

І.О. ГРИГУРКО, С.М. АНАСТАСЕНКО, В.Л. БУДУРОВ

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ
Практикум

Рекомендовано вченою радою ПФ НУК як навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів

Львів
Новий світ – 2000
2019

ББК 34.54я7
Г83
УДК 658 (075.8)

Рекомендовано до друку вченою радою ПФ НУК як навчальний посібник.

Рецензенти: О.С. Каіров – доктор технічних наук, професор Миколаївського Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;
В.Я. Ошовський – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри "Теплоенергетики та технології машинобудування" ПФ НУК імені адмірала Макарова;

І.О. Григурко, С.М. Анастасенко, В.Л. Будуров
Г.83. Проектування технологічного оснащення (практикум)

Навчальний посібник – Львів: «Новий світ -2000» с. 220.

Навчальний посібник підготовлений згідно основних вимог та програми курсу «Технологічна оснастка», затвердженої вченою радою ПФ НУК як навчальний посібник. В ньому послідовно викладено науково-методичні рекомендації щодо виконання контрольних, практичних робіт, курсового та дипломного проектування та методики вирішення практичних типових задач приближених до виробництва з дисциплін: «Технологічна оснастка», «Проектування технологічного оснащення», «Технологія машинобудування», які допомагають студентам краще засвоїти теоретичний матеріал і використовувати його на практиці.

ББК 34.54я7
Г83
УДК 621 (075.8)
© І.О. Григурко,
С.М. Анастасенко, В.Л. Будуров
©Видавництво «Новий світ – 2000»

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Навчально-тематичний план.....	8
Розділ 1.Послідовність проектування спеціальних верстатних технологічної пристосувань.....	9
1.1 Аналіз вихідних матеріалів для проектування верстатних пристосувань.....	9
1.2 Точність та якість МО деталі.Бази і базування в МО деталі. Технологічність конструкції виробів.....	11
1.3 Основні положення та особливості проектування верстатних пристосувань.Направляючі та установочні елементи пристосувань.Затискні улаштування пристосувань.....	46
Розділ 2 Розрахунок затискних улаштувань технологічних пристосувань для верстатів різних груп.....	54
2.1 Визначення зусиль затискання при точінні і шліфуванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей.....	54
2.2 Визначення зусиль затискання при свердлінні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей.....	73
2.3 Визначення зусиль затискання при фрезеруванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей.....	82
2.4 Визначення зусиль затискання при зубофрезеруванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей.....	90
2.5 Визначення зусиль затискання при зубодовбання поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей.....	93
Розділ 3 Практичні роботи.....	96
Практична робота 1 Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для токарних і шліфувальних центрових верстатів.....	96
Практична робота 2 Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для свердлильних верстатів.....	104
Практична робота 3 Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для фрезерних верстатів.....	130
Практична робота 4 Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для зубофрезених верстатів.....	154
Практична робота 5 Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для зубодовбальних і зубостругальних верстатів.....	166
Додатки.....	175
Література.....	217

ПЕРЕДМОВА

У судновому машинобудуванні енергомісткість, продуктивність праці, якість та вартість продукції зумовлені рівнем технології виготовлення виробів, вдалим вибором технологічного обладнання, різального інструменту та якістю його технологічного оснащення. Проектування технологічного оснащення для механооброблювальних верстатів є однією із основних дисциплін у навчальній програмі фахівців з технології суднового машинобудування.

Технологічне оснащення дає змогу значно розширити виробничі можливості технологічного обладнання, уникнути малопродуктивного та втомливого розмічування заготовок перед їх механічною обробкою, зменшити обсяг ручної праці, механізувати та автоматизувати процеси встановлення, закріплення та знімання заготовок, та міжопераційне транспортування. Вдало підібране технологічне оснащення забезпечує обслуговування декількох верстатів одним верстатником, скорочує терміни налагодження та виробництва продукції, знижує вимоги до кваліфікації верстатників, а отже дає змогу значно підвищувати якість продукції та її здешевлення.

Матеріал посібника поділено на три розділи. У *першому розділі* наведено основні терміни, означення, класифікацію, окреслено призначення технологічного оснащення, способи базування заготовок та аналіз точності їх оброблення, послідовність проектування спеціальних верстатних технологічних пристосувань. У *другому розділі* наведені приклади розрахунку затискних улаштувань технологічних пристосувань для верстатів різних груп. У *третьому розділі* описано принципові схеми, конструкції та складові елементи технологічних пристосувань, а також наведені приклади методики встановлення та розрахунку основних параметрів конструкції технологічного оснащення для основного технологічного обладнання.

Дисципліна «*Технологічна оснастка*» передбачає вивчення основних правил послідовності проектування спеціальної технологічної оснастки, а також здобуття практичних навичок при виконанні практичних, курсових та дипломних робіт.

В даному посібнику послідовно викладено науково-методичні рекомендації щодо виконання контрольних, практичних робіт, курсового та дипломного проектування і методики вирішення практичних типових задач приближених до виробництва, які допомагають студентам краще засвоїти теоретичний матеріал і використовувати його на практиці.

В лекційній частині дисципліни передбачено розподіл матеріалу на два змістових модулі: загальні відомості про верстатні пристосування, види та призначення верстатних пристосувань.

При виконанні практичних робіт закріплюється розуміння студентами термінів, позначень, параметрів та загальних положень технології машинобудівного виробництва, які ґрунтуються на існуючих у народному господарстві формах власності.

Практичні заняття, більше ніж інша форма навчального процесу, мають потребу в конкретизації матеріалу, використанні діючих директивних, методичних і нормативних даних, а також в спеціалізації учбового матеріалу згідно профілю майбутніх фахівців.

Отже для оснащення практичних занять такими матеріалами і нормативами повинна бути надана особлива увага, тому – що це розвиває навички користування діючих в галузі методик нормативів і наближує рішення задач до реальних умов. Тематика для практичних занять підібрана відповідно навантаження годин з курсу, що застосовується в типових програмах.

Мета викладання дисципліни: формування у студентів комплексу знань про виробництво та технологію виготовлення виробів, ознайомлення студентів з характеристикою різноманітних видів технологічної оснастки.

Необхідно допомогти студентам навчитися проектувати спеціальні технологічні пристосування. Дисципліна «Технологічна оснастка» є теоретичною базою вивчення профільних дисциплін спеціальності, що розвиває наукове мислення та пізнавальну діяльність студентів, визначає підготовку фахівця в галузі машинобудування. Теоретичні та практичні знання з даної дисципліни дозволяють студенту (фахівцю) моделювати робочі конструкції пристосувань.

Дана дисципліна взаємозв'язана з дисциплінами: «Технологічне обладнання», «Технологія машинобудування», «Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів», «Ріжучий інструмент» та інші.

Лекційна частина дисципліни знайомить студента з методикою, змістом і вимогами поетапного проектування верстатних пристосувань. На практичних заняттях закріплюється лекційний матеріал, формуються інженерні навички щодо проектування верстатних пристосувань. В результаті вивчення дисципліни «Технологічна оснастка» студенти повинні оволодіти компетентностями та набуті програмні результати навчання:

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач

Мати базові уявлення про основи проектування, знання і навички забезпечення конструкторської діяльності.

Володіння принципами взаємозамінності стандартних з'єднань деталей машин, про методи та засоби їх контролю, науково-методичні основи метрології та стандартизації.

Здатність застосовувати знання про принципи роботи та технічні характеристики електровимірювальних приладів, принципи дії та технічні.

Володіння методами вимірювання теплотехнічних величин, знання про будову засобів вимірювання та способи обробки вимірювальної інформації.

Володіння базовими уявленнями про технологічні процеси виготовлення деталей і складальних одиниць.

Володіння знаннями про будову, методи розрахунку, характеристики, експлуатаційні властивості та області використання технологічного обладнання різного призначення

Здатність застосовувати базові уявлення про проектування кінематичних схем важільних, кулачкових механізмів, механізмів передач, про методи дослідження динаміки машинних агрегатів.

Володіння знаннями про структурну будову механізмів, розрахунки на міцність та жорсткість елементів обладнання та пристосувань

Володіння базовими уявленнями про принципи конструкторської діяльності.

Володіння основними принципами проектування та розрахунку технологічного обладнання.

Програмні результати навчання

Уміння вирішувати задачі, пов'язані з пошуком, систематизацією, збереженням та обробкою інформації; складати алгоритми розв'язання простих інженерних задач; складати алгоритми та відповідні програми розв'язання математичних задач класичними чисельними методами.

Уміння проектувати технологічні процеси механічної обробки деталей, робити вибір обладнання для їх механічної обробки, обирати режими різання, здійснювати технічне нормування і оформлення технологічного процесу.

Уміння проектувати вузли технологічного обладнання, пристосування, ріжучого та вимірювального інструментів

Уміння виконувати потрібні математичні операції, використовувати теоретичні знання для розв'язування практичних задач, аналізувати одержані результати.

Уміти застосовувати методи зображення основних геометричних форм на площині; виконувати технічні креслення; будувати графічні образи на персональних комп'ютерах застосовуючі AutoCAD, Компас 3D.

Уміння використовувати теоретичний матеріал для розв'язування конкретної інженерної задачі; виконувати конкретні математичні операції та аналізувати одержані результати.

Уміння давати оцінку технологічним процесам виробництва та обробки конструкційних матеріалів на шляху від первинної заготовки до готових деталей та виробів первинного призначення

Уміння користуватись комп'ютерною технікою, сучасними алгоритмічними мовами та пакетами прикладних програм, також оргтехнікою.

Уміння працювати з науково-технічною літературою та патентами, використовуючи сучасні системи науково-технічної інформації та ресурси Internet.

Уміння користатися базовими принципами конструкторської діяльності.

Уміння працювати зі спеціальною технічною літературою; оцінювати характеристики та можливі галузі застосування технологічного обладнання

Дана дисципліна є комплексною дисципліною, в якій розглядаються широкий обсяг питань, тобто викладання його слід у зв'язу з іншими предметами спеціального циклу, не допускаючи дублювання матеріалу.

Основними методом вивчення учбового матеріалу, який передбачений програмою, є – самостійна (контрольна) робота; при цьому для повного та успішного засвоєння дисципліни передбачаються слідуючі види занять:

- а) самостійне виконання модульної контрольної роботи;
- б) виконання та практичних робіт;
- в) відпрацювання матеріалу згідно основних питань курсу на оглядових заняттях та консультаціях в період навчального року або в період лабораторно – екзаменаційної сесії.

При самостійному відпрацюванні учбового матеріалу рекомендується дотримуватися слідуючого порядку:

- а) ознайомитися з програмою дисципліни;
- б) підібрати потрібну літературу;
- в) ретельно відпрацювати матеріал кожної теми і основні положення за-конспектувати, відповісти на питання для самоконтролю, котрі фіксують ува-гу на найбільш важливих моментах розібрання матеріалу і дають можливість перевірити степінь засвоєння;
- г) всі питання, котрі виявилися незрозумілими після самостійного ви-вчення, слідує записати і вияснити згідно інших літературних джерел;
- д) самостійно виконувати контрольну роботу.

При укладанні даного навчального посібника систематизовані та згру-повані більша кількість матеріалу, одержаних від спеціалістів базових заводів «Первомайськдизельмаш», «Фрегат», «Бриг» та розрахунків дипломних про-ектів студентів – випускників і викладачів Первомайського інституту, Мико-лаївського Національного університету кораблебудування імені адмірала І. І. Макарова та інших технічних вузів і можуть бути застосовані при проведенні розрахунків у практичних, лабораторних та курсових роботах.

Навчальний посібник створений колективом викладачів кафедри «ТЕ та ТМ», Первомайської філії, Національного університету кораблебудування авторами доцентом НУК І. О Григурко, к.т.н., доцентом С.М.Анаста-сенко, викладачем В.Л.Будуровим.

Автори адресують слова подяки викладачам, а також студентам Перво-майської філії Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова які приймали участь в апробації посібника, інженерам підприємств ПАТ „Первомайськдизельмаш”, ТДВ „Фрегат” і ТДВ „Бриг”, співпраця з якими зробила можливим появу цього видання.

Навчально-тематичний план
з дисципліни: «Технологічна оснастка»

№	Теми лекцій і практичних робіт	Кількість годин
1	2	3
	Розділ 1.Послідовність проектування спеціальних верстатних технологічної пристосувань Тема1.1 Аналіз вихідних матеріалів для проектування верстатних пристосувань 2 Тема 1.2 Точність і якість МО деталі. Бази і базування в МО деталі. Технологічність конструкції виробів 2 Тема 1.3 Основні положення та послідовність проектування верстатних пристосувань. Направляючі та установочні елементи пристосувань. Затискні улаштування пристосувань 2 Розділ 2 Розрахунок затискних улаштувань технологічних пристосувань для верстатів різних груп Тема 2.1 Визначення зусиль затискання при точінні і шліфуванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей 2 Тема 2.2 Визначення зусиль затискання при свердлінні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей 2 Тема 2.3 Визначення зусиль затискання при фрезеруванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей 2 Тема 2.4 Визначення зусиль затискання при зубофрезеруванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей 2 Тема 2.5 Визначення зусиль затискання при зубодовбанням поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей 2 Розділ 3 Практичні роботи Практична робота1. Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для токарних і шліфувальних центрових верстатів 2 Практична робота 2 Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для свердлильних верстатів 2 Практична робота 3 Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для фрезерних верстатів 2 Практична робота 4 Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для зубофрезерних верстатів 4 Практична робота 5 Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для зубодовбальних і зубостругальних верстатів 4	
	Всього	30



Послідовність проектування спеціальних верстатних технологічної пристосувань

План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- *Аналіз вихідних матеріалів для проектування верстатних пристосувань. Класифікація та призначення технологічного оснащення*
- *Особливості базування в МО деталі. Точність встановлення, закріплення та базування заготовок в пристосуваннях.*
- *Основні положення та послідовність проектування верстатних пристосувань. Направляючі та установочні елементи пристосувань. Затискні улаштування пристосувань*

Тема 1.1 Аналіз вихідних матеріалів для проектування верстатних пристосувань. Класифікація та призначення технологічного оснащення.

Вихідними матеріалами для проектування спеціальних верстатних пристосувань є:

- робоче креслення деталі і заготовки з необхідними вимогами;
- програма випуску деталей;
- технологічний процес на МО деталі;
- паспортні дані на технологічне обладнання;
- альбоми типових конструкцій та креслення верстатних пристосувань;
- стандарти на вузли і деталі верстатних пристосувань і силових пристроїв;
- стандарти і нормативні документи, зв'язані з розрахунками і проектуванням пристосувань.

Методичні вказівки

При вивченні даної теми необхідно засвоїти основні поняття та визначення, щодо аналізу вихідних матеріалів для проектування верстатних пристосувань. Роботу над учбовим матеріалом необхідно починати з вивчення задач, поставлених кабінетом міністрів України в галузі металооброблюючої промисловості і досконалої технології машинобудування, спрямувавши особливу увагу на слідуючі питання: прискорення науково-технічного прогресу і переведення економіки на інтенсивний шлях розвитку, більш раціональне використання виробничого потенціалу, економію усіх ресурсів та покращення якості роботи. Крім того, необхідно приділяти увагу перспективам подальшого розвитку машинобудування і металообробки щодо збільшення виробів, зниження матеріалоемності машин та технологічного обладнання, підвищенню продуктивності праці, тощо. Потрібно врахувати практичне значення ролі технології машинобудування щодо виконання задач подальшого підвищення ефективності виробництва і якості роботи за рахунок науково - обґрунтованого вибору машинобудівних матеріалів для виробів, підвищення міцності, надійності та довговічності.

сті машин, розробки оптимальних технологічних процесів із застосуванням гнучкого автоматизованого виробництва. Вивчити питання утворення та розвитку науки технології машинобудування і роль вчених України та новаторів виробництва, які є засновниками науки в Україні.

Пояснити роль і місце технології машинобудування в спеціальній підготовці студентів до практичної діяльності.

За цільовим призначенням технологічне оснащення поділяють на групи:

- верстатні пристрої** застосовують для встановлення та закріплення заготовок з метою їх МО різальними інструментами;
 - пристрої для встановлення та закріплення допоміжних інструментів** (патрони для свердел, інструментальні держакки тощо);
 - складальні пристрої** призначені для з'єднання двох і більше деталей;
 - контрольно-вимірювальні пристрої** забезпечують контроль якості виробів
 - транспортувальні пристрої** здійснюють переміщення, обертання, подавання і приймання заготовок і готових виробів під час оброблення, вимірювання та пакування.
- Класифікують технологічне оснащення за різними ознаками і поділяють на групи:
- універсальні верстатні пристрої** для встановлення та закріплення заготовок різної конфігурації (обертальні та ділильні столи, головки, лещата, патрони, кондуктори тощо);
 - спеціалізовані пристрої** для встановлення та закріплення заготовок, близьких між собою за конструктивно-технологічними ознаками;
 - універсально-складальні пристрої (УСП)** дають змогу з обмеженої кількості стандартних елементів виготовляти спеціальні пристрої різного призначення.

Рекомендовані питання для самоконтролю:

- 1.1 Перелічіть вихідні матеріали, які необхідні для проектування пристосувань?
- 1.2 Які ви знаєте види технологічної оснастки?
- 1.3 Призначення технологічного оснащення.
- 1.4 Як класифікують технологічне оснащення за спеціалізацією?
- 1.5 Класифікація технологічного оснащення за типами технологічного обладнання.
- 1.6 Класифікація пристроїв за їх універсальністю.

Рекомендована література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р. -295с.
3. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М., Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Львів «Новий Світ–2000» 2006р –576 с.
4. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с

Тема 1.2 Особливості базування в МО деталі. Точність встановлення, закріплення та базування заготовок в пристосуваннях.

Точність у технології машинобудування-ступінь відповідності виготовлених виробів їх установленому прототипу. Чим більша ця відповідність, тим вища точність. Точність у машинобудуванні має велике значення для підвищення якості машин і для розробки технологічних процесів їх виготовлення.

Точність виконання розмірів поверхонь деталей регламентується допусками, які проставляються на кресленнях деталей.

Точність форми поверхонь визначається ступенем їх відповідності геометрично правильним поверхням, з якими вони ототожнюються. Циліндрична поверхня може мати невелику конусність, відхилення від округлості поперечного січення, скривлення вісі, плоска поверхня невеликі випуклості або впадини.

Точність взаємного розташування поверхонь – це розміщення поверхонь одна відносно іншої з величиною відхилення в межах величин допусків, заданих на кресленні чи в технічних умовах на виготовлення деталей.

Методи забезпечення точності механічної обробки на верстатах:

- **Методи пробних проходів і промірів** полягають в тому, що до оброблювальної поверхні заготовки, установленної на верстаті, підводять різальний інструмент і з короткої ділянки заготовки знімають пробну стружку. Після цього верстат зупиняють, роблять пробний вимір обробленої ділянки, визначають величину відхилення розміру від заданого на кресленні і вносять зміни в положення інструменту, що відраховують по поділках лімба верстата.

- **Метод установки інструмента по лімбі верстата**, в умовах серійного виробництва застосовується метод отримання заданих розмірів за допомогою лімба верстата. Він полягає в тому, що при обробці кожної деталі з партії різальний інструмент встановлюється у вихідне положення по лімбі верстата.

- **Метод автоматичного отримання розмірів на попередньо налагоджених верстатах**, полягає в тому, що заготовка встановлюється в пристрій без вивірювання на вибрані базові поверхні. Обробка виконується за один або кілька робочих ходів попередньо встановленим на певний налагоджувальний розмір інструментом.

- **Метод активного контролю** полягає в тому, що у верстат, який виконує механічну обробку, впроваджується вимірювальний пристрій та пристрій для регулювання положення інструменту, який у випадку виходу розміру із контрольних границь поля допуску автоматично налагоджує систему на заданий розмір. Контрольні границі звужують поле допуску, тому при перетині контрольної границі поля допуску верстат отримує сигнал про те, що розмір може вийти за поле допуску і виникає потреба в налагодці інструменту. При такому методі обробки всі деталі отримують з заданою точністю. Фактори, що визначають точність обробки та впливають на точність обробки деталей. Точність при різних способах обробки.

Похибка установки заготовки.Еу.

Перед обробкою заготовка повинна бути чітко зорієнтована по відношенню до пристрою, верстата та різального інструмента. Відхилення фактично досягнутого положення заготовки або виробу при установці від необхідного називається

похибкою установки. Похибка установки ε_y складається із похибки базування ε_b , похибки закріплення ε_z та похибки пристрою $\varepsilon_{пр}$, тобто $\varepsilon_y = \varepsilon_b + \varepsilon_z + \varepsilon_{пр}$.

Основні поняття базування:

Базування - надання заготовці визначеного положення відносно вибраної системи координат.

База - поверхня, вісь, лінія або точка, що належить заготовці і використовується для базування. При базуванні необхідно обмежити переміщення заготовки, тобто забезпечити її нерухомість щодо пристрою на весь період обробки, що гарантує збереження незмінного орієнтування заготовки. Орієнтування заготовки забезпечується базуванням, а незмінність положення - затиском заготовки.

Зв'язок - це обмеження позиційного чи кінематичного характеру. Заготовка як тверде тіло має шість степенів вільності - три поступальних уздовж вісі координат та три обертових навколо тієї ж вісі.

Опорна точка - точка, що символізує один із зв'язків заготовки з вибраною системою координат.

Схема базування - схема розміщення опорних точок на базах заготовки. Всі опорні точки на схемі базування зображають умовними позначеннями та нумерують, починаючи із бази, на якій розміщується найбільша кількість опорних точок.

Класифікація баз - за призначенням бази діляться на конструкторські, технологічні, вимірювальні.

Конструкторська база - база, що використовується для визначення положення деталі або складальної одиниці у виробі. Конструкторська база може бути реальною у вигляді площини, лінії, точки або уявною.

Технологічна база - база, що використовується для визначення положення заготовки у процесі виготовлення. На цю базу заготовка встановлюється при обробці. При використанні пристроїв за технологічні бази приймають реальні поверхні, що безпосередньо контактують із установочними елементами пристрою. Технологічні бази діляться на **основні та допоміжні**.

Основна технологічна база - поверхня, що передбачена конструкцією деталі і виконує певну роль при роботі деталі у виробі.

Допоміжна технологічна база - це поверхня, що спеціально створюється на деталі для покращення умов обробки. Такими допоміжними базами є центрові отвори валів, центруючий пояс на поршнях, приливи на заготовках, тощо.

Вимірювальна база - база, що використовується для визначення відносного положення заготовки та засобів вимірювання. Від цієї бази виконуються вимірювання деталі. Якщо як вимірювальна база використовується реальна поверхня, то перевірка виконується прямими методами контролю. За числом степенів вільності, що позбавляє базу, є такі бази:

Установочна база - база, що лишає заготовку трьох степенів вільності - переміщення вздовж однієї координатної вісі та поворотів навколо двох інших осей.

Напрямна база - база, що лишає заготовку двох степенів вільності - переміщення вздовж однієї координатної вісі та поворотів навколо інших осей.

Опорна база - база, що лишає заготовку однієї степені вільності переміщення вздовж однієї координатної вісі або поворотів навколо інших осей.

Подвійна напрямна база - база, що лишає заготовку чотирьох степенів вільності переміщення вздовж двох координатних осей та поворотів навколо них.

Подвійна опорна база - база, що лишає заготовку двох степенів вільності переміщення вздовж двох координатних осей.

Явна база - база заготовки у вигляді реальної поверхні, розмітаної риси або точки перетину рисок.

Умовна база - база заготовки у вигляді уявної площини, вісі або точки.

Базування призматичних деталей- за такою схемою базуються заготовки деталей типу плит, кришок, картерів тощо. Заготовки призматичної форми мають шість степенів вільності: три переміщення вздовж осей OX, OY, OZ та три повороти відносно цих же осей. Для визначення положення заготовки на ній необхідно накласти шість жорстких двосторонніх зв'язків, прикладених в опорних точках.

Три степені вільності - можливість переміщуватись у напрямку вісі OZ і обертатись навколо осей OX, OY , обмежуються трьома зв'язками із площиною координат XOY . *Дві степені вільності*-можливість переміщуватись в напрямку вісі OX і обертатись навколо вісі OZ , обмежуються двома зв'язками із площиною YOZ . *Шоста координата*, яка визначає положення заготовки відносно площини XOZ , обмежує її можливість переміщуватись у напрямку вісі OY , тобто лишає заготовку останньої *шостої степені вільності*. Такий порядок установки заготовок призматичної форми називається **правилом шести точок** – для повного базування заготовки в пристрої необхідно і достатньо створити в ньому шість опорних точок, розташованих певним чином відносно базових поверхонь заготовки.

Базування довгих циліндричних деталей.

Положення вала в призмі визначається координатами, що лишають заготовку *чотирьох степенів вільності* переміщень у напрямку осей OX, OZ та обертання навколо осей OX, OZ . *П'ята ступінь вільності* обертання навколо власної осі OY , обмежується координатою, проведеною від поверхні шпонкової канавки, а *шоста ступінь вільності* обмежується упором в торець. Чотири опорних точки, розміщених на циліндричній поверхні, утворюють подвійну напрямну базу. Торець вала та шпонковий паз визначають поверхні, що є упорними базами.

Базування коротких циліндричних деталей.

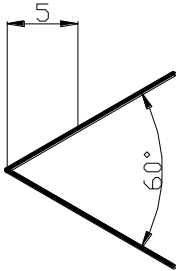
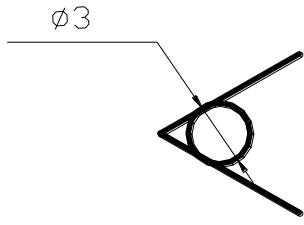
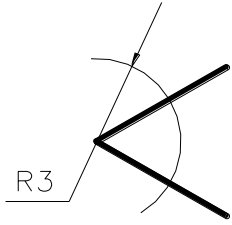
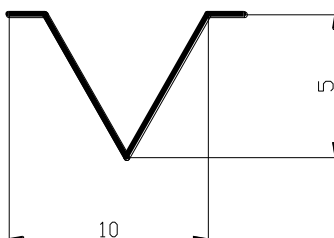
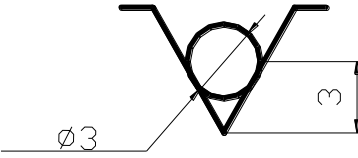
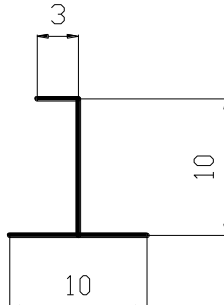
До коротких циліндричних деталей відносяться диски, кільця. Головною базою у таких деталях є торцева поверхня, на якій розміщується три опорних точки. Дві опорні точки розміщені на короткій циліндричній поверхні і утворюють подвійну опорну базу. За необхідністю шоста ступінь вільності може бути ліквідована за рахунок зведення зв'язку із додатковою поверхнею. Схеми установки, коли заготовка втрачає всі шість степенів вільності, називають повними схемами установки. Ця умова повинна виконуватись, коли поверхня, що обробляється, має розміри по трьох координатах і для базування таких заготовок необхідним є комплект із трьох баз.

Таблиця 1.1. Вихідні дані для вибору технологічних баз

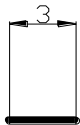
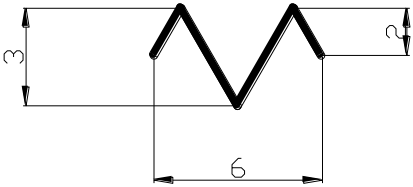
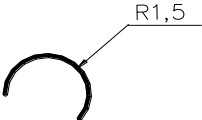
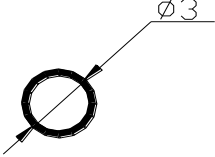
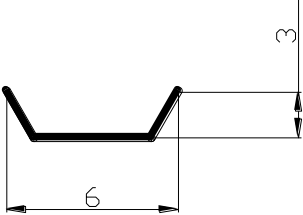
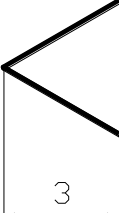
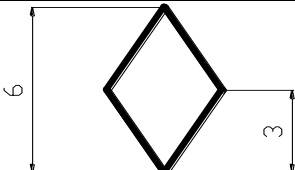
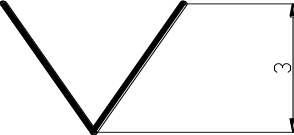
Вид пове- рхні	Вихідні пара- метри		Варіант МОП		
	Квалітет точності (за ГОСТ 25347 - 82)	Параметр шорсткості R_a (за ГОСТ 2789 - 73*)	1	2	3
Плоска	10	R_a 2,5	1. Стругання чор- нове 2. Стругання чист- тове	1.Фрезерування чорнове 2.Фрезерування чистове	1.Протягування
Плоска	14	R_z 20	1. Стругання од- норазове	1.Фрезерування одноразове	1. Цекування
Циліндри- чна внутрі- шня	14	R_z 40	1. Свердлення (при відсутності отвору у виливці)	1.Зенкерування при наявності отвору у вилив- ці	1. Розточування при наявності отвору у вилив- ці
Циліндри- чна внут- рішня	7	R_a 0,63	1. Розточування чорнове 2. Розточування чистове 3. Розточування тонке	1.Зенкерування чорнове 2.Зенкерування чистове 3.Розвертання точне 4.Розвертання тонке	1.Зенкерування одноразове 2.Протягування
Конічна внутрішня	14	R_z 20	1. Точіння	1. Цекування	-----
Плоска	13	R_z 10	1. Фрезерування чорнове	1.Точіння од- норазове	1. Цекування
Різьбова внутрішня	6Н	R_z 10	1. Свердлення 2. Нарізання різьби	-----	-----

**Таблиця 1.2 Зображення опор, затискачів і установочних улаштувань
ГОСТ 3.1107-81**

Назва	Визначення на видах спереду, ззаду
1	2
Опори:	
Нерухома	
Рухома	
Плаваюча	
Регулююча	
Затискачі:	
Одиничний	
Подвійний	

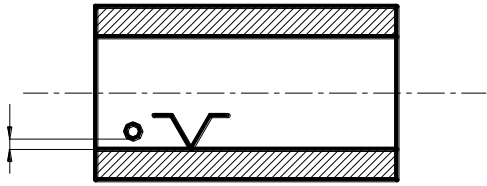
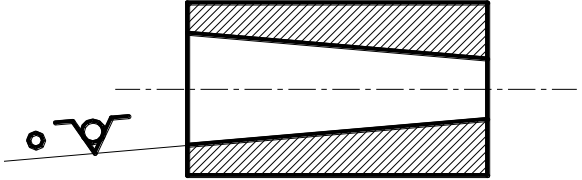
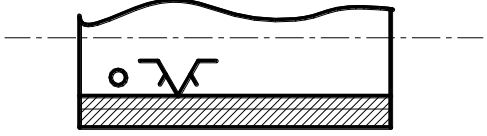
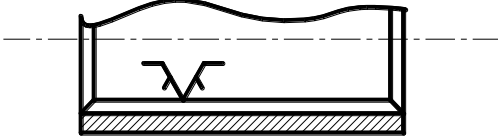
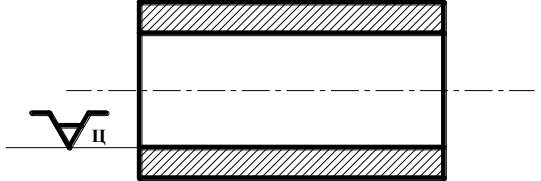
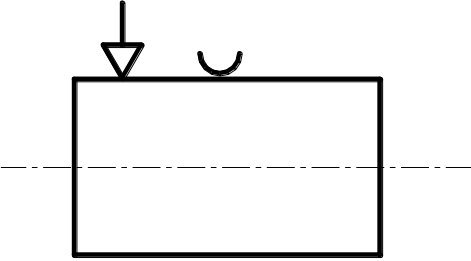
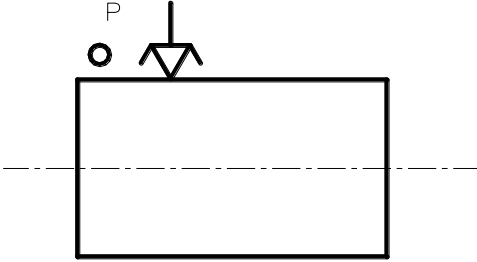
1	2
Установочні улаштування:	
Нерухомий центр	
Обертний центр	
Плаваючий центр	
Циліндрична оправка	
Шарикова (роликова) оправка	
Повідковий патрон	

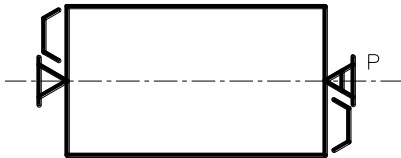
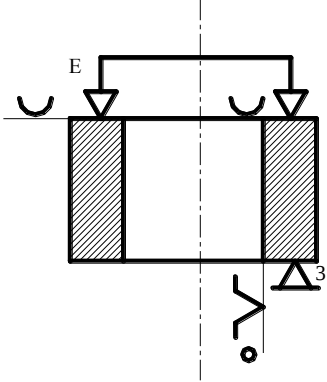
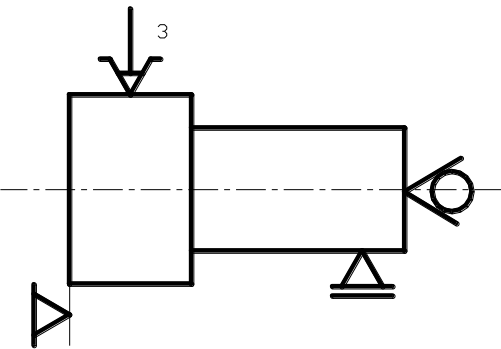
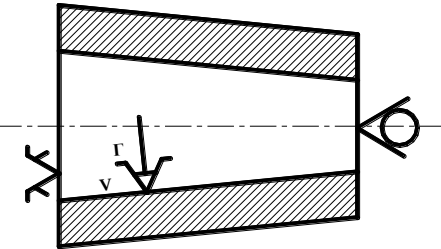
Таблиця 1.3. Визначення форми робочих поверхонь опор, затискачів, установочних улаштувань (ГОСТ 3.1107-81)

Поверхні	Визначення
1	2
Плоска	
Рифлена, різбова, шліцьова	
Сферична	
Циліндрична, шарова	
Призматична	
Конічна	
Ромбова	
Трьохгранна	

Таблиця 1.4. Приклади нанесення визначень кріплення на схемах

Вид кріплення	Визначення
1	2
В нерухомому гладкому центрі	
В рифленому центрі	
В плаваючому центрі	
В обертовому центрі	
В зворотньому обертовому центрі з рифленою поверхнею	
В повідковому патроні	
З рухомим люнетом	
З нерухомим люнетом	

Продовження таблиці 1.4.	
1	2
На циліндричній оправці	
На конічній роликовій оправці	
На різьбовій оправці з зовнішньою різьбою	
На шліцьовій оправці	
На цанговій оправці	
На регулюючій опорі з сферичною поверхнею	
У пневматичному затискачі з рифленою поверхнею	

1	2
В лещатах з пневмоприводом з призматичними губками	
В кондукторі з центруванням на призматичний палець з упором на три опори і з електропривідним улаштуванням подвійного затискача, деталей, що мають сферичні поверхні	
В трьохкулачковому патроні з упором в торець з підтискним обертовим центром і з рухомим люнетом	
На конічній оправці з гідропластовим затискним улаштуванням з упором на рифлену поверхню торця і з підтискним обертовим центром	

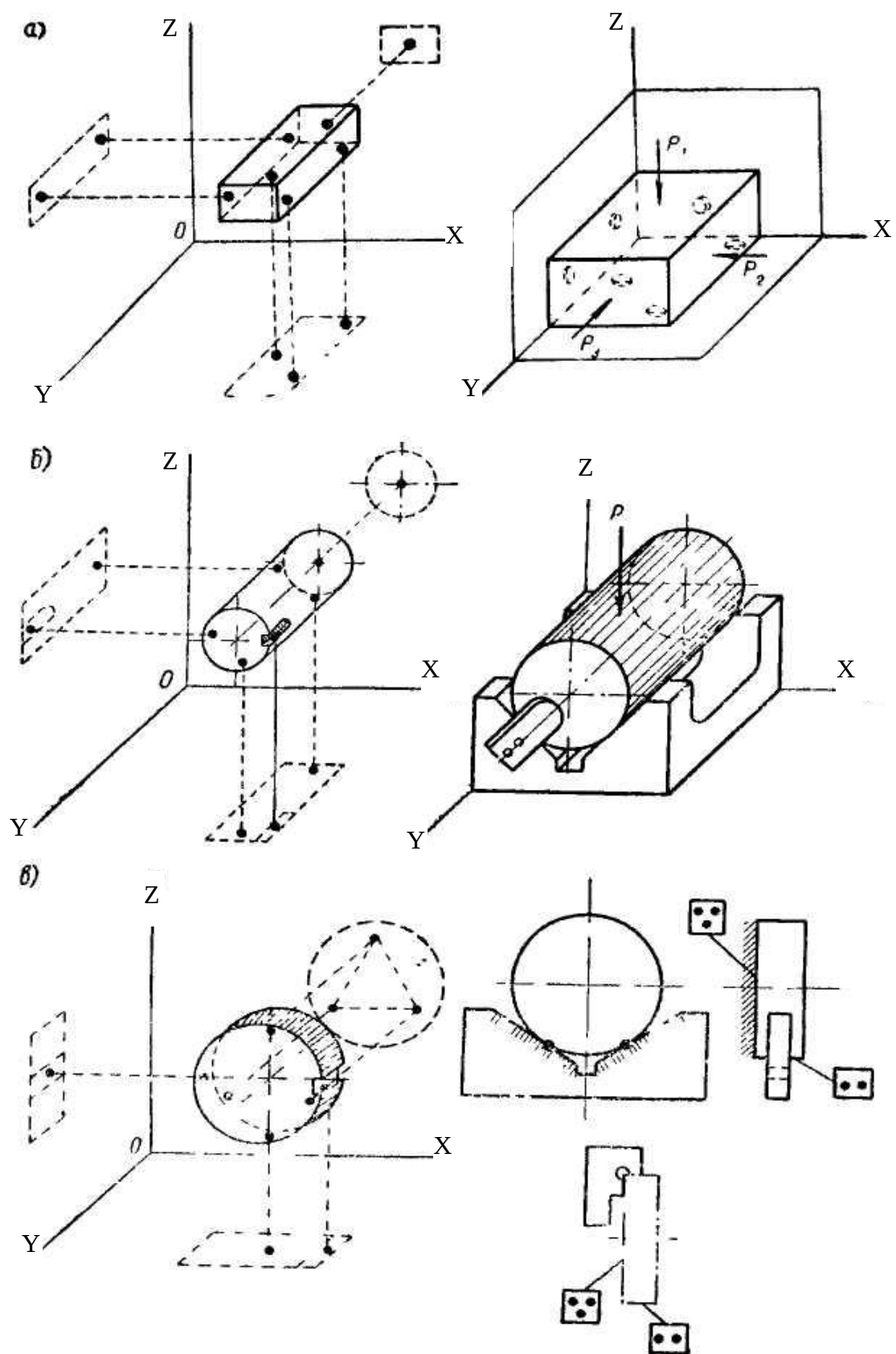


Рис. 1.1 Схеми базування поверхонь у пристосуваннях

Похибка базування заготовки. При базуванні фактично досягнуте положення заготовки може відрізнятись від розрахункового, через що і виникає похибка базування, яку можна розглядати як різницю граничних відстаней від вимірювальної бази заготовки до встановленого на розмір інструменту. Похибка базування виникає при несутіщенні вимірювальної та установочної баз заготовки і визначається для розміру, що виконується із вибраної схеми базування.

Похибка базування при установці заготовки на площину.

Заготовка затискається при обробці зусиллям F . При обробці партії заготовок похибка базування $\varepsilon_{\delta A}$ відносно розміру A дорівнює нулю ($\varepsilon_{\delta A}=0$), оскільки вимірювальна та установочна бази 1 співпадають.

Приклад 1.1 Визначаємо похибку установки і закріплення заготовки в центрах

1) Визначаємо похибку установки та закріплення заготовки в центрах за формулою: $\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}$, мкм

де ε_{δ} – похибка базування заготовки в центрах дорівнює 0;

ε_3 – похибка закріплення заготовки в центрах визначається за формулою:

$$\varepsilon_3 = C \times \left(\frac{F}{9,8} \right)^{0,5} = 4,1 \times \left(\frac{900}{9,8} \right)^{0,5} = 39,28 \text{ мкм} = 0,039 \text{ мм}$$

Отже $\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 39,28^2} = 0,039 \text{ мм}$

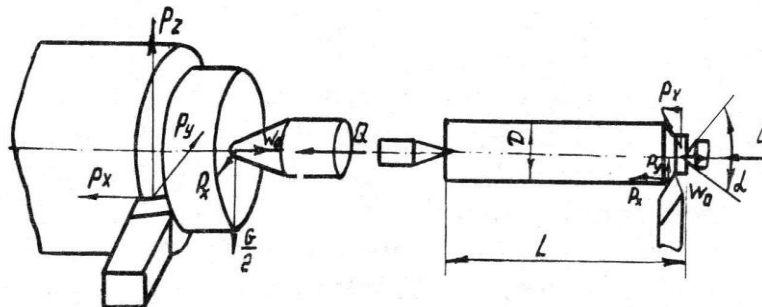


Рис.1.2 Схема установки, базування та закріплення заготовки в центрах

Висновок: Такі похибки установки і закріплення деталі в центрах укладаються в допуск розмірів згідно креслення деталі "Вал-шестірня"

Приклад 1.2. Обробка зовнішньої циліндричної поверхні втулки діаметром 115 мм виконується при установці її із зазором на жорсткій шпиндельній оправці (рис.1.3). Базовий отвір втулок має діаметр $65^{+0,035}$ мм. Циліндрична робоча поверхня оправки діаметром $65_{-0,06}^{-0,03}$ мм має радіальне биття відносно її конусної поверхні 0,02 мм, а биття шпинделя верстата складає 0,01 мм. Точність методу обробки $\omega=0,05$ мм. Визначити очікувану точність виконання циліндричної поверхні втулки і її можливе відхилення соосності відносно базового отвору.

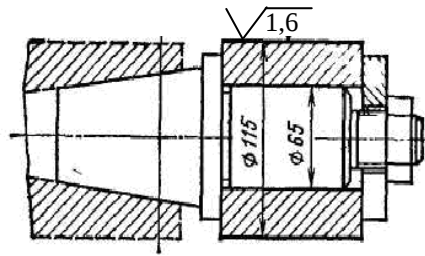


Рис. 1.3. Схема установки втулки (до задачі 1.2.)

Похибка базування при установці заготовки на площину.

Заготовка затискається при обробці зусиллям F . При обробці партії заготовок похибка базування $\varepsilon_{\delta A}$ відносно розміру A дорівнює нулю ($\varepsilon_{\delta A}=0$), оскільки вимірювальна та установочна бази 1 співпадають. Розглянемо базування деталей при фрезеруванні уступу на прикладах.

Приклад 1.3. На вертикально-фрезерному верстаті виробляється ступінчаста поверхня втулки, яка установлена на циліндричній оправці з буртом (рис.1.4). Діаметр базового отвору $D=40^{+0,039}_{-0,016}$ мм, діаметр установочного пальця $d=40^{+0,007}_{-0,016}$ мм. Потрібно визначити очікувану точність виконання розмірів A_1 і A_2 , якщо відомо, що складові похибки установки (похибки закріплення і положення заготовки) дорівнюють нулю, тобто $\varepsilon_3=\varepsilon_{п.3}=0$. Точність методу обробки прийняти рівною $\omega=0,12$ мм

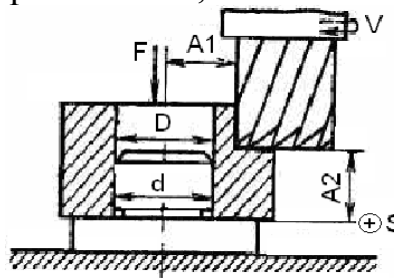


Рис. 1.4. Схема фрезерування втулки (до задачі 1.3.)

Рішення: Виходячи із схеми установки заготовки пристосування похибки базування при виконанні розміру A_1 визначаємо за формулою: $\varepsilon_{\delta A1}=S_{\max}=T_D+S_{\min}+T_d=0,039+0,007+0,09=0,055$ мм, а похибка базування при виконанні розміру A_2 $\varepsilon_{\delta A2}=0$, оскільки вимірювальна та технологічна база суміщені. Оскільки згідно умови задачі $\varepsilon_3=\varepsilon_{п.3}=0$, за відповідністю з рівняннями: $T_{A1}=\varepsilon_{\delta A1}+\omega=0,055+0,12=0,175$ мм.

$$T_{A2}=\varepsilon_{\delta A2}+\omega=0+0,12=0,12 \text{ мм.}$$

Приклад 1.4. На горизонтально - фрезерному верстаті набором фрез одночасно виконують обробку поверхні 1,2,3,4 (рис.2.4). Вивести розрахункові залежності для визначення похибок базування при виконанні розмірів A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 , і A_6 . Указати розміри на точність виконання котрих буде впливати непостійність сили затиску F_3 заготовки. Розміри A_7 і A_8 виконані відповідно з відхиленнями $\pm T_{A1}/2$ і $\pm T_{A2}/2$.

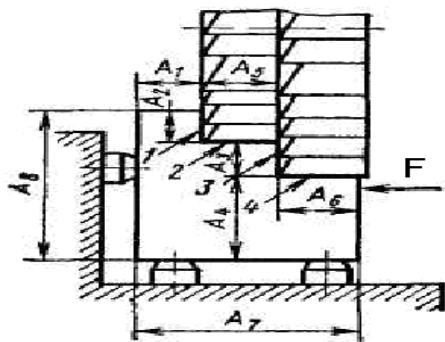


Рис. 1.5 Схема обробки поверхонь заготовки (до задачі 1.4)

Приклад 1.5. Визначаємо похибку установки, базування та закріплення заготовки в призмах з прихватами, при фрезеруванні торцевих поверхонь торцевою фрезою.

1. Визначаємо похибку установки заготовки на призми з прихватами за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2};$$

де ε_δ – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення.

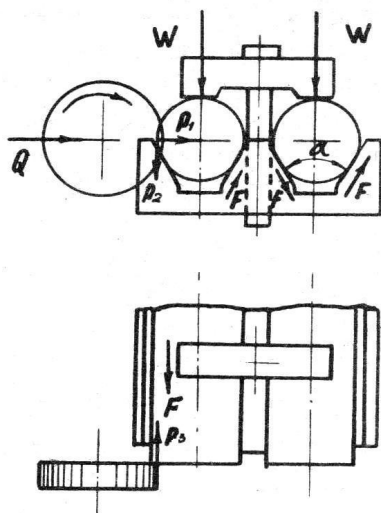


Рис. 1.6 Схема установки, базування та закріплення заготовки в призмах з прихватами

2. Визначаємо похибку закріплення заготовки в призмах з прихватами за формулою:

$$\varepsilon_3 = \left[(K_{RZ} \cdot R_z + \frac{K_{HB}}{HB} + C_1) \cdot \left(\frac{F}{19,61} \right)^n \right] = \left[\left(0,005 \cdot 40 + \frac{15}{207} \right) + 0,086 + \frac{8,4}{66,8} \right] \cdot \left(\frac{1560}{19,61} \right)^{0,7} = 10 \text{ мкм}$$

де F – сила, діюча згідно нормам до опори, Н; (F = 1560 Н);

K_{RZ} – коефіцієнт, який залежить від параметра шорсткості поверхні (табл. 22 с. 52 $K_{RZ} = 0,005$);

R_z – параметр шорсткості поверхні заготовки, мкм ($R_z = 40$ мкм);

K_{HB} – коефіцієнт, який залежить від міцності матеріала (дивись табл.. 22 с. 52 $K_{HB} = 15$)

HV – міцність матеріала заготовки за Брінеллем = 241;

C_1 – коефіцієнт, характеризуючий умови контакту, матеріал і міцність поверхні заготовки, що використовується в якості баз (дивись табл.. 22 с. 52)

$$C_1 = 0,086 + \frac{84}{D_{заг}}$$

n – показник степені (дивись табл.. 22, с.52, $n = 0,7$)

3. Визначаємо похибку базування ε_δ заготовки в призмах з прихватами. Згідно формули: $\varepsilon_\delta = 1,21 \times T_d$ (для кута призми $\alpha = 90^\circ$) де T_d – допуск на зовнішню циліндричну поверхню, котрою заготовка установлюється на призми. ($T_d = 1,5$ мм)

Тоді похибка базування буде: $\varepsilon_\delta = 0,5 \times 1,5 = 0,75$ мм

Висновок: Така похибка базування по довжині заготовки укладається в допуск розміра 340 мм, котрий складає 1,4 мм. Отже, похибка установки буде:

$$\varepsilon_y = \sqrt{750^2 + 10^2} = \sqrt{562500 + 100} = 750_{мкм} = 0,750 \text{ мм}$$

Похибка від температурних деформацій верстата. Джерелами нагріву верстата є теплопередача від МОР, що відводить тепло від зони різання, тертя в рухомих частинах, нагрів від гідро-та електроприводів, зовнішні джерела тепла.

