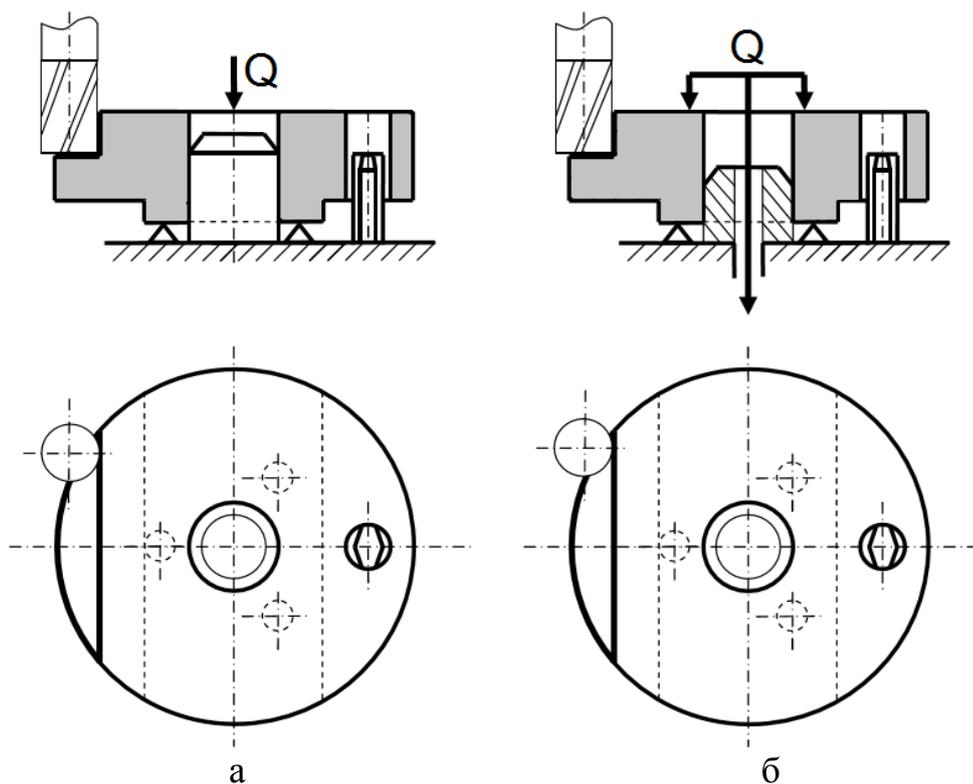
Закрепването на заготовката може да се реализира по различни начини в зависимост от вида на използваното затягащо устройство, наличието на силов привод (задвижващо устройство), необходимата сила на закрепване и др.

В началния етап на проектиране може да се избере разположението и принципа на действие на затягащите елементи, при което са възможни два варианта.

При *първият вариант* (фиг. К.6а) изходната сила се прилага над заготовката, притискайки я към базиращите елементи, а при *втория* (фиг. К.6б) – отдолу през отвора на заготовката и базиращия палец.

Първият вариант е по-предпочитан поради по-простата си реализация, по – голямо бързодействие и не изисква използването на сменни елементи (бързосменни шайби), които се използват при втория вариант. При използването на пневмоцилиндри е възможно механизирание на затягането при неголеми габарити на приспособлението. Освен това даденият вариант дава възможност за едновременно закрепване на няколко заготовки при използването на един силов привод. Отчитайки, че времето за изпълнение на операцията е съизмеримо с времето за установяване и снемане на заготовките,

а производството е средносерийно се приема приспособлението да е двуместно.



Фиг. К.6. Схема на базиране на операция „Фрезова“

Отчитайки гореизложеното е приета принципна схема на приспособлението показана на фиг. К.7. Прието е затягащо устройство от лостов тип с три шарнирни съединения и два специални прихвата, по един за всяка заготовка. Наличието на шарнирни съединения позволява на прихватите лесно да се самоустановяват при закрепването на двете заготовки закрепвайки ги с еднакви закрепващи сили. Недостатък на конструкцията е невъзможността да се установява само една заготовка.