Похибка від температурних деформацій заготовки. Основною причиною теплової деформації заготовки є нагрів тепла із зони різання. Кількість тепла, що переходить у заготовку, залежить від схеми обробки.

Похибка від температурних деформацій інструмента. Теплові деформації різального інструмента впливають на точність обробки головним чином в умовах нестационарного теплового стану та при обробці мірним інструментом. Нагрів інструмента залежить від його конструкції, режимів різання, границі міцності матеріалу, що обробляється.

Похибка налагодження. При обробці інструмент поступово спрацьовується, тому при періодичній заміні інструменту необхідно кожен раз налагоджувати верстат на розмір, що виконується. При налагоджуванні необхідно виконувати умови, при яких розміри всіх деталей у партії знаходились би у межах допуску.

Похибка через геометричні неточності верстата. Точність верстатів у ненавантаженому стані називається геометричною.

Похибка через неточності різальних інструментів. Ступінь точності виготовлення різального інструменту суттєво впливає на точність МО деталей. Інструмент, як і всякий інший виріб, не може бути виготовлений з абсолютно точними розмірами, і деякі похибки при його виготовленні неминучі. Ці похибки часто залежно від виду інструменту переносяться в деякій мірі на оброблювану деталь. Тому чим точніше виготовлений інструмент, тим точніше і розміри деталі, утворені да-

ним інструментом. Похибка МО виникає при використанні розверток, зенкерів, свердел, фасонних різців, пальцевих та черв'ячних фрез, протяжок тощо.

Основні принципи базування деталей. Вибір баз. Принципи постійності та суміщення баз.

При виборі баз необхідно виконувати такі рекомендації:

- базові поверхні повинні бути рівними, чистими, мати достатні розміри;
- на перших операціях за базові необхідно приймати поверхні, які залишаються необробленими;
- якщо у деталі обробляються всі поверхні, за бази необхідно приймати поверхні із найменшими припусками на обробку;
- повторна установка на чорну базу не допускається;
- необхідно дотримуватись принципів суміщення баз та постійності баз.

Правила вибору баз для першої і послідуєчих операцій. Рекомендації щодо вибору чорнових і чистових баз. Схеми базування деталей типу „Вал”, „Втулка”, „Корпус” на першій і послідуєчих операціях. Вплив правильності базування на точність поверхонь, що оброблюються.

Принцип постійності баз полягає в тому, що для виконання всіх операцій обробки деталі бажано використовувати одну і ту ж саму базову поверхню. Якщо постійність технологічної бази не забезпечується, як нову технологічну базу необхідно вибирати більш точно оброблену поверхню.

Принцип суміщення баз полягає в тому, що як технологічну базу необхідно вибирати поверхню, що одночасно є і вимірювальною базою. Найкращі результати досягаються тоді, коли співпадають технологічна, вимірювальна та конструкторська бази, тобто поверхні, що визначають положення деталі у виробі.

Методичні вказівки

При вивченні теми необхідно засвоїти, що точність обробки – важливий фактор, що підвищує надійність та довговічність машин і обладнання. Особливо важливо знати сучасні методи забезпечення точності обробки, яка задана на кресленні деталі. При розробці технологічного процесу слід враховувати точність верстатів, інструментів та пристосувань для забезпечення заданої точності розміщення одних поверхонь деталі за співвідношенням до інших в технічних вимогах. Необхідно продумати, яким чином ці вимоги можуть бути забезпечені. Для цього рекомендується вивчити технічні вимоги заводських робочих креслень і методи їх виконання на заводі. При упровадженні технологічного процесу у виробництво слід керуватися економічною точністю.

Якість поверхні характеризується не тільки точністю розмірів, шорсткістю поверхні, а також і фізико-механічними властивостями поверхневого шару деталі. Слід знати причини утворення шорсткості, вияснити, чому якість поверхні впливає на експлуатаційні властивості деталей машин, це – зносостійкість, міцність деталей, якість нерухомих з'єднань. Слід вміти застосовувати способи обробки для одержання шорсткості, заданої на кресленні деталі. Необхідно звернути увагу на взає-

мозв'язок параметрів шорсткості з відповідним квалітетом і урахувати цю залежність при розробці технологічного процесу в курсовому та дипломному проектуванні. При вивченні теми необхідно з'ясувати, як при обробці різанням здійснюється базування і закріплення заготовки на верстаті, від якої залежить степінь точності його обробки.

Від правильного вибору баз значною мірою залежать: фактична точність виконання розмірів; правильність взаємного розташування поверхонь; ступінь складності пристроїв, різальних та вимірювальних інструментів; загальна продуктивність обробки заготовок. Вихідними даними при виборі баз є: робоче креслення деталі, технічні умови на її виготовлення, вид заготовки та стан її поверхонь, бажаний ступінь автоматизації.

Вибору баз на першій операції передуює визначення поверхонь, що будуть використовуватися як бази на наступних операціях.

Слід запам'ятати умовні позначення базових поверхонь з установочними елементами пристосувань на операційних ескізах згідно ГОСТ 3.1107-81 „Опоры, затиски и установочные устройства. Графические обозначения”. Та вміти використовувати ці позначення при оформленні технологічного процесу.

Загальні поняття щодо технологічності конструкції виробів. Показники технологічності конструкції виробів. Якісна та кількісна оцінки технологічності конструкції виробів. Відпрацювання конструкції виробу на технологічність. Вимоги щодо технологічності конструкції деталей машин та складальних одиниць.

Приклади до лекції 2:

Приклад 1.6. На токарному напівавтоматі виготовляють втулки. Із партії втулок взяті $n=20$ штук деталей і проведений вимір зовнішніх діаметрів. Згідно отриманих результатів вимірювань підраховані середній діаметр $\bar{d}=80,12$ мм і середнє квадратичне відхилення $s=0,30$ мм. Напівавтомат налагоджений на розмір $d_0=80$ мм. Перевірити вірність налагодження верстата.

Приклад 1.7 На двох верстатах виготовляють втулки. Результати вимірювань 10 деталей, виготовлених на 1-му верстаті, і 8 деталей виготовлених на 2-му верстаті, слідуючі:

$d_1=40,01;40,11;40,22;40,19;40,30;40,08;40,15;39,98;40,00;39,96$ мм;

$d_2=40,02;40,04;40,05;40,06;40,08;40,22;39,98;40,12$ мм. Перевірити припущення про те, що верстати мають різну точність.

Приклад 1.8 Згідно результатів вимірювання діаметрів 5-ти валів, оброблених на токарному напівавтоматі, після налагодження верстата і через деякий проміжок отримані слідуючі значення вибраних середніх діаметрів $\bar{d}_1=40,02$ мм і $\bar{d}_2=40,05$ мм дисперсій $S_1^2=0,002$ мм² і $S_2^2=0,004$ мм². Необхідно визначити, чи змінився налагоджений розмір?

Приклад 1.9. Визначити чи можлива на токарному напівавтоматі обробка валів діаметром $50_{-0,25}$ мм із заданим відхиленням, якщо вибране середнє і

середнє квадратичне відхилення обчислене згідно результатів вимірювань $n=30$ деталей, склали $d=49,88$ мм і $S=0,025$ мм.

Приклад 1.10 На токарному – гвинторізному верстаті обробляють партію валів 200 штук, діаметром $45_{-0,10}$ мм. Згідно результатів вимірювань $n=50$ пробних валів величини середнього і середнього квадратичного відхилень складають $d=44,97$ мм і $S=0,019$ мм. Визначити число щодо придатності деталей та бракованих деталей.

Приклад 1.11 Визначити число придатних деталей, виправленого та не-виправленого браку при розточуванні отвору на токарному напівавтоматі партій валів 400 штук діаметром $50_{-0,16}$ мм, якщо середнє квадратичне відхилення $S=0,02$ мм та зміщення кривої розподілення розмірів відносно середини поля, допуску не виникає.

Приклад 1.12 Похибка закріплення ε_3 в пневматичному пристосуванні характеризується середнім відхиленням $\delta = 0,22$ мм. Пристосування було удосконалено для стабілізації сили закріплення. Похибки закріплення на новому пристосуванні слідуючі: 0,5;0,4;0,3;0,5;0,2 мм. Чи можливо рахувати що удосконалення є ефективним?

Приклад 1.13 За допомогою накладного кондуктора в зубчастому колесі виконується свердління отворів. На рис.1.7 розміщені дві схеми накладного кондуктора. Потрібно визначити, яка із приведених схем установки забезпечує більшу точність виконання розмірів $R=100$ мм.

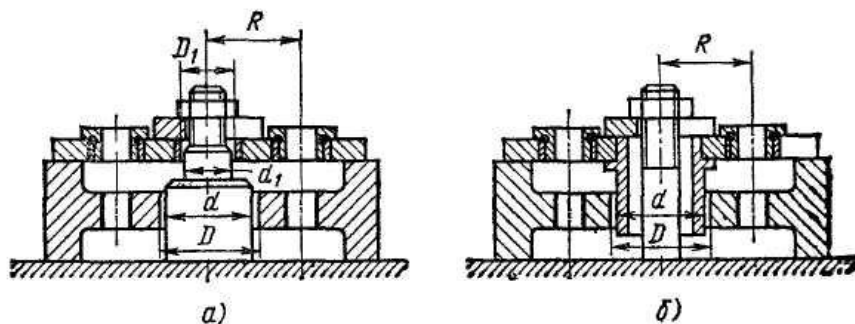


Рис. 1.7 Схема базування накладного кондуктора (до задачі 1.13.)

Приклад 1.14 Можливі два варіанти установки корпусу для одночасної обробки поверхонь 1 і 2 на поздовжньо - фрезерному верстаті (рис.1.8). Знайти залежності похибок базування при виконанні розмірів A_1, A_2, A_3 для двох схем установки і визначити, яка із них забезпечує найменшу різницю розмірів A_1 і A_2 .

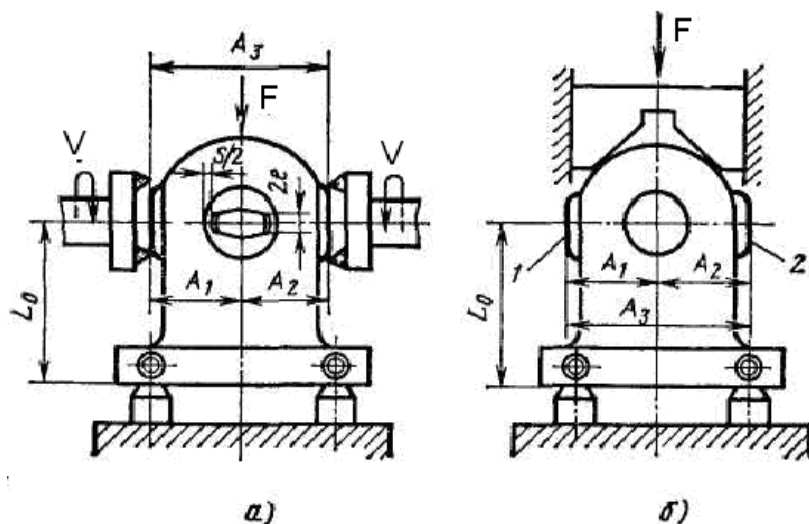


Рис. 1.8 Схеми обробки поверхонь корпусу (до задачі 1.14)

Приклад 1.15 На горизонтально-фрезерному верстаті в головках шатуна набором фрез обробляються пази шириною B_1 і B_2 (рис.1.9). Внаслідок неточності виконання розмірів базових поверхонь d_1 і можливої відстані L_0 виникає відхилення від соосності пазів відносно осей головок шатуна e_1 і e_2 . Вивести розрахункові залежності ε_{de1} і ε_{de2} для різних схем установки і вибрати оптимальний варіант базування для виконання операції.

Приклад 1.16 На вертикально-свердлильному верстаті виконують обробку ступінчастого отвору комбінованим зенкером (рис.1.10). Вивести залежності для визначення похибок базування розмірами A_1, A_2, A_3, A_5, D_1 і D_2 .

Приклад 1.17 На вертикально - свердлильному верстаті виконують зенкерування отвору і підрізку торця, витримуючи розміри A_1, A_2, A_3, A_5, D (рис.1.11). Вивести розрахункові залежності для визначення похибок базування при виконанні вказаних розмірів. Розмір A_4 виконаний з відхиленням $\pm T_{A4}/2$

Приклад 1.18 При обробці поверхні заготовки на горизонтально - фрезерному верстаті набором фрез можливі два варіанти установки (рис.1.12). Потрібно визначити, яка схема установки забезпечує виконання заданої точності розмірів: $50^{+0,3}_{-0,2}$ мм, $75_{-0,2}$ мм і $40 \pm 0,1$ мм. Зовнішня циліндрична поверхня заготовки $R=30_{-0,1}$ мм, діаметр отвору $D=30^{+0,021}_{-0,007}$ мм. Розміри установочних пальців $d=30^{+0,007}_{-0,020}$ мм. Кут призми $\alpha=90^\circ$. Середня економічна точність методу обробки $\omega=0,050$ мм. Похибки закріплення заготовки і похибки положення заготовки в пристосуванні прийняти $\varepsilon_3=\varepsilon_{п.3}=0$.

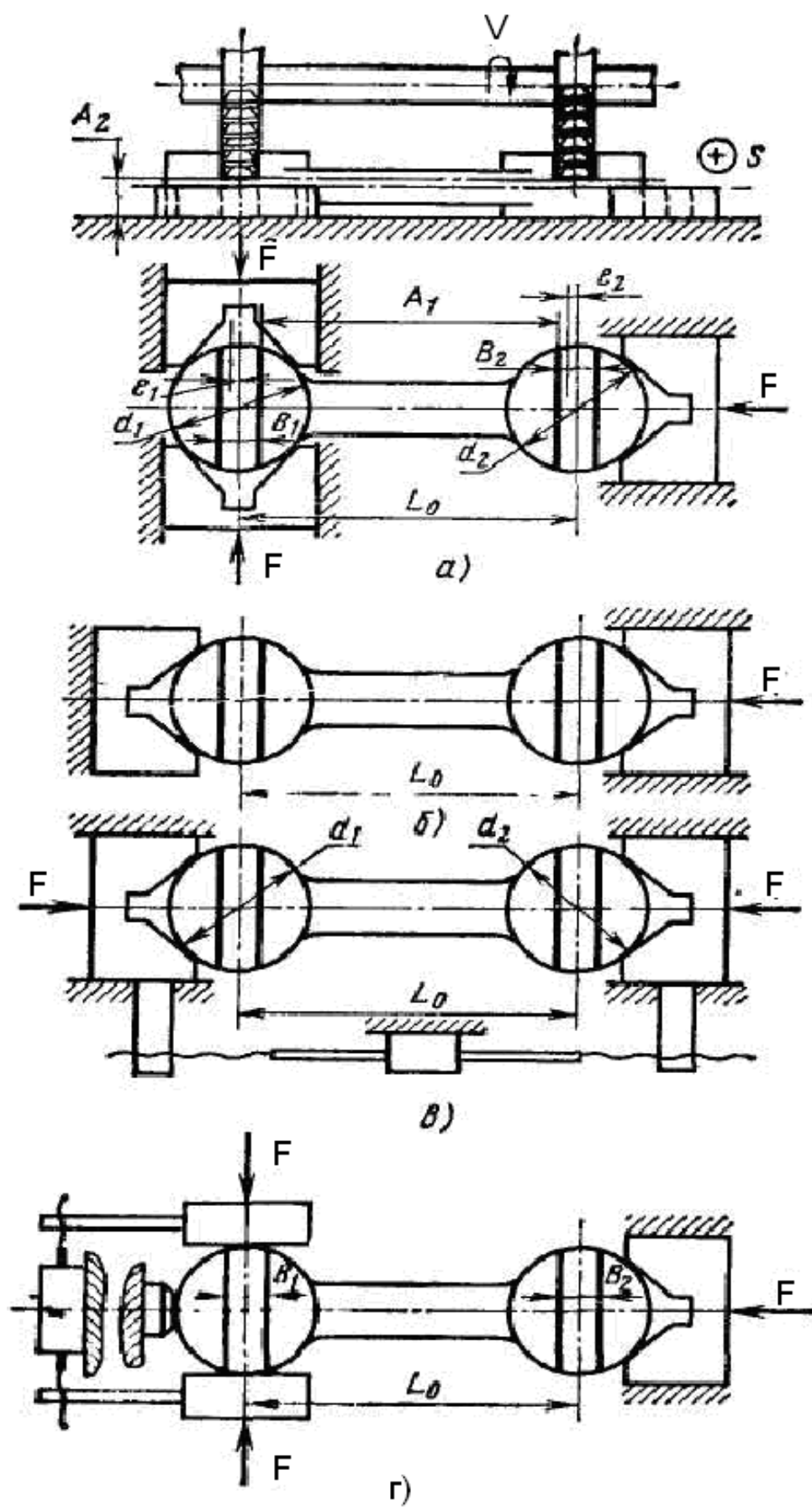


Рис.1.9. Схеми обробки пазів в головках шатуна (до задачі 1.15.)

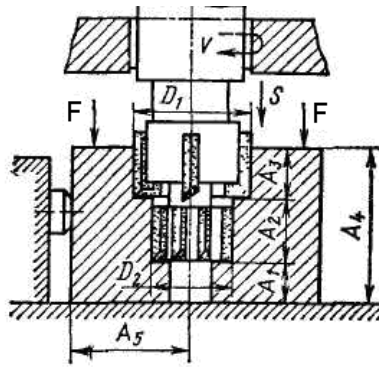


Рис. 1.10. Схема обробки отвору (до задачі 1.16.)

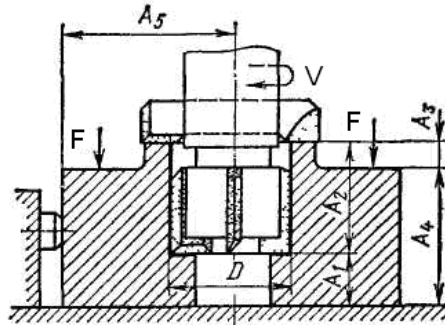


Рис. 1.11. Схема обробки поверхонь заготовки (до задачі 1.17.)

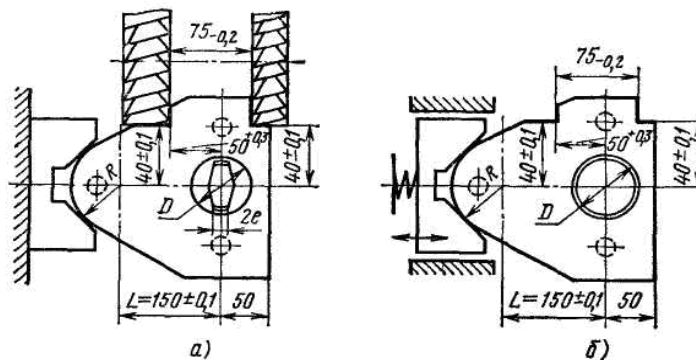


Рис. 1.12 Схеми установки заготовки при фрезеруванні (до задачі 1.18)

Приклад 1.19. При установці заготовки на плоску поверхню і два отвори виконують обробку поверхонь 1,2,3 і паза витримуючи розміри $A, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7$ (рис.1.13). Потрібно:

а) визначити похибку базування для вказаних розмірів, якщо відомо, що базові отвори заготовок D_1 і D_2 виконані з допуском $T_{d1}=T_{d2}=0,013\text{мм}$, установочні пальці d_1 і d_2 – з допуском $T_{d1}=T_{d2}=0,009\text{мм}$, а мінімальний зазор в сполученні базових отворів з установчими пальцями $S_{1\min}=S_{2\min}=0,007\text{мм}$. Розмір між осями базових отворів виконаних з відхиленням $\pm 0,05\text{ мм}$;

б) визначити, чи можлива обробка поверхонь 1 і 3 одночасно набором фрез, якщо задана точність для розмірів A і A_5 – $T_A=T_5=0,15\text{мм}$, а середньо економічна точність прийнятого методу обробки $\omega=0,1\text{мм}$.

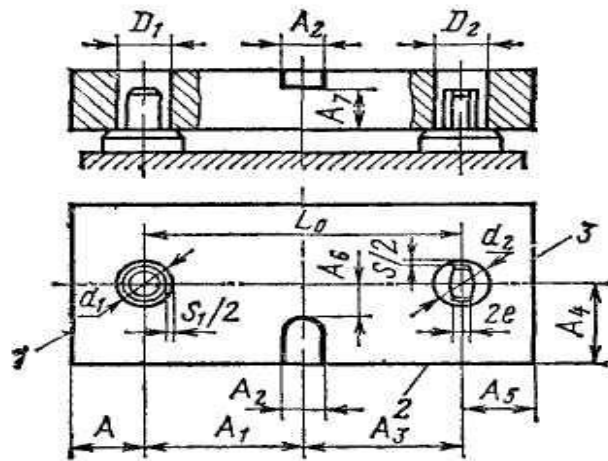


Рис.1.13.Схема установки деталі при механічній обробці (до задачі 1.19.)

Приклад 1.20. На горизонтально-протяжному верстаті оброблюють шпоночний паз (рис.1.14). Потрібно вивести розрахункові залежності і визначити похибку базування при виконанні розмірів A і B , а також визначити можливе відхилення від перпендикулярності осі шпоночного пазу відносно осей отворів D_1 і D_2 , якщо відомо, що діаметри базових отворів виконані з допусками $T_{d1}=T_{d2}=0,025$, а установочних пальців – з допусками $T_{d1}=T_{d2}=0,011$ мм; мінімальний зазор в сполученні базових отворів важеля з установочними пальцями пристосування $S_{1min}=S_{2min}=0,009$ мм.

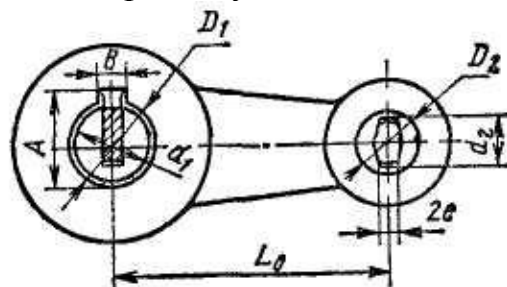


Рис. 1.14. Схема обробки шпоночного пазу (до задачі 1.20.)

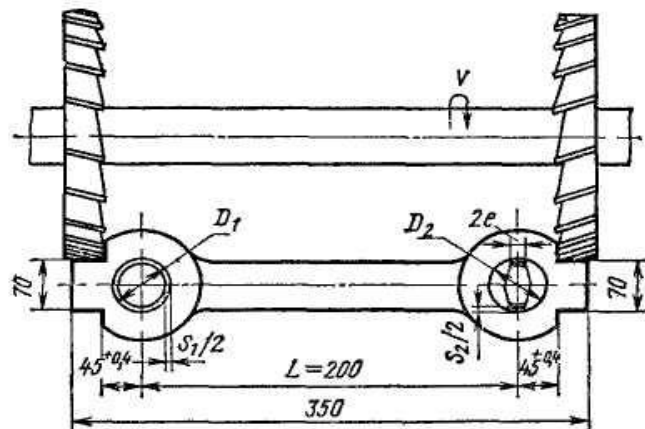


Рис. 1.15. Схема обробки шатуна (до задачі 1.21.)

Приклад 1.21. На горизонтально - фрезерному верстаті за два установка виконують конують обробку поверхонь головок шатуна, установленного плоскістю і двома отворами на циліндричний і зрізуючий пальці (рис.1.15). Базові отвори виготовлені в розмір $D_1=D_2=50^{+0,039}_{-0,050}$ мм. Установочні пальці виготовлені в межах поля допуску діаметром $50f7(-0,025_{-0,050})$ мм. Визначити точність обробки розміра 70 головки шатуна і можливість обробки поверхонь шатуна набором фрез при заданій точності виконання розмірів $45^{+0,4}$ мм. Допуск на розмір між осями отворів $T_1=0,1$ мм. Точність методу обробки $\omega=0,050$ мм.

Приклад 1.22. Для обробки шпоночного пазу кінцевою фрезою на вертикально-фрезерному верстаті можливі чотири різні схеми установки заготовки. Вивести розрахункові можливості для визначення похибок базування для розмірів A_1, A_2 і B , а також похибки базування, що обумовлюють появу відхилення від соосності шпоночного пазу відносно плоскості симетрії заготовки. Необхідно з'ясувати, при яких схемах установки виникає відхилення від паралельності для шпоночного пазу відносно осей отворів D_1 і D_2 і з якої причини.

Приклад 1.23. Для фрезерування паза заготовку установлюють в центруючу втулку (рис.1.16). Знайти залежності для визначення похибок базування для розмірів A_1, A_2, A_3, A_4 і A_5 при заданій точності розмірів заготовки N, A, d і центруючої втулки D

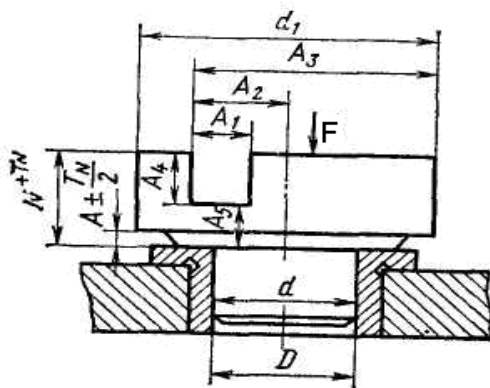


Рис.1.16. Схема установки заготовки при фрезеруванні пазу (до задачі 1.23.)

Приклад 1.24 На циліндричній втулці із зовнішнім діаметром $d=65_{-0,2}$ мм і внутрішнім $D=30^{+0,050}_{-0,050}$ мм потрібно фрезерувати шпонковий паз шириною $B=16^{+0,1}_{-0,1}$ мм в розмір $H=58_{-0,2}$ мм і $h=70^{+0,3}_{-0,3}$ мм (рис.1.17). Зміщення осі шпонкового пазу відносно діаметральної плоскості втулки не повинне перебільшувати 0,1 мм. Вибрати таку схему установки (із шести), для котрої розрахункова похибка базування для виконуючих розмірів B, H, h і відхилення від соосності мінімальне і забезпечується досягненням за даною точністю обробки. Кут призми $\alpha=90^\circ$, максимальний зазор при установці заготовки на палець або на втулку $S_{\max}=0,01$ мм. Допуск на виготовлення установочного пальця і центруючої втулки рівний 0,02 мм. Точність методу обробки $\omega=0,060$ мм. Прийняти $\varepsilon_3=\varepsilon_{n,3}=0$

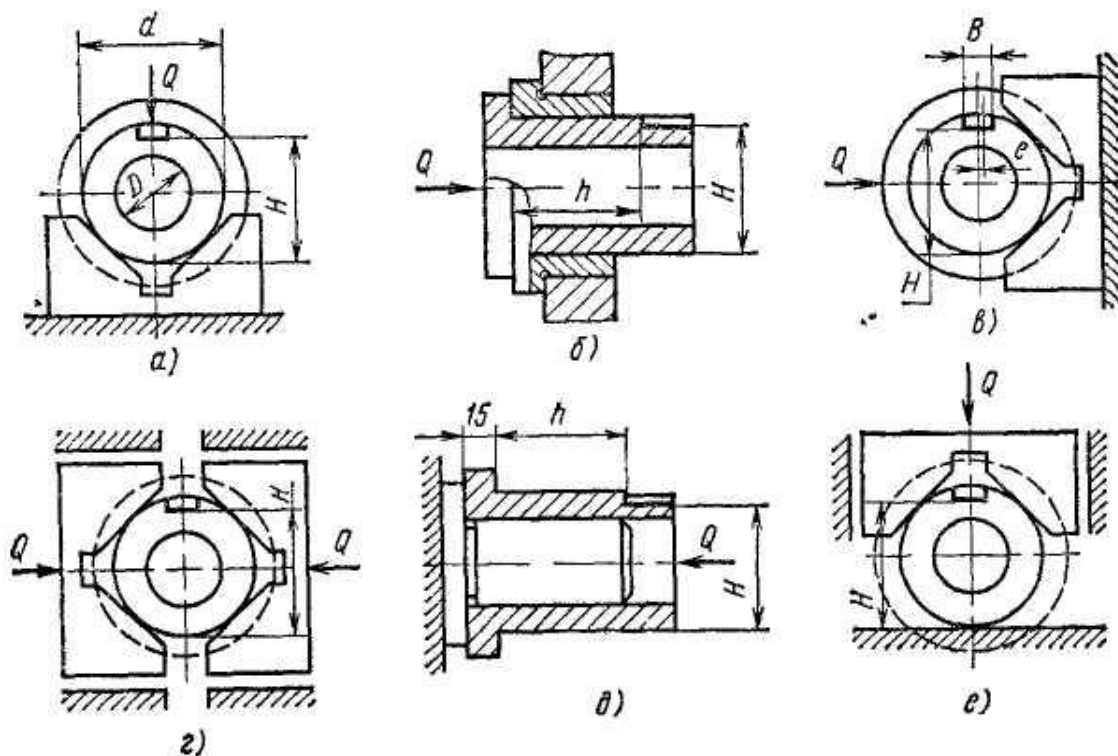


Рис.1.17. Схема установки заготовки при обробці шпоночного пазу
(до задачі 1.24.)

Приклад 1.25. На вертикально-фрезерному верстаті кінцевою фрезою оброблюють ступінчасту поверхню кришки, яка установлена в центруючу втулку (рис.1.18). Знайти залежності для визначення похибки базування для розмірів A_1, A_2 і A_3 при заданій точності розмірів заготовки d, d_1 і центруючої втулки D .

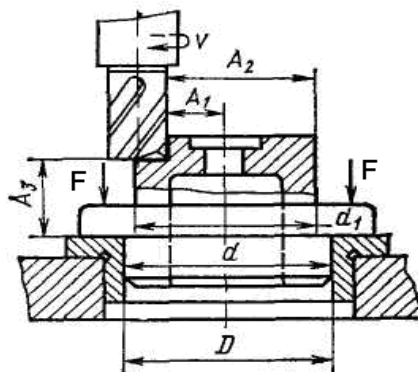


Рис. 1.18. Схема установки заготовки при фрезеруванні (до задачі 1.25.)

Приклад 1.26. Для фрезерування поверхні 1 і 2 використовують дві схеми установки заготовки (рис.1.19). В якості технологічних баз в обох випадках використовують зовнішню циліндричну поверхню d , торцьову поверхню і отвір заготовки. Потрібно:

а) знайти залежність для визначення похибок базування для розмірів A_1, A_2 і A_3 ;

б) визначити на точність виконання яких розмірів буде чинити вплив похибка закріплення в приведених схемах установки. Розміри заготовки d і D виконані з допущами T_d і T_D , отвір центруючої втулки D_1 – з допуском T_{D1} .

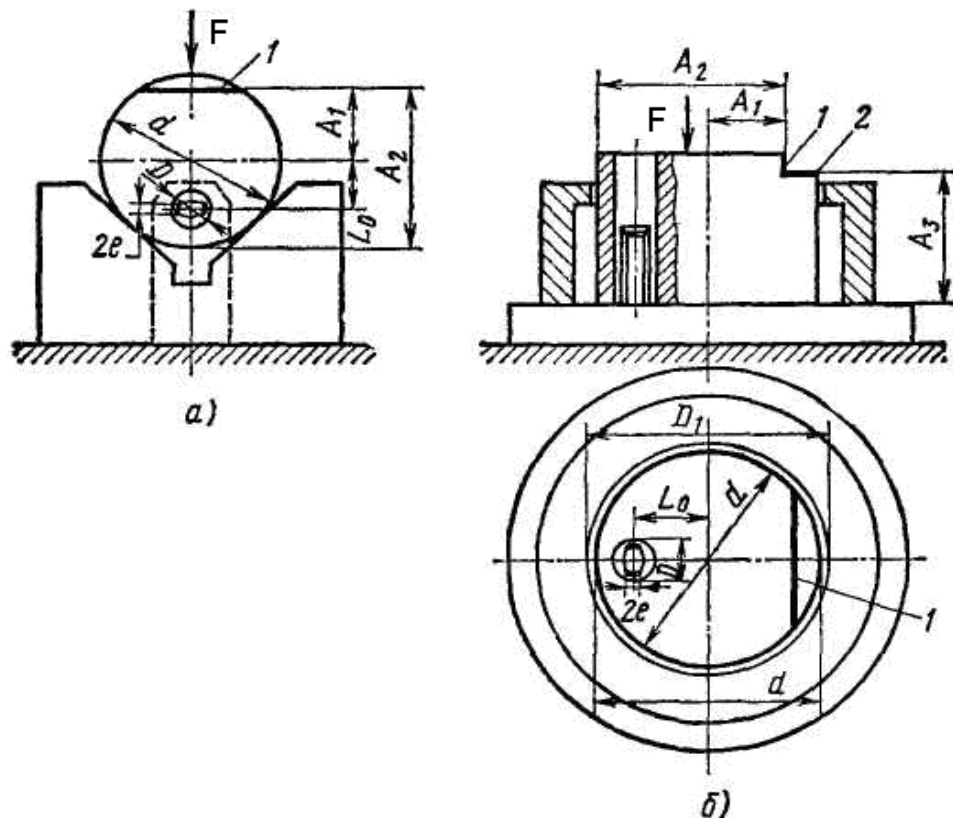


Рис. 1.19. Схема установки заготовки при обробці (до задачі 1.26)

Приклад 1.27. Заготовка деталі фланець із чавуну ($R_{\max}=180\text{мкМ}$, $\text{HB}170\dots190$) установлюють на рифлені опори ГОСТ 13442-84 ($D=30\text{ мм}$, $t=3\text{ мм}$, $b_1=0,6\text{мм}$). Діюча згідно нормалі на одну опору сила $F=1000\pm 200\text{Н}$. Допустимий знос опори $[u]=300\text{мкМ}$. Визначити похибку закріплення ε_3 при найбільшому зношенні опор пристосування.

Рішення: Згідно використаних рівнянь визначаємо:

а) похибку закріплення внаслідок непостійності сили закріплення ($\Delta F=300\text{Н}$):

$$\varepsilon'_s = 0,15 \times R_{\max} / F^{0,66} \times [t^2 / (\pi \times D^2 \times v^2 \times \text{HB})]^{0,33} \times \Delta F = 0,15 \times 180 / 1000^{0,66} \times \\ \times [3^2 / (3,14 \times 30^2 \times 0,6^2 \times 180)]^{0,33} \times 300 = 3,24 \text{мкМ};$$

б) похибка закріплення внаслідок неоднорідності шорсткості бази заготовки:

$$\varepsilon''_3 = 0,46 \times [F \times t^2 / (\pi \times D^2 \times b^2 \times \text{HB})]^{0,33} \times \Delta R_{\max} = 0,46 [1000 \times 3^2 / (3,14 \times 30^2 \times \\ \times 0,6^2 \times 180)]^{0,33} \times 180 = 0,46 [9000 / (183125)]^{0,33} \times 180 = 14,4 \text{мкМ}.$$

в) похибка закріплення внаслідок зносу опорної поверхні установочних елементів пристосування:

$$\varepsilon'''_3 = 0,46 \times R_{\max} [F \times t^2 / (\pi \times D^2 \times \text{HB})]^{0,33} \times [1/b_1^{0,66} - 1/(b_1 + 2u)^{0,66}] = \\ = 0,46 \times 180 [1000 \times 3^2 / (3,14 \times 30^2 \times 180)]^{0,33} \times [1/0,6^{0,66} - 1/(0,6 + 2 \times 0,3)^{0,66}] =$$

$$=0,46 \times 180 [9000/508680]^{0,33} \times [1/0,7138 - 1/1,1279]$$

$$=0,46 \times 180 \times 0,275 \times 0,513 = 11,7 \text{ мкм}$$

Після проведення даних розрахунків визначаємо сумарну похибку закріплення за формулою:

$$\sum \varepsilon_3 = \sqrt{(\varepsilon'_3)^3 + (\varepsilon''_3)^2 + \varepsilon'''_3} = \sqrt{3,24^2 + 14,4^2 + 11,7^2} =$$

$$= \sqrt{10,5 + 207,4 + 11,7} = 14,76 + 11,7 = 26,46 \text{ мкм}$$

Приклад 1.28. Заготовка із сталі 40 діаметром $70^{+0,3}$ мм, оброблена то-чінням ($R_z=40$ мкм, $\Delta R_z=20$ мкм, $v=1,8$; $\omega_3=8$ мкм, $\Delta \omega_3=6$ мкм), установлюють в призмі з кутом $\alpha=90^\circ$ для фрезерування шпонкового пазу. Нормальне навантаження на опору $F=2000$ Н/см, $\Delta F=500$ Н/см. Визначити похибку закріплення при експлуатації призми до зношення $u=0,20$ мм.

Приклад 1.29. Для фрезерування поверхонь і виконання розмірів A_1 і A_2 втулку установлюють торцевою поверхнею на пластину і отвором на циліндричний палець (див. рис. 1.20). Необхідно визначити виконавчий розмір установчого пальця d , якщо відомо, що вимоглива точність у виконанні розмірів $A_1=A_2=70 \pm 0,1$ мм; розмір базового отвору

$$D = 50H8^{(+0,039)} \text{ мм.}$$

Середня економічна точність прийнятого методу обробки $\omega=0,15$ мм

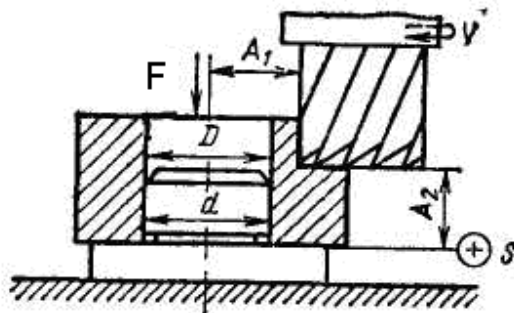


Рис. 1.20. Схема фрезерування втулки (до задачі 1.29.)

Рішення. Аналіз схеми установки втулки показує, що похибка базування по відношенню до розміру A_2 $\varepsilon_{\delta A_2}=0$, так як технологічна та вимірювальна бази суміщені, а похибка базування для розміру A_1 буде рівна зазору в сполученні отвору заготовки D з установочним пальцем d . Отже виконавчий розмір діаметра установчого пальця визначається із умов забезпечення заданої точності виконання розміра A_1

$$T_{A1} = \varepsilon_{yA1} + \omega.$$

Приймаючи похибки закріплення ε_3 і положення заготовки $\varepsilon_{п.3}$ по відношенню до розміру A_1 рівним 0, $\varepsilon_3 = \varepsilon_{п.3} = 0$, точність виконуючого розміру визначиться рівністю:

$$T_{A1} = \varepsilon_{\delta A1} + \omega,$$

де $\varepsilon_{\delta A1}$ – похибка базування для розміру A_1 рівна максимальному зазору в сполученні отвору заготовки з установочним пальцем

$$\varepsilon_{\delta A1} = S_{\max} = T_d + S_{\min} + T_d.$$

Таким чином: $T_{A1} = T_d + S_{\min} + T_d + \omega$,

Отже $S_{\min} + T_d = T_{A1} - (T_d + \omega) = 0,2 - (0,039 + 0,15) = 0,011$ мм.

Із таблиць ГОСТ 25347-82 підбираємо поле допуску вала, так, щоб дотримувалась умова $S_{\min} + T_d \geq ei$. Для валів діаметром 50...80 мм, відхилення, мкм, приведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5. Вихідні дані для вибору поля допуску, в мкм

Відхилення	Поле допуску				
	g5	f6	g6	f7	e7
eS	-10	-30	-10	-30	-60
ei	-23	-49	-29	-60	-90

Очевидно, що вказаній умові задовольняють поля допусків валів g5 і g6: поля допусків валів f6, f7 і e7 не задовольняють прийнятим умовам, так як абсолютна величина ei більше отриманої розрахункової:

$$(S_{\min} + T_d) = 0,011 \text{ мкм.}$$

Таким чином, в якості виконавчих розмірів установочних пальців можуть бути прийняті $d = 50g5 \begin{smallmatrix} (-0,010 \\ -0,023) \end{smallmatrix}$ мм або $d = 50g6 \begin{smallmatrix} (-0,010 \\ -0,029) \end{smallmatrix}$ мм.

Приймаючи поле допуску на виготовлення установочного пальця у відповідності з точністю по 5-му квалітету g5, виконаємо перевірочний розрахунок і визначимо очікувану точність розміру A_1 :

$$T_{A1 \text{ розр.}} = T_d + S_{\min} + T_d + \omega = 0,039 + 0,01 + 0,013 + 0,150 = 0,212 \text{ мм.}$$

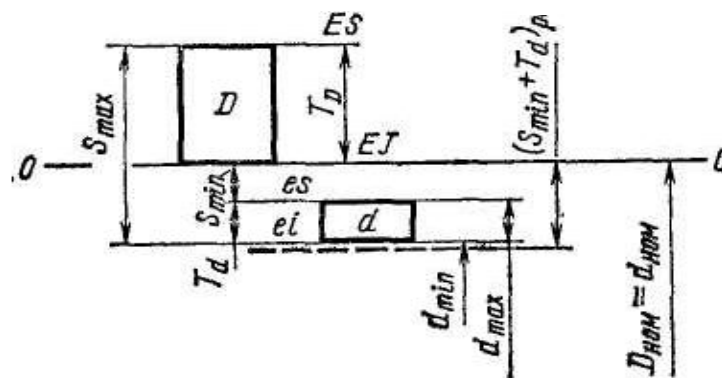


Рис. 1.21. Схема розміщення полів допусків (до задачі 1.29)

При заданому допуску на розмір $A_1 T_{A1}=0,200$ мм прийняте поле допуску установочного пальця $d=50g5\left(\begin{smallmatrix}-0,010 \\ -0,023\end{smallmatrix}\right)$ мм забезпечує деякий запас точності в 0,013 мм (рис.1.21.).

Приклад 1.30. Ступені d_1, d_2, d_3 вала (таб.1.6) оброблюються чистовим точінням в центрах токарного напівавтомата ІН713 з допуском JT10. Визначити сумарну похибку обробку ступені d_2 . Заготовка вала із сталі 40 ($\sigma_{T,0}=750$ МПа) на попередній операції оброблені чорновим точінням по JT13. Умови обробки: різець з пластинкою із твердого сплаву Т15Н6 має кут $\varphi=45^\circ, \varphi_1=10^\circ$; мінімальний припуск 1,0 мм на сторону подача $S=0,20$ мм/об; швидкість різання $V=130$ м/хв.

Рішення: 1. Визначити величину похибки Δ_u (на радіус), визвану розмірним зносом різця за формулою

$$\Delta_u = \frac{L}{1000} i = \frac{5024}{1000} 5 = 25 \text{ мкм},$$

де L – довжина шляху різання при обробці партії Π деталей.

Згідно таблиці розрахуємо L – довжину шляху різання для першого варіанту за формулою:

$$L = \frac{\pi [d_1 \times L_1 + d_2 (L_2 - L_1) + d_3 (L_3 - L_2)] \times \Pi}{1000 \times S} =$$

$$= \frac{3,14 [50 \times 80 + 40 (120 - 80) + 30 (200 - 120)] \times 40}{1000 \times 0,2} = 5024 \text{ мм}.$$

Таблиця 1.6 Вихідні дані для задачі

Варіант	Розміри, мм						Межа міцності матеріалу деталі $\sigma_{T,0}$ МПа	Припуск на обробку $Z_{\min}$, мм	Кількість заготовок в партії Π , шт.
	d_1	d_2	d_3	L_1	L_2	L_3			
1	50	40	30	80	120	200	750	1,5	40
2	60	50	40	100	150	250	1000	2,0	50
3	70	60	50	100	160	250	750	2,0	60
4	80	70	50	90	150	220	1000	1,0	70
5	90	80	45	100	160	240	750	1,5	80
6	100	80	40	80	170	250	750	1,5	90
7	110	90	60	100	180	260	750	1,8	100
8	120	100	60	120	200	250	1100	1,6	100
9	130	100	70	130	220	280	750	2,0	100
10	140	110	80	140	250	280	1000	2,0	100

Для сплаву Т15К6 інтенсивність зношення $i = 5 \text{ мкм/мм}$

2. Визначимо коливання відхилення системи Δ_y внаслідок змінення сили F_y із-за непостійних глибин різання і податливості системи при обробці згідно формули:

$$\Delta_y = W_{\max} \times F_{y\max} - W_{\min} \times F_{y\min},$$

де $W_{\max}$ і $W_{\min}$ – найбільша та найменша податливість системи;

$F_{y\max}$ і $F_{y\min}$ – найбільше і найменше значення складової сили різання, співпадаючої з напрямленням витриму чого розміру.

Для верстата ІН713 нормальної точності найбільше і найменше допустиме переміщення поздовжнього супорта під навантаженням 16 кН складає відповідно 450 і 320 мкм [к.с. 30]. При установці вала в центрах мінімальна податливість системи буде при положенні різця в кінці обробки, тобто біля передньої бабки верстата. Виходячи із цього можна прийняти $W_{\min} = \frac{450}{16} = 28 \text{ мкм/кН}$. Приблизно можна рахувати, що максимальну податливість системи має при розміщенні різця на середині валу, коли його прогин під дією сили F_y досягає найбільшої величини.

Отже $W_{\max} = W_{o \max} + W_{\text{заг.мак}}$, де $W_{o \max} = \frac{320 + 450}{2 \times 16} = 26 \text{ мкм/кН}$ – найбільша податливість верстата, $W_{\text{заг.мак}}$ – найбільша податливість заготовки. Вал в центрах можна представити як балку на двох опорах навантажену зосередженою силою, а найбільший прогин в середині валу

$$Y_{g \max} = \frac{F_y \times L_g^3}{48 \times E \times I},$$

де L_g – довжина валу; E – модуль пружності матеріалу; $I = 0,05 \times d_{\text{пр}}^4$ – момент інерції попереднього перетину валу; $d_{\text{пр}}$ – приведений діаметр валу; для гладких валів $d_{\text{пр}} = d$ вала.

Для ступінчастих валів з однобічним зменшенням діаметрів ступенів визначаємо за формулою:

$$d_{\text{пр}} = \frac{\sum_1^n d_i \times L_i}{\sum_1^n L_i}, \text{ мм}$$

Для валів з двобічним зменшенням діаметрів ступенів визначаємо за формулою:

$$d_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n d_i^2 \times L_i}{\sum_1^n L_i}}, \text{ мм}$$

маючи на увазі, що $W = y/F_y$, після відповідних перетворень отримаємо:

$$W_{\text{заг.мах}} = \frac{2}{d_{\text{np}}} \left(\frac{L_g}{d_{\text{np}}} \right)^3, \text{ мкм/кН}$$

при консольній установці заготовки в патроні визначаємо за формулою:

$$W_{\text{заг.мах}} = \frac{32}{d_{\text{np}}} \left(\frac{L_g}{d_{\text{np}}} \right)^3, \text{ мкм/кН.}$$

Приведений діаметр оброблюючої заготовки буде:

$$d_{\text{пр}} = \frac{50 \times 80 + 40 \times 40 + 30 \times 80}{200} = 40 \text{ мм},$$

а величина її найбільшої податливості буде:

$$W_{\text{заг.мах}} = \frac{2}{40} \times \left(\frac{200}{40} \right)^3 = 0,05 \times 125 = 6,25 \text{ мкм / кН.}$$

Тоді максимальна податливість технологічної системи буде:

$$W_{\text{мах}} = 26 + 6,25 = 32,25 \text{ мкм/кН}$$

Найбільша сила $F_{y\text{мах}}$ і найменша $F_{y\text{мін}}$ нормальні сили різання визначаються згідно [с.271-275] виходячи із умов задачі. На попередній операції (чорновому точінні) заготовка оброблена з допуском JT13, тобто можливе коливання припуску на величину $\frac{1}{2}$ JT13, що для діаметра 40мм складає $\frac{1}{2} = 0,5 \text{ мм}$, а коливання глибини різання $t_{\text{мін}} = z_{\text{мін}} = 1 \text{ мм}$; $t_{\text{мах}} = 2 \text{ мм}$.

В цьому випадку, визначаємо складаючі сили:

$$F_{y\text{мах}} = 2,48 \times 2^{0,9} \times 0,2^{0,6} \times 130^{-0,3} = 2,43 \times 1,8661 \times 0,3807 / 4,3071 = 0,4 \text{ кН}$$

$$F_{y\text{мін}} = 2,48 \times 1^{0,9} \times 0,2^{0,6} \times 130^{-0,3} = 2,43 \times 1 \times 0,3807 / 4,3071 = 0,215 \text{ кН}$$

Змінення оброблюючого розміру внаслідок пружних деформацій буде:

$$\Delta_y = 32,25 \times 0,40 - 28 \times 0,215 = 12,9 - 6,0 = 6,9$$

3. Визначаємо похибку, визвану геометричними неточностями верстата $\Sigma \Delta_{\text{в}}$.

$$\Sigma \Delta_{\text{в}} = \frac{C \times L_{\text{оп}}}{L_{\text{пл}}}, \text{ мкм}$$

де C – допустиме відхилення від паралельності осі шпинделя направляючим сталими в плоскості витримуючого розміру на довжині; $L_{\text{пл}}$;

$L_{\text{оп}}$ – довжина оброблюючої поверхні.

Для токарних верстатів нормальної точності при найбільшому діаметрі оброблюючої поверхні до 250 мм $C = 20 \text{ мкм}$ на довжині $L_{\text{пл}} = 300 \text{ мм}$ [табл.23]. При довжині обробки $L_{\text{оп}} = 40 \text{ мм}$

$$\Sigma \Delta_{\text{в}} = \frac{20 \times 40}{300} = 2,67 \text{ мкм}$$

4. В припущенні, що налагодження різця на виконуючий розмір згідно еталону з контролем положення різця за допомогою металічного щупа, визначимо похідну налагодження у відповідності з [с.70-73]:

$$\Delta_{\text{н}} = \sqrt{(K_p \times \Delta_p)^2 + \left(K_i \times \frac{\Delta_{\text{вим}}}{2}\right)^2}, \text{ мкм}$$

де Δ_p – похибка регулювання положення різця;

$K_p = 1,73$ і $K_i = 1,0$ – коефіцієнти, що враховують відхилення закону розподілу величин Δ_p і $\Delta_{\text{вим}}$ від нормального закону розподілу;

$\Delta_{\text{вим}}$ – похибка вимірювань розміру деталі. Для заданих умов обробки [с.71-72] $\Delta_p = 10 \text{ мкм}$ і $\Delta_{\text{вим}} = 20 \text{ мкм}$ при вимірюванні $d_2 = 40 \text{ h} 10 \text{ мм}$.

Тоді похибка налагодження

$$\Delta_{\text{н}} = \sqrt{(1,73 \times 10)^2 + \left(\frac{1}{2} \times 20\right)^2} = 20 \text{ мкм}$$

5. Визначимо температуру деформації технологічної системи, приймаючи їх рівними 15% від суми інших похибок [с.76]

$$\Sigma \Delta_{\text{т}} = 0,15 \times (25 + 6,9 + 2,67 + 20) = 8,2 \text{ мкм}$$

6. Визначимо сумарну похибку за рівнянням:

$$\Delta_{\Sigma} = 2 \sqrt{6,9^2 + 20^2 + (1,73 \times 25)^2 + (1,73 \times 2,67)^2 + (1,73 \times 8,2)^2} = 100 \text{ мкм}$$

Отже задана величина допуску на $d = 40 \text{ мм}$ рівна ($T_d = 100 \text{ мкм}$)

Приклад 1.30. Визначити кількісну та якісну оцінки на деталь "Вал-шестірня"

Вихідні дані – креслення деталі "Вал-шестірня" (див.рис.1.22)

Якісна оцінка

Деталь простої форми відноситься до класу "Валів", її поверхні складаються із поверхонь обертання та торцевих поверхонь, не вимагаючих складної форми заготовки. Для обробки деталей не вимагається спеціальної оснастки. Деталь цілком міцна та жорстка (відношення довжини деталі до діаметру $L/D = 340/96 = 3,5$ менше 12).

Всі поверхні для обробки доступні. За якісною оцінкою деталь може вважатися технологічною.

Кількісна оцінка:

За коефіцієнтом уніфікації згідно формули:

$$K_{y \text{ ел}} = \frac{A_{y \text{ ел}}}{A_{\text{ел}}} = \frac{22}{22} = 1,0; \quad K_{y \text{ ел}} > 0,6$$

де $A_{у\text{ ел}}$ – число уніфікованих елементів, $A_{у\text{ ел}} = 22$;

$A_{\text{ел}}$ – число конструктивних елементів, $A_{\text{ел}} = 22$.

Отже, за коефіцієнтом уніфікації деталь являється технологічною.

Самий вищий квалітет точності розмірів деталі 6-й, отже за точністю деталь також технологічна.

Виготовлення деталі не вимагає доводочних операцій, отже за шорсткістю деталь технологічна.

Висновок: на основі якісної та кількісної оцінок, вважаємо, що деталь технологічна

Приклад 1.31. Визначити кількісну та якісну оцінки на деталь «Зубчасте колесо». Аналіз технологічності деталі

Якісна оцінка

Деталь відноситься до класу “ Зубчасті колеса ”, складається з поверхонь обертання (зовнішніх та внутрішніх) та торцевих поверхонь, не вимагаючи складної форми заготовки. Для обробки деталей не вимагається спеціального пристосування, спеціального ріжучого та вимірювального інструментів. Деталь простої форми, міцна та жорстка, всі поверхні для обробки доступні. Згідно кількісної оцінки деталь можна вважати технологічною. Кількісна оцінка

За коефіцієнтом уніфікації згідно формули :

$$K_{у\text{ ел}} = \frac{A_{у\text{ ел}}}{A_{\text{ел}}};$$

де $A_{у\text{ ел}}$ – число уніфікованих елементів. $A_{у\text{ ел}} = 16$;

$A_{\text{ел}}$ – число конструктивних елементів $A_{\text{ел}} = 16$;

Отже, $K_{у\text{ ел}} = 16 / 16 = 1$; $K_{у\text{ ел}} = 1 > 0,16$.

Внаслідок чого за коефіцієнтом уніфікації деталь вважається технологічною.

Виготовлення деталі не потребує доводочних операцій, отже за шорсткістю деталь технологічна. Найбільший квалітет точності розмірів деталі – Н8.

Висновок: на основі якісної та кількісної оцінок, вважаємо, що деталь технологічна.

Рекомендовані питання для самоперевірки:

- 2.1. Точність обробки, її значення та методи забезпечення заданої точності.
- 2.2. Фактори, що впливають на точність при механообробці.
- 2.3. Економічна степінь точності, дійсна та досягаюча точність.
- 2.4. Характеристика якості поверхонь деталей машин.
- 2.5. Як впливає шорсткість поверхонь на робочі властивості деталей машин, їх довговічність і надійність?
- 2.6. ДСТУ (ГОСТ) на шорсткість поверхні, параметри шорсткості.
- 2.7. Сучасні методи оцінки шорсткості та прилади для їх вимірювання?

- 2.8. Чому технологічну базу призначає технолог?
- 2.9. Що називається базуванням?
- 2.10. Що називають схемою базування?
- 2.11. В чому заключається правило шести точок в технології машинобудування?
- 2.12. Які види баз установлені згідно ГОСТу 21495-86?
- 2.13. В чому заключаються принципи суміщення баз і постійності баз?
- 2.14. Як визначають похибку установки?
- 2.15. Яка поверхня заготовки є основною технологічною базою при обробці в центрах?
- 2.16. Яка поверхня заготовки є основною технологічною базою при шліфуванні зовнішньої поверхні?
- 2.17. В чому різниця між конструкторською і технологічною базами?
- 2.18. Що таке технологічність конструкції виробів?
- 2.19. Від яких факторів залежить технологічність конструкції виробів?
- 2.20. Які види оцінки ТКВ?
- 2.21. Які показники ТКВ відносяться до основних?
- 2.22. За допомогою якої системи показників визначається кількісна оцінка показників?
- 2.23. Яким чином визначають відпрацювання конструкції виробів на технологічність?
- 2.24. Які вимоги пред'являють до технологічності деталей машин і складальних одиниць?

Рекомендована література:

- 1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
- 2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
- 3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р.-295с.
- 4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
- 5. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
- 6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М., Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Львів «Новий Світ-2000» 2006р –576 с.
- 7. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
- 8. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с

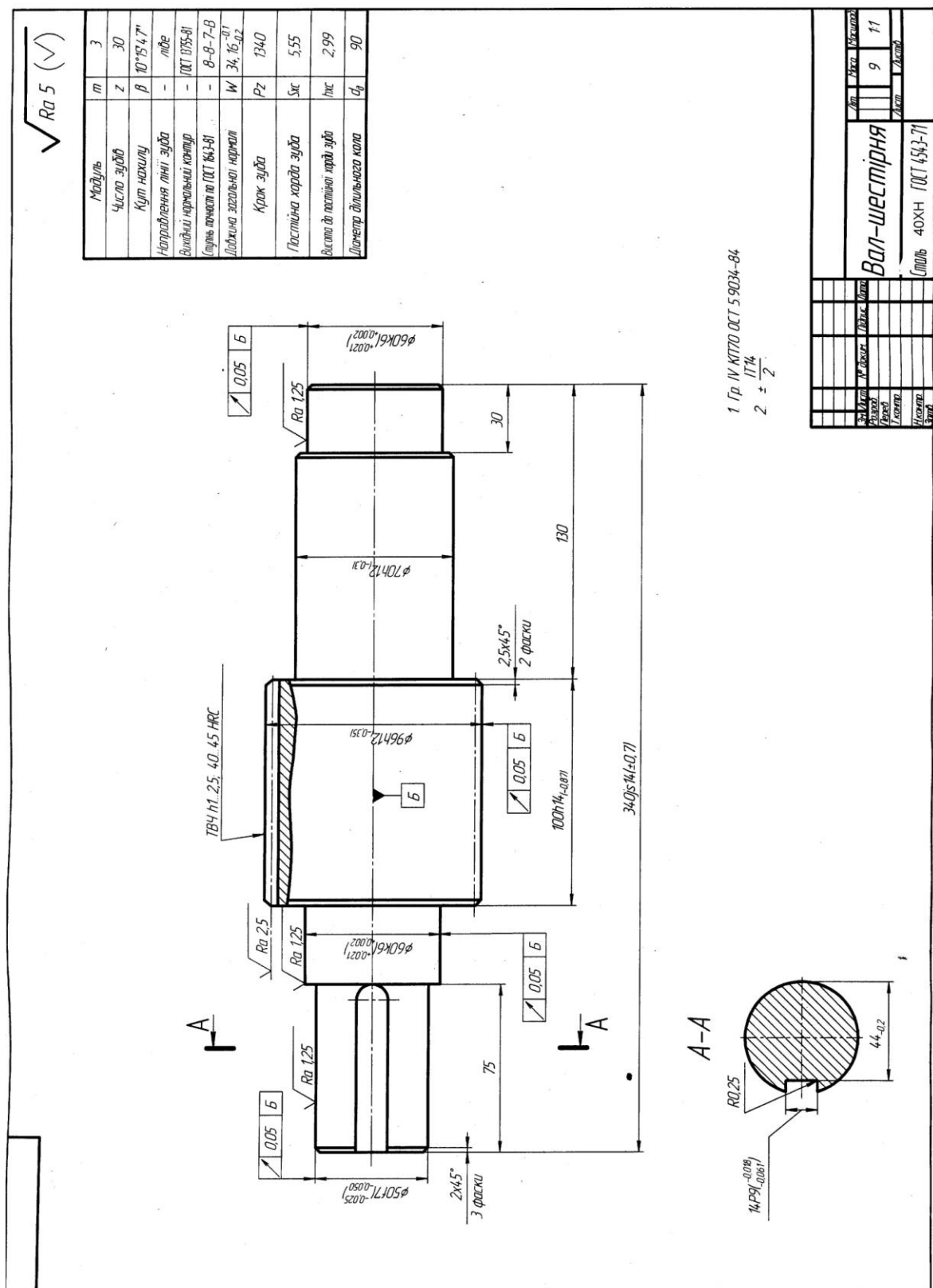


Рис. 1.22. Вал-шестерня

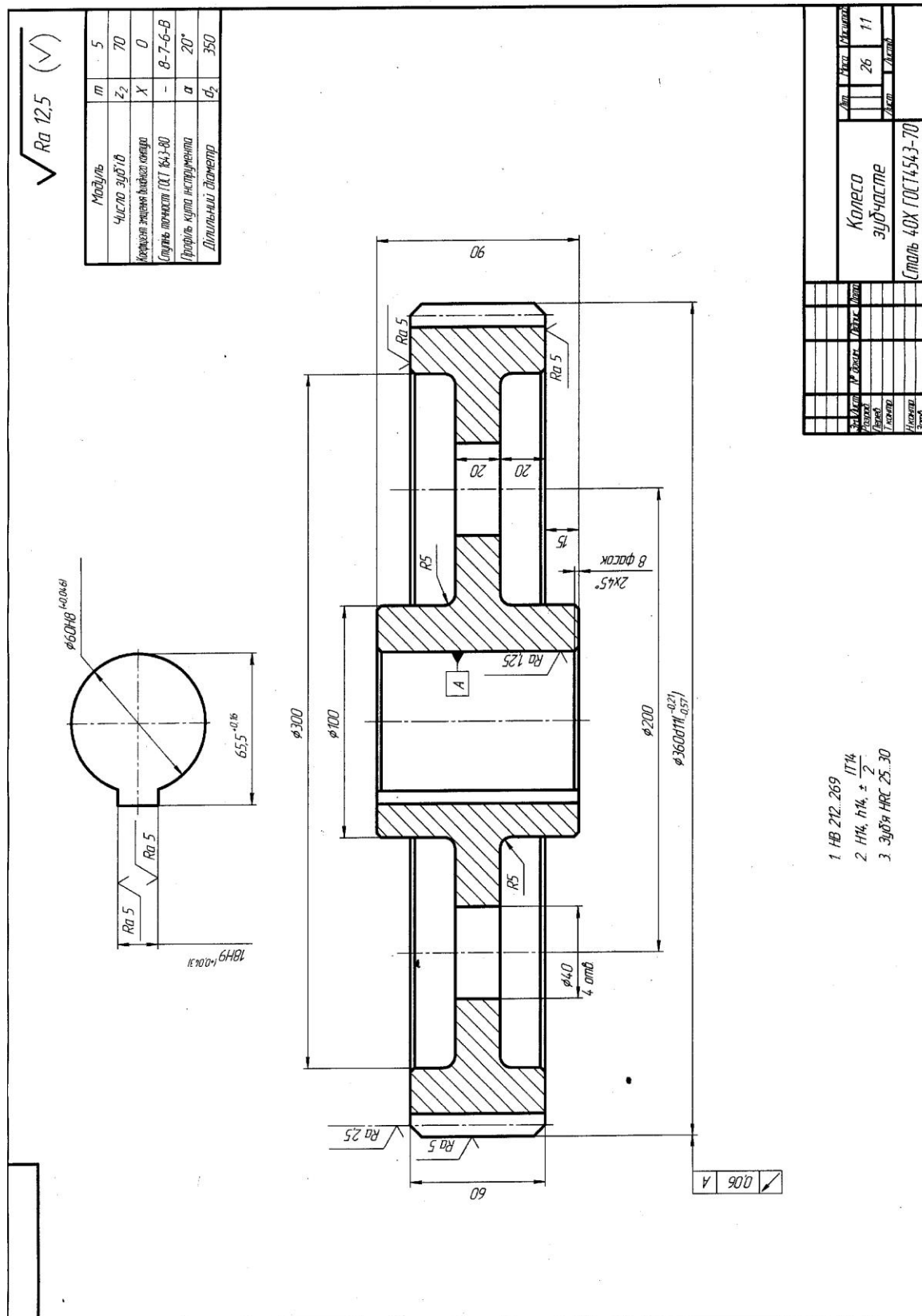


Рис. 1.23. Колесо зубчатое

Тема 1.3 Основні положення та послідовність проектування верстатних пристосувань. Направляючі та установочні елементи пристосувань. Затискні улаштування пристосувань

Проектування спеціальних верстатних пристосувань повинно бути пов'язане з розробкою технологічних процесів виготовлення деталей і здійснюватися в два етапи:

а) розробка технологічного завдання на проектування пристосування і оформлення карти заказу на проектування і виготовлення технологічної оснастки;

б) конструктивне оформлення елементів пристосування і його загальна компоновка.

Послідовність проектування верстатних пристосувань здійснюється за такими вимогами:

а) аналіз вихідних і підготовка додаткових матеріалів для проектування пристосувань;

б) розробка технічного завдання на проектування пристосувань;

в) оформлення карти заказу на проектування і виготовлення технологічної оснастки;

г) ескізне компонування конструкції пристосування: визначення системи проектуючого пристосування, розробка ескізних варіантів компоновки пристосування, вибір оптимального варіанту компоновки пристосування і розробка принципальної схеми пристосування;

д) конструктивне оформлення елементів пристосування і його загальна компоновка: вибір направляючих елементів пристосування, перевірка умов можливості переміщення заготовки згідно шістьох ступенем вільності у відповідності з ГОСТом 21495-88, розрахунок похибок базування заготовки в проектуючому пристосуванні, вибір установочних елементів пристосування, розрахунок необхідного зусилля закріплення заготовок в пристосуванні, вибір конструкції затискного улаштування і розрахунок його основних параметрів, перевірка проектуючого пристосування на безпеку в роботі, розрахунок на міцність та точність пристосування;

е) опис улаштування, принципи роботи пристосування з вказівкою позицій на кресленні;

ж) розробка схеми складання пристосування;

з) розрахунок вартості пристосування.

Методичні вказівки

Вивчити, зробити аналіз вихідних і підготовка додаткових матеріалів для проектування пристосувань:

- вивчити робоче креслення деталі, для котрої призначено проектування пристосування і графічний документ на заготовку, які передбачають розгляд конструкції та службового призначення виготовляючої в пристосуванні деталі;

- провести аналіз технологічної документації у відповідності з нормоконтролем на попередню операцію і операцію, для котрої проектується пристосування, тобто, необхідно вибрати з операційної карти на попередню операцію розмі-

ри, точність і шорсткість установочних поверхонь заготовки, схему базування, обладнання, різальний інструмент та режими обробки заготовки;

- підготувати додаткові матеріали для проектування пристосування: паспортні дані верстата на операцію, для котрої проектується пристосування, альбоми, технічну довідникову літературу та інші джерела з типовими конструкціями пристосувань, стандарти на вузли і деталі верстатних пристосувань; нормативи режимів різання тощо.

Розробка технічного завдання на проектування пристосування у відповідності з ГОСТом 15.001-88.

В ТЗ на проектування верстатного пристосування відпрацьовуються наступні розділи:

- назва і галузь застосування;
- підстава для розробки;
- мета і призначення розробки;
- технічні вимоги;
- документація, яка підлягає і використовується для розробки;
- економічні показники.

Оформлення карти заказа на проектування і виготовлення технологічної оснастки.

Згідно розробленого ТЗ на проектування спец пристосування і операційно-технологічного ескізу на операцію, для котрої проектується пристосування, оформляють карту заказа на проектування і виготовлення технологічної оснастки згідно форми І Р50-67-88, на котрій розробляється схема базування і закріплення заготовки. На схемі базування і закріплення заготовки розміщення виготовлюючої деталі повинно відповідати положенню в пристосуванні при виконанні операції на верстаті, а зображення в тому виді, який вона має після обробки на даній операції. На зображеному виді виготовлюючої деталі намічають базові поверхні і місця прикладення сил закріплення, які передаються від силового агрегату або від руки верстатника, а також сил, намагаючих зберегти стан рівноваги заготовки, враховуючи напрямлення сил в самий неблагополучний момент часу. При цьому розміщуються опори так, щоб сила закріплення і сили різання були направлені нормально до установочних поверхонь опор. Всі сили, які прикладені до виготовлюючої деталі, відмічають стрілками.

Ескізна компоновка конструкції пристосування

Маючи робоче креслення виготовлюючої деталі і повну уяву щодо її обробки на операції, для котрої проектується пристосування, відповідно до ТЗ і картою заказа на проектування і виготовлення технологічної оснастки установлюють придатність вибираючих аналогів (конструкцій) пристосувань до відповідної системи верстатних пристосувань, в залежності від терміну випуску і організаційної форми виробництва.

Правила вибору системи технологічної оснастки регламентовані рекомендаціями Р50-54-11-88. Цими рекомендаціями установлені шість систем установочно-затискних пристосувань: нерозбірні спеціальні (НСП), універсально-

налагоджуючі (УНП), спеціалізовані налагоджуючі(СНП), універсально-складальні(УСП), збірно-розбірні(СРП).

Розробляють декілька варіантів компоновки пристосування, аналізують їх з врахуванням раціональної кінематичної і силової схем пристосування, зручності взаємного розміщення його основних вузлів і деталей,приймають оптимальний варіант. На основі прийнятої компоновки розробляють принципіальну схему пристосування.

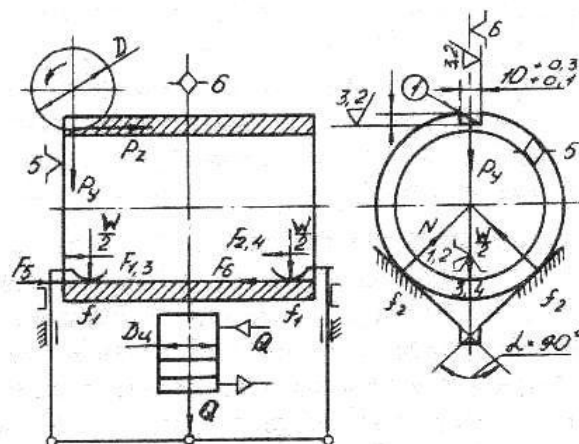


Рис.1.24 Принципіальна розрахункова схема пристосування для фрезерування пазу

Конструктивне оформлення елементів пристосування і його загальна компоновка.

Проектування пристосування повинно зводитися до розробки конструкції, яка складається із стандартних деталей і вузлів з врахуванням типових рішень для конкретної технологічної операції. Правильність установки оброблюючих заготовок в пристосуваннях досягається застосуванням спеціальних установочних елементів, ділильних улаштувань, призначених для зміни положення оброблюючої заготовки в пристосуванні без порушення її положення відносно інструмента, деталі і механізми керування,призначені для приведення в дію пристосування.

При проектуванні верстатних пристосувань слід дотримуватися наступної послідовності:

- накреслювання пристосування починається з нанесення контурів виготовляючої деталі в масштабі 1:1 в необхідній кількості проекцій суцільними тонкими лініями. Розміщення проекцій деталі необхідно виконати так, щоб залишилось достатньо місця для накреслювання на цих проекціях всіх елементів пристосування. Креслення деталі в першій проекції повинен відповідати робочому положенню заготовки на верстаті. Заготовка повинна бути зображена в тому виді, в якому вона отримується на даній операції. Тут також установлюють,якщо необхідно для проекту чого пристосування, тип і розміри направляючих елементів для різального інструмента (кондукторні втулки, установи).

- попередньо, прийнятий варіант базування заготовки і виконаний на карті заказу на проектування і виготовлення технологічної оснастки, перевірити на

умови позбавлення можливості переміщення заготовки за шістьма степенями вільності у відповідності з ГОСТом 21495-88.

- знаючи прийняте базування заготовки виконують розрахунок похибок базування заготовки в проектуючому пристосуванні і вибір установочних елементів пристосування. Положення заготовки в робочій зоні верстата досягається в процесі її установки. Процес установки включає базування і закріплення. Відхилення в положенні заготовки ,яке виникає при базуванні,нази-вають похибкою базування $\Delta\epsilon_b$. Похибка базування $\Delta\epsilon_b$ має місце при неспівпаданні конструкторської, технологічної і вимірювальної баз і залежить також від допуску і похибки форми базових поверхонь.

- виконують розрахунок сил закріплення оброблюючої заготовки,використовуючи принципіальну схему пристосування. Положення оброблюючої заготовки на верстаті відносно різального інструменту, яке визначається за допомогою установочних елементів може бути порушено під дією сил різання, котрі при деяких видах обробки досягають величини в декілька тисяч ньютонів.

- здійснюється перевірка проектуючого пристосування на небезпечність в роботі, яка заключається у визначенні надійності закріплення заготовки.

Технічне завдання на проектування спеціального верстатного пристосування

Розділ	Зміст розділу
Найменування і галузь застосування	Пристосування для фрезерування пазу втулки шириною 10+0,3мм, глибиною 4,7+0,5мм на довжині 25+2,0мм на горизонтально-фрезерному верстаті 6М81Г
Підстава для розробки	Операційна карта технологічного процесу МО втулки
Мета і призначення розробки	Пристосування повинно забезпечувати: точну установку і надійне закріплення заготовки, а також постійне положення заготовки відносно стола верстата і різального інструменту з метою отримання необхідної точності розмірів паза і його положення відносно інших поверхонь заготовки: зручність установки,зак-ріплення і зняття заготовки; час установки заготовки не повинно перебільшувати 0,05 хв;ріст продуктивності праці на даній операції на 10...15%.
Технічні вимоги	Тип виробництва-масовий; програма випуску-5000 штук за рік. Установочні і з'єднувальні розміри пристосування повинні відповідати характеристики верстата 6М81Г.
Документація, яка використовується при розробці	Загальне положення щодо вибору,проектуванню і застосуванні засобів технологічного оснащення Р50-54-11-88 ЕСТПП.Загальні правила забезпечення технологічності конструкцій виробів.ГОСТ 14.201-88. ГОСТ 14.205-88.
Документація, яка підлягає розробці	Пояснювальна записка (для курсового і дипломного проекту), креслення загального виду фрезерного пристосування і специфікація.
Економічні показники	Економічний ефект від застосування спроектованого пристосування складає 1500грн.Термін окупності витрат на розробку та впровадження у виробництво продукції складає-2 роки.

Карта заказа на проектування і виготовлення пристосування Р50-67-88 (форма 1)

ППІ НУК		Карта заказа на проектування і виготовлення технологічної оснастки		557-35.7479	
				Втулка	
Позначення підрозділу			Позначення технологічного документа		№ операції.
замовник	проектувальник	виготовлювач			
Цех 005	ТДВ "Бриг"	Цех 108		236040.60142.0005	030
Код обладнання		Код оснастки		Назва оснастки	
Горизонтально-фрезерний		293547		Пристосування фрезерне	
Мод.6М81Г	381670	Номер заказа			421
Строк проектування		Строк виготовлення		кількість	черговість.
плановий	фактичний	плановий	фактичний		
5.03.17	11.08.17	-	-	1	5
Технічні вимоги					

1.3.1 Направляючі та установочні елементи пристосувань.Затискні улаштування пристосувань

Методичні вказівки

Направляючі елементи у верстатних пристосуваннях призначені для орієнтування різального інструмента відносно оброблюючої поверхні заготовки. Для свердлильних пристосувань направляючими елементами є - кондукторні втулки, для фрезерних пристосувань - установи або габарити.

Кондукторні втулки для свердлильних пристосувань виконуються постійними, змінними і швидко знімальними.

Постійні втулки виконуються без буртика або збур тиком і застосовуються при обробці неточних отворів одним інструментом. Постійні втулки запресовуються в кондукторну плиту згідно посадки H7/n6 або H7/p6.

Змінні втулки застосовують тоді,коли необхідна швидка їх заміна у випадку зносу. Вони установлюються в перехідні втулки згідно посадки H7/q6 або H7/q5, а від провертання і піднімання при обробці закріплюються гвинтами. Перехідні втулки запресовуються згідно посадки H7/n6 або H7/p6.

Швидкознімальні втулки установлюються в перехідні втулки згідно посадки H7/q6 або H7/q5, і застосовуються при обробці точних отворів послідовно декількома інструментами: свердлом,зенкером,розверткою.Для напівлення кожного із цих інструментів необхідна своя швидкознімальна втулка.

Швидкознімальна втулка, крім виямки для головки кріпильного гвинта, має наскрізну виямку по всій висоті буртика для швидкого її видалення без відгвинчування гвинта. Буртик втулки для зручності зняття і установки має накатку.

Висота втулок в свердлильних кондукторах дорівнює (1,5...2) діаметрам отворів під інструмент, відповідно вибирається товщина кондукторної плити (15...30мм). Відстань від нижнього торця втулок до поверхні оброблюючої заготовки приймається рівним від 1/3 до 1 діаметра отвору під інструмент.

При обробці заготовки із чавуну і бронзи відстань приймають мінімальними.

При обробці сталених заготовок-максимальними.

Спряження робочої частини свердел,зенкерів і чорнових розверток з отворами втулок виконуються згідно посадки f7 в системі вала, а чистових розверток згідно посадки q6 тієї ж системи; за номінальний розмір спряження приймається найбільший діаметр робочої частини інструмента.

Кондукторні втулки працюють в умовах значного тертя з інструментом і східною стружкою і тому виготовляються із висковуглецевої сталі У10А, У12А із послідуною термічною обробкою до твердості 60...65HRC.

Установочні елементи. Базовим поверхням оброблюючих заготовок відповідають установочні поверхні пристосувань. Установочні елементи пристосувань виконуються у виді опорних штирів, пластин, призм, установочних пальців тощо. Установочні елементи розділяють на основні і допоміжні. Допоміжні установочні елементи вводяться не для базування, а для під-

вищення стійкості і жорсткості обробляючої заготовки і виконуються жорсткими, якщо технологічні бази оброблені, і рухомими, якщо не оброблені.

До установочних елементів надаються наступні вимоги:

- велика зносостійкість поверхня повинна мати твердість не нижче ніж 50...60HRC;
- наявність невеликого контакту між установлюючою заготовкою і установочним елементом пристосування;
- установочні елементи пристосування повинні бути виготовлені з шорсткістю не нижче $R_a=2,5\text{мкм}$ і 6-го квалітета точності;
- з метою спрощення ремонту пристосування установочні елементи потрібно виконувати легко знімальними;
- опори повинні бути жорсткими і не деформуватися під впливом сил різання і сил затискання.

При установці заготовок в пристосуванні по площині в якості установочних елементів приймають опорні пластини і штирі. Установка заготовок в пристосуванні по зовнішнім поверхностям обертання здійснюється в призми. Установка заготовок по отворах здійснюється на пальці або оправки, інколи додатковою базою служить торцева поверхня.

Затискні улаштування пристосувань.

У машинобудуванні широке розповсюдження отримали наступні улаштування: ***гвинтові*** (сила затиску утворюється за допомогою різбових деталей); ***важільні*** (сила затиску утворюється за допомогою важелів першого і другого роду); ***ексцентрикові*** (сила затиску утворюється за допомогою циліндричних, або криволінійних кулачків); ***клинові улаштування*** (сила затиску утворюється за допомогою різноманітних клинів).

Затискне улаштування повинно не тільки розвивати необхідну силу для закріплення заготовки, а також зберігати цю силу в процесі всієї обробки, тобто в затискному улаштуванні повинна бути самогальмуюча кінематична пара. Найбільш широко в пристосуваннях застосовуються гвинтові, клинові і ексцентрикові самогальмуючі кінематичні пари.

Гвинтові затискні механізми прості у виготовленні, надійні в роботі, володіють великим коефіцієнтом зусилля і властивостями самогальмування.

Ексцентрикові затискні улаштування володіють швидкістю затискання і отримання сили затиску, яка перевищує зусилля прикладене на рукоятці в 10...15 разів.

Клинові затискні механізми в пристосуваннях розділяються на:

- механізми з односкосим клином без роликів і з роликами, які використовуються в якості підсилювачів пневмо- і гідроприводів;
- багатоклинові самоцентруючі механізми, які застосовуються в конструкціях патронів і оправок.

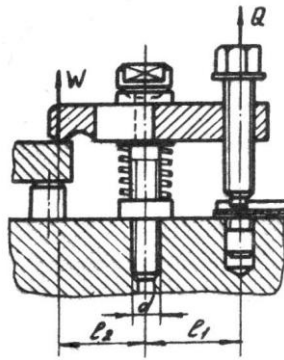


Рис.1.25 Схема прихвата важильним затискним механізмом

Залежність для визначення сил, які розвиваються важильними механізмами визначаються за формулою:

$$W = Q \times l_1 / l_2 \times \eta$$

де W-сила затискання, яка розвивається прихватом;

Q- сила, яка прикладається до гвинта;

l₂-довжина плеча притискання;

l₁-відстань від точки опори до точки прикладення сили;

η-ккд механізма.

Рекомендовані питання для самоперевірки:

- 2.1. Як зменшують похибку закріплення заготовок?
- 2.2 Які є способи встановлення заготовок у технологічних пристосуваннях?
- 2.3 Що таке похибка закріплення та як її визначають?
- 2.4 Перелічіть затискачі, що запобігають зсуву заготовок під дією сил різання.
- 2.5 Які затискачі запобігають повертанню заготовок під час їх оброблення?
- 2.6 Які затискачі одночасно запобігають зсуву та повертанню заготовок під час їх оброблення?

Рекомендована література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р. -295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с



Розрахунок затискних улаштувань технологічних пристосувань для верстатів різних груп

План (логіка) викладу і засвоєння матеріалу:

- *Визначення зусиль затискання при точінні і шліфуванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей*
- *Визначення зусиль затискання при свердлінні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей*
- *Визначення зусиль затискання при фрезеруванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей*
- *Визначення зусиль затискання при зубофрезеруванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей*
- *Визначення зусиль затискання при зубодовбанні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей*

Тема 2.1. Визначення зусиль затискання при точінні і шліфуванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей

Методичні вказівки

Установка заготовок для МО на токарних і шліфувальних центрових верстатах можлива в центрах, патронах, оправках.

2.1.1 Центри:

В центрах установлюються деталі типу "Вал".

Нерухомі центри - працюють як підшипники ковзання з великим питомим тиском та сильно нагріваються і зношуються, тому їх армірують твердим сплавом. Обробка в нерухомих центрах точніше, ніж в інших, вони застосовуються при шліфуванні.

Обертові центри - виконують вставними або вмонтованими в корпус пінолі задньої бабки. Обертові центри повинні надійно сприймати осьові і радіальні сили та мати мінімальний виліт. При МО ступінчастих валів на багато інструментальних верстатах для отримання заданих лінійних розмірів вал установлюють на плаваючий передній центр.

Плаваючий центр забезпечує правильну установку вала на центр, фіксацію в осьовому напрямленні, а також виконує функції повідкового улаштування, при обертанні вала в процесі обробки. При чорновій обробці деталей типу "Втулка" широко використовують **рифлені передні центри**, котрі одночасно є і повідками. Якщо внутрішній отвір заготовки більше 32мм, застосовують грибкові центри.

Розрахунок зусиль затискання при закріпленні заготовок в центрах.

Установка заготовки в центрах з розміщенням механізованого пристрою в корпусі задньої бабки (рис.2.1)

Осьова сила F_{oc} при установці заготовки в центрах визначається за формулою:

$$F_{oc} = K \sqrt{(P_y - P_x \times D/2L)^2 + P_z^2 \times \sin a/2}, \quad (1)$$

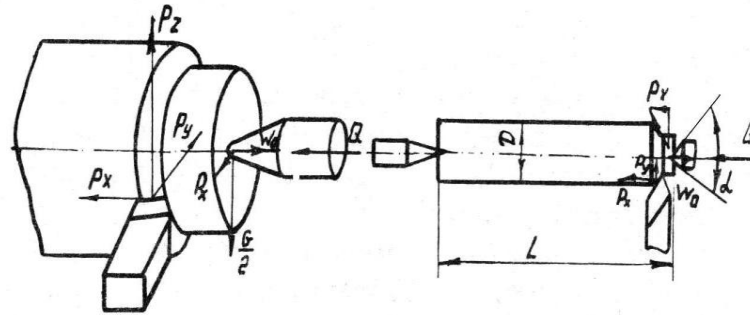


Рис.2.1 Розрахункова схема установки заготовки в центрах

де K —коефіцієнт запаса;

при $a=60^\circ$; $P_z/P_y/P_x=1/0,45/0,35$; і $D/L=1/4$

$$F_{oc} = 0,54 \times P_z \quad (2)$$

Сила привода, яка передається заготовці визначається за формулою:

$$Q = (1,3 \dots 1,5) F_{oc} \quad (3)$$

Установка заготовки в плаваючих центрах з повідковим улаштуванням (рис.2.2)

Необхідна сила для втілення повідків в торець заготовки визначається за формулою (1), а потім визначається перевірка її за формулою(4):

$$F_{oc} = \pi \times P_z \times D \times \tan \beta/2 / D_1 \times n \quad (4)$$

де n —кількість штирів;

при $\beta=60^\circ$;

$$F_{oc} = 1,8 P_z \times D/D_1 \quad (5)$$

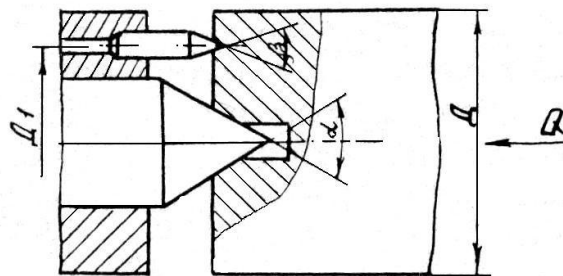


Рис.2.2 Розрахункова схема установки заготовки в плаваючих центрах з повідковим улаштуванням

Установка заготовки на рифлений повідковий центр (рис.2.3)

Необхідна сила для впровадження рифленого повідкового центру визначається за формулою (1), а потім перевіряється за формулою(6):

$$F_{oc} = 2P_z \times D \times \tan \gamma/2 / D_1 \times \sin a/2, \quad (6)$$

де γ —кут при вершині перерізу рифа;

при $a=60^\circ$ і $\gamma=90^\circ$

$$F_{oc} = 4 P_z \times D/D_1$$

(7)

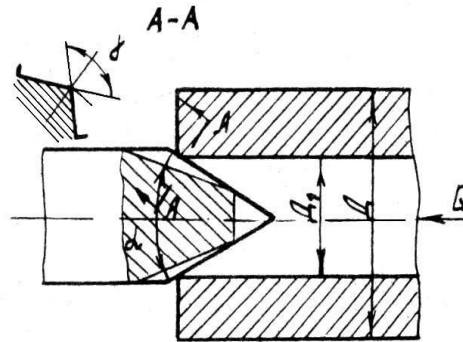


Рис.2.3 Розрахункова схема установки заготовки на рифлений повідковий центр

*Розрахунок зусиль затискання при закріпленні заготовок на оправках
Установка заготовки на центрову жорстку оправку (рис.2.4)*

Жорсткі центрові оправки застосовують для чистової обробки заготовок типу "Втулки" з базуванням по центральному отвору. Оправка повинна забезпечувати правильне центрування, надійність кріплення і зручність обробки заготовки. Якщо торці деталі не обробляються, тоді заготовка установлюється на оправку із зазором і затискається гайкою. Допоміжною базою є торцева поверхність заготовки, яка визначає її положення на оправці в поздовжньому напрямленні. При обробці циліндричних і торцевих поверхонь деталей заготовка установлюється на оправку з натягом. Для передачі оправкою крутного моменту від шпинделя верстата на її правому кінці виконуються квадрат або лиски.

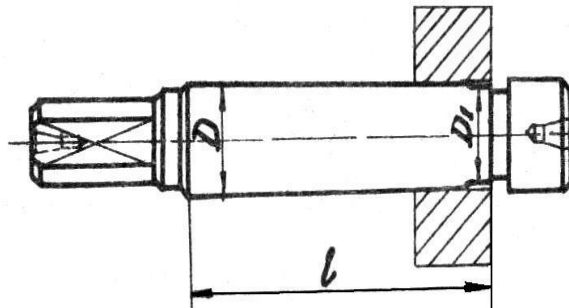


Рис.2.4 Схема установки заготовки на центрову жорстку оправку

При розрахунку жорстких центрових оправок з пресовою посадкою виготовляючих деталей потрібно визначити діаметр її робочої частини. Вихідними даними для розрахунку є:

- номінальний діаметр d з відхиленнями базового отвору заготовки;
- довжина базового отвору l ;
- зовнішній діаметр заготовки;
- момент сил різання $M_{різ}$ або осьова сила P_o , виникаючі при обробці заготовки і прагнуть до повернення або здвигу заготовки на оправці.

Момент тертя $M_{тер}$ і сила $P_{тер}$, які перешкоджають переміщенню заготовки на оправці

$$M_{тер} = K M_{різ}; \quad P_{тер} = K P_o,$$

де K -коефіцієнт запаса;

$M_{різ}$ -момент різання від сил різання;

P_o -осьова сила, яка виникає при обробці.

Момент тертя $M_{тер}$ і сила $P_{тер}$ можна визначити за формулами (13) і (14):

$$M_{тер} = f \cdot p \times (\pi d^2 l) / 2 \quad (13)$$

$$P_{тер} = f p \pi d l \quad (14)$$

де f -коефіцієнт тертя між поверхнями заготовки і оправки ($f=0,1 \dots 0,12$);

p -питомий тиск на поверхнях спряження заготовки і оправки, Н/м².

Розрахунок зусиль затискання при закріпленні заготовок на консольну жорстку оправку з торцевим затисканням

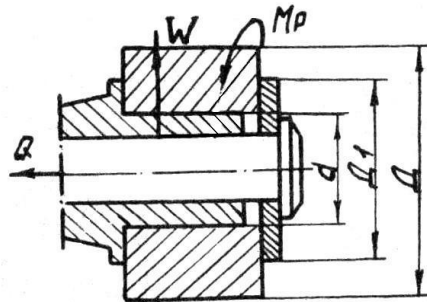


Рис.2.5 Схема установки заготовки на консольну жорстку оправку з торцевим затисканням

При затисканні оброблюючої заготовки на оправці торцева сила спричиняє між торцями шайби, уступом оправки і оброблюючої заготовки момент від сил тертя, більший ніж $M_{різ}$ від сил P_z , тобто $M_1 > M_2$,

де $M_1 = W \times (D_1 + d) / 4 \times f$; $M_2 = P_z \times D / 2$.

Отже $W = (D_1 + d) / 4 \times f > P_z \times D / 2$ (15)

Із цього виразу отримаємо необхідну умову затягування:

$$W > 2 P_z D / (D_1 + d) f \quad (16)$$

Для забезпечення надійного закріплення заготовки в формулу (16) вводять коефіцієнт запаса K , тоді отримаємо:

$$W = 2 P_z K D / (D_1 + d) f \quad (17)$$

де f -коефіцієнт тертя між шайбою і заготовкою (0,1...0,15)

При використанні силового привода, силу привода, яка передається заготовці, можна визначити за формулою (18):

$$Q = W / \eta, \quad (18)$$

де η -ККД силового привода ($\eta=0,85 \dots 0,9$ -для пневмоприводів; $\eta=0,80 \dots 0,85$ -для гідроприводів)

Розрахунок зусиль затискання при закріпленні заготовок на цангову оправку або конічну розрізну втулку

Цангові оправки використовуються для точної обробки заготовок, які мають діаметри базових отворів з відхиленнями $H7$ або $H8$. Тому діаметри установочних поверхонь оправок виконуються з допуском по квалітету точності, що забезпечує мінімальну деформацію цанги при затягуванні штока. Оправки — це жорстка розрізна цанга, яка виконана за одне ціле з хвостовиком і виготовлена із сталей 45, 50, 65Г та інших, з відповідною термічною обробкою.

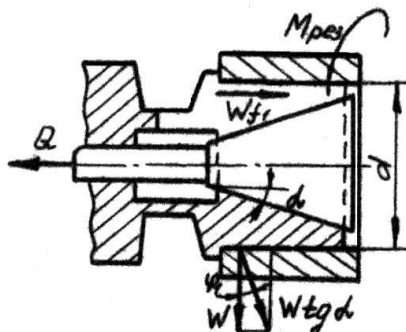


Рис.2.6 Схема установки заготовки на цангову оправку

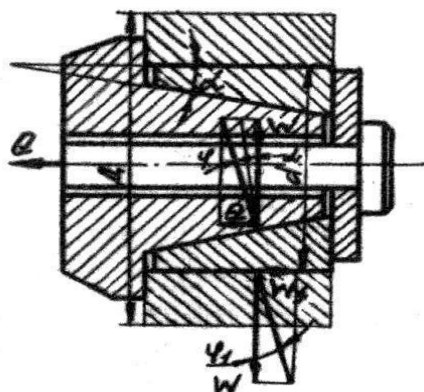


Рис.2.7 Схема установки заготовки на конічну розрізну втулку

При обробці заготовки виникає момент сил різання $M_{різ}$, який намагається повернути заготовку навколо осі. Йому протидіє момент сил тертя $M_{тер}$, який виникає між базуючою поверхнею заготовки і установочною поверхнею цанги (рис.2.6) для втулки (рис.2.7). Для визначення осьового зусилля Q необхідно, щоб момент $M_{різ}$ сил різання був менший за момент $M_{тер}$ сил опору, тобто:

$$M_{різ} < M_{тер} \text{ або } P_z(D/2) < W(D/2) \quad (19)$$

$$\text{Отже:} \quad W > P_z \times D/d \quad (20)$$

де D — зовнішній діаметр заготовки;

d — діаметр базового отвору заготовки.

Залежність між затискаючою силою W і затягуючим зусиллям Q така ж, що і для відповідних сил одnobічної дії, тобто:

$$Q = W[t_g(a + \varphi) + t_g \varphi_1] \quad (21)$$

Осьове зусилля Q з введенням коефіцієнта запаса визначається за формулою

$$Q = P_z \times D/dK [t_g(a+\varphi) + t_g \varphi_1] \quad (22)$$

де a -половина кута конуса($=15^\circ$);

φ -кут тертя ($\varphi=5^\circ 43'$);

$t_g \varphi_1 = f$ - коефіцієнт тертя ($f=0,25$) на поверхні контакту цанги або втулки з оброблюючою заготовкою.

2.1.2 Універсальні кулачкові патрони:

Кулачкові патрони застосовують для установки і закріплення заготовок, які обробляються на токарних і шліфувальних верстатах. В залежності від кількості кулачків патрони розділяються на двох-, трьох-і чотирьохкулачкові. Патрони двох-, трьохкулачкові є самоцентруючими; чоти-рьохкулачкові патрони виготовляються в основному з незалежним переміщенням кулачків, але бувають і самоцентруючі.

Розрахунок зусиль затискання при закріпленні заготовок в патронах.

Установка заготовки в двохкулачковому самоцентруючому патроні з ручним гвинтовим приводом (рис.2.8)

Характерним для цієї конструкції патрона є бокове розміщення затискного гвинта, що дозволяє пропустити через центральний отвір хвостову частину оброблюючої заготовки. Для затискання циліндричної заготовки використовуються притискні губки, причому одна із них може похитуватися. Необхідність похитування спричиняється тим, що установочна поверхня оброблюючої заготовки може бути не цілком циліндричною і, крім того, призми можуть бути не цілком симетричними по відношенню їх поздовжньої осі. Необхідну величину сили затискання визначають із рівняння моментів (23):

$$4F(D/2) = P_z (d/2)K \quad (23)$$

де K -коефіцієнт запаса.

Щоб утримати заготовку від провертання під дією вертикальної складової сили різання P_z , до кожної грані кулачків необхідно прикласти нормальну силу N .

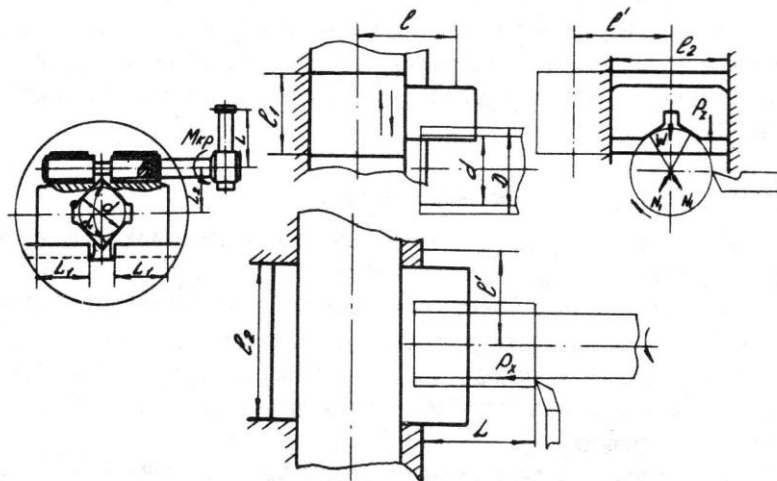


Рис.2.8 Схема установки заготовки в двохкулачковому патроні

Сила тертя, яка утримує заготовку, $F = f N$,
де f -коефіцієнт тертя.

$$\text{Сила затискання: } W = 2N \cos(90^\circ - \alpha/2), \quad (24)$$

Отже:

$$N = W/2 \sin \alpha/2$$

Підставимо значення F і N в рівняння моментів, отримаємо:

$$4 f W/2 \sin \alpha/2 \times (D/2) = P_z (d/2) K$$

$$\text{Звідки: } W = K P_z (\sin \alpha/2)/2 f \times d/D, \quad (25)$$

де d -оброблюючий діаметр заготовки, мм;

D -діаметр базової поверхні заготовки, мм.

При повертанні рукоятки виникає крутний момент $M_{кр} = P \times l$, під дією котрого виникає сила на осі гвинта:

$$Q = M_{кр}/r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$$

Потрібний крутний момент на ключі при затисканні циліндричної частини заготовки може бути розрахований за формулою (26):

$$M_{кр} = QL = P_z [(\sin \alpha/2 \times r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)] / f W/2(1-3l/l_1 \times f_1)(1-3l_2/l_1 \times f_1) \quad (26)$$

де α -кут підйому різьби гвинта ($\alpha = 2^\circ \dots 3^\circ$);

φ -кут тертя в різьбі;

f -коефіцієнт тертя на робочих поверхнях призми ($f = 0,3 \dots 0,5$);

f_1 - коефіцієнт тертя в направляючих кулачків ($f_1 = 0,1 \dots 0,15$);

l - виліт кулачка, мм;

l_1 - довжина направляючих кулачка, мм;

l_2 -відстань від осі гвинта до поздовжньої осі призми;

r_{cp} -середній радіус різьби гвинта, мм.