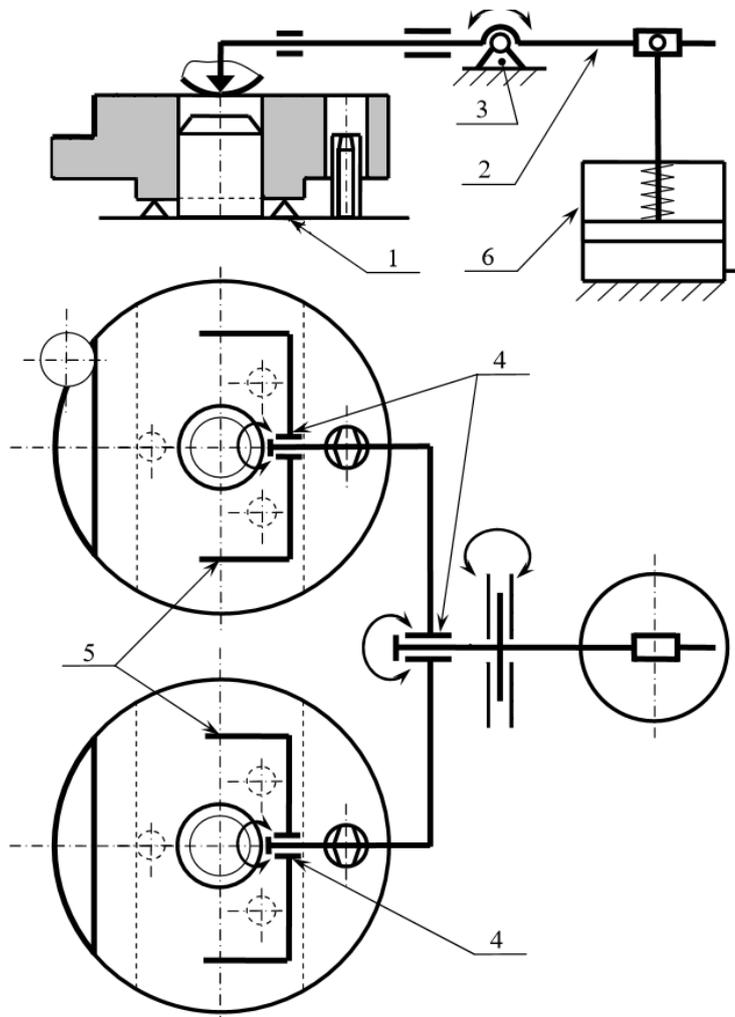
- *Оразмеряване на базиращите палци*

Размерите на работните повърхнини на базиращите палци се определят изхождайки от условието за осигуряване на точността на размера $A = 35_{-0,16}$ (2.1), където разсейването от неточност при закрепване е $V_{зA} = 0$, тъй като $\beta = 90^\circ$ (2.3), а средната икономична точност при чисто фрезозане е $V_{обрA} = 0,06$ mm [9].

$$VA = j_{min} + Td_n + TD_1 + V_{обрA} < TA,$$

откъдето

$$(j_{1,min} + Td_{n,1})_{изч} \leq TA - TD_1 - V_{обрA} = 0,16 - 0,052 - 0,06 = 0,048 \text{ mm}.$$



Фиг. К.7. Принципна схема на приспособлението
 (1 – базирани елементи; 2 – лостово затягащо устройство;
 3 – опора на лоста; 4 – шарнири; 5 – прихвати; 6 – пневмоцилиндър)

Условието се удовлетворява при допуск на работната повърхнина на цилиндричния палец $\phi 30g6_{-0,02}^{-0,007}$ и на срязания палец - $\phi 10f9_{-0,049}^{-0,013}$ (табл. 3.1).

За определянето на цилиндричната лента на срязания палец $2b$ се изхожда от условието за възможно установяване на всички заготовки в приспособлението [2,6]:

$$2c = TL + TL_{\Pi} - 2j_{min},$$

където допускът на приспособлението TL_{Π} на практика се приема $TL_{\Pi} = (1/2 \div 1/3) TL$. За случая $TL_{\Pi} = 1/2 TL = 0,05 \text{ mm}$.

$$2c = 0,1 + 0,05 - 0,007 = 0,143 \text{ mm}.$$

Широчината на цилиндричната лента на срязания палец се определя по зависимостта [2,6]

$$2b \leq \frac{Dj_{\min}}{2c} - c = \frac{10.0,013}{0,143} - 0,0715 = 0,84 \text{ mm}.$$

• *Изчисляване на силата на закрепване*

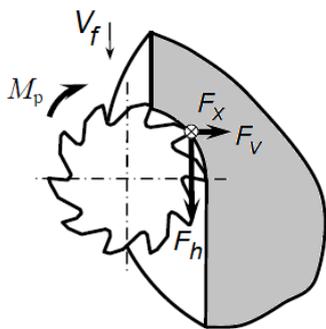
Необходимата сила на закрепване е необходимо да предотврати изместване на заготовката по време на обработването от силите които я натоварват (основно силите на рязане).

В съответствие с изходните данни обработването се извършва с палцова фреза, схемата на рязане с която е показана на фиг. К.8.

В зависимост от условията на обработване са определени силите на рязане [9] : $F_v = 140 \text{ N}$, $F_x = 280 \text{ N}$ и $F_h = 320 \text{ N}$.

От анализът на схемата на рязане (фиг.К.8) и схемата на установяване (фиг. К.6а) се вижда, че в процеса на обработване заготовката може да се измести в направлениата:

- да се завърти около оста си в границите на хлабината между цилиндричната лента на срязания палец и отвора $\varnothing 10^{+0,036}$ под действието на силата F_h ;
- да се отдели от опорите по главната установъчна база под действието на силата F_x ;
- да се измести по опорите в границите на хлабините между палците и отворите под действието на силата F_v .

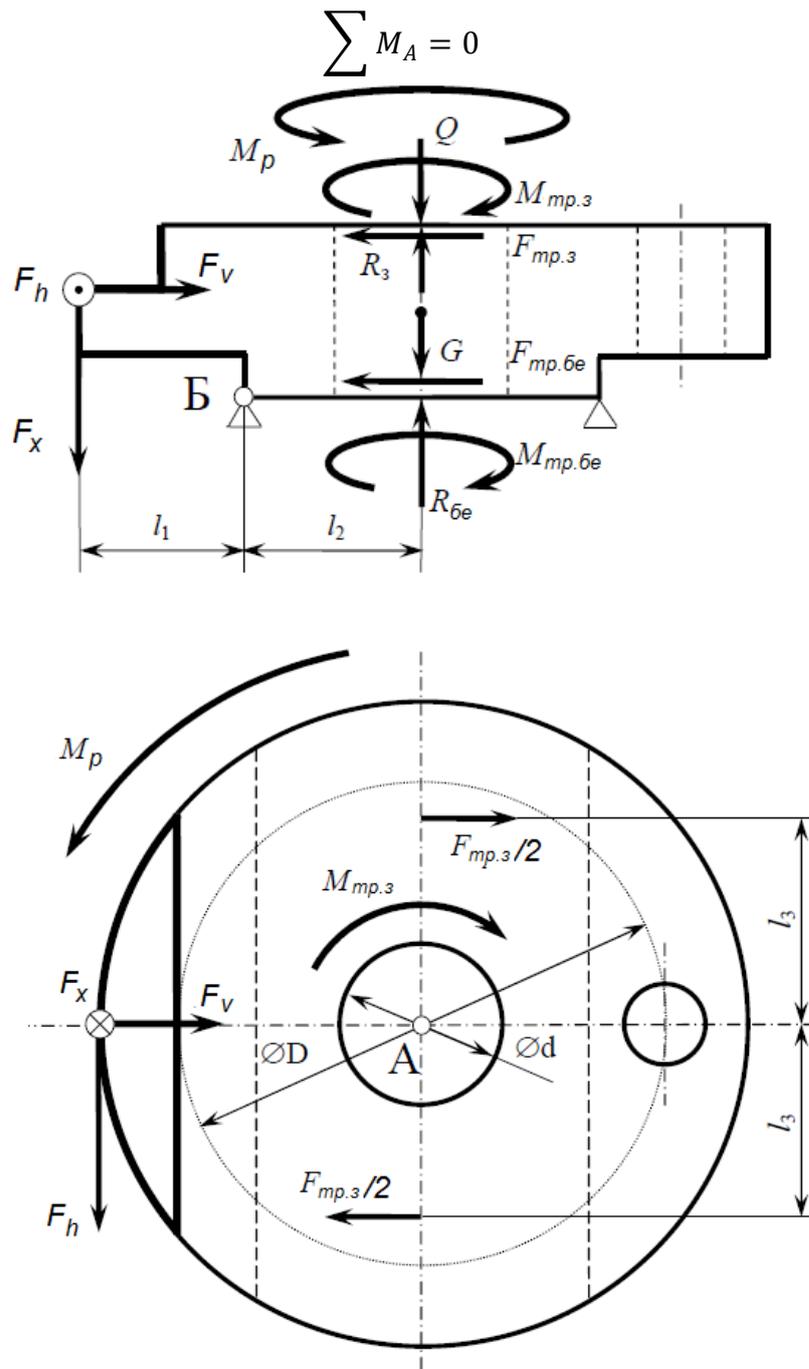


Фиг. К.8. Схема на рязане на разглежданата операция (F_x – осева съставна на силата на рязане, действаща по направление на оста на фрезата; F_h – хоризонтална съставна на силата на рязане, действаща по направление на подаването; F_v – хоризонтална съставна на силата на рязане, действаща по направление, перпендикулярно на оста на фрезата)

За да се предотврати изместването на заготовката от тези сили е необходимо да се определи големината на необходимата закрепваща сила Q . За целта се построява изчислителна схема на която се показват всички сили действащи на заготовката в процеса на обработване: сили и моменти на рязане, сили и моменти на триене, сили на закрепване, реакции, силата на тежестта и др. (фиг. К.9).

1) *Изчисляване на силата на закрепване от условието заготовката да не се завърти около оста си под действието на силата F_h .*

За да се определи големината на силата на закрепване Q , която трябва да предотврати завъртането на заготовката около оста и под действието на силата F_h , е необходимо да се състави моментно уравнение спрямо точката А (фиг. К.7)



Фиг. К.9. Изчислителна схема за определяне на силата на закрепване (M_p – въртящ момент от силата F_h действаща на заготовката; $M_{тр.6e}$ – момент на триене по базиращите елементи; $M_{тр.3}$ – момент на триене при затягащите елементи; $F_{тр.3}$ – сила на триене при затягащите елементи; $F_{тр.6e}$ – сила на триене по базиращите елементи; l_1 , l_2 и l_3 – рамена на силите; R_{6e} – реакции по базиращите елементи; R_3 – реакции по затягащите елементи; Q – необходима сила на закрепване; G – сила на тежестта на заготовката; D , d – размери на условната контактна площ на заготовката с базиращите елементи)

$$k.M_p - M_{тр.6e} - M_{тр.3} = 0$$

КЪДЕТО

$$M_p = F_h(l_1 + l_2)$$

$$M_{mp.6e} = \frac{1}{3} R_{6e} \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} = \frac{1}{3} \mu_{6e} (Q + G) \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}$$

$$M_{mp.3} = 2F_3 l_3 = 2\mu_3 R_3 l_3 = 2\mu_3 \frac{Q}{2} l_3.$$

В резултат се получава уравнението

$$k \cdot F_h(l_1 + l_2) - \frac{1}{3} \mu_{6e} (Q + G) \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} - 2\mu_3 \frac{Q}{2} l_3 = 0$$

където k е коефициент на сигурност; μ_{6e} – коефициент на триене между повърхнината на заготовката и базиращите елементи; μ_3 – коефициент на триене между повърхнината на заготовката и затягащите елементи.

Определянето на коефициента на сигурност k се извършва по зависимостта [1,6]

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6.$$

Отчитайки указанията дадени в [1,6] се приема $k_0 = 1,5$; $k_1 = 1$; $k_2 = 1,4$; $k_3 = 1$; $k_4 = 1$; $k_5 = 1$; $k_6 = 1$. Тогава

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,1.$$

Коефициентите на триене се определят от [1,6] $\mu_{6e} = 0,2$; $\mu_3 = 0,16$.