Установка заготовки в трьохкулачковому самоцентруючому патроні з ручним затиском торцевим ключом (рис.2.9)

Такі патрони застосовують для установки і затискання по циліндричній поверхні різних заготовок в серійному і одиничних типах виробництва. Найбільше застосовують спірально-рейочні трьохкулачкові патрони. Патрони виготовляють з суцільними прямими і зворотніми кулачками з нарізаними на їх торцях рейками для безпосереднього спряження зі спіральними пазами диска. На заготовку, закріплену в патроні діють сили різання P_x , P_y , P_z ; сила P_z утворює крутний момент $M_{пиз}$, який прагне повернути заготовку навколо її осі, сила P_x направлена по осі прагне здвинути заготовку, сила P_y утворює перевертаючий момент.

Сумарне радіальне зусилля W_1 визначають із умови, що момент різання з врахуванням коефіцієнта запаса K урівноважується моментом тертя, яке виникає в зоні контакту кулачків з поверхнею заготовки:

$$M_{пиз} K = W_1 R f_1, \quad (27)$$

$$\text{де } M_{пиз} = P_z \times (D_0/2)$$

де P_z -окружна сила різання;

D_0 -діаметр оброблюючої заготовки;

R -радіус базової поверхні заготовки;

f_1 -коефіцієнт тертя на робочих поверхнях кулачків (для кулачків з гладкою поверхнею $f_1=0,25$, з кільцевими канавками $f_1=0,35$, з хрестоподібними канавками $f_1=0,45$).

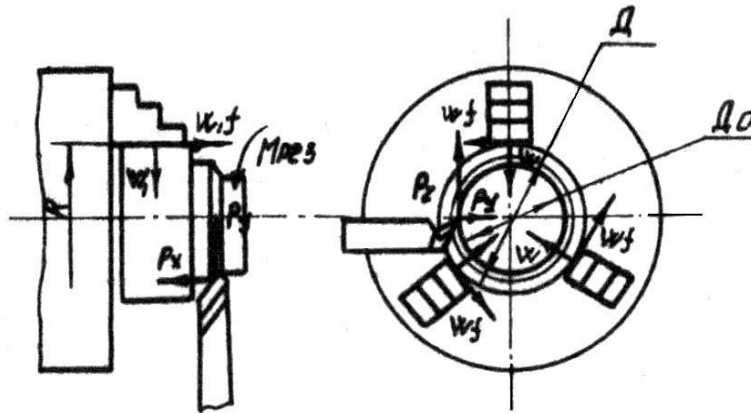


Рис.2.9 Установка заготовки в трьохкулачковому самоцентруючому патроні з ручним затиском торцевим ключом

Звідси:

$$W_1 = (M_{pz} K / R f_1) \quad (28)$$

При більшому значенні P_x отримана сила перевіряється на поздовжній зсув за формулою (29):

$$W_2 f_2 > K P_x, \quad (29)$$

Тоді :

$$W_2 > K P_x / f_2 \quad (30)$$

де f_1 -коефіцієнт тертя з уступами кулачків.

Сумарне загальне зусилля затиску всіма кулачками:

$$W = \sqrt{W_1^2 + W_2^2} \quad (31)$$

При значно великому вильоті закріпленої заготовки зростає вплив сили P_y , котра може вивернути заготовку. Для обліку її впливу на надійність закріплення заготовки збільшують значення коефіцієнта надійності або зусилля затиску визначають за формулою (32):

$$K P_z L = 1,5 W R f \quad (32)$$

Звідси:

$$W = K P_z L / 1,5 R f \quad (33)$$

Сила, яка діє на один кулачок:

$$W_0 = W / n \quad (34)$$

де n -кількість кулачків.

Сила затиску, яка прикладена до рукоятки ключа:

$$Q = K_1 W \quad (35)$$

де K_1 -коефіцієнт, який враховує передаточне відношення і ККД механізму патрона, рівний 0,033.

При свердленні отвору в заготовці, яка закріплена в трьохкулачковому патроні (рис.2.10), вона може провертатися в кулачках під дією моменту різання M_k і переміщуватися під дією сили різання P_o . Необхідно прикласти таке зусилля, щоб не було ні провертання заготовки відносно кулачків, ні переміщення.

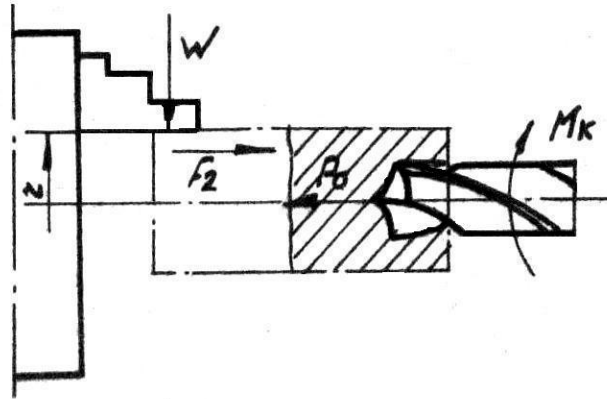


Рис.2.10 Схема установки при свердленні отвору в заготовці, яка закріплена в трьохкулачковому патроні

В залежності від форми насічки на кулачках опір переміщення і провертання може бути різним, так як при цьому можуть бути різними коефіцієнти тертя. Припустимо, що при провертанні заготовки в кулачках коефіцієнт тертя буде f_1 , а при переміщенні вздовж її осі f_2 . Тоді сили тертя між кулачком і заготовкою буде складати:

при провертанні- $F_1 = f_1 W$;

при переміщенні- $F_2 = f_2 W$;

Визначаємо величину затискного зусилля при умові недопустимості провертання заготовки в кулачках. Так як заготовка затиснута в трьох кулачках, рівняння моментів буде мати наступний вигляд:

$$3 F_1 r = M_k,$$

де M_k -момент сил різання;

F_1 -сила тертя між кулачками і заготовкою при провертанні заготовки в кГ;

r -радіус зовнішньої циліндричної поверхні заготовки на ділянці закріплення її в кулачках.

Після підставлення F_1 і введення коефіцієнта K рівняння прийме вид:

$$3 f_1 r W = K M_k,$$

Звідси:

$$W = K M_k / 3 f_1 r \quad (36)$$

Тепер визначимо величину затискного зусилля при умові недопустимості переміщення заготовки в кулачках.

Складемо рівняння сил для трьохкулачкового патрона:

$$3 F_2 = P_o.$$

Після підставлення F_2 і введення коефіцієнта K рівняння прийме вид:

$$3 f_2 W = K P_o$$

Звідси:

$$W = K P_o / 3 f_2 \quad (37)$$

На операції одночасного свердлення отвору і обточування зовнішньої поверхні зусилля затиску заготовки визначається виходячи із слідуючого:

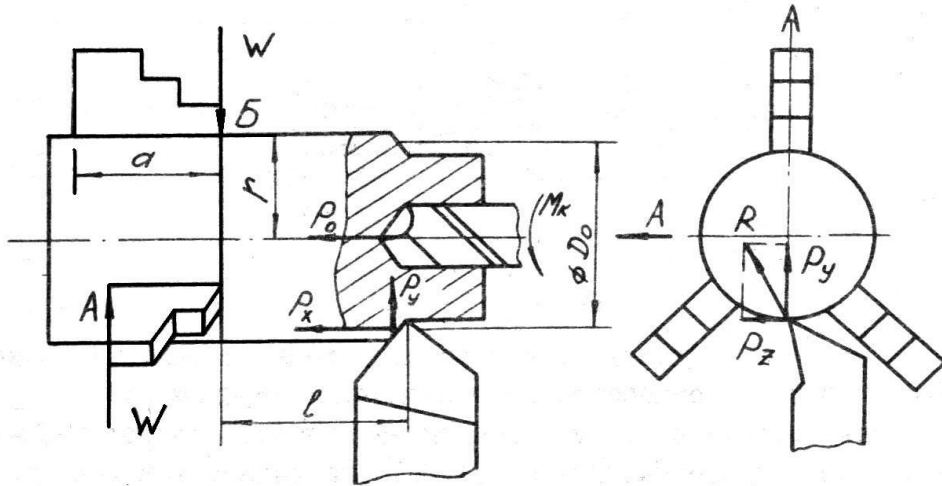


Рис.2.11 Схема установки і визначення зусилля затиску при одночасному свердленні отвору і обточуванні зовнішньої поверхні заготовки, яка закріплена в трьохкулачковому патроні

В процесі виконання операції на обробляючу заготовку діє момент різання M_{piz} від різця і момент оізання M_k , від свердла, сумарна дія котрих може повернути заготовку:

$$\Sigma M = M_{piz} + M_k \quad (38)$$

Сумарна дія сил, які діють на заготовку від різця P_x і свердла P_o , направлені вздовж вісі заготовки, можуть продвинути її вздовж кулачків:

$$\Sigma P = P_x + P_o, \quad (39)$$

Крім того, від сил різання, які діють на заготовку від різця може виникнути згинаючий момент M_{32} , який може вивернути обробляючу заготовку:

$$M_{32} = R \cdot l$$

де

$$R = \sqrt{P_z^2 + P_y^2},$$

Тоді:

$$M_{32} = \sqrt{P_z^2 + P_y^2} \cdot l \quad (40)$$

Надійність закріплення слідує перевірити в кожному із вказаних варіантах впливу на заготовку сил і моментів.

Із умов недопустимості провертання заготовки в кулачках отримаємо:

$$W = K (M_k + P_z \cdot D^2 / 2) / 3 f_1 \cdot r \quad (41)$$

де K -коефіцієнт запасу;

f_1 -коефіцієнт тертя між кулачками і заготовкою при провертанні заготовки в кулачках;

r -радіус зовнішньої циліндричної поверхні заготовки.

Із умов недопустимості переміщення заготовки вздовж кулачків, отримаємо:

$$W = K(P_x + P_o) / 3f_2 \quad (42)$$

де K -коефіцієнт запаса;

f_2 -коефіцієнт тертя між кулачками і заготовкою при провертанні заготовки в кулачках

Із умов недопустимості виривання заготовки із кулачків під дією згинального моменту $M_{ze} = R \cdot l$ заготовка торкається кулачків в точках A і B і затискне зусилля W прикладується на кінцях кулачків.

Отже, звідси отримаємо:

$$W = K \sqrt{P_z^2 + P_y^2} \cdot l / a \quad (43)$$

де a -довжина кулачка.

Установка заготовки в трьохкулачковий самоцентруючий патрон з механізованим приводом

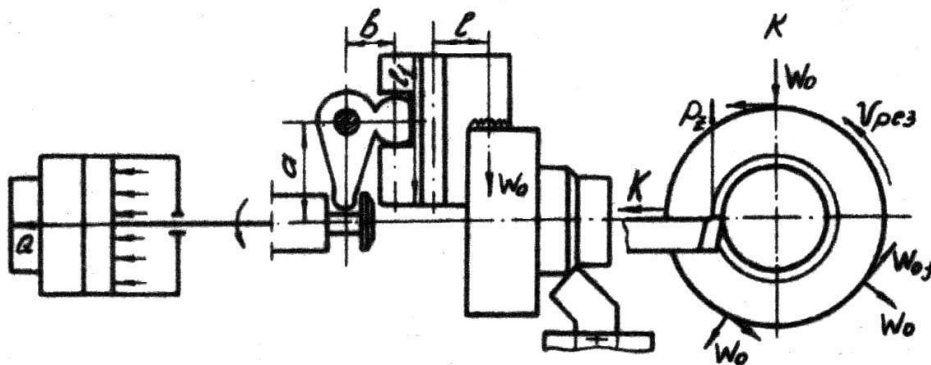


Рис.2.12 Схема установки і визначення зусилля затиску при обточуванні зовнішньої поверхні заготовки, яка закріплена в трьохкулачковому самоцентруючому патроні з механізованим приводом важільного типу

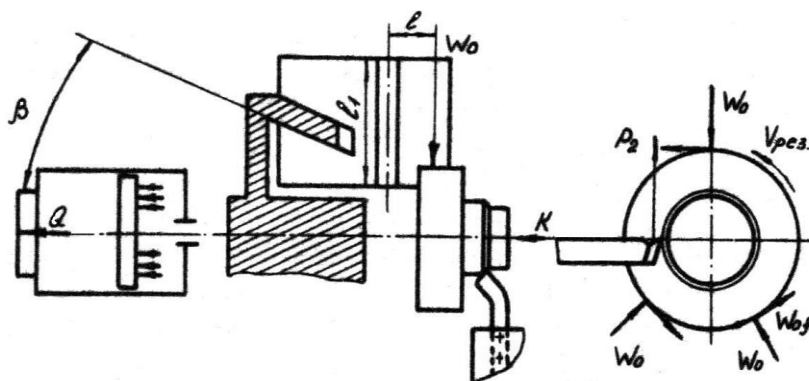


Рис.2.13 Схема установки і визначення зусилля затиску при обточуванні зовнішньої поверхні заготовки, яка закріплена в трьохкулачковому самоцентруючому патроні з механізованим приводом клинового типу

Силу Q на штоці механізованого привода для важільних і клинових кулачкових патронів визначають в залежності від потрібної сили оброблюючої заготовки. Необхідна сила затиску заготовки W у важільних і клинових пат-

ронах знаходиться із рівності моментів сили тертя, які виникають під дією сили W на поверхні затиску заготовки діаметром D і сили P_z вертикальної складової сили різання, яка діє на оброблюючій поверхні, яка має діаметр D_o з врахуванням коефіцієнта запаса K , отримаємо:

$$W f D/2 = K P_z \cdot D_o/2 \quad (44)$$

Звідси:

$$W = K P_z \cdot D_o / f D \quad (45)$$

де f -коефіцієнт тертя на робочій поверхні кулачків.

Споживча сила Q на штоці механізованого привода патрона визначається за формулами:

для важільних патронів:

$$Q = K' [1 + (3 l f_1 / l_1)] a / b W \quad (46)$$

для клинових патронів:

$$Q = K' [1 + (3 l f_1 / l_1)] t_g(\beta + \varphi) W \quad (47)$$

В цих формулах:

K' -коефіцієнт, який враховує додаткові сили тертя в патроні ($K'=1,05$);

l -виліт кулачка від його опори до центра прикладення сили на одному кулачку, мм;

l_1 - довжина направляючої частини кулачків в корпусі патрона, мм;

f_1 -коефіцієнт тертя між кулачками і пазами корпусу патрона ($f_1=0,15$);

a і b -довжини малого і більшого плеча важіля ($a/b=1/3$);

β -кут нахилу пазів у сковзальній муфті ($\beta=15^\circ$);

φ -кут тертя в клиновому спряженні патрона ($\varphi=5^\circ 43'$);

Приклад 2.1 Необхідно: підрізати торець шків висотою $H = 120$ мм та діаметром: $D = 160$ мм до діаметра $D = 40$ мм. Припуск на обробку (на сторону) $\Pi = 2$ мм. Подача $S = 0,3$ мм/об; швидкість різання $v = 140$ м/хв; частота обертання шпинделя $n = 400$ хв⁻¹. Сила різання $F_p = 800$ Н. Для закріплення заготовки на даній операції застосовується трьохкулачковий самоцентруючий пневматичний важільний патрон, що здійснює закріплення заготовки від обертального пневматичного циліндра двобічної дії.

Необхідно: розрахувати головні елементи патрону та пневмоциліндра, вибрати та розробити опис конструкції та технічних вимог до них

Методика розрахунку патрона та пневмоциліндра.

Визначаємо силу F_{np} привода для закріплення оброблюючої заготовки, тобто, силу яка передається штоком пневмоциліндра за формулою:

$$F_{np} = F_{зат} \times m \times K_T \times \left(1 + \frac{3 \times \ell}{\ell_1} \times f_1\right) \times \frac{a}{b}; \quad H$$

де $F_{зат}$ - вимоглива сила затискання на кожному кулачку:

$$F_{зат} = F_p \times \frac{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times D_1}{m \times f \times D} \times K_T; \quad H$$

де m - кількість кулачків ($m = 3$).

$K_T = 1,05$ - коефіцієнт, включаючий допоміжні сили тертя в патроні;

ℓ - виліт кулачка від його опори до центру прикладення сили затиску (конструктивно $\ell = 40$ мм).

ℓ_1 - довжина направляючої частини кулачка (при затиску заготовки діаметром $D = 160$ мм в патроні з зовнішнім діаметром 250 мм $\ell_1 = 65$ мм);

$f_1 = 0,1$ - коефіцієнт тертя в направляючих кулачках;

"а" та "в" - плечі важеля привода до осі штоку (конструктивно "а" = 20 мм та "в" = 100 мм);

$F_p = 800$ Н сила різання;

$\alpha = 90^\circ$ - кут призми кулачка (при радіусних кулачках)

D_1 - діаметр оброблюючої поверхні (при підрізці торця $D_T = 160$ мм);

f - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях кулачків (з гладкою поверхнею

$f_{гп} = 0,25$; з кільцевими канавками $f_{к.к} = 0,35$; з хрестоподібними канавками

$f_{хк} = 0,45$; із зуб'ями паралельно осі патрону $f_3 = 0,8$);

Приймаємо $D = 160$ мм - діаметр затисненої поверхні;

K - коефіцієнт запасу, виконується пристосовно для конкретних умов обробки за формулою;

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

де $K_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу;

K_1 - коефіцієнт врахування збільшення сили різання при переривному різанні; приймаємо $K_3 = 1$;

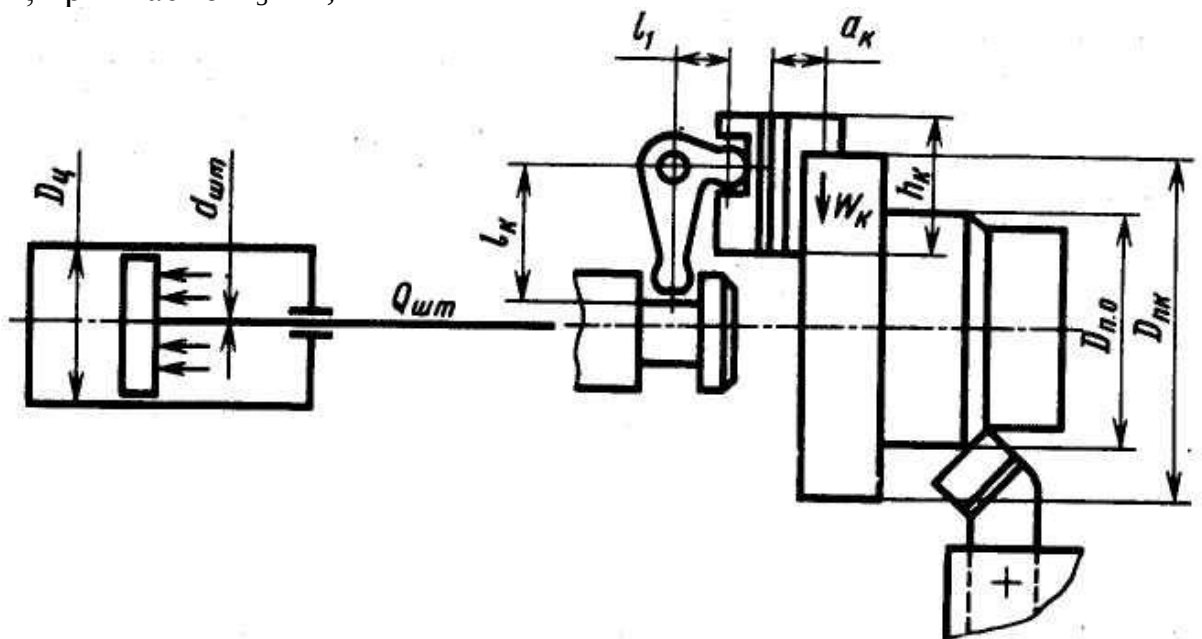


Рис. 2.14. Схема обробки поверхні зовнішнього діаметру деталі при використанні трьохкулачного патрону з пневматичним приводом затиску деталі.

K_4 - коефіцієнт врахування постійності сили затиску (для механічних пневматичних приводів $K_4 = 1$; для ручних лещат $K_4 = 1,3 \dots 1,6$)

звідки отримуємо $K = 1,5 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,8$

Підставляючи цифрові значення величин у формули, одержимо:

$$F_{\text{зат}} = 800 \times \frac{1 \times 160}{3 \times 0,35 \times 160} \times 1,8 = 1371 H$$

$$F_{\text{пр}} = 1371 \times 3 \times 1,05 \times \left(1 + \frac{3 \times 40}{65} \times 0,1\right) \times \frac{20}{100} = 1023 H$$

Передаюча штоком сила (Н) у пневмоциліндрах двобічної дії рівна:

$$F_{\text{п.ц.}} = 10 \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times \rho \times \eta = 10 \times \frac{3,14 \times 150^2}{4} \times 0,4 \times 0,85 = 6000 H$$

де D - діаметр поршня пневмоциліндра, мм (приймаємо $D = 150$ мм)

ρ - тиск стисненого повітря у магістралі, МПа;

Приймаємо $\rho = 0,4$ Мпа;

$\eta = 0,85$ ккд циліндра.

Якщо значення сили відоме, то можливо вирахувати діаметр поршня циліндра за формулою (або зробити перевірку правильності вибору діаметру)

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{F_{\text{п.ц.}}}{\rho_{\text{в}} \times 0,78 \times \eta}} = \sqrt{\frac{6000}{0,4 \times 0,78 \times 0,85}} = 150 \text{ мм}$$

Вибираємо найближчий більший діаметр циліндра $D = (150 \text{ мм})$

Установка заготовки в цанговому патроні

Цангові патрони застосовують для затиску каліброваних прутків різного профіля, які обробляються на револьверних верстатах і автоматах, і для затиску тонкостінних заготовок на револьверних і шліфувальних верстатах. В цангових патронах центрірування і затиск прутка або штучної заготовки цангою виконується осьовою силою на штоці механізованого приводу патрона. Розрахунок затискних зусиль при закріпленні заготовок в універсальних цангових патронах (рис.2.14) Осьова сила N на штоці механізованого приводу для затиску втягуючою цангою заготовки при відсутності внутрі цанги упора для точної установки заготовки по довжині:

$$N = (Q + Q') \operatorname{tg}(a/2 + \varphi) \quad (48)$$

де Q - потрібна сумарна сила затиску, рівномірно діюча по базовій поверхні заготовки;

Q' - сила попереднього стиснення пелюсток цанги для знешкодження зазора між пелюстками цанги і поверхнею затискаючої заготовки;

a - кут при вершині конуса цанги ($a = 30 \dots 40^\circ$)

φ - кут тертя між конічною по верхньою цанги і стискаючою втулкою ($\varphi = 7^\circ$)

Сумарна сила затиску Q визначається із рівняння статички:

$$Q f = K (\sqrt{P_z^2 + P_x^2})$$

Звідси:

$$Q = K / f (\sqrt{M^2 / r^2 + P_x^2}) \quad (49)$$

де K - коефіцієнт запаса;

f -коефіцієнт тертя між цангою і оброблюючою заготовкою ($f=0,24\dots0,5$);

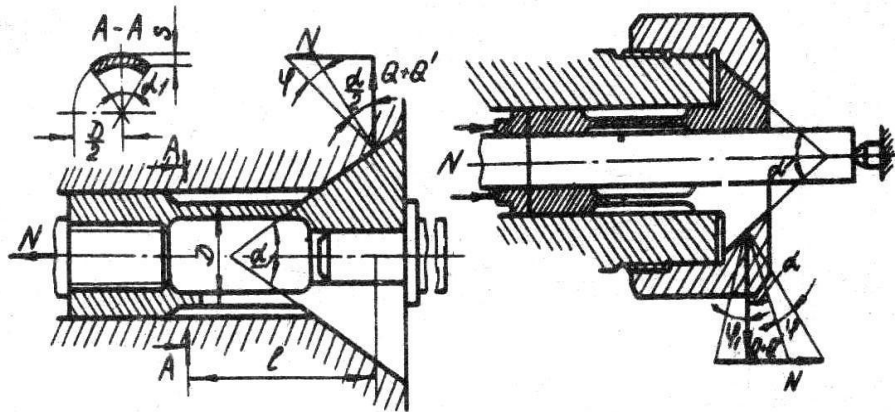


Рис.2.14 Схема установки і визначення зусилля затиску в цанговому патроні

M -момент, який передається цангою;

r -радіус базової затисненої частини заготовки;

P_x -сила, яка діє вздовж вісі заготовки, при обробці ($P_x=0,25P_z$).

Мембранні патрони.

Мембранні патрони застосовують для точного центрірування і затиску заготовки на токарних і шліфувальних верстатах. В мембранних патронах оброблюючі заготовки установлюють по зовнішній або по внутрішній поверхні. Базові поверхні заготовки повинні бути оброблені по 8...6 квалітетам точності. Мембранні патрони забезпечують точність центрірування заготовки 0,004...0,007мм.

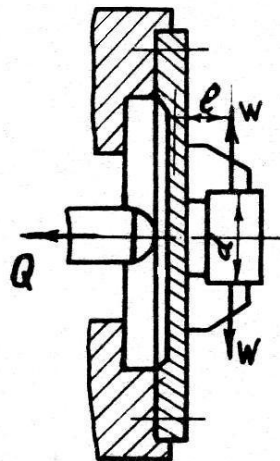


Рис.2.15 Схема установки і визначення зусилля затиску в мембранному патроні

Послідовність розрахунку мембран, які забезпечують затиск заготовки силою пружності:

- Радіальна сила на одному кулачці мембранного патрона, яка забезпечує

передачу крутного моменту M_{pi3} :

$$W = K M_{pi3} / n f r \quad (50)$$

де K -коефіцієнт запаса;

f -коефіцієнт тертя між базовою поверхнею кулачків ($f=0,15 \dots 0,18$);

r -радіус базової поверхні заготовки для чашечних мембран;

n -кількість кулачків ($n=6 \dots 12$).

- сила W викликає момент M_3 , який згинає мембрану:

$$M_3 = W n l / 2 \pi r \quad (51)$$

де l - відстань від середини кулачків до середньої площини мембрани.

- радіусом зовнішнього контуру мембрани D задаються виходячи із конструктивних міркувань;
- визначається відношення $m = D / 2 r$
- згинаючий момент M_3 складається із M_1 і M_3 .

Моменти M_1 і M_3 в долях від M_3 ($M_3=1$) знаходимо від m , ($M_3=m M_3$) згідно слідуючих даних:

$D/2 r$	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
M_1	0,785	0,645	0,56	0,51	0,48	0,455	0,44	0,42
M_3	0,215	0,355	0,44	0,49	0,52	0,545	0,56	0,58

- визначається циліндрична жорсткість мембрани:

$$B = E h^3 / [12(1 - \mu^2)] \quad (52)$$

де E -модуль пружності ($E=2,1 \cdot 1000 \text{ кПа}$);

h -товщина мембрани ($h=0,1 \dots 0,07$), см;

μ -коефіцієнт ($\mu=0,3$)

- кут φ розжиму кулачків при закріпленні заготовки з найменшим граничним розміром:

$$\varphi = M_3 r / B(1 - \mu) \text{ рад.} \quad (53)$$

- кут φ' найбільшого розжиму кулачків

$$\varphi' = \varphi + \delta / 2 l + \Delta / 2 l = \varphi + (1 / 2 l) \cdot (\delta + \Delta) \text{ рад.} \quad (54)$$

де δ -допуск на неточність виготовлення оброблюючої заготовки по базовій поверхні;

Δ -зазор між оброблюючою заготовкою і кулачками для закладення заготовки

($\Delta=0,01 \dots 0,03 \text{ мм}$);

- сила на штоці механізованого приводу патрону, необхідна для прогину мембрани і розведення кулачків при розжимі заготовки:

$$Q = 4 \pi B \varphi' / r \ell n 2^2 / D \quad (55)$$

Приклад 2.2. Розрахувати штирковий повідковий плаваючий центр, який призначений для центрування та обертання оброблюючої деталі при обробці на токарних та шліфувальних верстатах

1. Опис конструкції пристосування

Обробка валів з установкою в нормальних центрах із застосуванням хомутиків і повідкової планшайби має ряд недоліків:

- а) необхідні витрати часу на зажим та зняття хомутика;
- б) хомутик не дозволяє виконувати наскрізну обробку;
- в) при різній глибині зацентровки при установці зміщуються в осьовому напрямленні, що не дозволяє виконувати обробку ступінчастих деталей по копіру.

Застосування штиркових повідкових плаваючих центрів усувають ці недоліки. Для токарних і шліфувальних операцій розробляємо конструкцію штиркового повідкового плаваючого центра.

Його складова частина: 1 – корпус, 2 – пробка, 3 – установочна гайка, 9 – повідки (три штирка), які установлені через 120° , 5 – пружина, 6 – центр, 7 – шайба, 8 – шпилька, 4 – гайка, 10 – стопорний гвинт, 11 – стопорний гвинт.

Штирковий плаваючий центр призначений для центрування та обертання оброблюючої деталі при обробці на токарних та шліфувальних верстатах.

Крутний момент на шпинделі верстата передається за допомогою штиркових повідків 9, який при установці деталі врізається в торець деталі. Конструкція передбачає піджим деталі обертовим центром задньої бабки із зусиллям не більше 2000Н. Опорою для повідка служить сферична шайба, що дозволяє повідкам самоустановлюватися на деякий кут у випадку скошеного торця заготовки.

Осьові розміри: конус Морзе 5;

$D_1 = 44,399$ мм; $D_2 = 80$ мм; $L = 260$ мм; $l = 100$ мм; $l_1 = 15$ мм; $l_2 = 20$ мм.

2. Розрахунок зусилля затиску деталі

Визначаємо глибину занурення штирків в метал торця деталі за формулою:

$$h = \sqrt{\frac{F_z \times D}{D_1 \times \sigma_T \times n \times \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}} = \sqrt{\frac{1555 \times 110}{80 \times 800 \times 3 \times 0,5774}} = 1,24 \text{ мм}$$

Визначаємо зусилля на штоці силового приводу за формулою:

$$F_{\text{пр}} = \frac{\pi \times F_z \times D \times \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}{D_1 \times n} = \frac{3,14 \times 1555 \times 110 \times 0,5774}{80 \times 3} = 1292 \text{ Н}$$

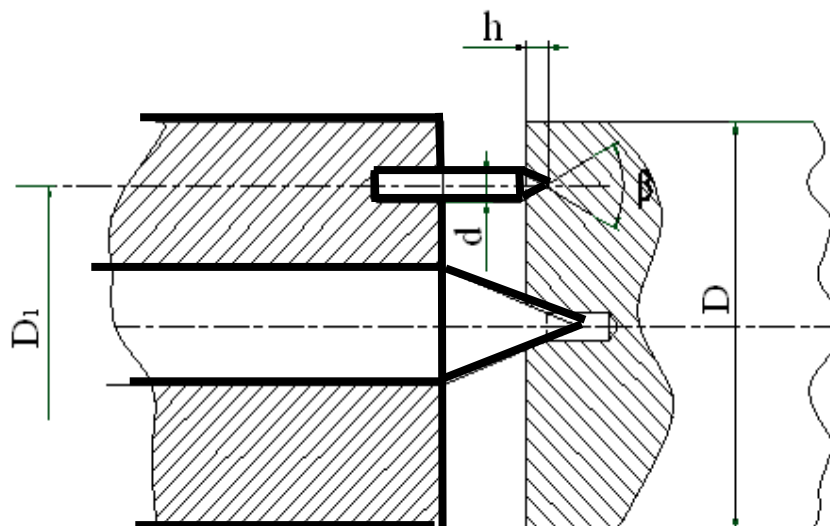


Рисунок 2.16 Схема до розрахунку прикладу 2.2

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

- 2.1 Призначення технологічної оснастки для встановлення заготовок.
- 2.2 Перелічіть основні вимоги до установочних елементів пристосувань.
- 2.3 Охарактеризуйте спосіб встановлення заготовок плоскими базовими поверхнями.
- 2.4 Що таке самовстановні та регульовані опори?
- 2.5 Як визначають натяг між оправкою та заготовкою?
- 2.6 Встановлення заготовок на центрові отвори.
- 2.7 Для чого один із установних пальців роблять зрізаним?

Рекомендована література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р. -295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування(дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с

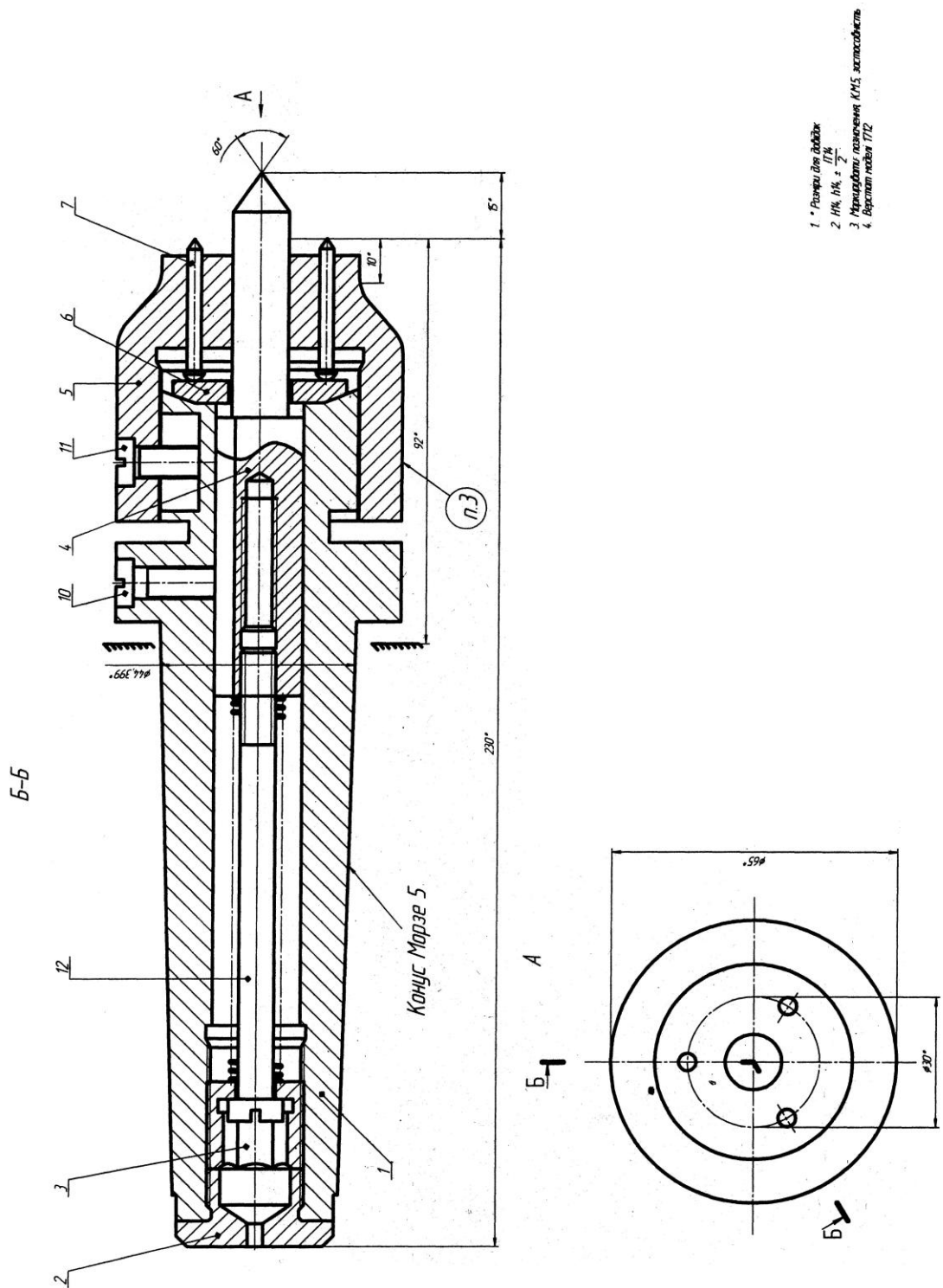


Рис.2.17 Штирковий плаваючий центр призначений для центрування та обертання оброблюючої деталі при обробці на токарних та шліфувальних верстатах

Тема 2.2. Визначення зусиль затискання при свердлінні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей

Методичні вказівки

Установка заготовок для МО отворів на свердлильних верстатах можлива в кондукторах. Пристосування для обробки отворів, які мають кондукторні втулки для направлення різального інструмента (свердла, зенкера, розвертки), називаються кондукторними втулками.

Кондукторні втулки установлюються в стінках корпусів пристосувань, або плит, які називаються кондукторними плитами. Ці плити бувають постійні, шарнірні, або відкідні, знімальні або накладні, підвісні і під'ємні.

Постійні плити виконуються заодно з корпусом кондуктора. Кондукторна плита і корпус можуть бути виготовлені окремо, при цьому плита прикріплюється до корпусу гвинтами, а для забезпечення точності її установки застосовують установочні контрольні штифти.

Шарнірні або відкідні плити виготовляються окремо від корпусу, вони зв'язані з корпусом шарнірно для зручності установки і здійснення обробляючої заготовки. Ці плити характеризуються пониженою точністю.

Знімальні плити не мають постійного зв'язку з корпусом пристосування, координуються з ним за допомогою точно розміщених на корпусі пальців і при необхідності кріпляться до обробляючої заготовки за допомогою болтів, гайок, шайб або пневмоприводу, який змонтований на столі верстата. Кондуктори зі знімальними плитами застосовують при виготовленні великих деталей. Знімальні плити забезпечують більш високу точність обробки зрівнюючи з відкидними і більшу вільність доступу до обробляючої деталі.

Під'ємні плити - плити, які знаходяться в постійному зв'язку з корпусом пристосування за допомогою направляючих колонок (скалок). Підймання плити здійснюється за допомогою спеціальних механізмів. Свердлильні пристосування з під'ємною кондукторною плитою називаються скальчатими кондукторами.

2.2.1 Розрахунок затискних зусиль при обробці заготовок на свердлильних верстатах.

Заготовка установлюється на нижню базуючу поверхню і затискається прихватом (рис.2.19) або торцевим затискачем (рис.2.20 і 2.21)

Виникаюча сила різання P_z утворює крутий момент M_k , який прагне повернути заготовку навколо вісі OO_1 . Цьому моменту протидіє момент тертя, який утворюється силою затискання W і осьовою силою P_o . А тому величина сили затиску буде незначна, вона повинна надійно затиснути заготовку в момент засвердлювання. Сила затиску заготовки прихватом з врахуванням коефіцієнта запасу визначається за формулою:

$$W = K M_k / fR \quad (56)$$

Тут коефіцієнт запасу K має найменше значення, тобто в формулі не враховується осьове зусилля P_o .

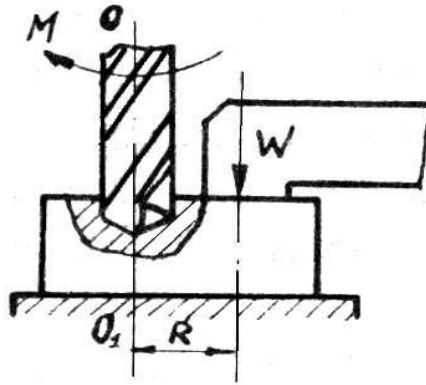


Рис.2.19 Схема розрахунку затискних зусиль при обробці заготовок на свердлильних верстатах

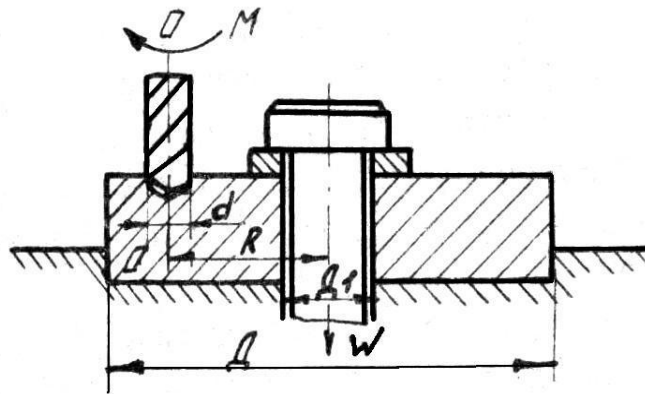


Рис.2.20 Схема розрахунку затискних зусиль при обробці заготовок на свердлильних верстатах

Сила затиску заготовки при торцевому закріпленні визначається із рівняння:

$$(W + P_o)fr = 2 M_k/d \times KR, \quad (57)$$

Звідси:

$$W = (2K M_k R/d fr) - P_o, \quad (58)$$

де f – коефіцієнт тертя ($f = 0,1 \dots 0,15$);

$$r = D - d/2$$

P_o – осьове зусилля;

K – коефіцієнт запасу;

M_k – крутний момент, який утворюється свердлом;

R – відстань від вісі свердла до вісі або до точки закріплення заготовки.

Силу затиску заготовки при торцевому закріпленні в накладному кондукторі можна визначити за формулою:

$$W = K M_k n^{1/3} f \times (D^3 - D_1^3/D^2 - D_1^2) \quad (59)$$

де n – кількість одночасно працюючих свердел.

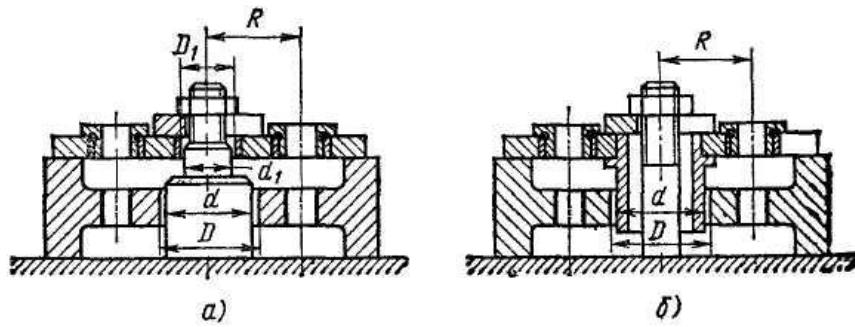


Рис. 2.21 Схема базування і розрахунку затискних зусиль при обробці заготовок на свердлильних верстатах в накладному кондукторі

Заготовка установлюється в призмі і затискається прихватом

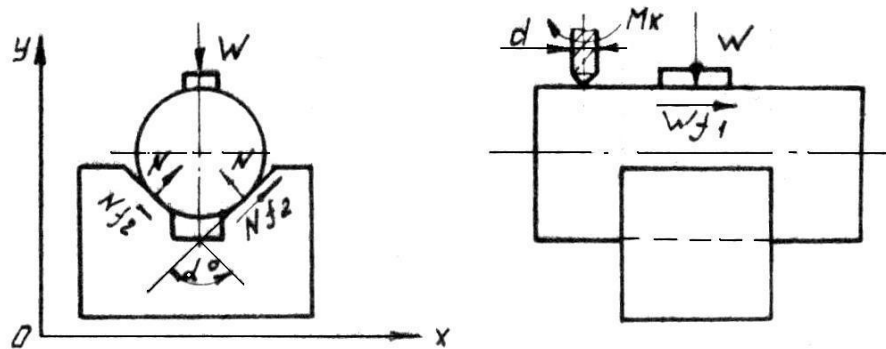


Рис. 2.22 Схема розрахунку затискних зусиль при обробці заготовки на свердлильному верстаті установленій в призмі з прихватом

Вісьове зусилля P_o і сила затиску однаково направлені і затискають заготовку до установочних поверхонь призми (рис.2.22)

Виникаюча окружна сила різання P_z в початковий момент свердлення може здвинути заготовку в вістовому напрямленні, а при подальшому свердленні заготовка може провертатися навколо вісі і одночасно при підійматися на призмі. На заготовку, яка лежить на призмі і яка знаходиться під дією сили затиску, діють три сили, які утворюють загальну силу тертя:

$$\Sigma F = F_1 + 2F_2 \quad (60)$$

Сила тертя між заготовкою і прихватом:

$$F_1 = W f_1 \quad (61)$$

Дві сили F_2 -сили тертя, які викликані реакціями на поверхнях призм. Щоб утримати заготовку від провертання до кожної грані призм необхідно прикласти нормальну силу N , тоді:

$$F_2 = N f_2 \quad (62)$$

де f_1 і f_2 -коефіцієнти тертя контактуючих поверхонь заготовки з прихватом і призмою.

Розглядаючи проекції всіх сил, які діють на вертикальну вісь вала, установлюємо, що:

$$- W + 2N \cos(90^\circ - \alpha/2) = 0$$

Звідси:

$$2N = W / \sin \alpha/2$$

Підставляючи значення N в формулу (61), отримаємо:

$$F_2 = W f_2 / 2 \sin \alpha/2 \quad (63)$$

Складемо рівняння рівноваги сил з підставленням значень F_1 і F_2 і, після введення коефіцієнта запасу, отримаємо:

$$W(f_1 + f_2 / \sin \alpha/2) = 2KM_k / d$$

Звідси:

$$W = 2KM_k / (f_1 + f_2 / \sin \alpha/2) d \quad (64)$$

де d – діаметр свердла;

α – кут при вершині призми, град.

Вісьова сила затиску при свердленні направлена вздовж вісі заготовки і перпендикулярна до сили затиску (рис. 2.23)

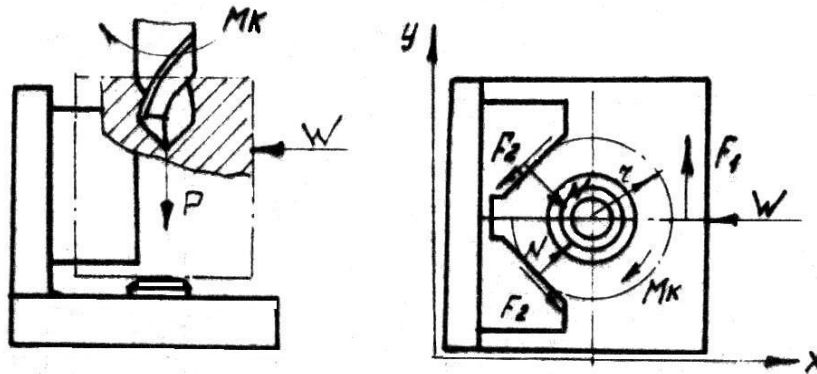


Рис. 2.23 Схема розрахунку затискних зусиль при обробці заготовки на свердлильному верстаті установленій в призмi з прихватом

Крутний момент M_k , який виникає при свердленні, буде намагатися повернути заготовку навколо вісі, а момент тертя, який утворений силою затиску, перешкоджати цьому. Вісьова сила P_o буде намагатися здвинути заготовку вздовж вісі.

Рівняння моментів буде:

$$2F_2 r + F r = M_k \quad (65)$$

де r – радіус зовнішньої циліндричної поверхні заготовки на ділянці контакту з призмою;

F_1 і F_2 – сили тертя відповідно між заготовкою і затискним улаштуванням, які викликають реакціями на поверхні призми:

$$F_1 = W f_1 \quad (66)$$

$$F_2 = N f_2 \quad (67)$$

де f_1 і f_2 – коефіцієнти тертя контактуючих поверхонь заготовки з затискним улаштуванням і призмою.

Розглядаючи проекції всіх сил, які діють на вертикальну вісь вала, установлюємо, що:

$$-W + 2N \cos(90^\circ - \alpha/2) = 0$$

Звідси:

$$2N = W / \sin \alpha/2$$

Підставляючи значення N в формулу (61), отримаємо:

$$F_2 = W f_2 / 2 \sin \alpha/2 \quad (68)$$

Складемо рівняння рівноваги сил з підставленням значень F_1 і F_2 і, після введення коефіцієнта запаса, отримаємо:

$$W r (f_1 + f_2 / \sin \alpha/2) = K M_k$$

Звідси:

$$W = K M_k / r (f_1 + f_2 / \sin \alpha/2) \quad (69)$$

де r - радіус заготовки ;

α - кут при вершині призми, град

Отримане значення W слід перевірити на відсутність вістового зміщення заготовки:

$$W f_1 + W f_2 \sin \alpha/2 = K P_o$$

або:

$$W = K P_o / f_1 + f_2 \sin \alpha/2 \quad (70)$$

Заготовки установлюються на дві призми (рис. 2.24)

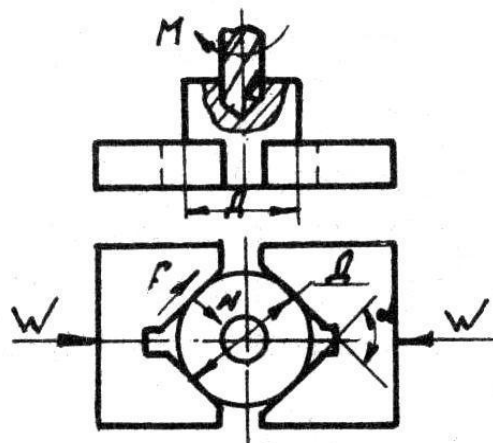


Рис. 2.24 Схема розрахунку затискних зусиль при обробці заготовки на свердлильному верстаті установленій на дві призми.

Необхідну величину сили затиску визначають із рівняння моментів:

$$4F D/2 = K M_k \quad (71)$$

Щоб утримати заготовку від провертання під дією крутного моменту M_k , до кожної грані призми необхідно прикласти нормальну силу N .

Сила тертя, яка утримує заготовку:

$$F = N f, \quad (72)$$

де f - коефіцієнт тертя.

Сила затиску: $W = 2N \cos(90^\circ - \alpha/2)$

Звідси: $N = W/2 \sin \alpha/2$

Підставляючи значення N і F в рівняння (71), отримаємо

$$4f = W/2 \sin \alpha/2 \times D/2 = KM_k$$

Звідси:

$$W = KM_k \sin \alpha/2 / D f \quad (73)$$

де D - діаметр заготовки

Заготовка установлюється нижчою плоскістю на дві опорні пластини і отвором на зрізаний палець, боковою плоскістю на додаткову установочну пластину (рис. 2.25)

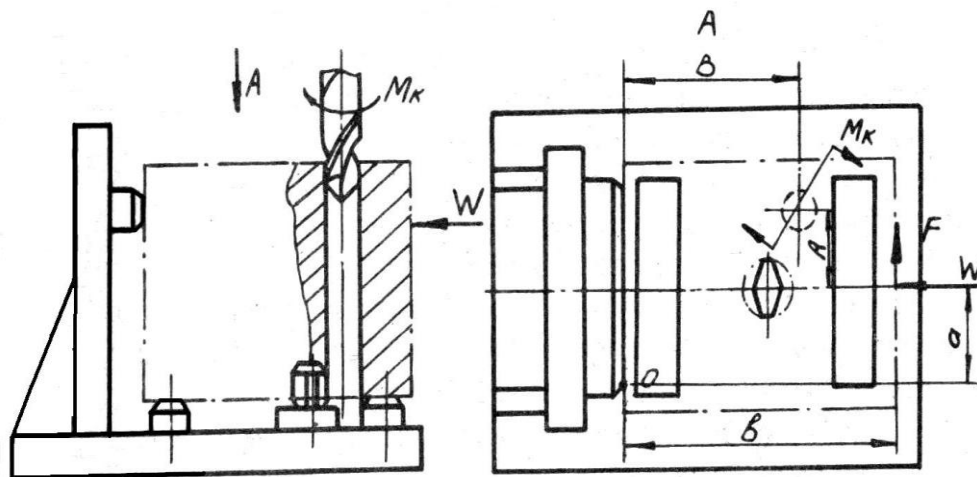


Рис. 2.25 Схема розрахунку затискних зусиль при обробці заготовки на свердильному верстаті установленій нижчою плоскістю на дві опорні пластини і отвором на зрізаний палець, боковою плоскістю на додаткову установочну пластину

При свердленні на заготовку діє вісьова сила P_o і крутний момент M_k . При розрахунку вістову силу P_o враховувати не будемо. Під дією моменту M_k заготовка може повернутися в горизонтальній плоскості. Від повертання вона утримується зусиллям W і тертям між затискними елементами і заготовкою - $F = W f$, де f - коефіцієнт тертя між заготовкою і затискними елементами. Із рівноваги заготовки відносно точки O , отримаємо:

$$M_k - W a - F b = 0 \quad (74)$$

де a і b - плечі сил.

Після введення коефіцієнта запаса K , отримаємо:

$$W = KM_k / a + f b \quad (75)$$

Приклад 2.3 Розрахувати та спроектувати кондуктор для свердлення 6-ти отворів в деталі "Маточина"

2.3.1 Опис та розрахунок пристосування на свердлильну операцію

2.3.1.1 Опис конструкції і роботи пневмозатискного кондуктора

Свердління 3 отв. 14 ф9мм та 6 отв. 10 ф9мм проводиться слідуючим чином: "Маточина" установлюється отвором ф80H7 на центровик 6, котрий встановлений на основі корпусу 2 кондуктора, а верхня частина деталі притискується кондукторною плитою 5 з направляючими втулками 9 із силою затиску $F_3=2857$ Н утримує деталь від прокручування.

Робота пневмозатискного кондуктора виконується слідуючим чином: при подачі зтисненого повітря в безштокову порожнину пневмоциліндра шток 4 з верхньою плитою 5 піднімається вгору на висоту $h_{\max}=45$ мм і в такому положенні штока 4 ми установлюємо деталь на центровик 6. Потім при подачі зтисненого повітря у верхню частину пневмоциліндра, верхня плита 5 кондуктора утримує деталь від провертання.

2.3.2 Визначення похибок базування

Похибка базування при установці деталі на центровик 6 визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned}\varepsilon_6 &= 0,5 \times \delta_d, \text{ мм} \\ \varepsilon_6 &= 0,5 \times 0,03 = 0,015 \text{ мм}\end{aligned}$$

де δ_d – допуск на розмір діаметра отвору

2.3.3 Визначення зусиль затиску деталі в кондукторі

1. Визначаємо осьову силу різання

$$F_x = 10 \times C_F \times D_F^q \times S_F^y \times K_{MF}; \text{ Н}$$

де коефіцієнти вибираємо згідно таблиці 31 стор. 436

$$C_F=68; q_F=1; y_F=0,7$$

$$K_{MF} = \left(\frac{\sigma_{\text{то}}}{750} \right)^{0,75}$$

$$K_{MF} = \left(\frac{640}{750} \right)^{0,75} = 0,853^{0,75} = 0,886$$

$$F_x = 10 \times 68 \times 9^1 \times 0,5^{0,7} \times 0,886 = 2967 \text{ Н}$$

2. Визначаємо крутний момент

$$M_{\text{кр}} = 10 \times C_M \times D_M^q \times S_M^y \times K_{MF}; \text{ Н}$$

Згідно табл. 31 стор. 435 знаходимо коефіцієнти: $C_M=0,0345$; $q_M=2$; $y_M = 0,8$

$$M_{\text{кр}} = 10 \times 0,0345 \times 9^2 \times 0,5^{0,8} \times 0,886 = 11,24 \text{ Нм}$$

3. Визначаємо силу закріплення

$$F_3 = \frac{K \times M_{\text{кр}} \times n}{0,33 \times \left(\frac{D_1^3 - D^3}{D_1^2 - D^2} \times f \right)}, \text{ Н}$$

де K – коефіцієнт запасу, $K=1,5 \dots 2,5$

n – кількість одночасно обробляючих отворів, $n = 1$

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,15 \dots 0,25$

$$F_3 = \frac{2,5 \times 11,24 \times 1}{0,33 \times \left(\frac{0,16^3 - 0,1^3}{0,16^2 - 0,1^2} \times 0,15 \right)} = 2857 \text{ Н}$$

4. Визначаємо діаметр циліндра пневмоприводу

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{F_3}{\rho_{\text{в}} \times 0,78 \times \eta}}, \text{ мм}$$

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{2857}{0,4 \times 0,78 \times 0,85}} = 106 \text{ мм}$$

Приймаємо ближній більший стандартний діаметр циліндра (поршня)

$$D_{\text{ц}} = 150 \text{ мм}$$

5. Визначаємо діаметр зажимного штоку

$$d_{\text{шт.}} = 0,33 \times D_{\text{ц}}, \text{ мм}$$

$$d_{\text{шт.}} = 0,33 \times 150 = 50 \text{ мм}$$

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

- 2.1 Призначення затискачів.
- 2.2 Чи можна обробляти різанням заготовки без їх закріплення?
- 2.3 Які сили діють на заготовку під час механічної обробки різанням?
- 2.4 Для чого застосовують у технологічних пристосуваннях упори?
- 2.5 Перелічіть затискачі, що запобігають зсуву заготовок під дією сил різання.
- 2.6 Які затискачі запобігають повертанню заготовок під час їх оброблення?
- 2.7 Які затискачі одночасно запобігають зсуву та повертанню заготовок під час їх оброблення?

Рекомендована література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. – Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р. -295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. – М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с

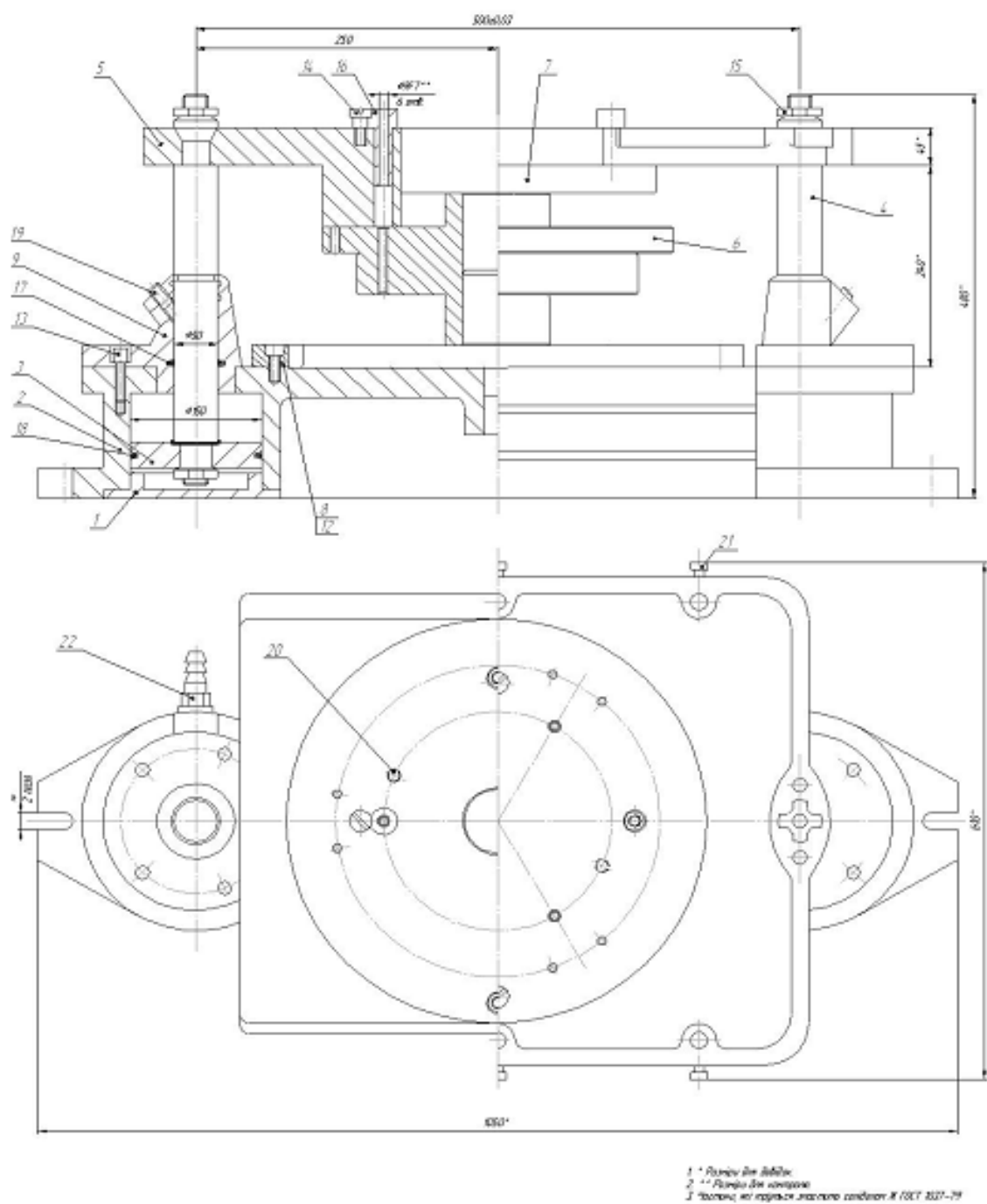


Рис.2.26.Кондуктор для свердлення 6-ти отворів в деталі "Маточина"

Тема 2.3 Визначення зусиль затискання при фрезеруванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей

Методичні вказівки

Фрезерування містить різні методи обробки з різними за величиною і напрямленням силами різання. Це ускладнює визначення потрібної сили затиску з використанням єдиної методики. Тому при розрахунку сили затиску використовуються спрощені способи із застосуванням поправочних коефіцієнтів. Пристосування для фрезерних верстатів бувають універсальними, універсально-збірними, універсально-налагодчими, груповими і спеціальними.

Машинні лещата відносяться до групи універсальних пристосувань, які допускають переналагодження. Корпус із саночками і механізм затискання лещат-постійний. Налагодження складається із змінних губок та інших установочних елементів, які проектується і виготовляються у відповідності з формою і розмірами оброблюючих заготовок. Розрахунок затискних зусиль при закріпленні заготовок в пристосуваннях лещатного типу (рис.2.26)

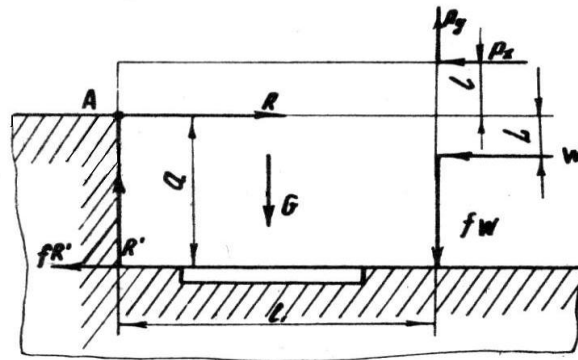


Рис. 2.26 Схема розрахунку затискних зусиль при обробці заготовки на фрезерному верстаті в пристосуванні лещатного типу.

У випадку, коли горизонтальна складова P_x сили різання направлена перпендикулярно затискним плоскостям губок, а складова P_y - паралельно цим плоскостям, потрібна сила затиску може бути визначена із рівняння моментів відносно точки A всіх сил, які діють на оброблювану заготовку:

$$P_x l + P_y l_1 - G \times l_1 / 2 - W f, l_1 - W L - F a \quad (76)$$

де l - плече сили P_x ;

l_1 - плече сили P_y при максимальному усуненні інструмента від нерухомої губки;

F - сила тертя на опорній поверхні $[F - (G + W F - P_y) f]$;

a - висота нерухомої губки над установочною поверхнею для оброблюваної заготовки.

G - маса заготовки;

f - коефіцієнт тертя.

Підставляючи значення F в рівняння (76), і вирішуючи це рівняння відносно W і при введенні коефіцієнта запаса K , отримаємо:

$$W = K [P_y(l_1 + a f) + P_x l - G(l_1/2 + a f)] / a f^2 + l_1 f + F \quad (77)$$

При направленні подачі паралельно плоскості губок затискне зусилля визна-чається за формулою:

$$W = K \times P_o / 2f_1 \quad (78)$$

де P_o -окружне зусилля

Розглянемо методику розрахунку сил затиску для найбільш розповсюджених методів фрезерування з прямолінійною подачею. Заготовка установлюється основою і боковою плоскістю з упором в торець:

- фрезерування здійснюється циліндричною або дисковою фрезою (2.27)

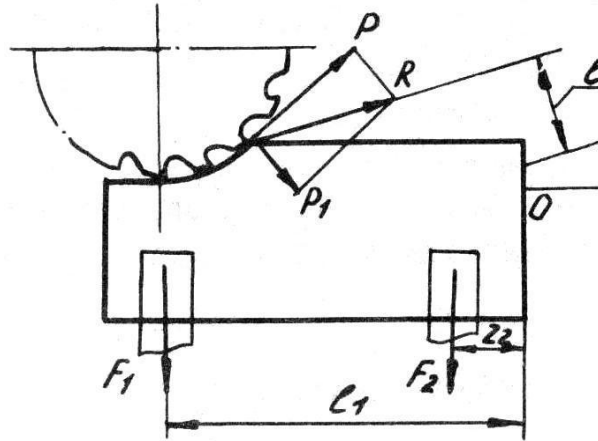


Рис.2.27 Схема розрахунку сил затиску для фрезерування з прямолінійною подачею

На заготовку діє рівнодіюча сила різання R , яка утворює момент Rl , який намагається повернути обробляючу заготовку навколо точки опори O . Протидія цьому надають моменти, які утворюються силами тертя F_1 і F_2 затискних прихватів пристосування. Для визначення сил тертя складемо рівняння моментів сил відносно точки опори O .

$$Rl - F_1 l_1 - F_2 l_2 = 0$$

Сила затиску на кожному прихваті буде:

$$W = K F / f \quad (79)$$

- фрезерування здійснюється кінцевою або шпонковою фрезою (2.28)

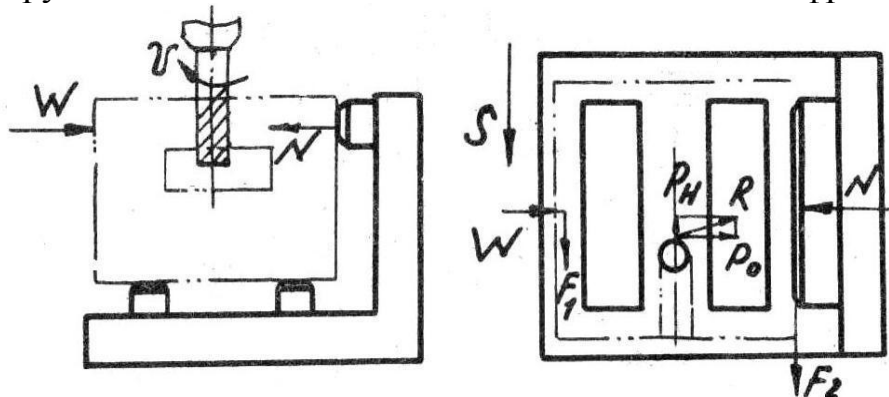


Рис.2.28 Схема розрахунку сил затиску для фрезерування кінцевою фрезою

При фрезеруванні паза при прийнятих методи установки і схеми закріплення заготовка під дією сили різання може переміщуватися вздовж опорних пластин. Складова сили різання, яка утворює переміщення заготовки, рівна P_n . Реакція опори складає:

$$N = W + P_o$$

Сили тертя F_1 — в місцях контакту заготовки з затискним улаштуванням і F_2 — з установочними елементами відповідно будуть рівні:

$$F_1 = f_1 N$$

$$F_2 = f_2 N = f_2 (W + P_o)$$

де f_1 — коефіцієнти тертя контактуючих поверхонь між заготовкою і затискними улаштуваннями;

f_2 — коефіцієнти тертя контактуючих поверхонь між заготовкою і установочними елементами.

Рівняння сил, складене із умов рівноваги заготовки, буде:

$$F_1 + F_2 = P_n.$$

Після підставлення значень F_1, F_2 і введення коефіцієнта запасу K рівняння буде мати вид:

$$W f_1 + f_2 (W + P_o) = K P_n.$$

Звідси:

$$W = K P_n - f_2 P_o / f_1 + f_2 \quad (80)$$

Заготовка установлюється на нижчу базуючи поверхню (фрезерування здійснюється торцевою або кінцевою фрезею)

- заготовка закріплюється при хватами (рис.2.29)

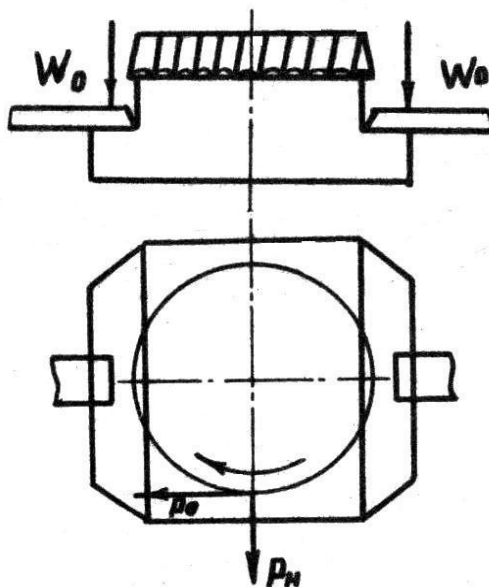


Рис.2.29 Схема розрахунку сил затиску для фрезерування торцевою фрезею

При застосуванні для затиску прихвати, які діють нормально до поверхні заготовки, повинні утворювати силу затиску, яка перешкоджає переміщенню обробляючій заготовці під дією окружної сили P_o і горизонтальної складової

сили різання P_n . Звичайно сили W_o затиску обох прихватів рівні, і, отже, сили тертя також рівні, можна записати:

$$F = W f$$

Надійний затиск заготовки забезпечується при умові, якщо:

$$W f > K \sqrt{P_n^2 + P_o^2}$$

Звідси:

$$W = K \sqrt{P_n^2 + P_o^2} / f \quad (81)$$

Зусилля на кожному прихваті буде:

$$W_o = W n \quad (82)$$

де n -кількість прихватів

- заготовка закріплюється центральним торцевим затискачем (рис.2.30)

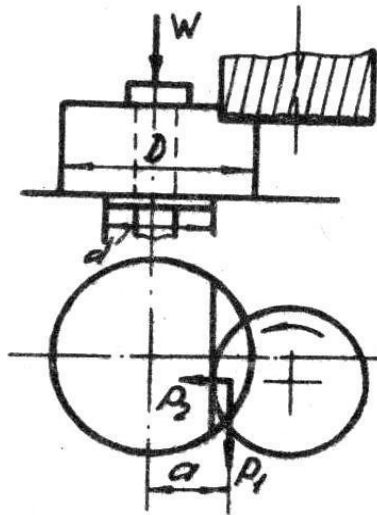


Рис.2.30 Схема розрахунку сил затиску для фрезерування торцевою фрезою при закріпленні центральним торцевим затискачем

Силу затиску заготовки при центральному торцевому затиску можна визначити за формулою:

$$W = K \times a \sqrt{P_n^2 + P_o^2} / f (D^3 - d^3) / (D^2 - d^2) \quad (83)$$

- заготовка устатковлюється на призму і затискається прихватом (рис.2.31)

При фрезеруванні торцевих поверхонь торцевою фрезою, пазів-дисковою трьохбічною фрезою виникають окружна сила P_o , осьова сила P_v і горизонтальна - P_n .

$$P_o = 2M_{різ} / D_{фр} = 2 \times 9600000 \times N_{різ} / D_{фр} \times n_{фр}$$

Сила затиску, яка діє від прихвата, повина викликати сили тертя F , які перебільшують суму зрушуючи сил P_o , P_n , P_v , які виникають при фрезеруванні не менше, ніж в K разів.

$$\Sigma F_{тер} > \sqrt{P_n^2 + P_o^2 + P_v^2} \quad (84)$$

$$\Sigma F_{тер} > K \sqrt{P_n^2 + P_o^2 + P_v^2} \quad (85)$$

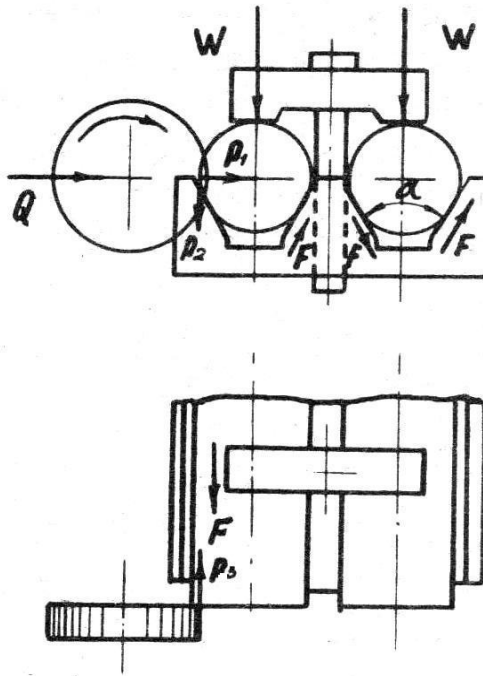


Рис.2.31 Схема розрахунку сил затиску для фрезерування фрезою при установці на призми і закріпленні прихватом

На заготовку, яка лежить на призмах і знаходиться під дією сили затиску, діють три сили, які складають загальну силу тертя:

$$\Sigma F_{\text{тер}} = F_1 + 2F_2 \quad (86)$$

Сила тертя між заготовкою і прихватом:

$$F_1 = W f_1 \quad (87)$$

де f_1 - коефіцієнти тертя

Дві сили F_2 - сили тертя, викликані реакціями на поверхні призм. Щоб утримати заготовку від провертання до кожної грані призм, необхідно прикласти нормальну силу N , тоді:

$$F_2 = N f_2 \quad (88)$$

на призмі.

Розглянемо проекції всіх сил, які діють на вертикальну вісь вала, установлюємо, що:

$$- W + 2N \cos(90^\circ - \alpha/2) = 0$$

Звідси:

$$2N = W / \sin \alpha/2$$

Підставляючи значення N в формулу (88), отримаємо:

$$F_2 = W f_2 / 2 \sin \alpha/2 \quad (89)$$

Складемо рівняння рівноваги сил з підставленням значень F_1 і F_2 і, після введення коефіцієнта запасу, отримаємо:

$$W(f_1 + f_2 / \sin \alpha/2) = K \sqrt{P_h^2 + P_o^2 + P_v^2}$$

Звідси:

$$W = K \sin \alpha / 2 \sqrt{P_{\text{н}}^2 + P_{\text{о}}^2 P_{\text{в}}^2} / f_1 (1 + \sin \alpha / 2) \quad (90)$$

де f - коефіцієнти тертя;

α - кут при вершині призми, град

Приклад 2.4 Вихідні дані: Деталь "Вал" $\varnothing 50\text{H}10(-0,1)$, установлюється на призми з кутом $\alpha=90^\circ$. Розмір глибини шпоночного пазу дорівнює $h=6^{+0,25}$ мм.

Ширина шпоночного пазу $B = 8\text{N}9(^{+0,062})$

Глибина різання $t = B = 8$ мм

Подача на зуб $= 0,1$ мм/зуб

Швидкість різання $V = 24$ м/хв.

Частота обертів шпинделя $n=200$ хв $^{-1}$

Рішення:

1. Опис конструкції пристосування

Деталь "Вал" 17 установлюється на призми 18 із затисочною планкою 12 до упору в торець деталі. При подачі стисненого повітря в штокову порожнину пневмокамери діафрагма 5 під тиском повітря зі штоком 10 опускається вниз і за допомогою затисочної планки 12, деталь притискається до призми 18. Після закінчення фрезерування пазів повітря подається в безштокову порожнину за допомогою рукоятки 28 на пневмовимикачі пневмокамери, шток 10 підіймається вгору і звільнює деталь.

2. Визначення похибок базування

Похибку базування можна визначити за наступною формулою:

$$E_{\delta} = 1,21 \times \text{ТД} \quad (\text{для кута призми } \alpha = 90^\circ)$$

де ТД – допуск на зовнішню циліндричну поверхню, на яку деталь установлюється на призму $\text{ТД} = -0,10$ мм.

Тоді похибка базування буде дорівнювати:

$$E_{\delta} = 1,21 \times 0,10 = 0,12 \text{ мм}$$

Така похибка базування по висоті укладається в допуск розміра 6, яка складає 0,25 мм, що являється достатнім допуском для обробки паза.

3. Визначення зусиль затискання деталі при закріпленні в призмах проводимо наступним чином:

3.1. Визначаємо силу різання за формулою:

$$F_p = \frac{10 \times C_F \times t^{X_F} \times S^{e_F} \times B^{U_F} \times Z}{D^{g_F} \times n^{w_F}} \times K_{M_F} = \frac{10 \times 68,2 \times 8^{0,85} \times 0,1^{0,75} \times 8^1 \times 3}{8^{0,73} \times 200^{-0,13}} \times 1,02 =$$

$$= \frac{10 \times 68,2 \times 5,856 \times 0,1778 \times 8 \times 3}{4,563 \times 1,9913} \times 1,02 = 1913 \text{ Н}$$

де коефіцієнти $C_F = 68,2$; $X_F = 0,85$; $U_F = 0,75$; $u_F = 1,0$; $g_F = 0,73$; $w_F = -0,13$

3.2. Визначаємо крутний момент

$$M_{кр} = \frac{F_z \times D}{2 \times 100} = \frac{1913 \times 18}{2 \times 100} = 76,5 \text{ Нм}$$

3.3. Визначаємо потужність різання

$$P = \frac{F_p \times V}{60} = \frac{1913 \times 24}{60} = 0,77 \text{ кВт}$$

3.4. Здвигаюча сила при затисканні та різанні деталі визначається за формулою:

$$F_{зд} = 1,2 \times F_z = 1,2 \times 1913 = 2296 \text{ Н}$$

3.5. Зусилля затискання деталі визначається за формулою:

$$F_{зат} = \frac{1,5 \times F_p}{f} = \frac{1,5 \times 1913}{0,45} = 6377 \text{ Н}$$

3.6. Визначаємо діаметр діафрагми внутрі камери за формулою:

$$D_d = \sqrt{\frac{F_{зат}}{\rho_v \times 0,580 \times \eta}} = \sqrt{\frac{6377}{0,4 \times 0,58 \times 0,95}} = 170 \text{ мм}$$

Приймаємо згідно з ГОСТом 1250 –84 діаметр пневмокамери (діафрагми) $D_d = 175 \text{ мм}$

Найбільше застосування пневмокамери діаметром 175, 200, 230, 250 мм

3.7. Визначаємо діаметр штока за формулою:

$$D_{шт} = 0,20 \dots 0,30 \times D_d = 0,20 \times 175 = 35 \text{ мм}$$

3.8. Визначаємо діаметр упорної шайби штока за формулою:

$$D_{ш} = 0,7 \times D_d = 0,7 \times 175 = 123 \text{ мм}$$

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

- 2.1 Призначення пристроїв для встановлення заготовок.
- 2.2 Чи можна обробляти різанням заготовки без їх закріплення?
- 2.3 Які сили діють на заготовку під час механічної обробки різанням?
- 2.4 Для чого застосовують у технологічних пристосуваннях упори?

Рекомендована література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р. -295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с

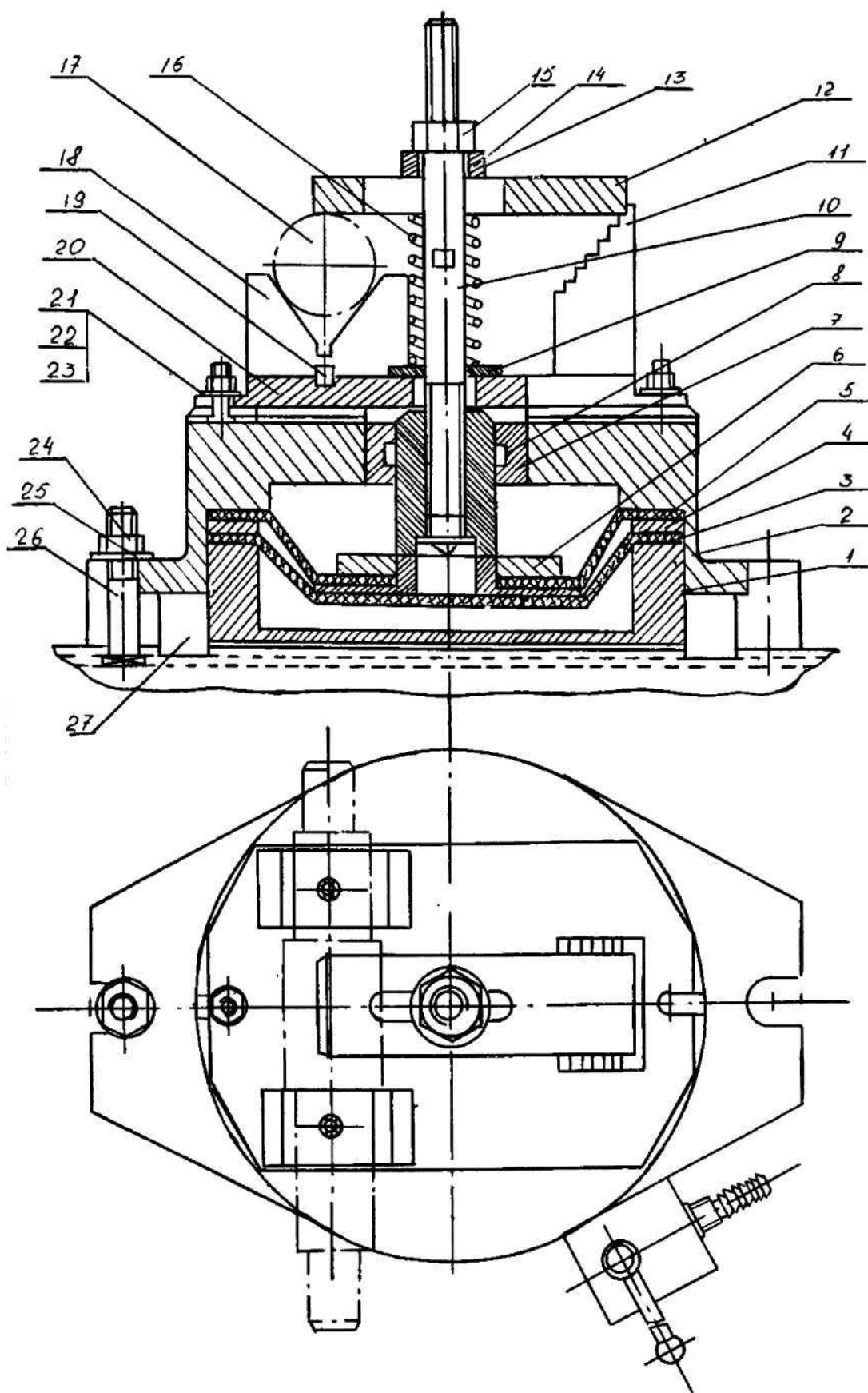


Рис.2.32 Пристосування для фрезерування пазів

Тема 2.4 Визначення зусиль затискання при зубофрезеруванні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей

Методичні вказівки

Для центрування і закріплення заготовок, які обробляються на зубофрезерних верстатах, застосовуються різноманітні оправки та інші centruючі улаштування. На конструкцію пристосування безпосередній вплив надають розміри зубчастих коліс, степінь їх точності, форма і розміри базових поверхонь, а також посадочних місць стола або шпинделя верстата, з котрим пристосування спрягається. В залежності від довжини маточини і загальної конфігурації зубчастого колеса основною установочною базою може бути отвір або торцева поверхня маточини. При довгому отворі воно звичайно приймається за основну базу, тоді торець використовується в якості додаткової бази з одною точкою опори. У плоских коліс і зубчастих вінців основною базою є торцева поверхня, а отвір є додатковою базою; в цьому випадку центрірування повинно виконуватися по вузькій циліндричній ділянці.

Розрахунок затискних зусиль при обробці заготовок на зубофрезерних верстатах.

Приклад 2.5. Необхідно спроектувати пристосування для фрезерування зубців в деталі "Зубчасте колесо".

1.Опис та розрахунок спроектованого пристосування

Пристосування спроектовано для зубофрезерної операції і призначається для закріплення заготовки при фрезеруванні зуб'їв на зубофрезерному напівавтоматі моделі 5К328П.

Пристосування є універсально-переналагоджувочим, що важливо для серійного виробництва. Використання поданого пристосування забезпечити точну та швидку установку усіх оброблюючих деталей в даному пристосуванні.

Пристосування складається з слідуєчих елементів :

- а) корпус, на якому встановлена кришка та пневмопривід ;
- б) зажимні елементи: пневмопривід мембранного типу, швидкоз'ємна шайба;
- в) установочні елементи : кришка, корпус тощо.

Закріплення пристосування на столі верстата виконується за допомогою 6-ти болтів. Деталь з внутрішнім отвором Ø80Н8 мм установлюється на направляючу втулку-центровик, а торцем упирається на основу пристосування. Для затискання деталі стиснуте повітря подається в штокову порожнину. Під дією повітря мембрана натягується, змінюючи положення штока, і утримує деталь. Для того, щоб зняти деталь після закінчення обробки, закінчується подача зтиснутого повітря, мембрана повертається, в початкове положення, і звільнює деталь.

2. Розрахунок пристосування

2.1. Розраховуємо похибку установки.

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{(\Delta \varepsilon_z)^2 + (\Delta \varepsilon_\phi)^2}$$

де $\Delta \varepsilon_\phi$ – похибка базування.

$\Delta \varepsilon_z$ – похибка закріплення = 0,02 мм.

$\Delta \varepsilon_y$ - похибка установки.

Похибка базування :

$$\Delta \varepsilon_\delta = \delta_a + \delta_b = 0,04 + (-0,04) = 0,08 \text{ мм.}$$

де δ_a, δ_b – допуски на діаметр отвору та діаметр оправки.

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{0,08^2 + 0,02^2} = \sqrt{0,068} = 0,0825 \text{ мм.}$$

2.2. Необхідне зусилля затиску

$$W = 2 \times F_z \times K \times \frac{D}{(D_1 + d)} \times f; H.$$

де f – коефіцієнт тертя між шайбою й заготовкою. ($f = 0.1 \dots 0.15$)

K – коефіцієнт запасу, $K = 1$.

D – діаметр деталі, $D = 328$ мм;

D_1 – діаметр шайби, $D_1 = 100$ мм;

d – діаметр оправки, $d = 80$ мм.

Окружна сила різання F_z розраховується за формулою:

$$\begin{aligned} F_z &= C_F \times m^{1,4} \times S^{0,95} \times t^{1,4} \times V^{-0,28} \times K_o \times K_m \times 9,81 = \\ &= 15 \times 4^{1,4} \times 1,7^{0,95} \times 8,8^{1,4} \times 25,2^{-0,28} \times 1,07 \times 9,81 = 5960 \text{ Н.} \\ W &= 2 \times 5960 \times 1 \times 0,15 \times 0,328 / (0,1 + 0,08) = 3258 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Сила приводу яка необхідна для закріплення заготовки.

$$F_{\text{пр}} = W / \eta, \text{ Н.}$$

де η - ккд силового приводу, $\eta = 0,8$

$$F_{\text{пр}} = 3258 / 0,8 = 4072 \text{ Н.}$$

Розраховуємо розміри приводу зажима.

Діаметр діафрагми розраховуємо за формулою:

$$D_{\text{діаф.}} = \sqrt{\frac{F_z}{0,58 \times \rho \times \eta}}; \text{ мм.}$$

По нормативам приймаємо ближче значення пневмокамери $D_{\text{діаф}} = 175$ мм.

Розраховуємо діаметр опорної шайби штока.

$$D_{\text{шт}} = 0,7 \times D_{\text{діаф}} = 0,7 \times 175 = 125 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{діаф}} = \sqrt{\frac{5960}{0,58 \times 0,4 \times 0,8}} = 1,79 \text{ м}$$

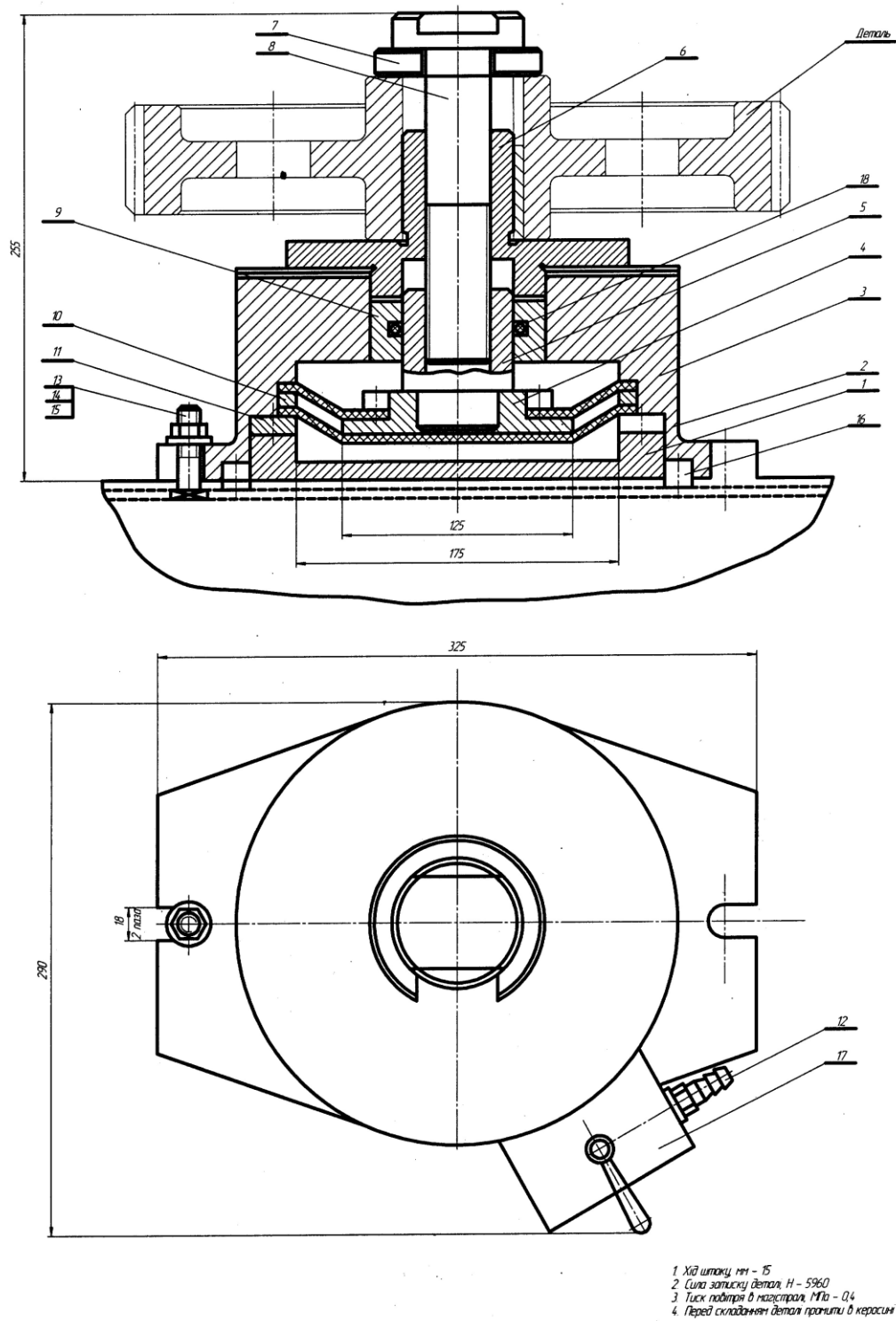


Рис.2.33 Пристосування для фрезерування зубців

Тема 2.5 Визначення зусиль затискання при зубодовбанні поверхонь в залежності від схеми закріплення деталей

Методичні вказівки

На зубодовбальних верстатах пристосування має вертикальну вісь і центрірується по одному із чотирьох методів:

- циліндричним хвостовиком корпусу по циліндричному отвору в столі верстата;
- в центрах;
- з вивіркою по індикатору.

Биття установленної на верстаті оправки необхідно перевіряти; воно не повинно перебільшувати 0,005мм, а для особливо точних шестерень 0,0025мм. Підставка під оправку на верстаті центрірується виступом в отворі стола верстата по посадці H7/ js6 або H7/ h6, вивіряється по індикатору і закріплюється болтами, які установлюються в Т - образні пази. Верхній кінець оправки додатково підтримується підшипником або центром, установленим в отвір кронштейна. На зубодовбальних верстатах пристосування центріруються конусними хвостовиками, з вершиною конуса, яка звернена в бік повзуна з довб'яком, і закріплюються на фланці шпинделя через різьбові отвори.

Розрахунок затискних зусиль при обробці заготовок на зубодовбальних верстатах.

Приклад 2.5. Необхідно спроектувати пристосування для довбання зубців в деталі "Зубчасте колесо"

1 Опис та розрахунок пристосування на зубодовбальну операцію

1.1 Опис конструкції пристосування.

Пристосування спроектовано для зубодовбальної операції і призначається для закріплення заготовки при довбанні зуб'їв на зубодовбальному напівавтоматі моделі 5140.

Пристосування є універсально-переналагоджувачим, що важливо для серійного виробництва

Використання поданого пристосування забезпечити точну та швидку установку усіх обробляючих деталей в даному пристосуванні.

Пристосування складається з наступних елементів:

- корпус, на якому встановлена кришка та пневмопривід.
- зажимні елементи: пневмопривід мембранного типу, швидкоз'ємна шайба.
- установочні елементи: кришка.

Закріплення пристосування на столі верстата виконується шістьма болтами. Деталь з внутрішнім отвором $\varnothing 100H9$ установлюється на направляючу втулку-центровик, і торцем упирається в торець втулки.

Для затискання деталі стиснуте повітря подається в штокову порожнину, під дією повітря мембрана натягується, змінюючи положення штока, і утримує деталь. Для того, щоб зняти деталь після закінчення обробки, закінчується подача стиснутого повітря, мембрана повертається, в початкове положення, і звільнює деталь.

2 Визначення похибки базування

2.1 Розраховуємо похибку установки

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{\Delta \varepsilon_3^2 + \Delta \varepsilon_6^2}, \text{ мм}$$

де $\Delta \varepsilon_6$ – похибка базування, мм

$\Delta \varepsilon_3$ – похибка закріплення, мм

$\Delta \varepsilon_y$ – похибка установки, мм

Похибка базування: $\Delta \varepsilon_6 = \delta a + \delta b$, мм

$$\Delta \varepsilon_6 = 0,087 + (-0,087) = 0,174 \text{ мм.}$$

де δa , δb – допуски на діаметр отвору та діаметр оправки.

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{0,174^2 + 0,02^2} = \sqrt{0,0307} = 0,1774 \text{ мм}$$

3 Визначення зусиль затискання деталі

$$W = 2 \times Fz \times K \times \frac{D}{(D_1 + d)} \times f; H$$

де D – діаметр деталі, $D = 460$ мм.

D_1 – діаметр шайби, $D_1 = 130$ мм.

d – діаметр оправки, $d = 100$ мм.

f – коефіцієнт тертя між шайбою та заготовкою ($f = 0,1 \dots 0,15$)

K – коефіцієнт запасу, $K = 1$.

Окружна сила різання Fz розраховується за формулою:

$$Fz = C \times m^{1,4} \times S^{0,95} \times t^{1,4} \times V^{-0,28} \times K_o \times K_m \times 9,81 \text{ Н}$$

$$Fz = 15 \times 3,5^{1,4} \times 0,22^{0,95} \times 7,7^{1,4} \times 35^{-0,28} \times 1,07 \times 9,81 = 5960 \text{ Н}$$

$$W = 2 \times 5690 \times 1 \times 0,15 \times 0,348 / (0,25 + 0,1) = 1800 \text{ Н.}$$

Сила приводу необхідна для закріплення заготовки.

$$F_{\text{пр.}} = W / \eta, \text{ Н.}$$

де η – ККД силового приводу, $\eta = 0,85$.

$$F_{\text{пр.}} = 1800 / 0,85 = 2118 \text{ Н}$$

Розраховуємо розміри приводу зажима.

Діаметр діафрагми розраховуємо за формулою: (для пневмокамери одностороннього типу).

$$D_{\text{діаф.}} = \sqrt{\frac{Fz}{0,58 \times \rho \times \eta}}; \text{ мм.}$$

$$D_{\text{діафр}} = \sqrt{\frac{5690}{0,58 \times 0,4 \times 0,85}} = 170 \text{ мм}$$

Згідно нормативів приймаємо ближче значення пневмокамери $D_{\text{діаф.}} = 175 \text{ мм.}$

Розраховуємо діаметр опорної шайби штока.

$D_{\text{шт.}} = 0,7 \times D_{\text{діафр.}}; \text{ мм}$

$D_{\text{шт.}} = 0,7 \times 170 = 119 \text{ мм.}$

Згідно нормативів приймаємо ближче значення пневмокамери $D_{\text{шт.}} = 120 \text{ мм.}$

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

- 2.1 Перелічіть основні параметри гвинтових затискачів?
- 2.2 Дайте характеристику ексцентрикових затискачів.
- 2.3 Де застосовують важільні і пружинні затискачі?
- 2.4 Які переваги та недоліки клинових затискачів?
- 2.5 Охарактеризуйте шарнірно-та рейково-важільні затискачі.
- 2.6 Як визначають похибку від неспіввісності центрів?
- 2.7 Встановлення заготовок на центрові отвори.
- 2.8 Що таке призма,штир,установний палець та оправка?
- 2.9 Встановлення заготовок циліндричними та торцевими поверхнями.
- 2.10 Перелічіть основні вимоги до установних елементів пристосувань.
- 2.11 Як визначають натяг між оправкою та заготовкою?
- 2.12 Що таке самовстановні та регульовані опори?

Рекомендована література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р. -295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування(дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с
6. Григурко І.О., Анастасенко С.М., Доценко С.М. Проектування технологічних процесів в судновому машинобудуванні (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2017-350с



Методика виконання практичної роботи №1.

Тема: Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для токарних і шліфувальних центрових верстатів

Мета заняття: Навчити конструювати нескладні технологічні пристосування, оформляти на них конструкторську документацію і визначити техніко-економічні показники.

Хід заняття: Для точіння або шліфування зовнішніх поверхонь на ступінчастому валу на токарній або шліфувальній операції в серійному типі виробництва необхідно сконструювати пристосування, оформити на нього конструкторську документацію, визначити його вартість, строк амортизації і деякі інші показники.

Організаційні та методичні вказівки: заняття проводять після вивчення всіх тем з дисципліни «Технологічне оснащення», «Технологія машинобудування» або аналогічних дисциплін технологічного профілю. Заняття проводять з групою, розділеною на ланки по 6-8 студентів в ланці. Робота в ланці ведеться колективно: 1 студент (ведучий) організовує роботу ланки; 2 студента працює над кресленням пристосування; інші працюють з літературою і ведуть записи послідовності роботи. Під час роботи студенти чергуються місцями. Ланки працюють паралельно під керівництвом викладача і при його консультації. Початкове креслення пристосування корисно виконувати на міліметровому папері в натуральну величину. Це полегшує і прискорює креслярську роботу.