Дължините на рамената l_1 , l_2 , l_3 и размерите D и d на контактната площадка се определят от чертежа на детайла и в съответствие с изчислителната схема (фиг. К.7). Получени са стойностите $l_1 = 20$ mm, $l_2 = 30$ mm, $l_3 = 35$ mm, $D = 70$ mm и $d = 30$ mm.

Полученото по-горе уравнение се решава спрямо закрепващата сила Q и се определя стойността и

$$Q = \frac{k \cdot F_h(l_1 + l_2) - \frac{1}{3} \mu_{6e} G \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}{\mu_3 l_3 + \frac{1}{3} \mu_{6e} \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}},$$

$$Q = \frac{2,1 \cdot 320 \cdot (20 + 30) - \frac{1}{3} \cdot 2,5 \cdot 0,2 \cdot \frac{70^3 - 30^3}{70^2 - 30^2}}{0,16 \cdot 35 + \frac{1}{3} \cdot 0,2 \cdot \frac{70^3 - 30^3}{70^2 - 30^2}} = 2870 \text{ N.}$$

Тази стойност на силата на закрепване Q предотвратява завъртането на заготовката около оста и под действието на силата F_H .

2) *Изчисляване на силата на закрепване от условието да не се отдели от опорите по главната установъчна база под действието на силата F_x .*

За определяне на силата на закрепване, която е необходима за да се предотврати отделяне на заготовката от опорите по главната УТБ под действието на силата F_x , е необходимо да се състави моментно уравнение спрямо точката Б (фиг. К.9)

$$\Sigma M_B = 0,$$

$$k.F_x.l_1 - (Q + G).l_2 = 0,$$

от което се определя необходимата сила на закрепване

$$Q = \frac{k.F_x.l_1}{l_2} - G = \frac{2,1.280.20}{30} - 2,5 = 390N.$$

При тази стойност на силата на закрепване Q отделянето на заготовката от опорите по главната УТБ под действието на силата F_x е невъзможно.

3) *Изчисляване на силата на закрепване от условието заготовката да не се измести по опорите в границите на хлабините между палците и отворите под действието на силата F_v .*

За определяне на силата на закрепване, която е необходима за да се предотврати изместване на заготовката от опорите в границите на хлабините между палците и отворите под действието на силата F_v , е необходимо да се състави уравнение за равновесие в даденото направление (фиг. К.9)

$$\Sigma F_{F_v} = 0,$$

$$k.F_v - F_{mp.6e} - F_{mp.3} = 0,$$

$$k.F_v - \mu_{6e}R_{6e} - \mu_3 R_3 = 0,$$

$$k.F_v - \mu_{6e}(Q + G) - \mu_3 Q = 0,$$

от което се определя необходимата сила на закрепване

$$Q = \frac{k.F_v - \mu_{6e}G}{\mu_{6e} + \mu_3} = \frac{2,1.140 - 0,2.2,5}{0,2 + 0,16} = 815N.$$

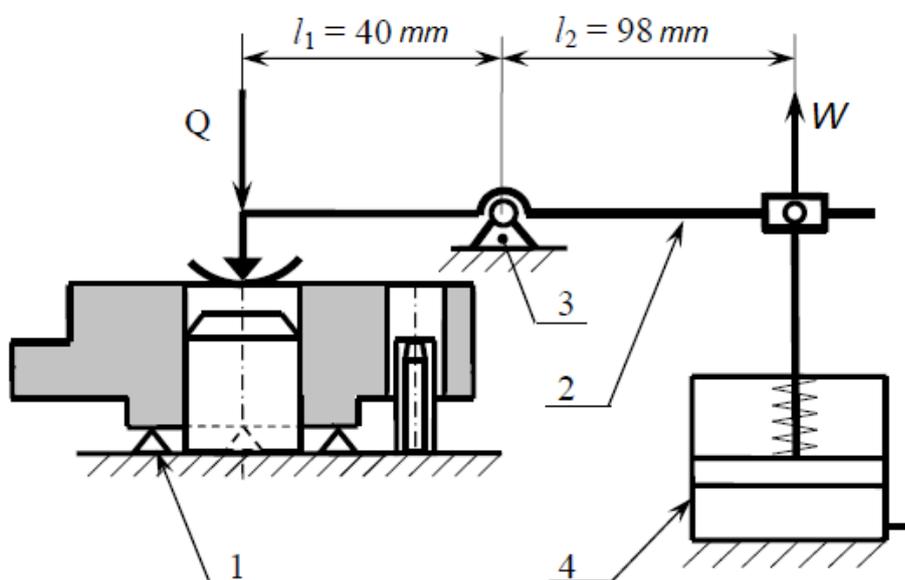
По този начин в резултат на изчисленията са получени три стойности на необходимата сила на закрепване, която е необходима да се приложи към заготовката за предотвратяване на изместването по време на обработването.

Като необходима сила на закрепване се приема максималната, в случая $Q = 2870 N$, гарантираща надеждно закрепване на заготовката.

Тъй като приспособлението е двуместно, т.е. в него се обработват едновременно две заготовки, силата на закрепване трябва да бъде приложена и към двете заготовки. Поради това сумарната сила на закрепване трябва да е $Q = 5740 \text{ N}$.

- *Определяне характеристиките на задвижващото устройство*

Отчитайки големината на определената сила на закрепване и типа производство е прието задвижването на затягащото устройство да е механизирано с пневматично задвижващо устройство. За намаляване габаритите на пневмоцилиндъра се използва лостово затягащо устройство, което при подбрано съотношение на рамената може да се използва като усилвател на създадената от пневмоцилиндъра изходна сила (фиг. К.10).



Фиг. К.10. Схема за определяне на изходната сила
(1 – базирателни елементи; 2 – лостов затягащ елемент; 3 – опора на лоста;
4 – пневмоцилиндър; Q – сила на закрепване; W – изходна сила;
 l_1, l_2 – рамена на лоста)

Изходната сила W , отчитайки рамената на лоста е

$$W = Q \cdot \frac{l_1}{l_2} = 5740 \cdot \frac{40}{98} = 2340 \text{ N}.$$

За получаване на изходната сила е избран пневмоцилиндър с едностранно действие, при който силата действаща на буталото е

$$W = \frac{\pi \cdot D^2}{4} p \eta - q,$$

където D е диаметър на буталото на пневмоцилиндъра; p – налягане на въздуха в пневмосистемата ($p = 0,63\text{MPa}$); q – съпротивление на възвратната пружина ($q = 90\text{N}$); η - коефициент на полезно действие на пневмоцилиндъра ($\eta = 0,85$).

След преобразования се определя диаметъра на пневмоцилиндъра

$$D = 2 \sqrt{\frac{W + q}{\pi p \eta}} = 2 \sqrt{\frac{2340 + 90}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,85}} = 78\text{mm}.$$

Въз основа на изчислената стойност се приема стандартен пневмоцилиндър с близкия по-голям диаметър на буталото $D = 80\text{mm}$, с който се изчислява действителната изходна сила W_d и действителната сила на закрепване Q_d

$$W_d = \frac{\pi \cdot D^2}{4} p \eta - q = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 0,85 - 90 = 2442\text{N}.$$

$$Q_d = W_d \frac{l_2}{l_1} = 2442 \frac{98}{40} = 5982\text{N}.$$

В този случай силата на закрепване на една заготовка е 2990N .

- *Разработване конструкцията на корпуса на приспособлението*

За установяване на приспособлението към масата на машината са предвидени базирани елементи, съответстващи на конструкцията на масата. Приспособлението се базира към централния канал на масата с помощта на две шпонки и се закрепва с помощта на болтове влизаци в изработени странични канали. Схемата на установяване на приспособлението е показана на фиг. К.11, като опорната точка 6 се реализира в резултат на силите на триене, които препятстват изместването на приспособлението в надлъжно направление.

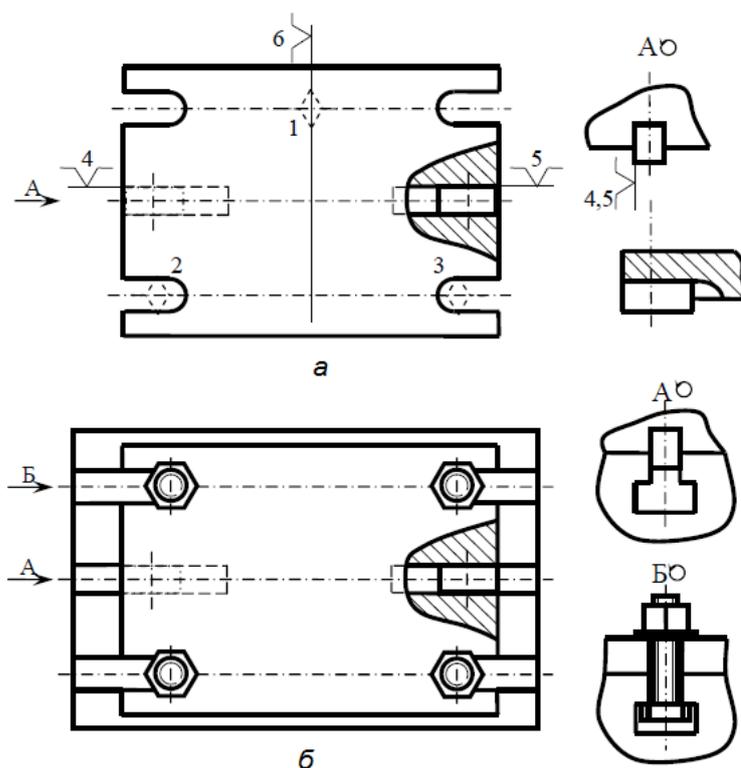
- *Принцип на работа на приспособлението*

Приспособлението е специално тъй като е предназначено за конкретна операция (фрезование) и за установяване на конкретна заготовка. Схема на конструкцията на приспособлението е показана на фиг. К.12, а чертеж на фиг. К.13.

Заготовките се базират по главната УТБ върху опорни шайби 11, монтирани върху плочата 8 към корпуса на приспособлението 7, а по отворите на цилиндричен 24 и срязан 25 палец, също монтирани към плочата.

Затягащото устройство се състои пневмоцилиндър 1 и лост 9. Подаването на въздух под налягане към пневмоцилиндъра се осъществява с помощта на крана 2, при което буталният прът задвижва лостовия механизъм, установен към него с оста 22. Лостът се завърта около оста 23 с което

заготовките се закрепват с помощта на прихватите 12, установени свободно на осите 21.