Конструювання пристосування є творчий процес. При виконанні цієї роботи потрібно прямувати, щоб нове пристосування давало техніко-економічний ефект, тобто, щоб воно в повній мірі відповідало експлуатаційним вимогам і при цьому було економічним. При конструюванні пристосування необхідно враховувати наступне:

Передбачити можливість зручного очищення установочних поверхонь від стружки і змащувальних та охолоджувальних рідин (ЗОР); забезпечувати зручність при завантажуванні і розвантажуванні заготовок; надавати конструкції просту і гладку форму зовнішніх поверхонь, що забезпечує прибирання; максимально використовувати в конструкції стандартні, нормалізова-

ні, уніфіковані деталі і вузли, а також покупні вироби; зручно розміщувати органи управління, забезпечуючи доступ до заготовки для спостереження і контролю за обробкою; при наявності різьбових з'єднань запобігати їх від самовідгвинчування:

- передбачити захист поверхонь, особливо робочих, від корозії;
- забезпечити довговічність і зносостійкість пристосування і можливість без утруднень виконати його контроль, регулювання і ремонт.

Вихідні дані та матеріали:

1. Операційна технологічна карта, для котрої проектується пристосування і операційний ескіз.
2. Креслення або ескізи деталі і заготовки.
3. Вказівки щодо типу виробництва деталі або об'єму випуску деталей за рік.
4. Дані технічної характеристики обладнання, яке використовується на даній операції.
5. Міліметровий папір і креслярські прилади.
6. Інструктаж щодо виконання роботи.

Порядок виконання роботи:

1. Аналіз вихідних даних, котрий повинен дати студенту повне уявлення щодо всіх елементів технологічної операції і на цій основі уявлення про конструкцію пристосування.

Він включає:

- розглядання креслень або ескізів деталей і заготовок, що дає можливість установити габаритні розміри, форму і масу деталі; виявлення згідно операційного ескізу і операційної карти зміст операції, положення заготовки, технологічних баз заготовки, напрямлень дії сил різання, розмірів, які виконуються під час обробки, місць дії сил затискання, можливих напрямлень зміщення заготовки;
- згідно вибраного типу виробництва приймається рішення щодо можливості степені складності пристосування (чим більший об'єм випуску деталей, тим більшу складність і більшу вартість пристосування можна допустити, не ризикуючи тим, що воно не окупиться);
- дані про характеристику верстата дозволяють установити обмеження пристосування за габаритами, спосіб центрування та кріплення пристосування на верстаті.

2. Розробка загальної ідеї конструкції пристосування, котра повинна бути – ухвалена викладачем.

3. Конструювання пристосування виконується в такій послідовності:

- на аркуші відображають тонкими штрихпунктирними лініями дві або три проекції оброблюючої заготовки у вигляді, котрий вона буде мати після розглянутої операції і в тому положенні, котре вона повинна займати в пристосуванні на верстаті при обробці. Проекції розміщують так, щоб залишилось достатньо місця для розміщення деталей пристосування.

Відображена заготовка враховується «прозорою»;

- розміщення на кресленні направляючих елементів пристосування розміщених в точній відповідності з розміщенням оброблюючої поверхні ;
- потім на кресленні у відповідності з технологічними базами, які вказані на операційному ескізі, розміщують установочні елементи;
- потім вибирають тип затискного улаштування і розміщують його на кресленні загального виду пристосування у відповідності з тим, як на операційному ескізі вказане місце дії зусилля затиску;
- по накресленому раніше додають допоміжні кріплення для всіх установлених раніше елементів, а також інші деталі і складальні одиниці;
- вибравши тип корпусу, утворюють його конструкцію, котра повинна з'єднувати всі елементи пристосування, бути міцною, жорсткою і зручною в роботі;
- кінцеве оформлення креслення складається в зображенні недостатніх проєкцій, видів, розрізів, габаритних і контрольних розмірів, координуючих відстаней, виносков для вказівок позицій деталей. На кресленні вказують технічні вимоги, які пред'являються до пристосування щодо малярки, маркуванню точності, строкам перевірки;
- потім складають специфікацію пристосування.

4. Визначення економічних показників.

Користуючись даними, які представлені в специфікації пристосування, установлюють:

- категорію складності пристосування згідно числа найменувань деталей, користуючись джерелами;
- вартість пристосування розраховується за формулами із тих же джерел;
- строк амортизації пристосування (А) для простих пристосувань 1-2 роки, для середньо складних – 3-4 роки, для складних – 4-6 років;
- річну вартість пристосування з врахуванням витрат на експлуатацію і ремонт за формулою:

$$\text{Впр.р.} = \text{Впр} (1/A + g/100)$$

де g – річні витрати на експлуатацію і ремонт пристосування, що передбачені в розмірі 20-30% його вартості ($g = 20 \div 30$).

5. Графічну частину звіту складають операційний ескіз, загальний вид пристосування, схеми, пояснюючі принцип роботи пристосування і його механізмів.

Приклад проведення розрахунків конструкції пристосування

Приклад 1. Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для токарних і шліфувальних центрових верстатів

1.1. Опис конструкції пристосування

Обробка валів з установкою в нормальних центрах із застосуванням хомутиків і повідкової планшайби має ряд недоліків:

- а) необхідні витрати часу на зажим та зняття хомутика;
- б) хомутик не дозволяє виконувати наскрізну обробку;

в) при різній глибині зацентровки при установці зміщуються в осьовому напрямленні, що не дозволяє виконувати обробку ступінчастих деталей по копіру.

Застосування штиркових повідкових плаваючих центрів усувають ці недоліки. Для токарних і шліфувальних операцій я розробляю конструкцію штиркового повідкового плаваючого центра рис 1.2.

Його складова частина: 1 – корпус, 2 – пробка, 3 – установочна гайка, 7 – повідки (три штирка), які установлені через 120° , 13 – пружина, 4 – центр, 6 – шайба, 12 – гвинт, 5 – гайка, 10 – стопорний гвинт, 11 – стопорний гвинт.

Штирковий плаваючий центр призначений для центрування та обертання оброблюючої деталі при обробці на токарних та шліфувальних верстатах.

Крутний момент на шпинделі верстата передається за допомогою штиркових повідків 7, який при установці деталі врізається в торець деталі. Конструкція передбачає піджим деталі обертним центром задньої бабки із зусиллям не більш 2000Н. Опорою для повідка служить сферична шайба, що дозволяє повідкам само установлюватися на деякий кут у випадку скошеного торця заготовки.

Осьові розміри: конус Морзе 5, $D_1 = 44,399$ мм; $D_2 = 110$ мм; $L = 250$ мм; $l = 110$ мм; $l_1 = 10$ мм; $l_2 = 30$ мм.

1.2 Розрахунок зусилля затиску деталі

1. Визначаємо глибину занурення штирків в метал торця деталі за формулою:

$$h = \sqrt{\frac{F_z \times D}{D_1 \times \sigma_T \times n \times \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}}; \text{мм}$$

$$h = \sqrt{\frac{1555 \times 90}{60 \times 380 \times 3 \times 0,5774}} = 1,3 \text{ мм}$$

2. Визначаємо зусилля на штоці силового приводу за формулою:

$$F_{\text{пр}} = \frac{\pi \times F_z \times D \times \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}{D_1 \times n}; \text{Н}$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{3,14 \times 1555 \times 90 \times 0,5774}{60 \times 3} = 1410 \text{ Н}$$

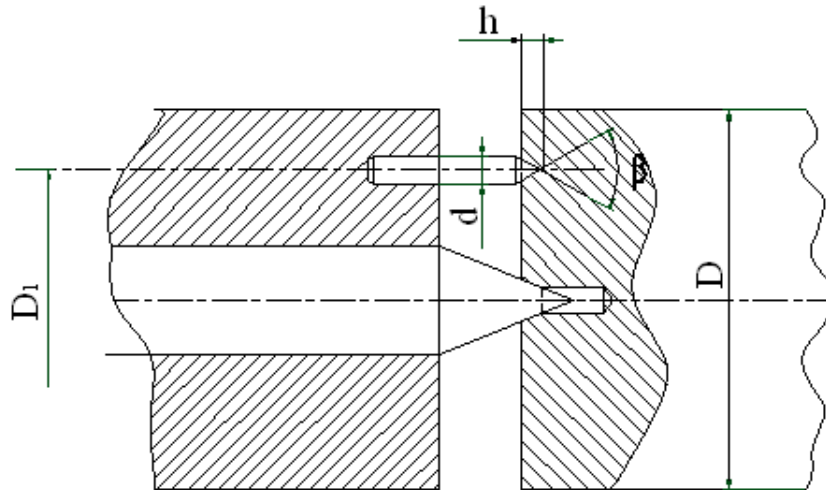


Рис.1.1 Схема до розрахунку штиркового плаваючого центру, який призначений для центрування та обертання оброблюючої деталі при обробці на токарних та шліфувальних верстатах

Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Аналіз вихідних даних.
3. Викладення ідеї конструкції пристосування.
4. Послідовність конструкції пристосування.
5. Опис призначення, улаштування і роботи пристосування.
6. Установлення категорії складності пристосування.
7. Визначення вартості пристосування.
8. Установлення строку амортизації.
9. Розрахунок річної вартості пристосування з врахуванням витрат на ремонт і експлуатацію.
10. Висновки і пропозиції.

Висновки та пропозиції: Тут необхідно викласти позитивну якість і недоліки пристосування, а також внести свої пропозиції щодо їх подальшому удосконаленню.

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

- 1.1 Які функції виконують самоцентрувальні затискачі, та де їх застосовують?
- 1.2 Дайте характеристику ексцентрикових затискачів.
- 1.3 Як класифікують самоцентрувальні затискачі?
- 1.4 Основні параметри самоцентрувальних затискачів з пружинними елементами.
- 1.5 Де застосовують цангові затискачі?
- 1.6 Охарактеризуйте переваги та недоліки мембранних затискачів.
- 1.7 Охарактеризуйте гідро пластові затискачі.

- 1.8 Як підвищують точність встановлення заготовок?
- 1.9 Як класифікують силові рушії?
- 1.10 Переваги та недоліки пневматичних рушіїв.
- 1.11 Класифікація пневматичних рушіїв.
- 1.12 Переваги та недоліки гідравлічних рушіїв
- 1.13 Застосування пневмогідравлічних рушіїв
- 1.14 Де застосовують вакуумні рушії?
- 1.15 З яких вузлів складається електромоторний рушій?
- 1.16 Особливості та галузь використання електромагнітних рушіїв.
- 1.17 Переваги та недоліки рушіїв зі сталими магнітами.
- 1.18 Що таке комбіновані силові рушії?
- 1.19 У яких рушіях використовують рух силових механізмів верстатів?
- 1.20 Охарактеризуйте способи базування заготовок на верстатах з ЧПК.

Використана література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р. -295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
1. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Львів. Новий світ – 2000. 2006 – 580 с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с
6. Григурко І.О., Анастасенко С.М., Доценко С.М. Проектування технологічних процесів в судновому машинобудуванні (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2017-350с

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

- 1.1 Які вимоги ставлять до пристосувань для автоматизованого виробництва?
- 1.2 Для чого застосовують самоцентрування деталей?
- 1.3 У чому полягає конструювання технологічного пристрою?
- 1.4 Як класифікують технологічне пристосування?
- 1.5 Яку інформацію вносять в технічне завдання для проектування технологічного пристосування?
- 1.6 Як використовують методи стандартизації під час проектування технологічного пристосування?
- 1.7 Який порядок розроблення технологічного пристосування?
- 1.8 Яку інформацію заносять у робоче креслення загального вигляду технологічного пристосування?
- 1.9 Як забезпечують задані точність, надійність та жорсткість технологічного пристосування?

Методика виконання практичної роботи №2

Тема: 2 Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для свердлильних верстатів

Мета заняття: Навчити конструювати нескладні технологічні пристосування (кондуктори), оформляти на них конструкторську документацію і визначити техніко-економічні показники.

Хід заняття: Для свердлення отворів в деталях на свердлильній операції в серійному типі виробництва необхідно сконструювати пристосування з пневмозатискачем, оформити на нього конструкторську документацію, визначити його вартість, строк амортизації і деякі інші показники.

Організаційні та методичні вказівки: заняття проводять після вивчення всіх тем з дисципліни «Технологічне оснащення», «Технологія машинобудування» або аналогічних дисциплін технологічного профілю. Заняття проводять з групою, розділеною на ланки по 6-8 студентів в ланці. Робота в ланці ведеться колективно: 1 студент (ведучий) організовує роботу ланки; 2 студента працює над кресленням пристосування; інші працюють з літературою і ведуть записи послідовності роботи. Під час роботи студенти чергуються місцями. Ланки працюють паралельно під керівництвом викладача і при його консультації. Початкове креслення пристосування корисно виконувати на міліметровому папері в натуральну величину. Це полегшує і прискорює креслярську роботу.

Конструювання пристосування є творчий процес. При виконанні цієї роботи потрібно прямувати, щоб нове пристосування давало техніко-економічний ефект, тобто, щоб воно в повній мірі відповідало експлуатаційним вимогам і при цьому було економічним. При конструюванні пристосування необхідно враховувати наступне:

передбачити можливість зручного очищення установочних поверхонь від стружки і змащувальних та охолоджувальних рідин (ЗОР);

забезпечувати зручність при завантажуванні і розвантажуванні заготовок;

надавати конструкції просту і гладку форму зовнішніх поверхонь, що забезпечує прибирання; максимально використовувати в конструкції стандартні, нормалізовані, уніфіковані деталі і вузли, а також покупні вироби;

зручно розміщувати органи управління, забезпечуючи доступ до заготовки для спостереження і контролю за обробкою;

при наявності різьбових з'єднань запобігати їх від самовідгвинчування:

- передбачити захист поверхонь, особливо робочих, від корозії;
- забезпечити довговічність і зносостійкість пристосування і можливість без утруднень виконати його контроль, регулювання і ремонт.

Вихідні дані та матеріали:

1. Операційна технологічна карта, для котрої проектується пристосування і операційний ескіз.
2. Креслення або ескізи деталі і заготовки.
3. Вказівки щодо типу виробництва деталі або об'єму випуску деталей за рік.
4. Дані технічної характеристики обладнання, яке використовується на даній операції.
5. Міліметровий папір і креслярські прилади.
6. Інструктаж щодо виконання роботи.

Порядок виконання роботи:

1. Аналіз вихідних даних, котрий повинен дати студенту повне уявлення щодо всіх елементів технологічної операції і на цій основі уявлення про конструкцію пристосування.

Він включає:

- розглядання креслень або ескізів деталей і заготовок, що дає можливість установити габаритні розміри, форму і масу деталі; виявлення згідно операційного ескізу і операційної карти зміст операції, положення заготовки, технологічних баз заготовки, напрямлень дії сил різання, розмірів, які виконуються під час обробки, місць дії сил затискання, можливих напрямлень зміщення заготовки;

- згідно вибраного типу виробництва приймається рішення щодо можливості степені складності пристосування (чим більший об'єм випуску деталей, тим більшу складність і більшу вартість пристосування можна допустити, не ризикуючи тим, що воно не окупиться;

- дані про характеристику верстата дозволяють установити обмеження пристосування за габаритами, спосіб центрування та кріплення пристосування на верстаті.

2. Розробка загальної ідеї конструкції пристосування, котра повинна бути – ухвалена викладачем.

3. Конструювання пристосування виконується в такій послідовності:

- на аркуші відображають тонкими штрихпунктирними лініями дві або три проекції оброблюючої заготовки у вигляді, котрий вона буде мати після розглянутої операції і в тому положенні, котре вона повинна займати в пристосуванні на верстаті при обробці. Проекції розміщують так, щоб залишилось достатньо місця для розміщення деталей пристосування.

Відображена заготовка враховується «прозорою»:

- розміщення на кресленні направляючих елементів пристосування (кондукторних втулок, установів тощо), розміщених в точній відповідності з розміщенням оброблюючої поверхні також в двох або трьох проекціях.
- потім на кресленні у відповідності з технологічними базами, які вказані на операційному ескізі, розміщують установочні елементи-опори, призми, планки тощо;
- потім вибирають тип затискного улаштування і розміщують його на кресленні загального виду пристосування у відповідності з тим, як на операційному ескізі вказане місце дії зусилля затиску;
- по накресленому раніше додають допоміжні і ділильні улаштування і кріплення для всіх установлених раніше елементів, а також інші деталі і складальні одиниці;
- вибравши тип корпусу, утворюють його конструкцію, котра повинна з'єднувати всі елементи пристосування, бути міцною, жорсткою і зручною в роботі;
- для центрування пристосування на верстаті в корпусі розміщують центровик або дві шпонки з кріпильними деталями, а для закріплення на верстаті на корпусі передбачають провущини і в оброблені верстатні пази (на столі верстату) вставляють спеціальні болти з шайбами і гайками;
- кінцеве оформлення креслення складається в зображенні недостатніх проєкцій, видів, розрізів, габаритних і контрольних розмірів, координуючих відстаней, виносков для вказівок позицій деталей. На кресленні указують технічні вимоги, які пред'являються до пристосування щодо малярки, маркуванню точності, строкам перевірки;
- потім складають специфікацію пристосування.

4. Визначення економічних показників.

Користуючись даними, які представлені в специфікації пристосування, установлюють:

- категорію складності пристосування згідно числа найменувань деталей, користуючись джерелами;
- вартість пристосування розраховується за формулами із тих же джерел;
- строк амортизації пристосування (А) для простих пристосувань 1-2 роки, для середньо складних – 3-4 роки, для складних – 4-6 років;
- річну вартість пристосування з врахуванням витрат на експлуатацію і ремонт за формулою:

$$\text{Впр.р.} = \text{Впр} (1/A + g/100)$$

де g – річні витрати на експлуатацію і ремонт пристосування, що передбачені в розмірі 20-30% його вартості ($g = 20 \div 30$).

5. Графічну частину звіту складають операційний ескіз, загальний вид пристосування, схеми, пояснюючі принцип роботи пристосування і його механізмів.

Приклад проведення розрахунків конструкції пристосування

Приклад: 2. Опис та розрахунок пристосування на свердлильну операцію

2.1 Опис конструкції кондуктора

Свердління 4-х отворів $\phi 15$ мм проводиться наступним чином:

“Зубчасте колесо” установлюється отвором $\varnothing 99,5$ H11 на центровик 6, котрий встановлений на основі корпусу 2 кондуктора, а верхня частина деталі притискується кондукторною плитою 5 з направляючими втулками 9 із силою затиску $F_3 = 3804$ Н утримує деталь від прокручування. Робота пневматичного кондуктора виконується наступним чином: при подачі стисненого повітря в безштокову порожнину пневмоциліндра шток 4 з верхньою плитою 5 піднімається вгору на висоту $h_{\max} = 45$ мм і в такому положенні штока 4 ми установлюємо деталь на центровик 6. Потім при подачі стисненого повітря у верхню частину пневмоциліндра, верхня плита 5 кондуктора утримує деталь від прокручування.

2.2 Визначаємо похибку базування

Похибка базування при установці деталі на центровик 6 визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_6 = 0,5 \times \delta_d, \text{ мм} \qquad \varepsilon_6 = 0,5 \times 0,43 = 0,215 \text{ мм}$$

де δ_d – допуск на розмір діаметра отвору

2.3 Визначення зусиль затиску деталі в кондукторі

1. Визначаємо осьову силу різання

$$F_x = 10 \times C_F \times D_F^q \times S_F^y \times K_{MF}, \text{ Н}$$

де коефіцієнти вибираємо згідно таблиці 31 стор. 436

$$C_F = 68; q_F = 1; y_F = 0,7$$

$$K_{MF} = \left(\frac{\sigma_{\text{то}}}{750} \right)^{0,75} \qquad K_{MF} = \left(\frac{1050}{750} \right)^{0,75} = 1,33^{0,75} = 1,218$$

$$F_x = 10 \times 68 \times 15^1 \times 0,3^{0,7} \times 1,218 = 5354 \text{ Н}$$

2. Визначаємо крутний момент

$$M_{\text{кр}} = 10 \times C_M \times D_M^q \times S_M^y \times K_{MF}, \text{ Н}$$

Згідно табл. 31 стор. 435 знаходимо коефіцієнти: $C_M = 0,0345$; $q_M = 2$; $y_M = 0,8$

$$M_{\text{кр}} = 10 \times 0,0345 \times 15^2 \times 0,3^{0,8} \times 1,218 = 36 \text{ Нм}$$

3. Визначаємо силу закріплення

$$F_3 = \frac{K \times M_{\text{кр}} \times n}{0,33 \times \left(\frac{D_1^3 - D^3}{D_1^2 - D^2} \times f \right)}, \text{ Н}$$

де K – коефіцієнт запасу, $K=1,5...2,5$

n – кількість одночасно оброблюючих отворів, $n = 1$

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,15...0,25$

$$F_3 = \frac{2,5 \times 36 \times 1}{0,33 \times \left(\frac{0,46^3 - 0,1^3}{0,46^2 - 0,1^2} \times 0,15 \right)} = 3804 \text{ Н}$$

4. Визначаємо діаметр циліндра пневмоприводу

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{F_3}{\rho_{\text{в}} \times 0,78 \times \eta}}, \text{ мм}$$

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{3804}{0,4 \times 0,78 \times 0,85}} = 120 \text{ мм}$$

Приймаємо ближній більший стандартний діаметр циліндра (поршня)

$$D_{\text{ц}} = 150 \text{ мм}$$

5. Визначаємо діаметр зажимного штоку

$$d_{\text{шт.}} = 0,33 \times D_{\text{ц}}, \text{ мм}$$

$$d_{\text{шт.}} = 0,33 \times 150 = 50 \text{ мм}$$

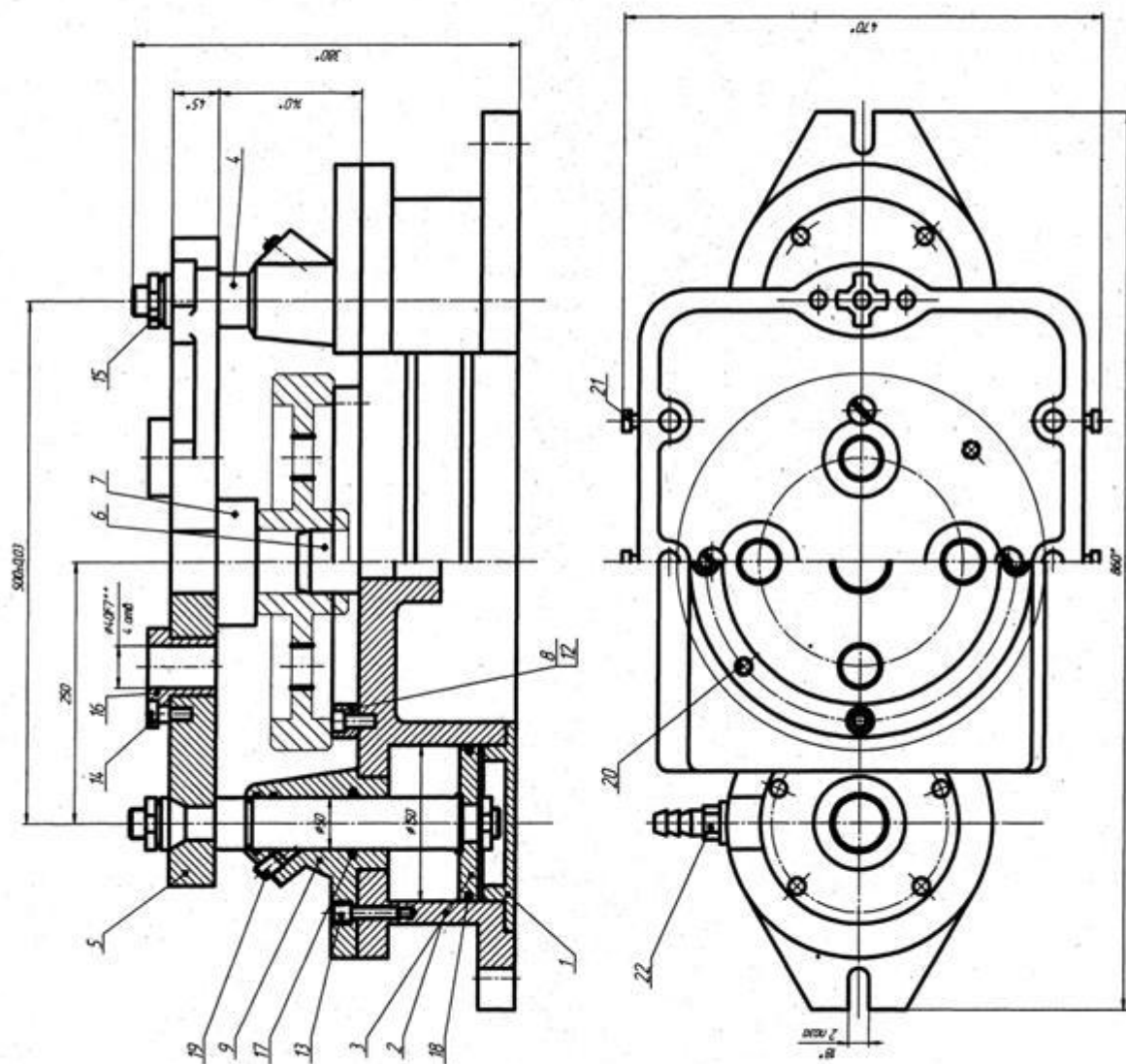


Рис.2.1. Кондуктор для свердлення 4-х отворів в деталі "Зубчасте колесо"

Приклад: 3 Опис та розрахунок пристосування на свердлильну операцію

3.1 Опис конструкції кондуктора

Кондуктор з пневмоприводом мембранного типу односторонньої дії використовується для обробки отвору М10×1–7Н в деталі "Стакан", призначеного для заливання масла. Кондуктор складається з основи, яка за допомогою болтів, розміщених в пазах, кріпиться до столу верстата. До основи стійки кріпиться оправка, на яку встановлюється деталь для обробки. До стійки кріпиться кондукторна планка, в отвір якої встановлюється постійна та швидкозмінна кондукторні втулки.

Принцип дії кондуктора:

В штокову порожнину пневмокамери надходить через штуцер стиснене повітря. Мембрана зі штоком переміщується вправо, затискуючи деталь за допомогою швидкозмінної шайби. Після обробки деталі, повітря випускається з пневмокамери, пружина тисне на шайбу зі штоком і переміщує їх вліво. Швидкозмінна шайба відходить від деталі, її знімають, а потім знімають деталь.

3.2 Визначення похибки базування:

Похибка базування при установці деталі в кондуктор

Похибка базування $\Delta \epsilon_6$ на розмір:

$$H1 = H2 = 0,5 \text{ ТД} + 2e + \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta, \text{ мм}$$

де $H1$ – розмір від оброблюваної поверхні до осі зовнішньої поверхні;

$H2$ – розмір від оброблюваної поверхні до осі отвору;

e – ексцентриситет зовнішньої поверхні відносно отвору;

δ_1 - допуск на діаметр отвору;

δ_2 - допуск на діаметр пальця;

$$H2 = (0,05 \times 0,03) + 0 + 0,03 + 0,03 + (2 \times 0,03) = 0,135 \text{ мм}$$

Так як установка та вимірювання баз співпадають, то похибка дорівнює 0.

$$ED_1 = ED_2 = S_{\max} = S_{\min} + \delta_A + \delta_B, \text{ де}$$

де ED_2 ; ED_1 – биття по діаметрам ступенів заготовки;

$S_{\max}$; $S_{\min}$ - max та min зазори;

δ_A , δ_B - допуски відповідно на діаметр отвору та оправки.

Похибки базування: $\epsilon_a = 0$; $\epsilon_b = 0,03$ мм

3.3 Розрахунок зусилля затиску деталі

1. Визначаємо силу різання за формулою:

$$F_0 = 10 \times C_p \times D^{q_p} \times S_0^{y_p} \times K_p, \text{ Н}$$

де $C_p = 68$; $q_p = 1$; $y_p = 0,7$; $n_p = 0,75$;

Коефіцієнт на осьову складальну сили різання $K_p = K_{mp}$

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n ; \quad K_{mp} = \left(\frac{229}{190} \right)^{0,6} = 1,1$$

S – подача, мм/об $S_0 = 0,32$ мм/об

$$F = 10 \times 68 \times 9 \times 0,31^{0,7} \times 1,1 = 2962 \text{ Н}$$

2. Визначаємо обертовий момент:

$$M = C_m \times D^{q_m} \times S_0^{y_m} \times K_p, \text{ Н} \times \text{м}$$

де $C_m = 0,0345$; $q_m = 2$; $y_m = 0,8$;

$$M = 0,0345 \times 9^2 \times 0,31^{0,8} \times 1,1 = 1,2 \text{ Н} \times \text{м}$$

3. Розрахунок потребуємої сили затискання деталі за формулою:

$$F_{oc} = 1,2 \times F_z, \text{ Н}$$

де F_z – зусилля різання , яке розраховується за формулою:

$$F_z = \frac{60 \cdot 102 \cdot P_{piz}}{V}, \text{ Н}$$

де P_{piz} - потужність; кВт

$$n - \text{частота обертання шпинделя, хв}^{-1} \quad n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}$$

де V - швидкість головного руху різання, мм/хв

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S_o^{y_v}} \cdot K_v, \text{ мм/хв}$$

де $C_v = 9,8$; $q = 0,4$; $x_v = 0$; $y_v = 0,5$; $m = 0,2$;

4. Враховуємо поправочний коефіцієнт на швидкість головного руху різання:

$$K_v = K_{mv} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n ; \quad K_v = \left(\frac{229}{190} \right)^{0,9} = 1,18$$

$C_v = 1$; $n_v = 0,9$;

$$V = \frac{9,8 \cdot 9^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 4,5^0 \cdot 0,31^{0,5}} \cdot 1,18 = 18,7 \text{ м/хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 18,7}{3,14 \cdot 9} = 661,7 \text{ хв}^{-1}$$

5. Коректуємо частоту обертання шпинделя по паспортним даним верстата та встановлюємо дійсну частоту обертання: $n = 630 \text{ хв}^{-1}$

$$P_{\text{різ}} = \frac{1,2 \cdot 630}{975} = 0,77 \text{ кВт}$$

$$F_z = \frac{60 \cdot 102 \cdot 0,77}{18,7} = 252 \text{ Н}$$

$$F_{\text{ос}} = 1,2 \times 252 = 302,4 \text{ Н}$$

F – утримуюча сила деталі

$$F = F_{\text{зат}} \times f, \text{ Н}$$

де $F_{\text{зат}}$ - зусилля затискання деталі, Н

f - коефіцієнт тертя, $f = 0,2$

Умова надійного затискання $F > k \times F_{\text{ос}}$,

де k – коефіцієнт надійного закріплення

$$F \times f > 1,5 \times F_{\text{ос}}$$

$$F_{\text{зат}} = \frac{1,5 \cdot F_o}{f}; \text{ Н} \quad F_{\text{зат}} = \frac{1,5 \cdot 302,4}{0,2} = 2268 \text{ Н}$$

6. Пневматичний привід діафрагменного мембранного типу визначаємо за формулою :

$$D_{\text{діаф.}} = \sqrt{\frac{F_o}{0,58 \cdot F_B \cdot \eta}}; \text{ мм}$$

$$D_{\text{діаф.}} = \sqrt{\frac{2268}{0,58 \cdot 0,4 \cdot 0,95}} = 101 \text{ мм}$$

де F_B – тиск стиснутого повітря (0,4 МПа)

η - ККД ; $\eta = 0,95$;

Приймаємо $D = 100 \text{ мм}$;

7. Визначаємо діаметр упорної шайби

$$d = 0,7 \times D; \text{ мм} \quad d = 0,7 \times 100 = 70 \text{ мм}$$

Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Аналіз вихідних даних.
3. Викладення ідеї конструкції пристосування.
4. Послідовність конструкції пристосування.
5. Опис призначення, улаштування і роботи пристосування.
6. Установлення категорії складності пристосування.

7. Визначення вартості пристосування.
8. Установлення строку амортизації.
9. Розрахунок річної вартості пристосування з врахуванням витрат на ремонт і експлуатацію.
10. Висновки і пропозиції.

Висновки та пропозиції: Тут необхідно викласти позитивну якість і недоліки пристосування, а також внести свої пропозиції щодо їх подальшому удосконаленню.

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

- 2.1 Які функції виконують самоцентрувальні затискачі, та де їх застосовують?
- 2.2 Дайте характеристику ексцентрикових затискачів.
- 2.3 Як класифікують самоцентрувальні затискачі?
- 2.4 Основні параметри самоцентрувальних затискачів з пружинними елементами.
- 2.5 Перелічіть пристрої для свердлильних верстатів.
- 2.6 Конструкції та призначення кондукторних втулок.
- 2.7 Види спеціальних кондукторних втулок.
- 2.8 Призначення обертових втулок.
- 2.9 Що таке перекидні кондуктори?
- 2.10 Характеристика обертових столів.

Використана література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. – Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р.-295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. – М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Львів. Новий світ – 2000. 2006 – 580 с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
7. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с
8. Григурко І.О., Анастасенко С.М., Доценко С.М. Проектування технологічних процесів в судновому машинобудуванні (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2017-350с
9. Данілевський В.В. Лабораторні роботи з технології машинобудування, М.: 1988 р.
10. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Точність обробки заготовки і припуски в машинобудуванні. Довідник технолога. М.: 1986 р.

Приклад 4 Опис та розрахунок пристосування на свердлильну операцію

4.1 Опис конструкції і роботи пневмозатискного кондуктора

Свердління 8-ти отворів $\phi 15\text{мм}$ проводиться наступним чином:

“Шестірня” установлюється отвором $\phi 100\text{Н8}$ на центровик 6, котрий встановлений на основі корпусу 2 кондуктора, а верхня частина деталі притискується кондукторною плитою 5 з направляючими втулками 9 із силою затиску $F_3=1447\text{Н}$ утримує деталь від прокручування. Робота пневмозатискного кондуктора виконується слідуєчим чином: при подачі зтисненого повітря в безштокову порожнину пневмоциліндра шток 4 з верхньою плитою 5 піднімається вверх на висоту $h_{\text{max}}=45\text{мм}$ і в такому положенні штока 4 ми установлюємо деталь на центровик 6. Потім при подачі зтисненого повітря у верхню частину пневмоциліндра, верхня плита 5 кондуктора утримує деталь від прокручування.

4.2 Визначаємо похибку базування

Похибка базування при установці деталі на центровик 6 визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_6 = 0,5 \times \delta_d, \text{ мм} \qquad \varepsilon_6 = 0,5 \times 0,43 = 0,215 \text{ мм}$$

де δ_d – допуск на розмір діаметра отвору

4.3 Визначення зусиль затиску деталі в кондукторі

4.3.1 Визначаємо осьову силу різання:

$$F_x = 10 \times C_F \times D_F^q \times S_F^y \times K_{MF}, \text{ Н}$$

де коефіцієнти вибираємо згідно таблиці 31 стор. 436

$$C_F=68; q_F=1; y_F=0,7$$

$$K_{MF} = \left(\frac{\sigma_{\text{то}}}{750} \right)^{0,75} \qquad K_{MF} = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,33^{0,75} = 1,218$$

$$F_x = 10 \times 68 \times 15^1 \times 0,35^{0,7} \times 1,218 = 5958 \text{ Н}$$

4.4 Визначаємо крутний момент

$$M_{\text{кр}} = 10 \times C_M \times D_M^q \times S_M^y \times K_{MF}, \text{ Н}$$

Згідно табл. 31 стор. 435 знаходимо коефіцієнти: $C_M=0,0345$; $q_M=2$; $y_M = 0,8$

$$M_{\text{кр}} = 10 \times 0,0345 \times 15^2 \times 0,35^{0,8} \times 1,218 = 40,8 \text{ Нм}$$

4.5 Визначаємо силу закріплення:

$$F_3 = \frac{K \times M_{\text{кр}} \times n}{(D_1 + D) \times f}, \text{ Н}$$

де K – коефіцієнт запасу, $K=1,5 \dots 2,5$

n – кількість одночасно обробляючих отворів, $n = 1$

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,15 \dots 0,25$

$$F_3 = \frac{2,5 \times 40,8 \times 1}{(0,34 + 0,13) \times 0,15} = 1447 \text{ Н}$$

4.6 Визначаємо діаметр циліндра пневмоприводу:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{F_3}{\beta_B \times 0,58 \times \eta}}, \text{ мм}$$

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{1447}{0,4 \times 0,58 \times 0,85}} = 86 \text{ мм}$$

Приймаємо ближній більший стандартний діаметр циліндра (поршня)

$$D_{\text{ц}} = 100 \text{ мм}$$

Визначаємо діаметр зажимного штоку $d_{\text{шт.}} = 0,3 \times D_{\text{ц}}$, мм

$$d_{\text{шт.}} = 0,3 \times 100 = 30 \text{ мм}$$

Приклад 5 Опис та розрахунок пристосування на свердлильну операцію

5.1 Опис конструкції і роботи пневмозатискного кондуктора

Свердління 6-ти отворів ф20мм проводиться слідуочим чином:

“Колесо зубчасте” установлюється отвором ф129,5Н9 на центровик 6, котрий встановлений на основі корпусу 2 кондуктора, а верхня частина деталі притискується кондукторною плитою 5 з направляючими втулками 9 із силою затиску $F_3=1931\text{Н}$ утримує деталь від прокручування. Робота пневмозатискного кондуктора виконується слідуочим чином: при подачі зтисненого повітря в безштокову порожнину пневмоциліндра шток 4 з верхньою плитою 5 піднімається вверх на висоту $h_{\text{max}}=45\text{мм}$ і в такому положенні штока 4 ми установлюємо деталь на центровик 6. Потім при подачі зтисненого повітря у верхню частину пневмоциліндра, верхня плита 5 кондуктора утримує деталь від прокручування.

5.2 Визначаємо похибку базування

Похибка базування при установці деталі на центровик 6 визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_6 = 0,5 \times \delta_{\text{д}}, \text{ мм}$$

$$\varepsilon_6 = 0,5 \times 0,43 = 0,215 \text{ мм}$$

де $\delta_{\text{д}}$ – допуск на розмір діаметра отвору

5.3 Визначення зусиль затиску деталі в кондукторі

5.3.1 Визначаємо осьову силу різання:

$$F_x = 10 \times C_F \times D_F^q \times S_F^y \times K_{\text{MF}}, \text{ Н}$$

де коефіцієнти вибираємо згідно таблиці 31 стор. 436

$$C_F=68; q_F=1; y_F=0,7$$

$$K_{\text{MF}} = \left(\frac{\sigma_{\text{то}}}{750} \right)^{0,75} \quad K_{\text{MF}} = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,33^{0,75} = 1,218$$

$$F_x = 10 \times 68 \times 20^1 \times 0,35^{0,7} \times 1,218 = 7945 \text{ Н}$$

5.4 Визначаємо крутний момент:

$$M_{\text{кр}} = 10 \times C_M \times D_M^q \times S_M^y \times K_{\text{MF}}, \text{ Н}$$

Згідно табл. 31 стор. 435 знаходимо коефіцієнти: $C_M=0,0345$; $q_M=2$; $y_M = 0,8$

$$M_{\text{кр}} = 10 \times 0,0345 \times 20^2 \times 0,35^{0,8} \times 1,218 = 72,6 \text{ Нм}$$

5.5 Визначаємо силу закріплення: $F_3 = \frac{K \times M_{\text{кр}} \times n}{(D_1 + D) \times f}$, Н

де K – коефіцієнт запасу, $K=1,5...2,5$

n – кількість одночасно обробляючих отворів, $n = 1$

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,15...0,25$

$$F_3 = \frac{2,5 \times 72,6 \times 1}{(0,34 + 0,13) \times 0,2} = 1931 \text{ Н}$$

5.6 Визначаємо діаметр циліндра пневмоприводу:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{F_3}{\beta_{\text{в}} \times 0,78 \times \eta}}, \text{ мм}$$

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{1931}{0,4 \times 0,78 \times 0,85}} = 85,3 \text{ мм}$$

Приймаємо ближній більший стандартний діаметр циліндра (поршня)

$$D_{\text{ц}} = 100 \text{ мм}$$

5.7 Визначаємо діаметр зажимного штоку:

$$d_{\text{шт.}} = 0,3 \times D_{\text{ц}}, \text{ мм} \quad d_{\text{шт.}} = 0,3 \times 100 = 30 \text{ мм}$$

Приклад 6 Опис та розрахунок пристосування на свердлильну операцію

6.1 Опис конструкції пристосування

Пристосування спроектовано для операції 050 – вертикально-свердлильна з ПУ. Пристосування призначається для швидкого закріплення та зняття заготовки при centruванні, свердлінні отворів на вертикально-свердлильному верстаті з ПУ моделі 2P135Ф2.

Пристосування є універсально-переналагоджувальним, що дуже важливо для серійного виробництва.

Використання спроектованого пристосування забезпечує точну та швидку установку всіх оброблюваних деталей.

Пристосування складається із слідуєчих елементів:

- устанавлюючий елемент – центровик;
- зажимні елементи – мембрана (поз. 3) зі штоком (поз.4), гвинт (поз.5) швидкоз'ємна шайба (поз.12);
- корпус (поз.2) та нижня кришка (поз.1), як складають камеру, в яку подається стисле повітря, яке подається з централізованої станції в цеху і переміщується шток з пневмомембранами;
- направляючі шпонки.

Для точного встановлення пристосування на столі верстата без вивірки та більшої його стійкості використовуються дві шпонки, які встановлюються в паз, виконаний в основі пристосування. Після чого шпонки пристосування заводяться в верхню частину точного центрального пазу стола верстату. Закріплення пристосування на столі верстата виконується шістьма болтами (поз.14), які вставляються в проушини пази в корпусі пристосування.

Базування оброблюваної деталі здійснюється по внутрішній поверхні обертання $\varnothing 144\text{H7}$.

6.2 Принцип дії пристосування

Деталь устанавлюється внутрішньою поверхнею $\varnothing 144\text{H7}$ на центровик та торець. Стисле повітря пневморозподільовача через штуцер від централізованої сис-

теми подається в верхню частину камери. Під тиском повітря ме-мбрана (поз.3) вигинається вниз і тягне за собою шток (поз.4) та гвинт (поз.5) – деталь затискається.

Після закінчення обробки деталі за допомогою пневмокрану переключаємо подачу повітря в нижню частину пневмокамери, мембрана займає своє попереднє положення, тобто піднімається вгору, разом з нею підіймається шток. Виймається швидкоз'ємна шайба і деталь знімається з центровика. Далі цикл повторюється.

6.3 Визначення похибок базування

Так як наша деталь встановлюється на центровик, то визначаємо розмір посадової частини центровик $\varnothing 144h7_{(-0,04)}$

Похибку базування визначаємо за формулою:

$$\varepsilon = 0,5TD + 0,5\delta_2, \text{ мм}$$

де TD – допуск на зовнішню поверхню центровика,

δ_2 – допуск внутрішньої поверхні отвору деталі $\varnothing 144H7^{(+0,04)}$

$$\varepsilon = 0,5 \times 0,04 + 0,5 \times 0,04 = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ мм}$$

Допуск між центрового розташування отворів дорівнює

$$TD_{\text{отв}} = 0,2 + 0,2 = 0,4 \text{ мм}$$

Похибка базування $\varepsilon = 0,04 \text{ мм}$ вкладається в допуск міжцентрового розташування отворів 0,4 мм.

6.4 Визначення зусиль затискання деталі:

В зв'язку з тим, що найбільш навантажений перехід в цій операції буде свердлування 8 отв. $\varnothing 12,5$ пов. 10 розрахованим режимам різання для цього переходу.

При цьому переході виникає потужність різання $P_e = 0,5 \text{ кВт}$

6.5 Знаходимо силу різання:

$$F_Z = \frac{60 \times 102 \times P_{\text{різ}}}{V}, \text{ Н}$$

$$F_Z = \frac{60 \times 102 \times 0,5}{14} = 218,6 \text{ кгс} \approx 2186 \text{ Н}$$

6.6 Знаходимо необхідне зусилля затиску деталі:

$$F_{\text{зат}} = 1,2 \times F_Z = 1,2 \times 2186 = 2623,2 \text{ Н}$$

6.7 Визначаємо розмір приводу, тобто діаметр діафрагми пневмопривода

6.7.1 Визначаємо діаметр робочого циліндра:

$$D_{\text{діафр}} = \sqrt{\frac{F_{\text{зат}}}{0,58 \times p_{\text{п}} \times \eta}}, \text{ мм}$$

де $F_{\text{зат}}$ – сила затиску деталі в пристосуванні, Н

$p_{\text{п}}$ – тиск повітря в магістралі, $p_{\text{п}} = 0,4 \text{ МПа}$

η – коефіцієнт корисної дії пневмопривода, $\eta = 0,9$

$$D_{\text{діафр}} = \sqrt{\frac{2623,2}{0,58 \times 0,4 \times 0,9}} = 112 \text{ мм}$$

Із конструктивних міркувань приймаємо розмір діафрагми

$$D_{\text{діафр}} = 125 \text{ мм}$$

6.8 Визначаємо діаметр упорної шайби :

$$d_{\text{ш.}} = 0,7 \times D_{\text{діафр}}, \text{ мм}$$

$$d_{\text{ш.}} = 0,7 \times 125 = 87,5 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{\text{ш.}} = 100 \text{ мм}$

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

- 6.1 Як автоматизують патрони токарних і свердлильних верстатів?
- 6.2 Які є види спеціальних кондукторних втулок.
- 6.3 Перелічіть переваги та недоліки супутникових пристосувань.
- 6.4 Що таке перекидні кондуктори?
- 6.5 Які затискачі використовують для закріплення заготовок на верстатах з ЧПК?
- 6.6 Яка послідовність розрахунку точності пристроїв?
- 6.7 Перелічіть основні рекомендації для зменшення похибки базування.
- 6.8 Що таке похибка закріплення, та як її визначають?
- 6.9 Похибка положення заготовки та її складові.
- 6.10 Як зменшують похибку закріплення заготовок?
- 6.11 Рекомендації для зменшення похибки положення заготовки.
- 6.12 Як вибирають опори для встановлення заготовок в пристосуванні?
- 6.13 Для чого та коли використовують у технологічних пристосуваннях упори?
- 6.14 Які затискачі запобігають повертання заготовок під час їх оброблення?
- 6.15 Які особливості конструкцій багатоточкових затискачів?

Використана література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. – Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р.-295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. – М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с
7. Григурко І.О., Анастасенко С.М., Доценко С.М. Проектування технологічних процесів в судновому машинобудуванні (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2017-350с

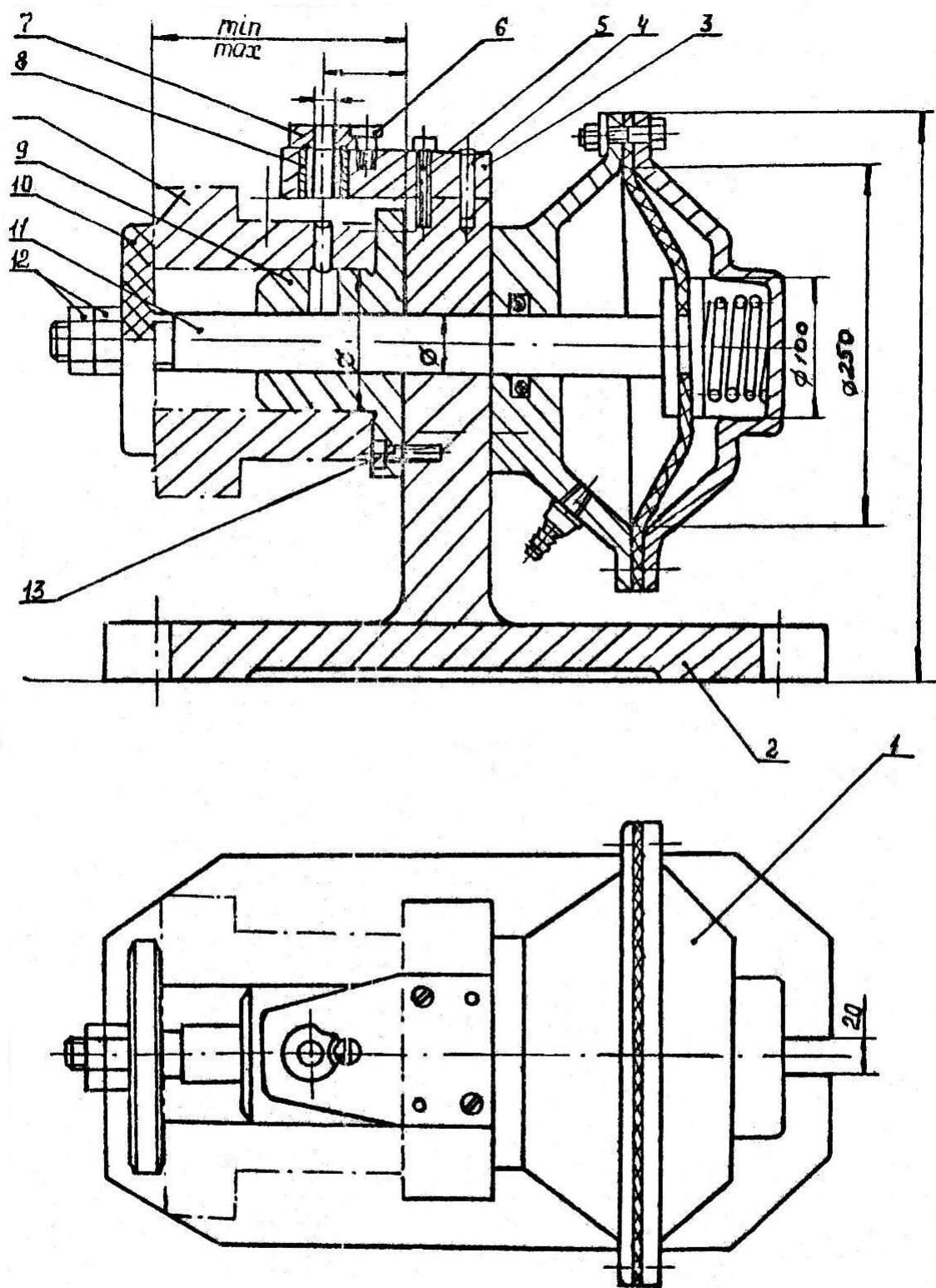


Рис.2.3. Кондуктор для сверления отвору в деталі "Втулка "

Приклад 7 Опис та розрахунок пристосування на свердлильну операцію

7.1 Опис конструкції самоцентруючого 3-х кулачкового патрону з пневмоприводом для свердлення отворів на верстаті з ЧПК

Для закріплення деталей невеликої довжини використовують універсальні трьохкулачкові патрони. Обробляюча заготовка затискається кулачками, зчепленнями з рейкою, яка входить в зачеплення зі спіраллю, нарізаною на попередньому торці конічної шестерні. Обертанням одного з трьох зубчастих коліс перемішують кулачки в Т-образних пазах корпусу. Зубчасті колеса розташовані рівномірно по колу патрона в отворах корпусу. Затискні поверхні кулачків розташовані уступом по трьом різним радіусам, що збільшує діапазон розмірів заготовок та забезпечує переналадку патрона з одного розміру на інший. Перевагою трьохкулачкового патрона є простота конструкції універсальність та достатнє зусилля затиску, а недоліком є сильний знос спіралі та у зв'язку з цим передчасна втрата точності.