Фиг. К.11. Установяване на приспособлението към масата на машината
(а – схема на базиране; б – схема на установяване)

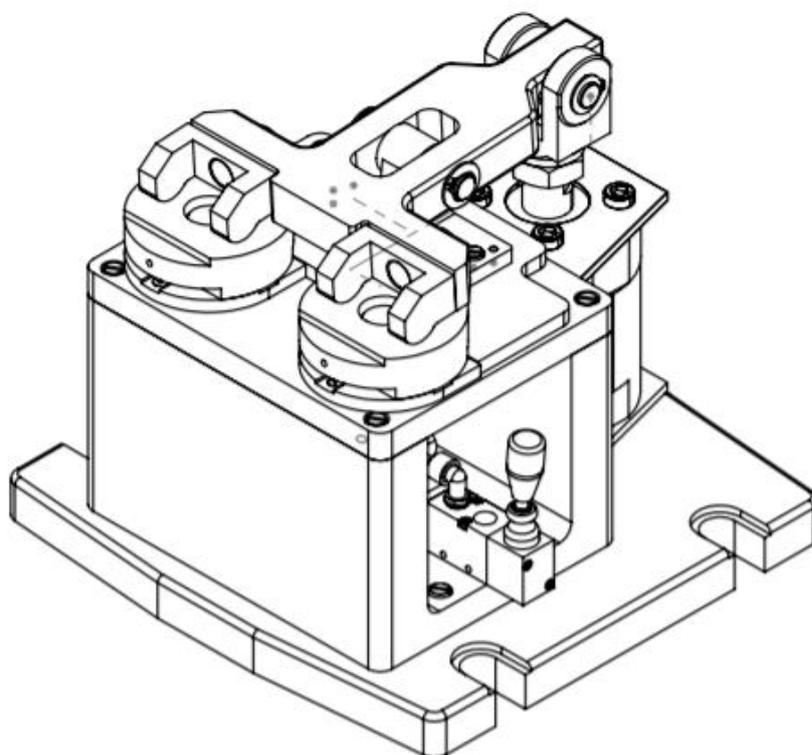
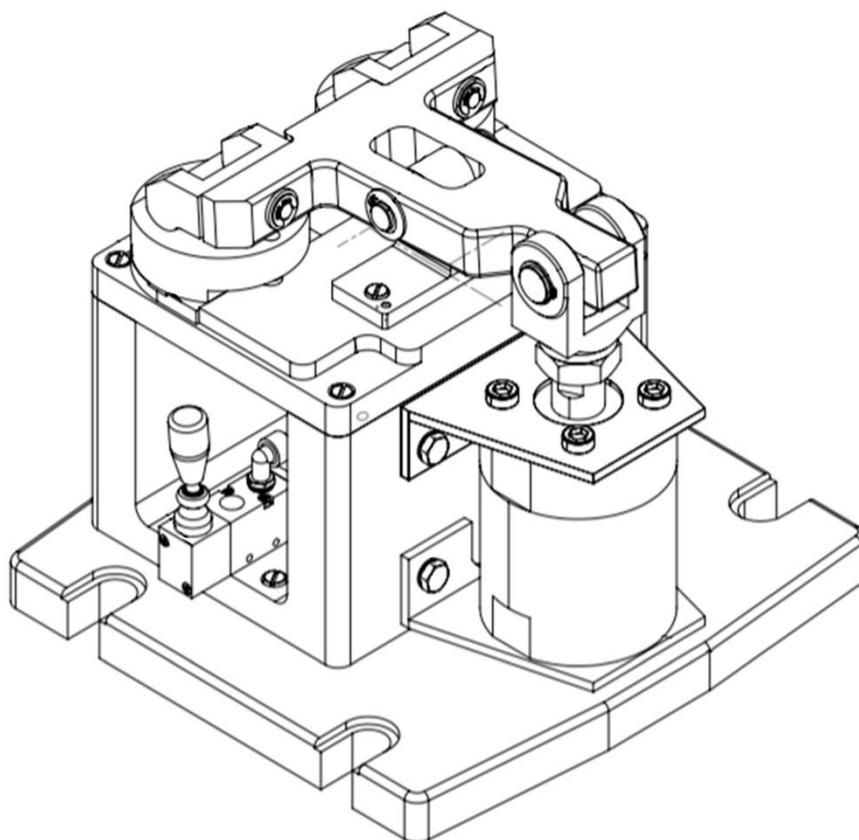
За освобождаване на заготовките кранът 2 се завърта в обратна посока с което се прекъсва подаването на въздух към пневмоцилиндъра и работното му пространство се свързва с атмосферата. Буталото и буталният прът се връщат в обратна посока с помощта на пружина. Лостовият механизъм се отвежда от заготовката и тя може свободно да се свали от приспособлението.

Приспособлението се базира към масата на машината с помощта на плочата 6 и установените към нея шпонки 35, които влизат в централният канал на масата. Закрепването се извършва с помощта на болтове влизащи в четири канала, изработени в плочата в съответствие с каналите на масата на машината.

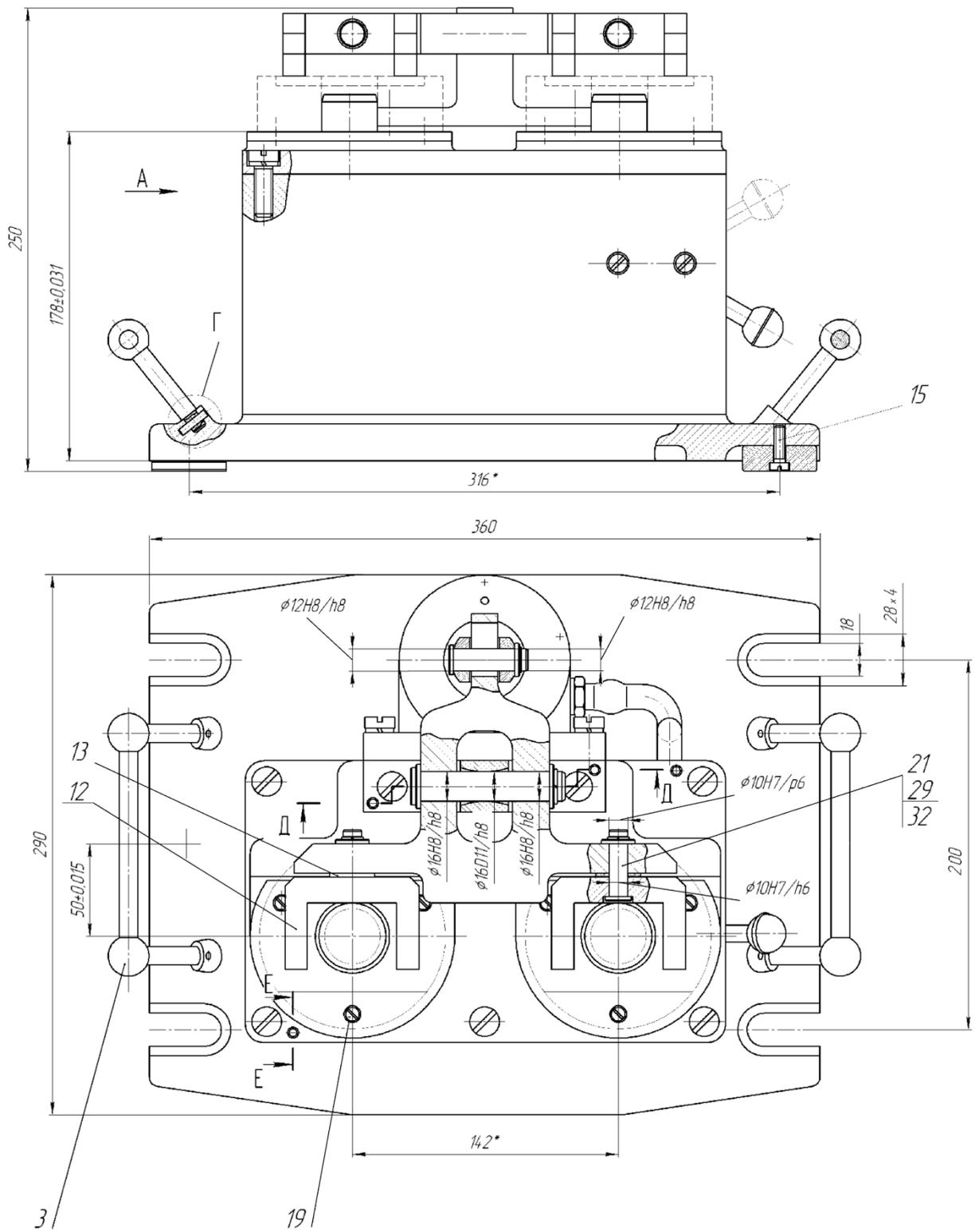
За пренасяне на приспособлението са предвидени ръчките 3.

В конструкцията на приспособлението е предвидена възможност за смяна на базиращите елементи след тяхното износване.

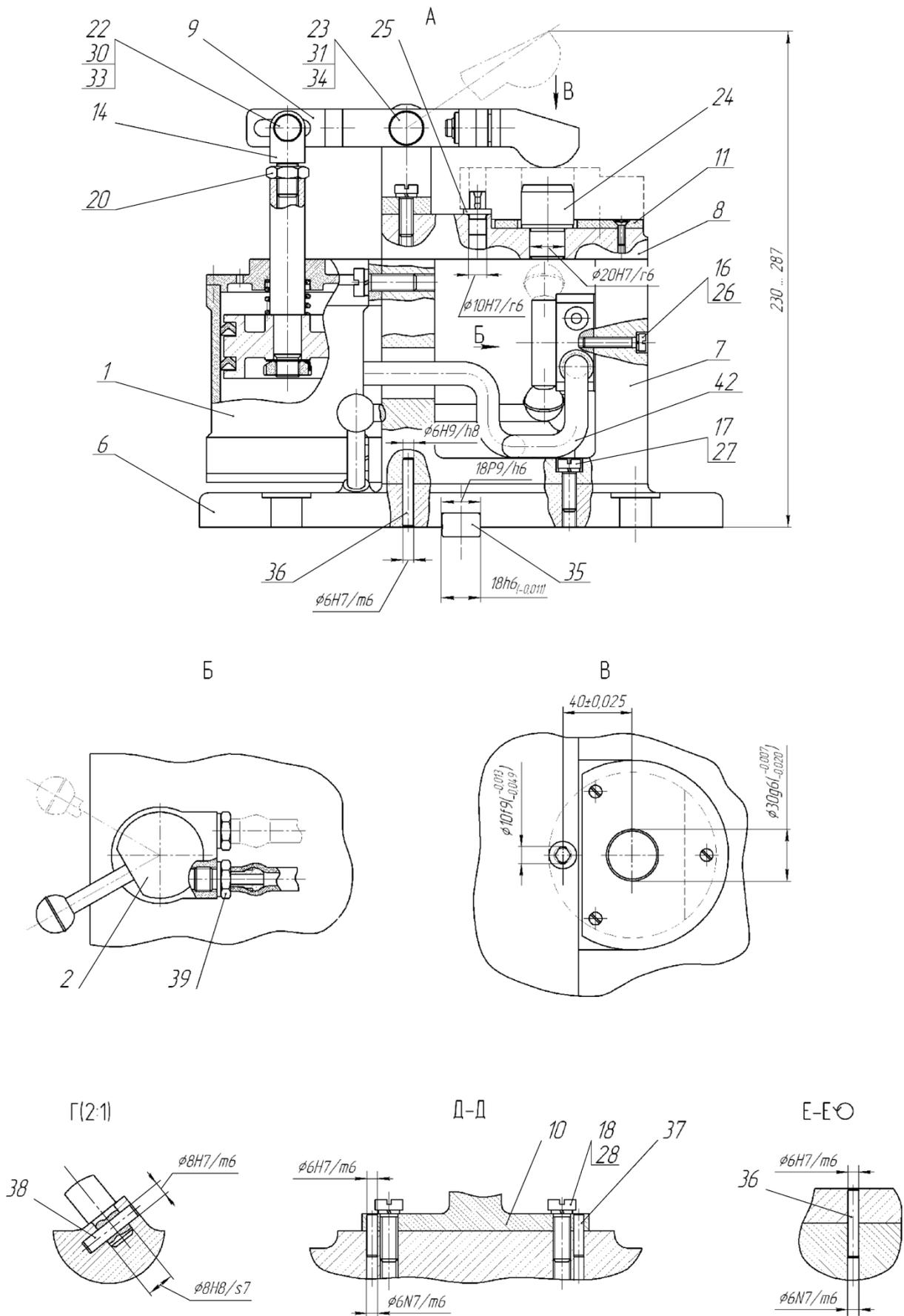
Приспособлението дава възможност за пренастройване за установяване на заготовки с аналогична конструкция чрез смяна на плочата 8 и базиращите елементи с други, съответстващи на размерите на другия тип заготовки.