При обробці партії деталей в умовах крупносерійного та масового виробництва для установок заготовок в осьовому напрямку використовують розточені кулачки, завдяки чому відповідає необхідність у вимірюванні при устано-вці слідуєчої заготовки.

Розглядаючи операцію № 035 проходжу до висновку, що найбільш навантаженням буде перехід 2 – свердлування отвору ф15мм.

Потужність, яка виникає при свердлуванні знаходимо табличним методом

$$P_{різ} = 1,6 \text{ кВт.}$$

7.2 Розраховуємо силу різання:

$$F_{різ} = \frac{60 \times 1600}{28,3} = 3392,22 \text{ Н}$$

Для закріплення заготовки на даній операції застосовується трьохкулачковий патрон, що здійснює закріплення заготовки від обертання.

Необхідно: розрахувати головні елементи патрону, вибрати та розробити опис конструкції та технічних вимог до них.

7.3 Методика розрахунку патрону

7.3.1 Визначаємо силу затискання на кожному кулачку:

$$F_{зат} = F_{різ} \times \frac{\sin\left(\frac{\delta}{2}\right) \times D_1}{m \times f \times D} \times K_T, \text{ Н}$$

де m – кількість кулачків,

$$m = 3$$

$K_T = 1,05$ – коефіцієнт, який враховує допоміжні сили тертя в патроні

f – коефіцієнт тертя в направляючих кулачках,

$$f = 0,35$$

D – діаметр затисненої поверхні, мм

$$D = 150 \text{ мм}$$

D_1 – діаметр оброблюємої поверхні, мм

$$D_1 = 200 \text{ мм}$$

$\delta = 90^\circ$ - кут призми кулачка

$$F_{\text{зат}} = 3392,22 \times \frac{\sin\left(\frac{90}{2}\right) \times 200}{3 \times 0,35 \times 150} \times 1,05 = 2285 \text{ Н}$$

7.3.2 **Рохраховуємо крутний момент, який прикладений до конічної шестерні універсального патрону:**

$$M_{\text{кр}} = F_{\text{рук}} \times L_{\text{рук}}, \text{ Н} \times \text{м}$$

де $F_{\text{рук}} = 140 \text{ Н}$

$L_{\text{рук}}$ – довжина ключа, м

$$M_{\text{кр}} = 140 \times 280 = 39200 \text{ Н} \times \text{м}$$

7.3.3 **Тоді, сила затиску на кулачках патрону:**

$$F_{\text{зат}} = \frac{M_{\text{кр}}}{\left[r_{\text{ср}} \times \text{tg}(\alpha_m + \varphi_m) \right] + K\phi \times f_m}, \text{ Н}$$

$$F_{\text{зат}} = \frac{39200}{\left[9,19 \times \text{tg}(2^\circ 30' + 6^\circ 34') \right] + 0 \times 0,15} = 24332 \text{ Н}$$

Сила затиску перевищує силу різання.

7.3.4 **Визначаємо розмір приводу, тобто діаметр діафрагми пневмопривода:**

$$D_{\text{діафр}} = \sqrt{\frac{F_{\text{зат}}}{0,58 \times p_{\text{п}} \times \eta}}, \text{ мм}$$

де $F_{\text{зат}}$ – сила затиску деталі в пристосуванні, Н

$p_{\text{п}}$ – тиск повітря в магістралі, $p_{\text{п}} = 0,4 \text{ МПа}$

η – коефіцієнт корисної дії пневмопривода, $\eta = 0,9$

$$D_{\text{діафр}} = \sqrt{\frac{2623,2}{0,58 \times 0,4 \times 0,9}} = 112 \text{ мм}$$

Із конструктивних міркувань приймаємо розмір діафрагми

$$D_{\text{діафр}} = 125 \text{ мм}$$

Визначаємо діаметр упорної шайби $d_{\text{ш.}} = 0,7 \times D_{\text{діафр}}, \text{ мм}$

$$d_{\text{шт.}} = 0,7 \times 125 = 87,5 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{\text{ш.}} = 100 \text{ мм}$

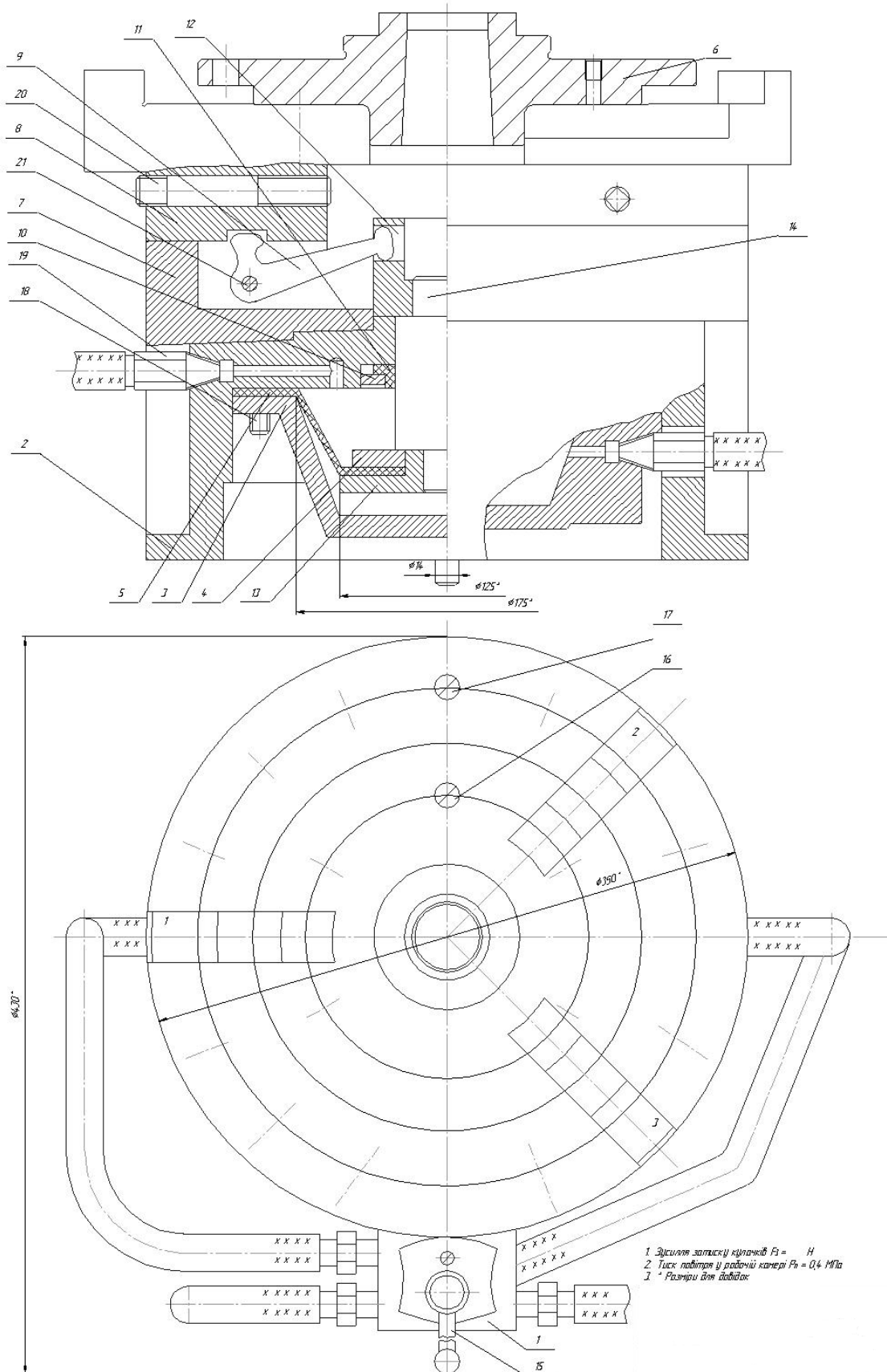


Рис.2.4 Самоцентруючий патрон 3-х кулачковий з пневмоприводом для свердління отворів на верстаті з ЧПК

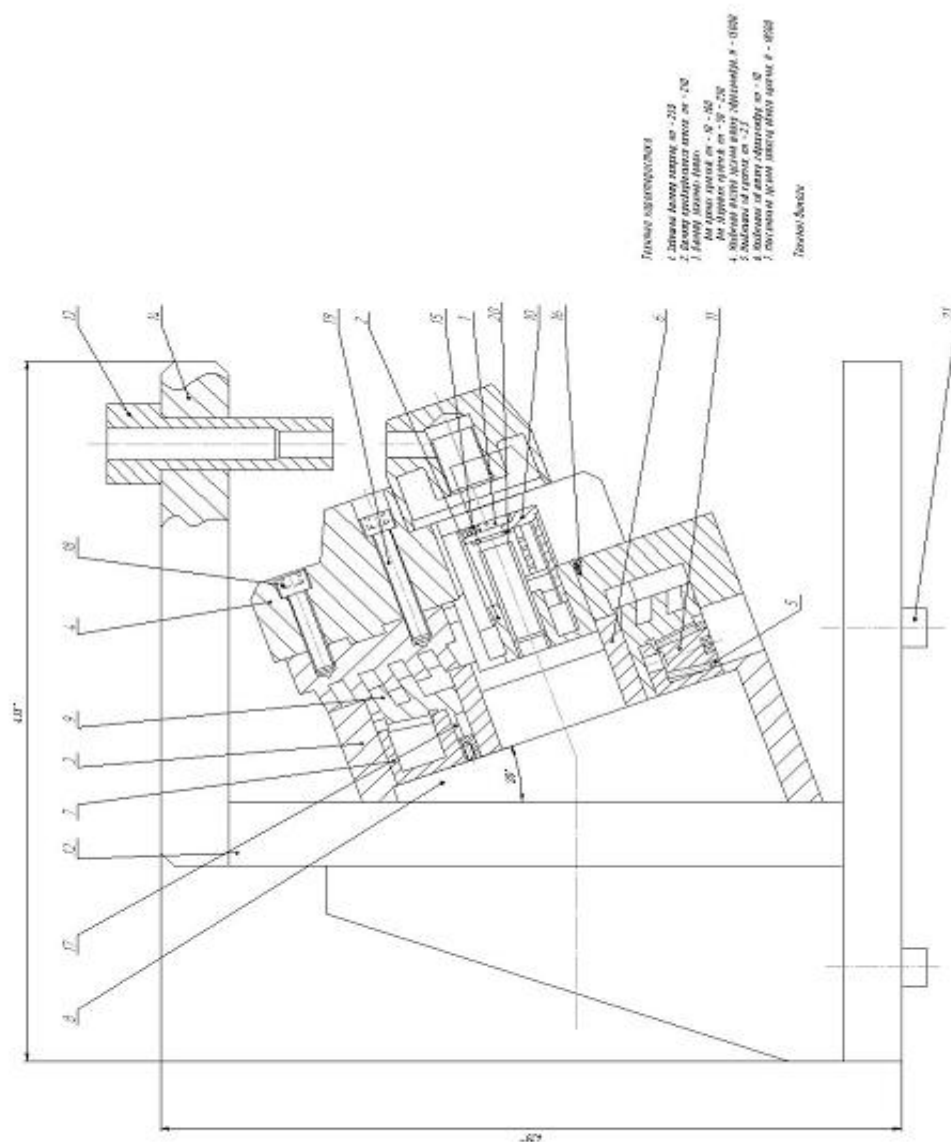


Рис.2.5 Самоцентруючий патрон 3-х кулачковий з пневмоприводом для свердлення отворів на верстаті з ЧПК

Приклад 8 Опис пристосування для розточки втулок робочого циліндру великих розмірів

1. Пристосування призначається для закріплення та знімання заготовки при розточуванні внутрішнього отвору деталі на горизонтально-розточному верстаті.

Пристосування складається із слідуєчих елементів:

- установочний елемент – дві призми поз.7 та 11;
- зажимні елементи – прижим поз.1, гак поз.9, болт поз.12, а також ланцюг поз.30;
- плита-основа;

Базування оброблюємої деталі здійснюється по зовнішній поверхні обертання 7.

На плиті-основі встановлені дві призми, одна з них поз.11 закріплена жорстко до основи, а друга призма (поз.7) може переміщуватися в повздовжньому напрямку по пазу, виконаному у плиті. Призма поз.7 гвинтами поз.23 та штифтом поз.20 закріплена з корпусом гайки поз.4. В свою чергу, у гайку поз.4 та гайку, яка закріплена в плиті-основі вставляється гвинт поз. 5. Кінець гвинта виходить зовні пристосування і виконаний у вигляді квадрату для можливості закручувати гвинт гаєчним ключем. Призми пристосування виставляються на розмір за допомогою переміщення призми поз.7 при обертанні гвинта поз.5. Призма поз.11 виконана з проушиною в яку вставляється відкидний болт поз.12, а в проушину призми поз.11 вставляється відкидний гак поз.9.

2. Принцип дії пристосування

Деталь встановлюється зовнішньою поверхнею на призми, які виставляються за допомогою гвинта поз.5 на потрібний розмір деталі. На гак поз.9 вставляється ланцюг поз.30, який перекидається зверху через зовнішню поверхню «сорочки» і закріплюється за допомогою відкидного болта поз.12. Для того, щоб не пошкодити зовнішню поверхню деталі, до ланцюга прикріплюються два прижима із внутрішньої сторони яких прикріплено шкіряний пасок.

Для точного встановлення пристосування на столі верстата без вивірки та більшій його стійкості використовуються дві шпонки, які встановлюються в паз, виконаний в основі пристосування. Після чого шпонки пристосування заводяться в верхню частину точного центрального пазу стола верстату. Закріплення пристосування на столі верстата виконується двома болтами (поз.14), які вставляються в проушини пази в корпусі пристосування.

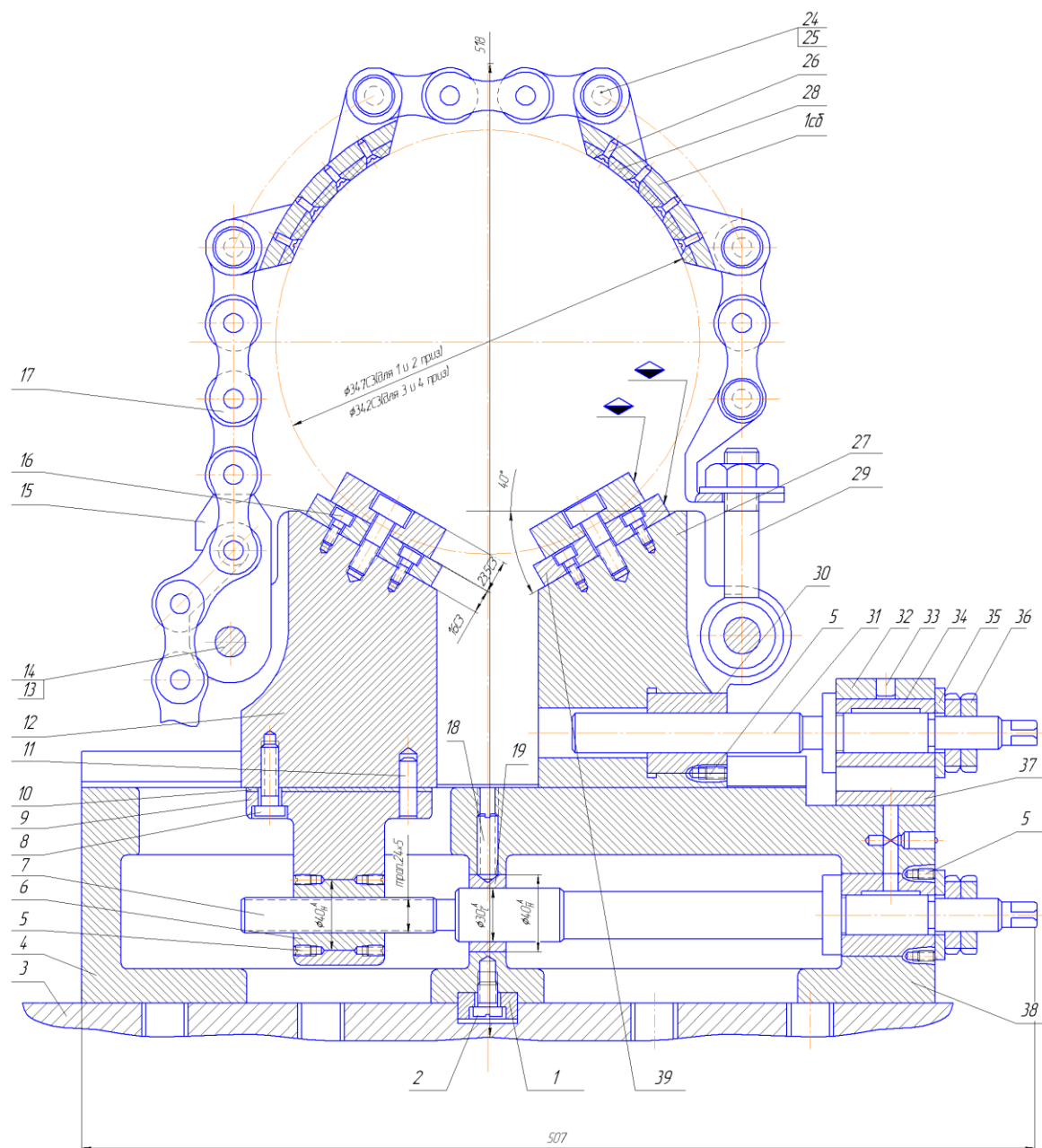


Рис.2.6 Пристосування для розточки втулок робочого циліндру великих розмірів

Приклад 9 Опис 4-х шпindelної свердлильної голівки.

1. Чотирьохшпindelна свердлильна голівка призначена для свердління 4-х отворів одночасно на свердлильному верстаті 2А55.

Так як свердлильна 4-х шпindelна головка повинна забезпечити міжцентрову відстань між отворами 70 мм і 80 мм. В даному пристосуванні для закріплення 4 свердел Ø14 мм передбачено 4 робочих шпindelів 19 на яких закріплена шестерня 23 які забезпечують оберти свердлам. Головка кріпиться до хобота свердлильного верстата обоймою 1, а оправка 3 забезпечує кріплення до шпинделя свердлильного верстата. Підшипники 47 і 49 забезпечують обертання без заїдання робочих шпindelів 19.

Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Аналіз вихідних даних.
3. Викладення ідеї конструкції пристосування.
4. Послідовність конструкції пристосування.
5. Опис призначення, улаштування і роботи пристосування.
6. Установлення категорії складності пристосування.
7. Визначення вартості пристосування.
8. Установлення строку амортизації.
9. Розрахунок річної вартості пристосування з врахуванням витрат на ремонт і експлуатацію.

Висновки та пропозиції: Тут необхідно викласти позитивну якість і недоліки пристосування, а також внести свої пропозиції щодо їх подальшому удосконаленню.

Використана література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р. -295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с

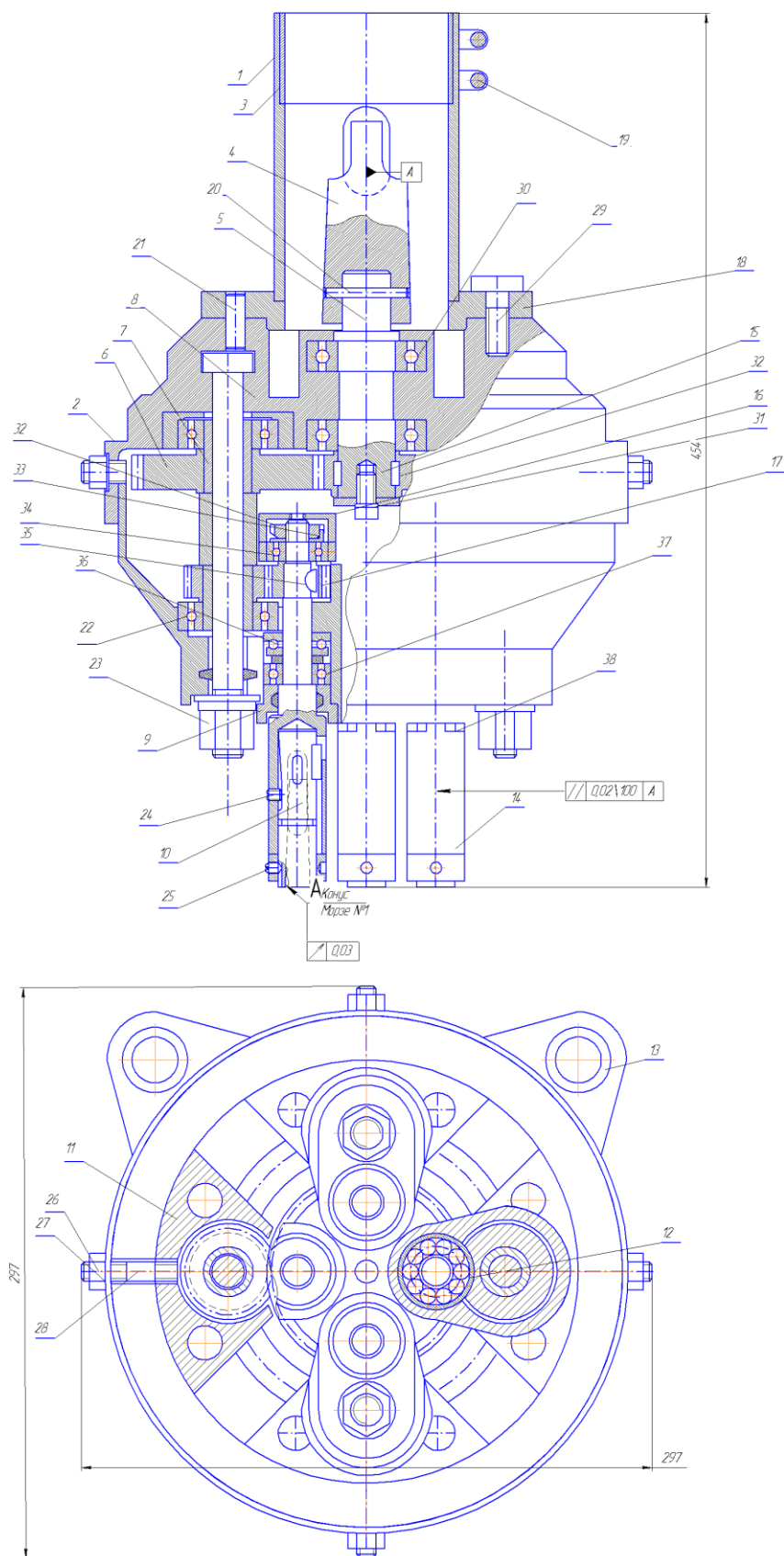


Рис.2.7 Чотирьохшпіндельна свердлильна головка.

Методика виконання практичної роботи № 3

Тема: Розрахунок і конструювання технологічних пристосувань для фрезерних верстатів

Мета заняття: Навчити конструювати нескладні технологічні пристосування, оформляти на них конструкторську документацію і визначити техніко-економічні показники.

Хід заняття: Для фрезерування пазів на ступінчастому валу на фрезерній операції в серійному типі виробництва необхідно сконструювати пристосування з пневмозатискачем, оформити на нього конструкторську документацію, визначити його вартість, строк амортизації і деякі інші показники.

Організаційні та методичні вказівки: заняття проводять після вивчення всіх тем з дисципліни «Технологічне оснащення», «Технологія машинобудування» або аналогічних дисциплін технологічного профілю. Заняття проводять з групою, розділеною на ланки по 6-8 студентів в ланці. Робота в ланці ведеться колективно: 1 студент (ведучий) організовує роботу ланки; 2 студента працює над кресленням пристосування; інші працюють з літературою і ведуть записи послідовності роботи. Під час роботи студенти чергуються місцями. Ланки працюють паралельно під керівництвом викладача і при його консультації. Початкове креслення пристосування корисно виконувати на міліметровому папері в натуральну величину. Це полегшує і прискорює креслярську роботу.

Конструювання пристосування є творчий процес. При виконанні цієї роботи потрібно прямувати, щоб нове пристосування давало техніко-економічний ефект, тобто, щоб воно в повній мірі відповідало експлуатаційним вимогам і при цьому було економічним. При конструюванні пристосування необхідно враховувати наступне: передбачити можливість зручного очищення установочних поверхонь від стружки і змащувальних та охолоджувальних рідин (ЗОР); забезпечувати зручність при завантажуванні і розвантажуванні заготовок; надавати конструкції просту і гладку форму зовнішніх поверхонь, що забезпечує прибирання; максимально використовувати в конструкції стандартні, нормалізовані, уніфіковані деталі і вузли, а також покупні вироби; зручно розміщувати органи управління, забезпечуючи доступ до заготовки для спостереження і контролю за обробкою; при наявності різьбових з'єднань запобігати їх від самовідгвинчування:

- передбачити захист поверхонь, особливо робочих, від корозії;
- забезпечити довговічність і зносостійкість пристосування і можливість без утруднень виконати його контроль, регулювання і ремонт.

Вихідні дані та матеріали:

1. Операційна технологічна карта, для котрої проектується пристосування і операційний ескіз.
2. Креслення або ескізи деталі і заготовки.

3. Вказівки щодо типу виробництва деталі або об'єму випуску деталей за рік.
4. Дані технічної характеристики обладнання, яке використовується на даній операції.
5. Міліметровий папір і креслярські прилади.
6. Інструктаж щодо виконання роботи.

Порядок виконання роботи:

1. Аналіз вихідних даних, котрий повинен дати студенту повне уявлення щодо всіх елементів технологічної операції і на цій основі уявлення про конструкцію пристосування.

Він включає:

- розглядання креслень або ескізів деталей і заготовок, що дає можливість установити габаритні розміри, форму і масу деталі; виявлення згідно операційного ескізу і операційної карти зміст операції, положення заготовки, технологічних баз заготовки, напрямлень дії сил різання, розмірів, які виконуються під час обробки, місць дії сил затискання, можливих напрямлень зміщення заготовки;
- згідно вибраного типу виробництва приймається рішення щодо можливості степені складності пристосування (чим більший об'єм випуску деталей, тим більшу складність і більшу вартість пристосування можна допустити, не ризикуючи тим, що воно не окупиться);
- дані про характеристику верстата дозволяють установити обмеження пристосування за габаритами, спосіб центрування та кріплення пристосування на верстаті.

2. Розробка загальної ідеї конструкції пристосування, котра повинна бути – ухвалена викладачем.

3. Конструювання пристосування виконується в такій послідовності:

- на аркуші відображають тонкими штрих пунктирними лініями дві або три проекції оброблюючої заготовки у вигляді, котрий вона буде мати після розглянутої операції і в тому положенні, котре вона повинна займати в пристосуванні на верстаті при обробці. Проекції розміщують так, щоб залишилось достатньо місця для розміщення деталей пристосування.

Відображена заготовка враховується «прозорою»;

- розміщення на кресленні направляючих елементів пристосування (кондукторних втулок, установів тощо), розміщених в точній відповідності з розміщенням оброблюючої поверхні також в двох або трьох проекціях.
- потім на кресленні у відповідності з технологічними базами, які вказані на операційному ескізі, розміщують установочні елементи-опори, призми, планки тощо;
- потім вибирають тип затискного улаштування і розміщують його на кресленні загального виду пристосування у відповідності з тим, як на операційному ескізі вказане місце дії зусилля затиску;

- по накресленому раніше добавляють допоміжні і ділильні улаштування і кріплення для всіх установлених раніше елементів, а також інші деталі і складальні одиниці;
- вибравши тип корпусу, утворюють його конструкцію, котра повинна з'єднувати всі елементи пристосування, бути міцною, жорсткою і зручною в роботі;
- для центрування пристосування на верстаті в корпусі розміщують центровик або дві шпонки з кріпильними деталями, а для закріплення на верстаті на корпусі передбачають провущини і в оброблені верстатні пази (на столі верстату) вставляють спеціальні болти з шайбами і гайками;
- кінцеве оформлення креслення складається в зображенні недостатніх проєкцій, видів, розрізів, габаритних і контрольних розмірів, координуючих відстаней, виносів для вказівок позицій деталей. На кресленні указують технічні вимоги, які пред'являються до пристосування щодо малярки, маркуванню точності, строкам перевірки;
- потім складають специфікацію пристосування.

4. Визначення економічних показників.

Користуючись даними, які представлені в специфікації пристосування, установлюють:

- категорію складності пристосування згідно числа найменувань деталей, користуючись джерелами ;
- вартість пристосування розраховується за формулами із тих же джерел;
- строк амортизації пристосування (А) для простих пристосувань 1-2 роки, для середньо складних – 3-4 роки, для складних – 4-6 років;
- річну вартість пристосування з врахуванням витрат на експлуатацію і ремонт за формулою:

$$\text{Впр.р.} = \text{Впр} (1/A + g/100)$$

де g – річні витрати на експлуатацію і ремонт пристосування, що передбачені в розмірі 20-30% його вартості ($g = 20 \div 30$).

5. Графічну частину звіту складають операційний ескіз, загальний вид пристосування, схеми, пояснюючі принцип роботи пристосування і його механізмів.

Приклад проведення розрахунків конструкції пристосування

Приклад 3.1 Опис конструкції пристосування

Деталь “Вал-шестірня” установлюється на призми з прихватами до упору в торець.

При подачі стисненого повітря в штокову порожнину пневмокамери шток з діафрагмою під тиском повітря опускається вниз і за допомогою притискних планок, деталь притискається до призми. Після закінчення фрезерування пазів повітря подається в безштокову порожнину за допомогою рукоятки на пневмосистемі пневмокамери, шток підіймається вгору і звільнює деталь.

3.1.2 Визначаємо похибку базування

Деталь $\varnothing 60k6$ ($^{+0,021}_{+0,002}$) на дві поверхні встановлюємо на призми з кутом $\alpha = 90^\circ$. Розмір глибини шпоночної канавки заданий від верхньої утворюючої 5,0. Похибку базування можна визначити за формулою:

$$E = 1,21 \times T_d \quad (\text{для кута призми } \alpha = 90^\circ)$$

де T_d – допуск на зовнішню циліндричну поверхню, до якої деталь встановлюється на призму.

$$T_d = 0,021 - 0,002 = 0,019 \text{ мм}$$

Тоді похибка базування буде $E = 1,21 \times 0,019 \text{ мм} = 0,023 \text{ мм}$

3.1.3 Розрахунок зусилля затиску деталі

1. Визначаємо швидкість різання. Проведемо обробку на шпоночно-фрезер-ному верстаті 692М.

Діаметр фрези приймаємо рівний ширині пазу
 $D = b = 10 \text{ мм}$ Висота пазу $b = 5 \text{ мм}$

$$V = \frac{C_V \times D^g}{T^m \times t^X \times S_Z^Y \times B^u \times Z^p} \times K_V = \frac{12 \times 10^{0,3}}{80^{0,26} \times 10^{0,3} \times 0,1^{0,25} \times 3^0} \times 0,772 = 5,3 \text{ м/хв}$$

$$C_V = 12; g = 0,3; m = 0,26; x = 0,3; u = 0; p = 0; y = 0,25$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{nV} \times K_{uV} = 0,772 \times 1 \times 1 = 0,772$$

$$K_{MV} = K_Z \times \left(\frac{750}{\sigma_{T.O}} \right)^n = 1 \times \left(\frac{750}{1000} \right)^{0,9} = 0,772$$

2. Визначаємо потрібну силу різання

$$F_z = \frac{10 \times C_F \times t^X \times S_Z^Y \times B^n \times Z}{D^g \times n^W} \times K_{MF} = \frac{10 \times 68,2 \times 10^{0,86} \times 0,1^{0,72} \times 5^1 \times 3}{10^{0,86} \times 125^0} \times 1,266 = 2467 \text{ Н}$$

$$K_{MF} = \left(\frac{\sigma_{T.O}}{750} \right)^n = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,9} = 1,266$$

$$C_F = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; n = 1; g = 0,86; w = 0$$

3. Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 5,3}{3,14 \times 10} = 169 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо $n = 160 \text{ хв}^{-1}$

4. Визначаємо потужність різання за формулою:

$$P = \frac{F_z \times V}{60} = \frac{2467 \times 5,3}{60} = 218 \text{ Вт} = 0,22 \text{ кВт}$$

5. Крутний момент визначаємо за формулою:

$$M_{кр} = \frac{F_z \times D}{2 \times 100} = \frac{2467 \times 10}{2 \times 100} = 123 \text{ Нм.}$$

6. Здвигаюча сила при затисканні та різанні деталі визначаємо за формулою: H ;

$$F_{зд} = 1,2 \times F_z = 1,2 \times 2467 = 2960 \text{ Н}$$

7. Зусилля затискання деталі визначаємо за формулою:

$$F_{зат} = \frac{2 \times K \times M}{\left[D_3 \times \left(\frac{f_2 + f_1}{\sin 0,5\alpha} \right) \right]} = \frac{2 \times 2,5 \times 123}{\left[0,6 \times \left(\frac{0,25 + 0,25}{0,7071} \right) \right]} = 1404 \text{ Н}$$

8. Визначаємо розміри привода затиску

8.1. Діаметр діафрагми всередині камери

$$D_d = \sqrt{\frac{F_{зат}}{\rho_n \times 0,58 \times \eta}} \text{ мм}$$

де ρ_n – тиск зжатого повітря, $\rho_n = 0,4 \dots 0,6$ МПа

η – коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,95$

$$D_d = \sqrt{\frac{1404}{0,58 \times 0,4 \times 0,95}} = 80 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_d = 100$ мм

8.2. Визначаємо діаметр упорної шайби штока

$$d = 0,7 \times D_d = 0,7 \times 100 = 70 \text{ мм}$$

8.3. Визначаємо діаметр штока

$$d_{шт} = 0,3 \times d = 0,3 \times 70 = 21 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{шт} = 20$ мм

Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Аналіз вихідних даних.
3. Викладення ідеї конструкції пристосування.
4. Послідовність конструкції пристосування.
5. Опис призначення, улаштування і роботи пристосування.
6. Установлення категорії складності пристосування.
7. Визначення вартості пристосування.
8. Установлення строку амортизації.
9. Розрахунок річної вартості пристосування з врахуванням витрат на ремонт і експлуатацію.

Висновки та пропозиції: Тут необхідно викласти позитивну якість і недоліки пристосування, а також внести свої пропозиції щодо їх подальшому удосконаленню.

Використана література:

1. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Львів. Новий світ – 2000. 2006 – 580 с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с

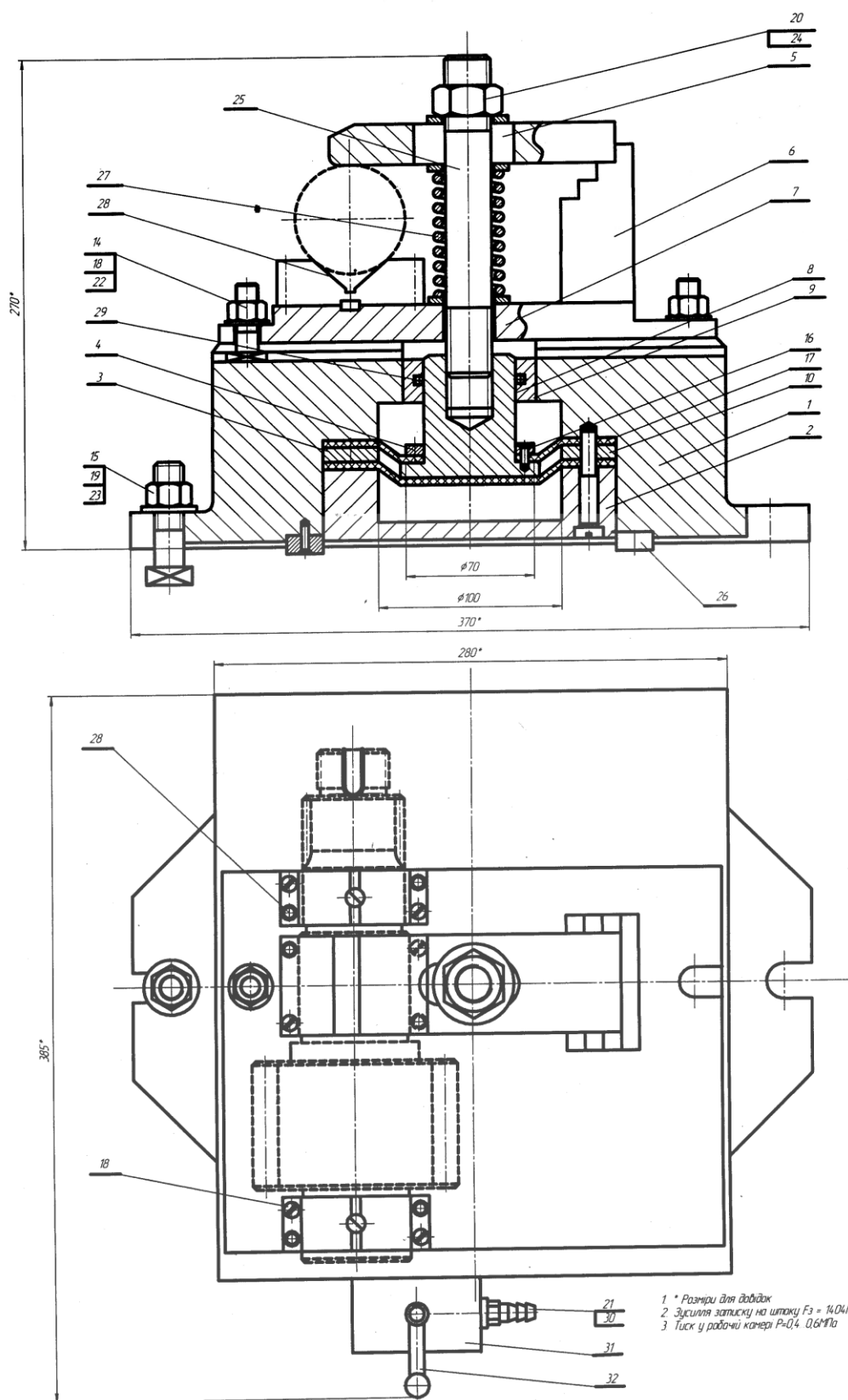


Рисунок 3.1. Пристосування для фрезерування пазів.

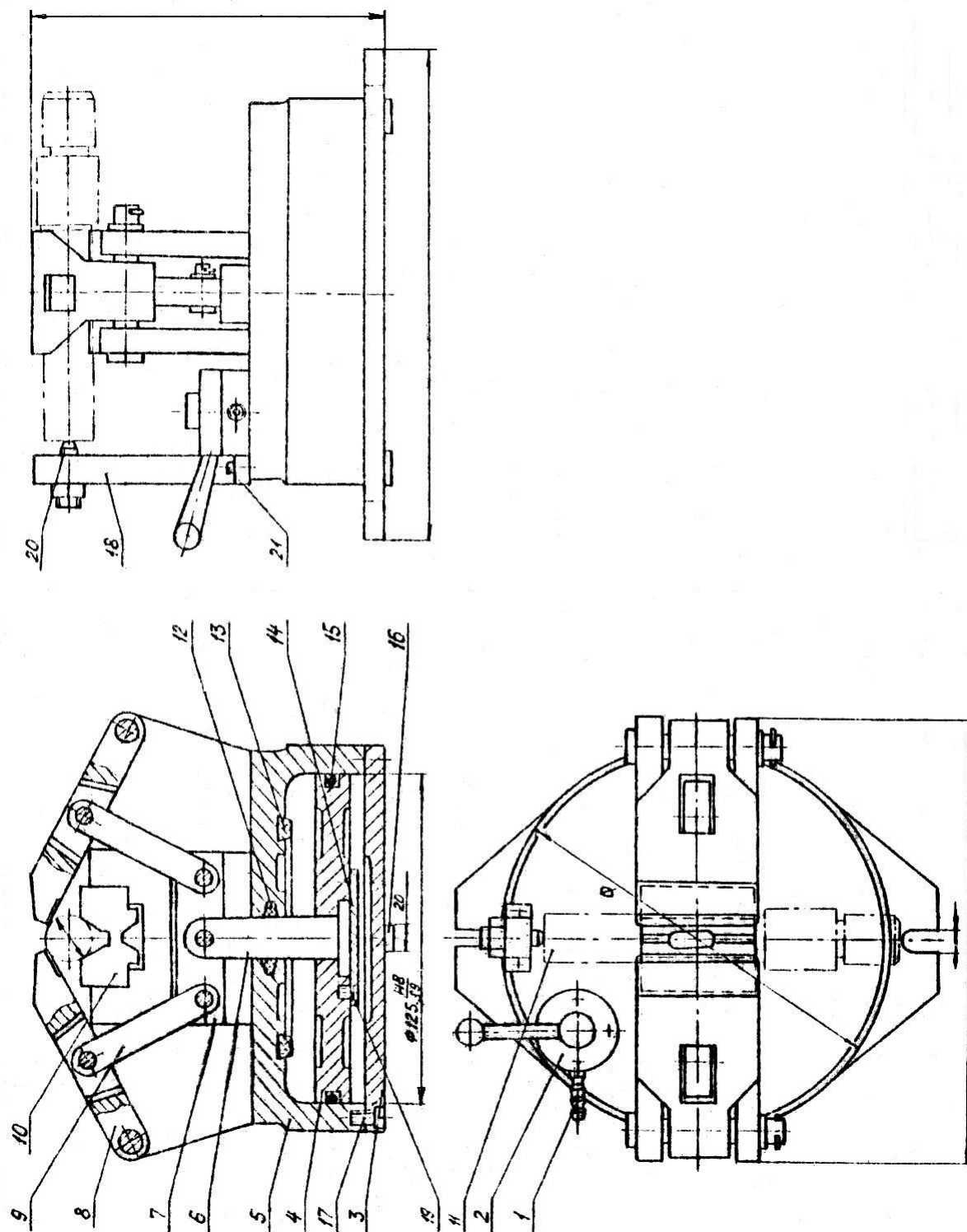


Рисунок 3.2. Пристосування для фрезерування пазів.

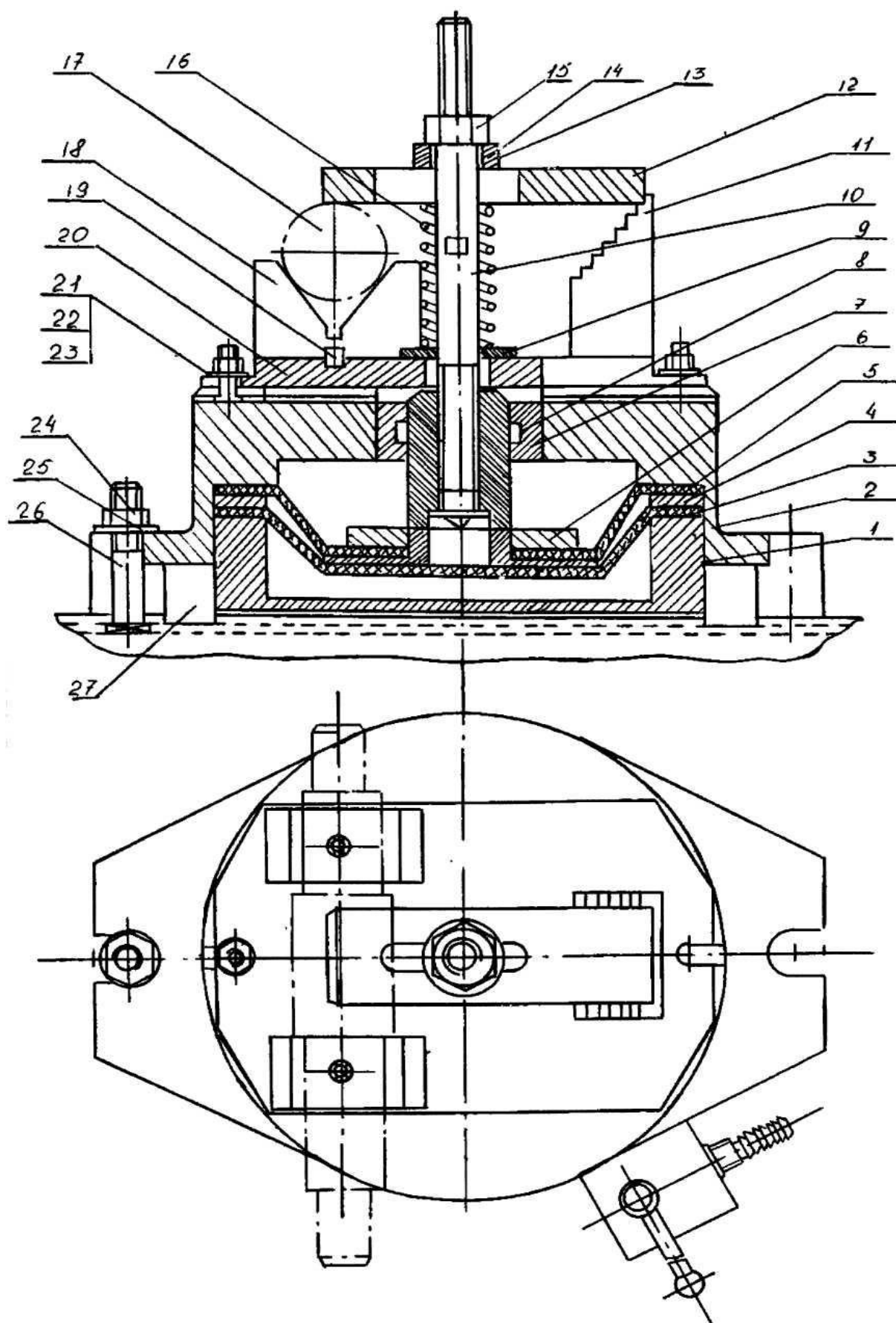


Рисунок 3.3. Пристосування для фрезерування пазів.

Приклад 3.2 Опис конструкції пристосування

Деталь “Черв’як” установлюється на призми з прихватами до упору в торець. При подачі затисненого повітря в штокову порожнину пневмокамери шток з діафрагмою під тиском повітря опускається вниз і за допомогою притискних планок, деталь притискається до призми. Після закінчення фрезерування пазів повітря подається в безштокову порожнину за допомогою рукоятки на пневмосистемі пневмокамери, шток підіймається вверх і звільнює деталь.

3.2.1 Визначення похибки базування

Деталь $\varnothing 60k6^{+0,021}_{+0,002}$ встановлюємо на призму з кутом $\alpha = 90^\circ$. Розмір глибини шпоночної канавки заданий від верхньої утворюючої 5,5мм. Похибку базування можна визначити за формулою:

$$E = 1,21 \times T_d \quad (\text{для кута призми } \alpha = 90^\circ)$$

де T_d – допуск на зовнішню циліндричну поверхню, на яку деталь встановлюється на призму.

$$T_d = 0,018 - 0,002 = 0,016 \text{ мм}$$

Тоді похибка базування буде

$$E = 1,21 \times 0,016 \text{ мм} = 0,019 \text{ мм}$$

3.2.2 Визначення зусиль затискання деталі

Визначаємо швидкість різання. Проводимо обробку на вертикально-фрезерному верстаті 6Р12.