Фиг. К.12. Схема на приспособлението



Фиг. К.13. Чертеж на приспособлението



Фиг. К.13. Чертеж на приспособлението

ЗАДАНИЕ

за курсова задача по дисциплината “ТЕХНОЛОГИЧЕСКА ЕКИПИРОВКА”

Студент.....

Фак. № курс група

Тема на задачата: Да се конструира приспособление за установяване на заготовка за детайл....., операция

Исходни данни и материали: Курсовият проект по “Технологии за механично обработване”

Съдържание на задачата:

I. Обяснителна записка с раздели:

1. Съставяне на принципна схема на приспособлението (най-малко два варианта, отчитащи различието в базиране и закрепване) и избор на целесъобразен вариант.
2. Базиране на заготовката.
 - избор на базиращи елементи;
 - разположение на базиращите елементи.
3. Закрепване на заготовката.
 - пресмятане на силите на закрепване;
 - избор на закрепващо устройство;
 - конструиране и пресмятане на закрепващото устройство;
 - пресмятане на изходната сила;
 - избор на задвижването;
 - пресмятане на задвижващото устройство (при механизирано задвижване).
4. Избор на елементи за направляване и настройване на режещия инструмент.
5. Избор на спомагателни елементи и устройства.

II. Сборен чертеж на приспособлението.

Краен срок за предаване:

Дата на задаване:

Ръководител на задачата:

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов И., Болотеин А., Прокофьев М. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах (учебное пособие), Рыбинск, 2010.
2. Горошкин А.К. Приспособления за металоурежещи машини. Справочник. София, Техника, 1982.
3. Замфиров И., Христов Р., Георгиев В. Ръководство за упражнения по технологическа екипировка., ВТУ-Русе, 1994.
4. Кузманов Т., Метев Хр. Технология на машиностроенето (основи на машиностроителните технологии). ЕКС-ПРЕС-Габрово, Г., 2014.
5. Мартинов Г., Йорданов Г., Ликов И. Ръководство за лабораторни упражнения по технологическа екипировка, ТУ-София, 1993.
6. Метев Хр. Технологическа екипировка (приспособления за установяване на заготовките). УИ “В. Априлов”, Г., 2013.
7. Метев Хр., Кузманов Т. Крумов К. Размерен анализ и синтез в машиностроенето. ЕКС-ПРЕС-Габрово, Г., 2017.
8. Русева С. И др. ЕСКД. Справочник по конструкторска документация. Оформяне и изисквания. С., ДИ “Техника”, 1988.
9. Справочник на технолога по механична обработка, т.1, т.2. Под ред на проф. С. Пашов, С. Техника, 1989, 1990.
10. Станочные приспособления. Справочник. Под ред Б.Ж. Вардошкина и А.А Матилова, т.1 и 2., М. Машиностроене, 1984.
11. Frey S. Wirtschaftliche Gestaltung von Vorrichtungen. – Schweizer Maschinenmarkt, 1975, №26.

Автори: доц. д-р инж. Христо Цанев Метев
гл. ас. д-р инж. Калин Красимиров Крумов

ТЕХНОЛОГИЧЕСКА ЕКИПИРОВКА
РЪКОВОДСТВО ЗА УПРАЖНЕНИЯ

Рецензент: доц. д-р инж. Иван Маринов Амуджев

Националност българска

Първо издание

Формат

Печатни коли:

Печат: Университетско издателство “Васил Априлов” – Габрово

ISBN