Діаметр фрези приймаємо рівний пазу $D = d = 14\text{мм}$

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times z^p} \times K_V, \text{ м/хв}$$

$$V = \frac{12 \times 14^{0,3}}{80^{0,26} \times 5,5^{0,3} \times 0,1^{0,25}} \times 0,772 = 6,98 \text{ м/хв}$$

$C_V = 12$; $q = 0,3$; $m = 0,26$; $x = 0,3$; $u = 0$; $p = 0$; $y = 0,25$.

$$K_V = K_{MV} \times K_{NV} \times K_{UV},$$

$$K_V = 0,772 \times 1 \times 1 = 0,772$$

$$K_{MV} = K_r \times \left(\frac{750}{\sigma_{т.о.}} \right)^n$$

$$K_{MV} = 1 \times \left(\frac{750}{1000} \right)^{0,9} = 0,772$$

3.2.3 Визначаємо силу різання за формулою:

$$F_z = \frac{10 \times C_F \times t^x \times S_e^y \times B^u \times Z}{D g_F \times n W_F} \times K_{MF, H}$$

$$F_Z = \frac{10 \times 68,5 \times 5,5^{0,85} \times 0,1^{0,72} \times 14^1 \times 2}{14^{0,86}} \times 1,266 = 2062 \text{ Н}$$

$$K_{MF} = \left(\frac{\sigma_{T.O}}{750} \right)^n$$

$$K_{MF} = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,9} = 1,266$$

$$C_F = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; u = 1; g = 0,86; w = 0$$

3.2.4 Визначаємо потужність різання за формулою:

$$P = \frac{F_Z \times V}{60}, \text{ кВт}$$

$$P = \frac{2062 \times 6,98}{60} = 240 \text{ Вт} = 0,24 \text{ кВт}$$

3.2.5 Визначаємо розміри привода затиску

3.2.5.1 Визначаємо діаметр діафрагми за формулою:

$$D_d = \sqrt{\frac{F_{\text{зат}}}{0,58 \times \rho_n \times \eta}}, \text{ мм}$$

де ρ_n – тиск зжатого повітря,
 η – коефіцієнт корисної дії,

$$\rho_n = 0,4 \dots 0,6 \text{ МПа}$$

$$\eta = 0,8$$

$$D_d = \sqrt{\frac{2062}{0,58 \times 0,4 \times 0,95}} = 97 \text{ мм}$$

Приймаємо згідно з ГОСТом 1250-84 діаметр пневмокамери $D_d = 100 \text{ мм}$

3.2.6 Визначаємо діаметр упорної шайби штока

$$d = 0,7 \times D_d, \text{ мм}$$

$$d = 0,7 \times 100 = 70 \text{ мм}$$

3.2.7 Визначаємо діаметр штока

$$d_{\text{шт}} = 0,3 \times d, \text{ мм}$$

$$d_{\text{шт}} = 0,3 \times 70 = 21 \text{ мм}$$

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

- 1 Як підвищують точність встановлення заготовок?
2. Призначення технологічних пристроїв для фрезерних верстатів.
3. Які є допоміжні технологічні пристрої?
4. Де використовують спеціальні допоміжні інструменти?

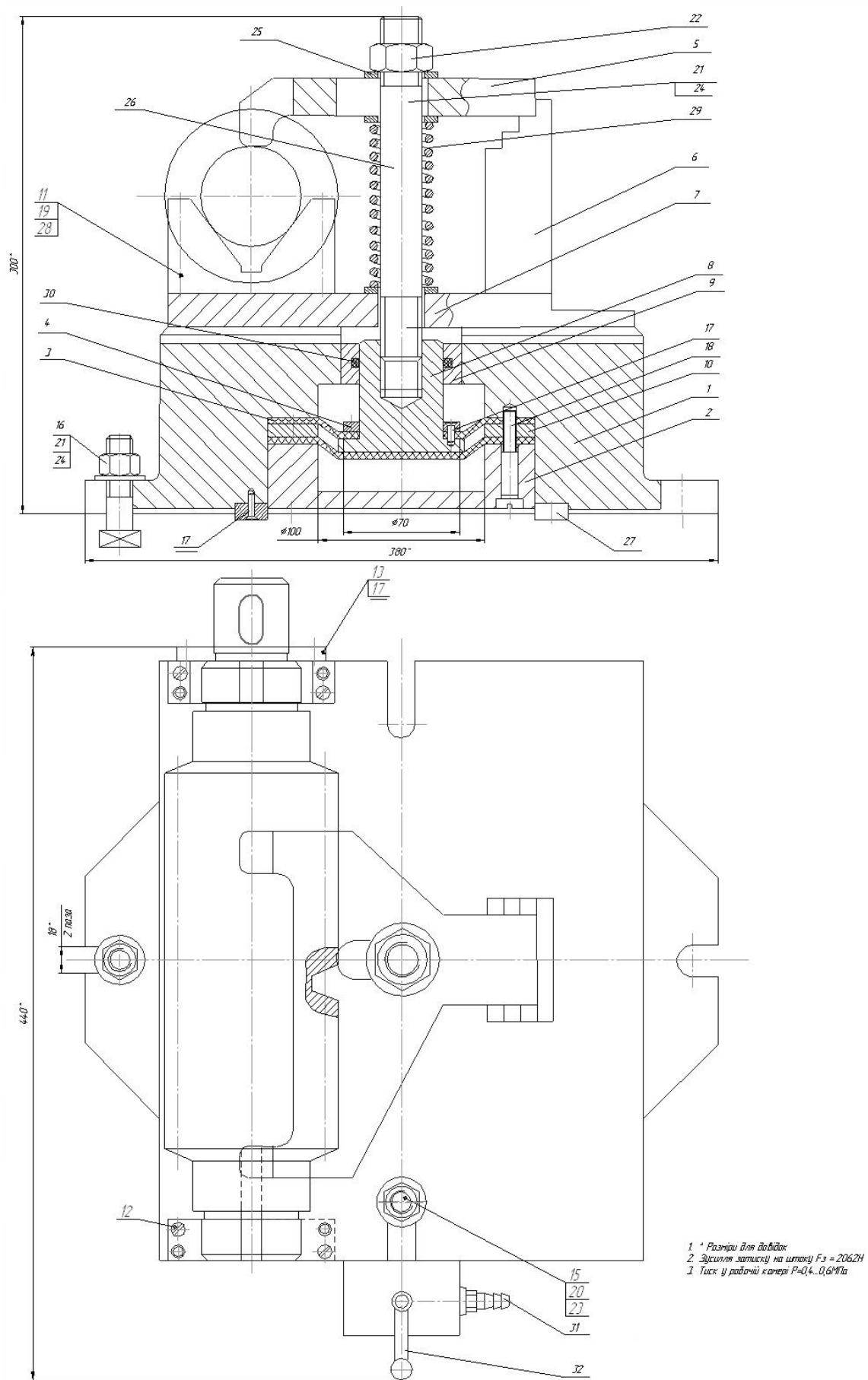


Рисунок 3.4. Пристосування для фрезерування пазів.

Зміст звіту:

- 1 Назва роботи.
- 2 Аналіз вихідних даних.
- 3 Викладення ідеї конструкції пристосування.
- 4 Послідовність конструкції пристосування.
- 5 Опис призначення, улаштування і роботи пристосування.
- 6 Установлення категорії складності пристосування.
- 7 Визначення вартості пристосування.

Висновки та пропозиції: Тут необхідно викласти позитивну якість і недоліки пристосування, а також внести свої пропозиції щодо їх подальшому удосконаленню.

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

1. Які є способи базування допоміжних інструментів?
2. Допоміжні технологічні пристосування для фрезерувальних верстатів.
3. Призначення багатопиндельних свердлильних і револьверних головок.
4. Перелічіть допоміжні інструменти для фрезерно-свердлильно-розточувальних верстатів.

Використана література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. – Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р. -295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. – М.: Машиностроение, 1979 – 300с.

Приклад 3.3 Опис конструкції пристосування

3.3.1 Технічне завдання на проектування спеціального пристрою

Пристрій для фрезерування торців, розточування, свердління, zenкування, отворів в заготовці «Корпус підшипника» на верстаті з ЧПУ IP500ПМФ4.

Фрезерування торцевих поверхонь з шорсткістю Rz80, витримуючи розмір $48 \pm 0,8$, розточування отвору $\varnothing 72H7$ з шорсткістю Ra2,5 витримуючи розмір $22 \pm 0,26$, розточування отвору $\varnothing 52H8$ з шорсткістю Ra2,5 витримуючи розмір $44 \pm 0,31$.

Пристрій, який проектується повинен забезпечити:

- точне встановлення і надійне закріплення деталі, а також постійне у часі положення заготовки відносно столу верстата і різального інструменту з метою отримання точності розмірів і їх положення відносно інших поверхонь заготовки;

- зручність встановлення і зняття заготовки.

Установчі і прилаштувальні розміри пристрою повинні відповідати верстату IP500ПМФ4.

Технічна характеристика верстата:

Розмір робочої поверхні столу — 500х500 мм.

Потужність верстату — 14 кВт.

Інструмент для обробки: стандартні торцева фреза, розточні різці свердла, зенківка, оправки.

В пристрої можлива одночасна обробка тільки однієї заготовки.

В пристрої застосовується ручне закріплення заготовки. Закріплення виконується за допомогою ексцентрикового затиску.

Для забезпечення безпечної роботи необхідно, щоб пристрій з достатнім зусиллям був прижаний до столу верстату, а заготовка надійно була закріплена в пристрої.

Рівень уніфікації і стандартизації деталей пристрою 70%.

Необхідна продуктивність операції і приблизна норма часу на встановлення і зняття заготовки : 40 деталей за зміну; 0,1 хвилин.

Умови роботи пристрою - нормальні.

Документація, яка використовується при розробці — ЕСТПП.

Правила вибору технологічного оснащення ГОСТ 14.305-73.

Документація, яка підлягає розробці :

- креслення загального виду;
- пояснювальна записка.

3.3.2 Опис конструкції та роботи спеціального пристрою

Спеціальний пристрій призначений для встановлення однієї заготовки деталі «Корпус підшипника». Деталь встановлюється зовнішньою попередньо обробленою площиною на плиту 1 та базується циліндричний 4 і зрізаний 5 пальці. Деталь притискається затиском 2 та 10, який затискається гвинтовим механізмом - гвинтом 8 гайкою 9 та пружиною 6, а також гвинтом 11 та гайкою 12. Пристрій встановлюється на стіл верстата і закріплюється гвинтами крізь пази на основі.

3.3.3 Розрахунок сил затиску

На деталь діють зсувна сила F_o , яка дорівнює 6350Н та затискна сила F_1 , яка дорівнює 47625Н. (Розрахунок проводиться для найбільш навантаженого випадку чорнового розточування)

1. Силу затиску знаходимо за формулою:

$$W = \frac{k \cdot P_2 - P_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2}, \text{ Н}$$

де, k - коефіцієнт запасу, $k=2,5$;

f_1 - коефіцієнт тертя між прихватом і деталлю; $f_1= 0,7$;

f_2 - коефіцієнт тертя між основою і деталлю; $f_2= 0,16$.

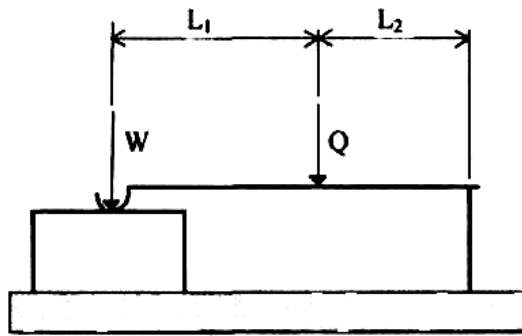


Рис. 3.5 Схема затиску

2. Сила затиску:

$$W = \frac{2,5 \cdot 6350 - 47625 \cdot 0,16}{0,7 + 0,16} = 9598,8 \text{ Н}$$

3. Сила на гвинті

$$Q = \frac{(L_1 + L_2)W}{2L_2\eta}, \text{ Н}$$

η - коефіцієнт витрат на тертя; $\eta = 0,9$

$$Q = \frac{(55 + 45) \cdot 9598,8}{2 \cdot 45 \cdot 0,9} = 11850,3 \text{ Н}$$

3.3.4 Розрахую номінальний діаметр болта

$$d = c \sqrt{\frac{Q}{[\sigma]}}, \text{ мм}$$

c - коефіцієнт, для основної метричної нарізки приймаю $c = 1,4$; $[\sigma] = 49 \text{ МПа}$.

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{11850,3}{49}} = 21,77 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаю болт М22.

3.3.5 Визначення відхилень та допусків положення конструктивних елементів пристрою

1. Визначаю розміри, які впливають на точність витримуваних на даній операції розмірів поворотів і допусків положення оброблюваної заготовки.

2. Діаметр циліндричного пальця. Приймаємо діаметр пальця $\varnothing 13 \text{ мм}$, допуск $g6$.

3. Діаметр зрізаного пальця. Приймаємо діаметр пальця $\varnothing 13 \text{ мм}$, допуск $g6$.

4. Допуск паралельності площин основи пристрою. Приймаємо $0,05 \text{ мм}$ на довжині 100 мм .

5. Розрахунок очікуваної похибки $\varnothing 72 \text{ Н7}^{(+0,03)}$

Розточування виконується на верстаті з ЧПК тому потрібно щоб виконувалась умова:

$$T_3 \geq \omega = \frac{1}{K_c} \sqrt{\omega_{B3}^2 + \omega_{II}^2 + \omega_{BII}^2 + \omega_{HI}^2 + \omega_B^2 + \omega_{III}^2}, \text{ мм}$$

де T_3 – допуск на витримуваний розмір, $T_3 = 0,03 \text{ мм}$

K_c – коефіцієнт, що враховує статичну складову похибки, $K_c = 0,8$

ω_{B3} – похибка встановлення заготовки розраховується за формулою:

$$\omega_{B3} = \sqrt{\omega_3^2 + \omega_B^2}$$

ω_3 – похибка закріплення заготовки, $\omega = 0$, тому що сила затиску не впливає на витримуваний розмір;

ω_B – похибка базування, технологічна база співпадає з вимірювальною томою, $\omega_B = 0$;

$$\omega_{B3} = \sqrt{0+0} = 0$$

ω_{II} – похибка пристрою

$$\omega_{II} = \frac{1}{5} T_3$$

$$\omega_{II} = \frac{1}{5} \times 0,03 = 0,006$$

ω_{BII} – похибка встановлення пристрою:

$$\omega_{BII} = \frac{S_{MAX} - T_{ЗНОСУ}}{2}$$

де S_{MAX} – максимальний зазор між циліндричним пальцем пристрою та отвором столу, оскільки сполучення циліндричний палець - отвір стола верстата виконані по посадці $\varnothing F7p6$, то:

$$S_{MAX} = ES_{OTB} - EI_{ПАЛ}; \text{ мм}$$

$$S_{MAX} = 0,041 - 0,022 = 0,019 \text{ мм};$$

$T_{ЗНОСУ}$ — допуск на знос сполучення циліндричний палець - отвір стола верстата, $T_{ЗНОСУ} = 0,02 \text{ мм}$;

$$\omega_{BII} = \frac{0,019 - 0,02}{2} = 0,0195 \text{ мм}$$

ω_{II} -похибка налагодження інструменту, $\omega_{BII} = 0,03 \text{ мм}$ оскільки після кожної зміни інструменту верстат автоматично визначає виліт інструменту;

ω_B -биття шпинделя верстату за довідковими даними дорівнює, $\omega_B = 0,02 \text{ мм}$;

ω_{III} -похибка налагодження початкової точки верстата дорівнює, $\omega_{III} = 0,03 \text{ мм}$.

6.Тоді за формулою:

$$T_3 = 0,03 \geq \frac{1}{0,8} \sqrt{0 + 0,006^2 + 0,0195^2 + 0,03^2 + 0,02^2 + 0,03^2} = 0,0032 \text{ мм}$$

Умова точності виконується, отже пристрій забезпечує точність обробки.

Висновки та пропозиції: Тут необхідно викласти позитивну якість і недоліки пристосування, а також внести свої пропозиції щодо їх подальшому удосконаленню.

Використана література:

1.Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.

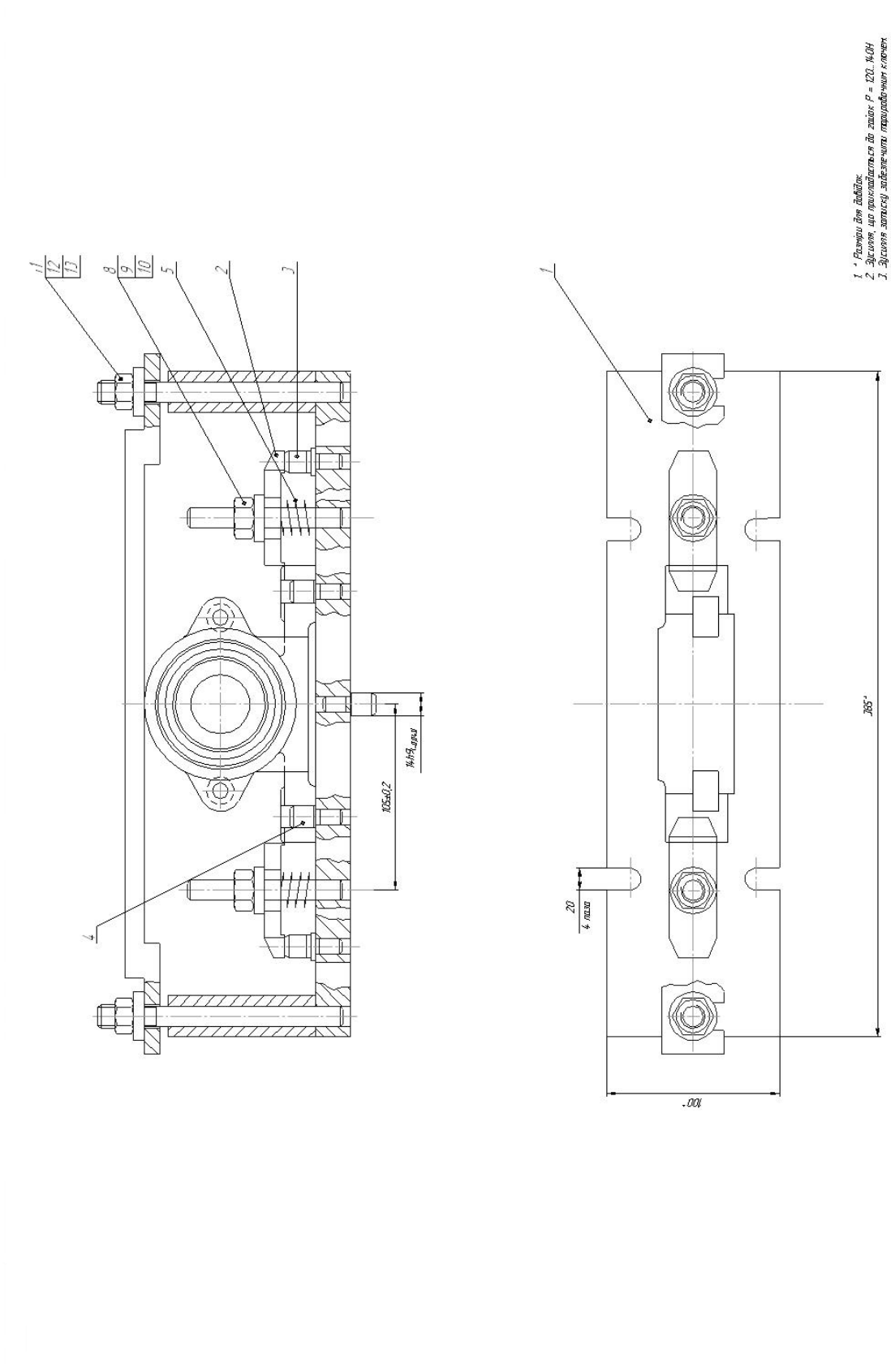


Рис.3.6 Пристрій для фрезерування торців, розточування, свердління, зенкування, отворів в заготовці «Корпус підшипника» на верстаті з ЧПУ IP500ПМФ4

Приклад 3.4 Опис конструкції пристосування

3.4.1 Опис конструкції пристосування.

Деталь «Вал-шестірня» установлюється на призми з прихватами до упору і в торець. При подачі стисненого повітря в штокову порожнину пневмоциліндра поршень під тиском повітря опускається вниз і за допомогою притискних планок, деталь притискається до призми. Після закінчення фрезерування пазів повітря подається в безштокову порожнину за допомогою рукоятки на пневмосистемі пневмоциліндра, шток підіймається вгору і звільнює деталь.

3.4.2 Визначення похибок базування.

Похибку базування можна визначити за наступною формулою:

$$E_{\delta} = 1,21 \times TД \quad (\text{для кута призми } \alpha = 90^0)$$

Іє ТД – допуск на зовнішню циліндричну поверхню, на яку деталь установлюється на призму ТД = - 0,025 мм.

Тоді похибка базування буде

$$E_{\delta} = 1,21 \times 0,025 = 0,03 \text{ мм}$$

Така похибка базування по висоті укладається в допуск розміра 108, яка складає 0,036 мм, що являється достатнім допуском для обробки паза.

3.4.3 Визначення зусиль затискання деталі при закріпленні в призмах.

1. Визначаємо силу різання

$$F_z = \frac{10 \times C_F \times t^x_F \times S^e_F \times B^U_F \times Z}{D^g_F \times n^W_F} \times K_{M_F} = \frac{10 \times 12,5 \times 16^{-0,85} \times 0,1^{0,75} \times 16^1 \cdot 3}{16^{0,73} \times 200^{-0,13}} \times 1,02 =$$
$$\frac{10 \times 12,5 \times 10,56 \times 0,1778 \times 16 \times 3}{7,57 \times 1,9913} \times 1,02 = 762 \text{ Н}$$

де коефіцієнти $C_F = 12,5$; $X = 0,85$; $Y = 0,75$; $u = 1,0$; $g = 0,73$; $w = -0,13$

2. Визначаємо крутний момент

$$M_{кр} = \frac{F_z \times D}{2 \times 100} = \frac{762 \times 16}{2 \times 100} = 61 \text{ Н.м.}$$

3. Визначаємо потужність різання

$$P = \frac{F_z \times V}{60} = \frac{762 \times 24}{60} = 305 \text{ Вт} = 0,3 \text{ кВт}$$

4. Визначаємо здвигаючу силу при затисканні та різанні деталі, Н;

$$F_{зд} = 1,2 \times F_z = 1,2 \times 762 = 915 \text{ Н}$$

5. Визначаємо зусилля затискання деталі

$$F_{зат} = \frac{1,5 \times F_z}{f} = \frac{1,5 \times 762}{0,45} = 2540 \text{ Н}$$

6. Визначаємо діаметр циліндра (поршня)

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{F_{зат}}{\rho_{\epsilon} \times 0,785 \times \eta}} = \sqrt{\frac{2540}{0,4 \times 0,785 \times 0,8}} = 100,6 \text{ мм}$$

Приймаємо згідно з ГОСТом 1250 – 84 діаметр пневмоциліндрів

$$D_{ц} = 100 \text{ мм}$$

7. Визначаємо діаметр штока

$$D_{шт} = 0,25 \times 100 = 25 \text{ мм}$$

8. Визначаємо $F_{пр}$ – зусилля, що розвивається приводом, в Н.

$$F_{пр} = \rho_{\epsilon} \times \frac{\pi \times D_{ц}^2}{4} \times \frac{\ell_2}{\ell_1} \times \eta = 0,4 \times \frac{3,14 \times 0,1^2}{4} \times \frac{0,12}{0,08} \times 0,9 = 662 \text{ Н}$$

Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Аналіз вихідних даних.
3. Викладення ідеї конструкції пристосування.
4. Послідовність конструкції пристосування.
5. Опис призначення, улаштування і роботи пристосування.
6. Установлення категорії складності пристосування.
7. Визначення вартості пристосування.

Висновки та пропозиції: Тут необхідно викласти позитивну якість і недоліки пристосування, а також внести свої пропозиції щодо їх подальшому удосконаленню.

Використана література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. – Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р.-295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. – М.: Машиностроение, 1979 – 300с.

Приклад 3.4.Опис конструкції пристосування для обробки деталі "Корпус"

Пристосування для багатоцільового верстата IP500ПМФ4 складається із наступних елементів рис. 3.8.1:

- основа поз.1;
- опора поз.2;
- установчі елементи: планка поз. 3 і два пальця – циліндричний поз. 20 та ромбічний (зрізаний) поз. 21;
- затискні елементи: прихват поз. 22; опора 19, пружина поз. 23, шпилька поз. 18, гайка поз. 12.

До опори поз. 2 жорстко прикріплюється планка поз. 3 з запресованими на ній двома пальцями. В центрі опори вкручуються шпилька поз. 18, на яку надівається пружина поз. 23 з шайбою поз. 15 і прихват поз. 22. За допомогою опори поз. 19 одноразово до початку роботи на верстаті виставляється висота, на якій повинен знаходитися прихват (в залежності від висоти деталі). Прихват має переміщуватися по пазу в повздовжньо-зворотньому напрямку і обертається навколо шпильки. Пружина поз. 23 запобігає різкому падінню прихвату.

Деталь устанавлюється на два пальця. Прихват переміщуємо в сторону деталі і за допомогою гайки поз. 12 притискається до неї – деталь затиснута в пристосуванні. Після закінчення обробки деталі відкручується гайка поз. 12, прихват здвигають в протилежному від деталі напрямку – і деталь знімають з пристосування. До столу верстата пристосування прикріплюється за допомогою 4-х болтів поз.10, які вставляються в отвори, які знаходяться в основі пристосування.

3.4.1 Визначення похибок базування

В пристосуванні деталь базується по циліндричним отворах та базової площини. При устанавленні деталі на два пальці завжди використовується один – циліндричний, другий – зрізаний палець. Зрізаний палець використовується для утворення збільшеного зазору між ним та отвором деталі в напрямку лінії це-нтрів. Цей зазор потрібен для компенсації допустимих відхилень розміра між вісями отворів обробляємих деталей. При відсутності зрізу на одному із установчих пальців частина обробляємих деталей не могла би бути надіта на них, тому що величина допуску на лінійний розмір між вісями отворів деталі май-же завжди більше, ніж сума зазорів між отворами та двома установчими пальцями.

L_1 – відстань між центрами отворів деталі

L_2 – відстань між центрами пальців пристосування

Діаметр отвору $D_{отв}=8H9(^{+0,036})$

Мінімальний діаметр отвору $D_o = D_{отв} + EI, \text{мм};$

$$D_o = 8 + 0 = 8$$

Діаметр пальця $D_n = 8F7(^{-0,013}_{-0,028}) \text{мм}$

Найбільший діаметр пальця $D = D_n + ES$ мм
 $D = 8 + (-0,013) = 7,987$ мм

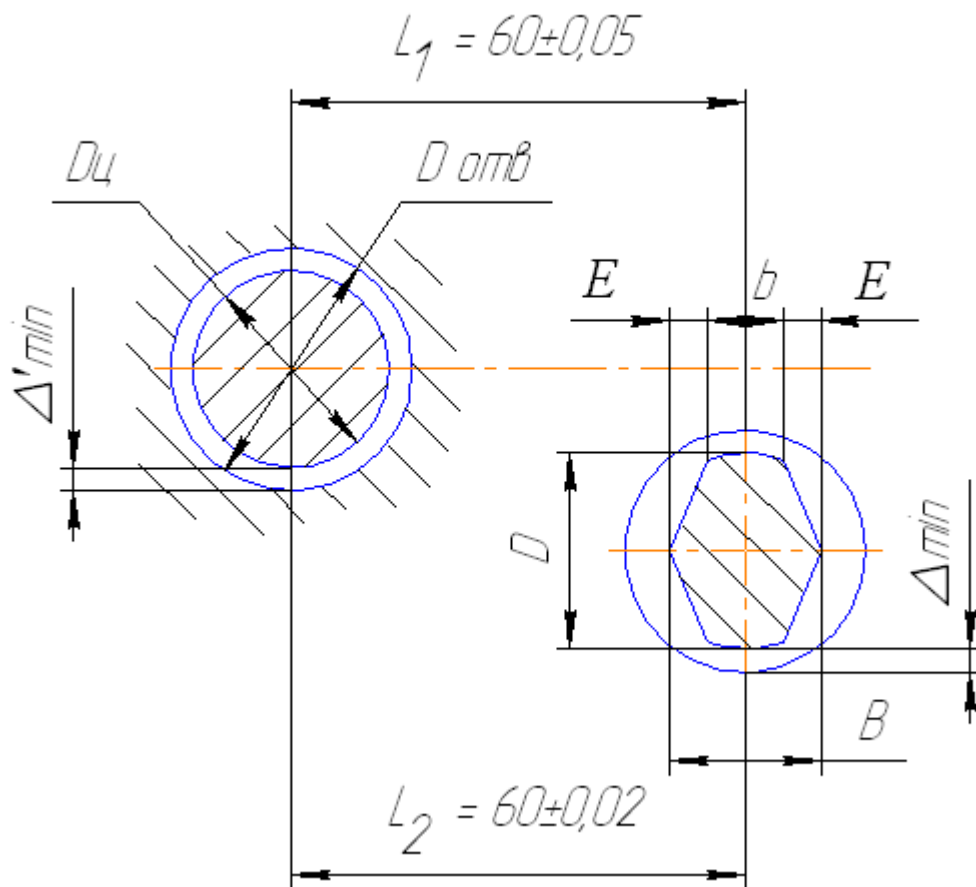


Рис.3.8 Схема установки заготовки на два пальця

1. Визначаємо найменший зазор між направляючим пояском зрізаного пальця і отвором заготовки

$$\Delta \min = \frac{D_o - D}{2}, \text{ мм}$$

$$\Delta \min = \frac{8 - 7,987}{2} = 0,0065 \text{ мм}$$

2. Величина зазору для зрізаного пальця, обумовлена зміщенням отворів та установчих пальців за рахунок допусків на міжцентрову відстань.

$$\Sigma = y + y_1 - \Delta \min, \text{ мм}$$

де y – найбільше відхилення відстані між центрами отворів; $y = 0,05$ мм

y_1 – найбільше відхилення відстані між центрами пальців; $y_1 = 0,02$ мм

$$\Sigma = 0,05 + 0,02 + 0,0065 = 0,0765 \text{ мм}$$

3. Найменший зазор між циліндричним пальцем та отвором заготовки $\Delta' \min$

$$\Delta' \min = \frac{D_o - D_u}{2},$$

де D_u – найбільший діаметр циліндричного пальця; $D_{ц.п} = 8F7 \begin{smallmatrix} -0,013 \\ -0,028 \end{smallmatrix}$

$$D_{ц} = D_{п} + ES; \text{ мм} \quad D_{ц} = 8 + (-0,013) = 7,987 \text{ мм}$$

$$\Delta' \min = \frac{8 - 7,987}{2} = 0,0065 \text{ мм}$$

4. Ширина направляючого пояса на зрізаному пальці

$$B = \frac{D \times \Delta \min}{\Sigma}; \text{ мм} \quad B = \frac{7,987 \times 0,0065}{0,0765} = 0,68 \text{ мм}$$

5. Можливість встановлювання оброблюваної деталі на циліндричний та зрізаний пальці визначається рівнянням

$$\delta_o + \delta_{п} \leq 2\Sigma + \Delta \min$$

де δ_o – допуск на розмір між вісями отвору

$\delta_{п}$ – допуск на розмір між вісями установочних пальців

$$\delta_o = ES - EI; \text{ мм} \quad \delta_o = 0,05 - (-0,05) = 0,1 \text{ мм}$$

$$\delta_{п} = 0,02 - (-0,02) = 0,04 \text{ мм}$$

$$0,1 + 0,04 = 0,14 < 2 \times 0,0765 + 0,0065 = 0,1595$$

Умова виконується, тобто базування забезпечує необхідні вимоги до обробки деталі.

3.4.2 Визначення зусиль затискання деталі

1. Визначаємо $F_{зат}$ силу затискання, створювану гвинтом M16 зі сферичним опорним торцем при дії на площину.

$$F_{зат} = \frac{M_{кр}}{\left[r_{ср} \times tg(\alpha_m + \varphi_m) \right] + K_{\phi} \times f_m}, \text{ Н}$$

де $M_{кр}$ – крутний момент, який прикладений до головки гвинта;

$r_{ср}$ – середній радіус різьби гвинта по довідникових таблицях на типи різьб;

$$r_{ср} = 7,35 \text{ мм}$$

$\alpha_{п}$ – кут підйому витка для метричних різьб; $\alpha_{п} = 2^{\circ}30'$;

φ_m – кут тертя в різьбовому сполученні; $\varphi_m = 6^{\circ}34'$;

K_{ϕ} – коефіцієнт, що залежить від форми поверхні зіткнення затискного елемента з затискною поверхнею; $f_{\phi} = 0$ (для сферичної поверхні)

f_{ϕ} – коефіцієнт тертя на торці гвинта; $f_{\phi} = 0,15$.

2. Розраховуємо крутний момент, який прикладений до головки гвинта

$$M_{кр} = F_{рук} \times L_{рук}, \text{ Н} \times \text{мм}$$

3. Довжина рукоятки ключа визначаємо з відношення $L_{рук} = 14 \times D$ різьби.

$$L_{рук} = 14 \times 16 = 224 \text{ мм}$$

4. Сила, прикладена до рукоятки ключа приймаємо $F_{рук} = 140 \text{ Н}$

$$M_{кр} = 140 \times 224 = 31360 \text{ Н} \times \text{м}$$

5. Тоді сила затиску, створювана гвинтом

$$F_{зат} = \frac{31360}{\left[7,35 \times tg(2^{\circ}30' + 6^{\circ}34') \right] + 0 \times 0,15} = 26936 \text{ Н}$$

6. Визначаємо $F_{\text{зат}}$ силу затискання, створювану гвинтом M22 зі сферичним опорним торцем при дії на площину.

$$F_{\text{зат}} = \frac{M_{\text{кр}}}{\left[r_{\text{ср}} \times \operatorname{tg}(\alpha_m + \varphi_m) \right] + K_{\phi} \times f_m}, \text{ Н}$$

де $M_{\text{кр}}$ – крутний момент, який прикладений до головки гвинта;

$r_{\text{ср}}$ – середній радіус різьби гвинта по довідникових таблицях на типи різьб;

$r_{\text{ср}} = 10,19 \text{ мм}$

$\alpha_{\text{п}}$ – кут підйому витка для метричних різьб; $\alpha_{\text{п}} = 2^{\circ}30'$;

φ_m – кут тертя в різьбовому сполученні; $\varphi_m = 6^{\circ}34'$;

K_{ϕ} – коефіцієнт, що залежить від форми поверхні зіткнення затискного елемента з затисковою поверхнею; $f_{\phi} = 0$ (для сферичної поверхні)

f_{ϕ} – коефіцієнт тертя на торці гвинта; $f_{\phi} = 0,15$.

7. Розраховуємо крутний момент, який прикладений до головки гвинта

$$M_{\text{кр}} = F_{\text{рук}} \times L_{\text{рук}}, \text{ Н} \times \text{мм}$$

8. Довжина рукоятки ключа визначаємо з відношення $L_{\text{рук}} = 14 \times D$ різьби.

$$L_{\text{рук}} = 14 \times 22 = 308 \text{ мм}$$

9. Сила, прикладена до рукоятки ключа приймаємо $F_{\text{рук}} = 140 \text{ Н}$

$$M_{\text{кр}} = 140 \times 308 = 43120 \text{ Н} \times \text{мм}$$

10. Тоді сила затиску, створювана гвинтом

$$F_{\text{зат}} = \frac{43120}{\left[10,19 \times \operatorname{tg}(2^{\circ}30' + 6^{\circ}34') \right] + 0 \times 0,15} = 26716,2 \text{ Н}$$

Приклад 3.5 Опис пристосування для фрезерування декілька поверхонь одночасно

Пристосування складається з корпусу 1 та двох планок 15, в корпус встановлено болт 10, який скріплений з планкою віссю 16. На болт 10 накручений шток (в двох випадках позиція 8, в інших двох позиція 13). До корпусу прикручений диск 11 за допомогою гвинтів 4. Дві деталі встановлюються на штоки 8 та закріплюється за допомогою шайб 5 та відкидних шайб 7, які скручуються гвинтами 6. Інші дві деталі встановлюються на штоки 13 та закріплюються за допомогою шайб 21 та відкидних шайб 7, які скручені гвинтами 6, в цьому випадку додаткове затискання виконується за допомогою закручування гайки 12. Для того щоб деталь не прокручувалася встановлюємо її на палець 20 отвором $\varnothing 24$.

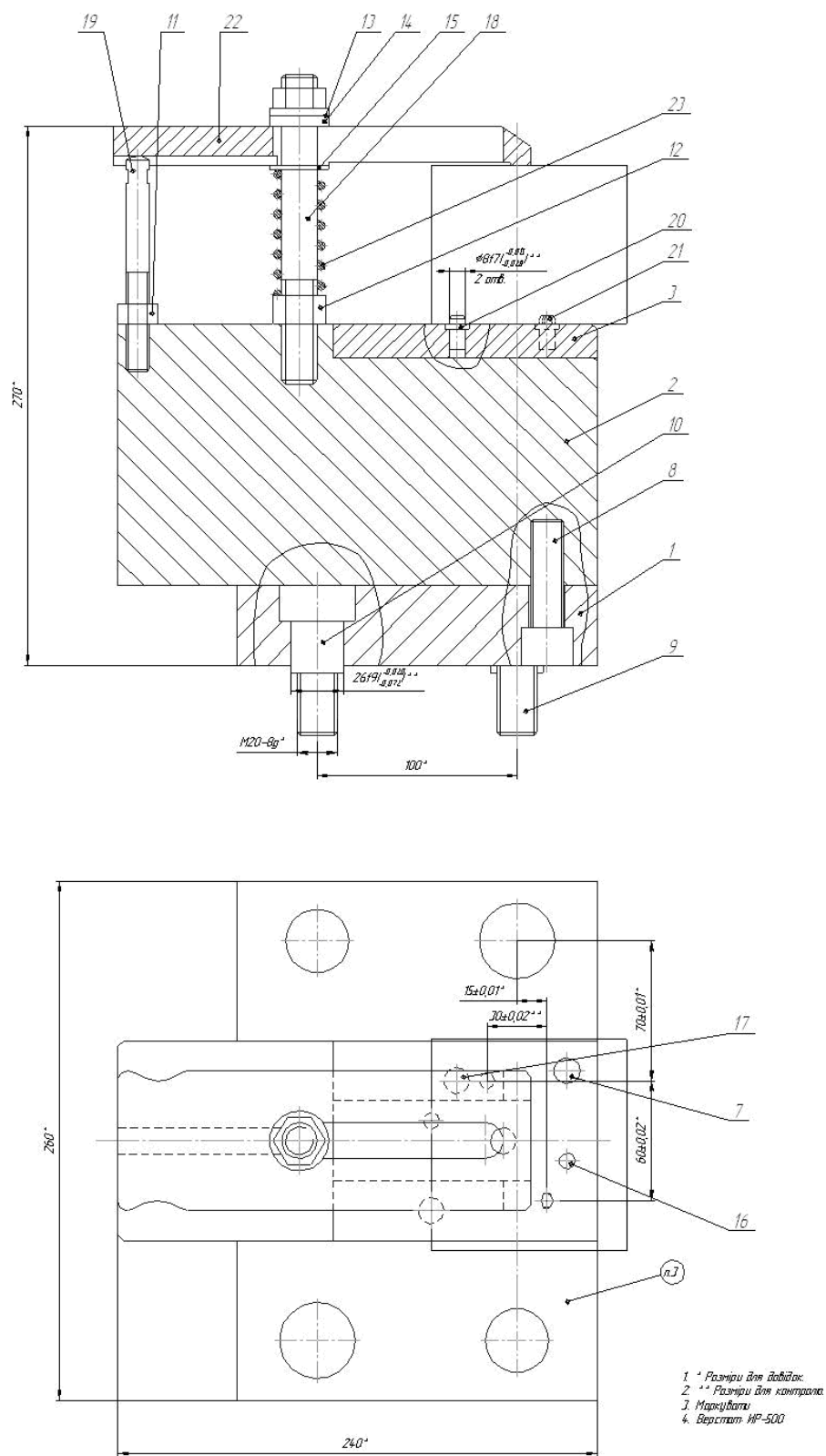


Рис.3.8.1 Пристосування для фрезерування з установкою заготовки на два пальця

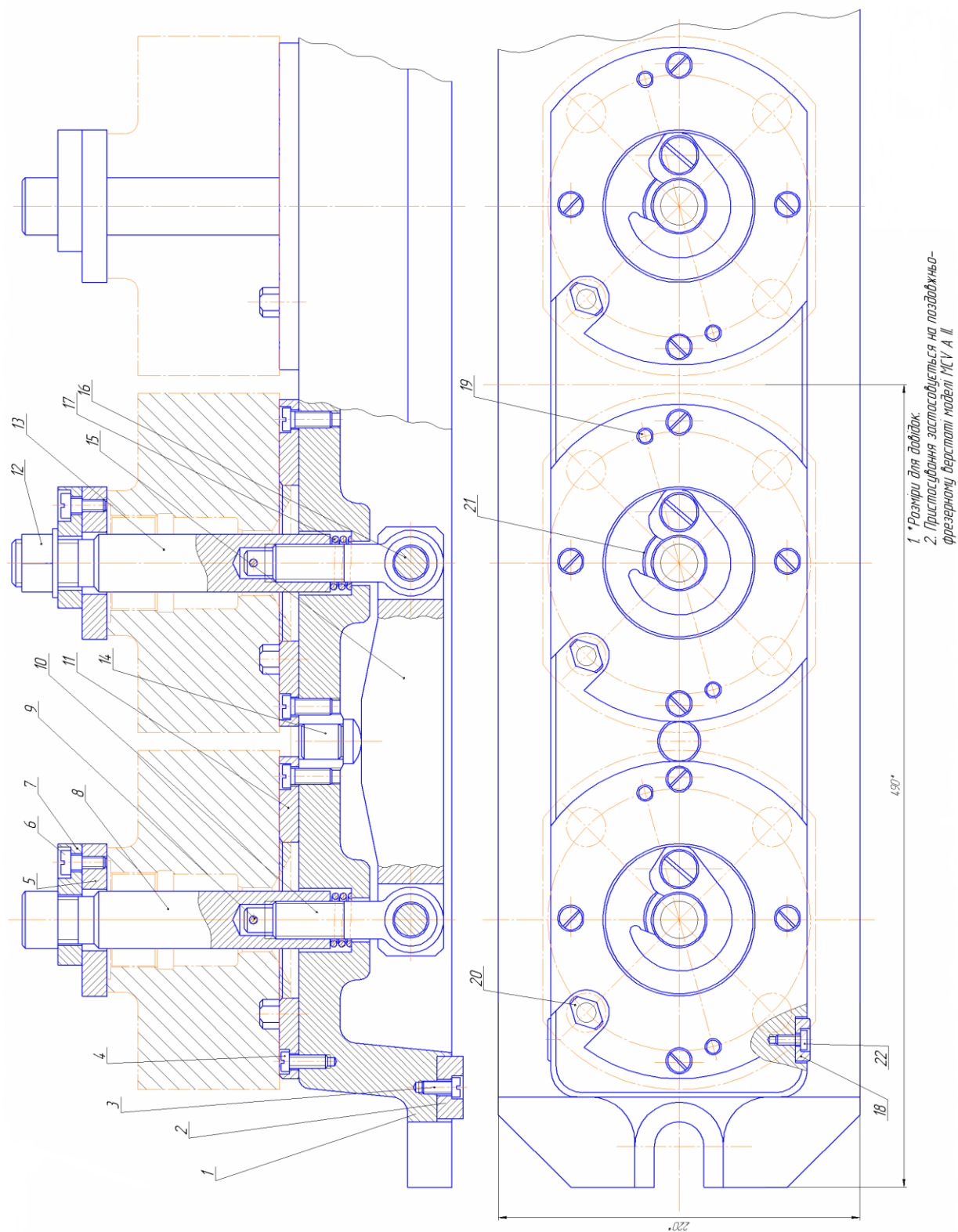


Рис 3.9 пристосування для фрезерування декілька поверхонь одночасно

Методика виконання практичної роботи № 4

Тема: Розрахунок технологічних пристосувань для зубофрезерних верстатів

Мета заняття: Навчити конструювати технологічні пристосування, оформляти на них конструкторську документацію і визначити техніко-економічні показники.

Хід заняття: Для зубофрезерування зубців на "Шестерні", на фрезерній операції в серійному типі виробництва необхідно сконструювати пристосування з пневмозатискачем, оформити на нього конструкторську документацію, визначити його вартість, строк амортизації і деякі інші показники.

Організаційні та методичні вказівки: заняття проводять після вивчення всіх тем з дисципліни «Технологічне оснащення», «Технологія машинобудування» або аналогічних дисциплін технологічного профілю. Заняття проводять з групою, розділеною на ланки по 6-8 студентів в ланці. Робота в ланці ведеться колективно: 1 студент (ведучий) організовує роботу ланки; 2 студента працює над кресленням пристосування; інші працюють з літературою і ведуть записи послідовності роботи. Під час роботи студенти чергуються місцями. Ланки працюють паралельно під керівництвом викладача і при його консультації. Початкове креслення пристосування корисно виконувати на міліметровому папері в натуральну величину. Це полегшує і прискорює креслярську роботу.

Конструювання пристосування є творчий процес. При виконанні цієї роботи потрібно прямувати, щоб нове пристосування давало техніко-економічний ефект, тобто, щоб воно в повній мірі відповідало експлуатаційним вимогам і при цьому було економічним. При конструюванні пристосування необхідно враховувати наступне:

Передбачити можливість зручного очищення установочних поверхонь від стружки і змащувальних та охолоджувальних рідин (ЗОР); забезпечувати зручність при завантажуванні і розвантажуванні заготовок; надавати конструкції просту і гладку форму зовнішніх поверхонь, що забезпечує прибирання; максимально використовувати в конструкції стандартні, нормалізовані, уніфіковані деталі і вузли, а також покупні вироби; зручно розміщувати органи управління, забезпечуючи доступ до заготовки для спостереження і контролю за обробкою; при наявності різьбових з'єднань запобігати їх від самовідгвинчування:

- передбачити захист поверхонь, особливо робочих, від корозії;
- забезпечити довговічність і зносостійкість пристосування і можливість без утруднень виконати його контроль, регулювання і ремонт.

Вихідні дані та матеріали:

1. Операційна технологічна карта, для котрої проектується пристосування і операційний ескіз.

2. Креслення або ескізи деталі і заготовки.
3. Вказівки щодо типу виробництва деталі або об'єму випуску деталей за рік.
4. Дані технічної характеристики обладнання, яке використовується на даній операції.
5. Міліметровий папір і креслярські прилади.
6. Інструктаж щодо виконання роботи.

Порядок виконання роботи:

1. Аналіз вихідних даних, котрий повинен дати студенту повне уявлення щодо всіх елементів технологічної операції і на цій основі уявлення про конструкцію пристосування.

Він включає:

- розглядання креслень або ескізів деталей і заготовок, що дає можливість установити габаритні розміри, форму і масу деталі; виявлення згідно операційного ескізу і операційної карти зміст операції, положення заготовки, технологічних баз заготовки, напрямлень дії сил різання, розмірів, які виконуються під час обробки, місць дії сил затискання, можливих напрямлень зміщення заготовки;
- згідно вибраного типу виробництва приймається рішення щодо можливості степені складності пристосування (чим більший об'єм випуску деталей, тим більшу складність і більшу вартість пристосування можна допустити, не ризикуючи тим, що воно не окупиться;
- дані про характеристику верстата дозволяють установити обмеження пристосування за габаритами, спосіб центрування та кріплення пристосування на верстаті.

2. Розробка загальної ідеї конструкції пристосування, котра повинна бути – ухвалена викладачем.

3. Конструювання пристосування виконується в такій послідовності:

- на аркуші відображають тонкими штрих пунктирними лініями дві або три проекції оброблюючої заготовки у вигляді, котрий вона буде мати після розглянутої операції і в тому положенні, котре вона повинна займати в пристосуванні на верстаті при обробці. Проекції розміщують так, щоб залишилось достатньо місця для розміщення деталей пристосування.

Відображена заготовка враховується «прозорою»;

- розміщення на кресленні направляючих елементів пристосування (кондукторних втулок, установів тощо), розміщених в точній відповідності з розміщенням оброблюючої поверхні також в двох або трьох проекціях.
- потім на кресленні у відповідності з технологічними базами, які вказані на операційному ескізі, розміщують установочні елементи-опори, призми, планки тощо;
- потім вибирають тип затискного улаштування і розміщують його на кресленні загального виду пристосування у відповідності з тим, як на операційному ескізі вказане місце дії зусилля затиску;

- по накресленому раніше добавляють допоміжні і ділильні улаштування і кріплення для всіх установлених раніше елементів, а також інші деталі і складальні одиниці;
- вибравши тип корпусу, утворюють його конструкцію, котра повинна з'єднувати всі елементи пристосування, бути міцною, жорсткою і зручною в роботі;
- для центрування пристосування на верстаті в корпусі розміщують центро-вик або дві шпонки з кріпильними деталями, а для закріплення на верстаті на корпусі передбачають провущини і в оброблені верстатні пази (на столі верстату) вставляють спеціальні болти з шайбами і гайками;
- кінцеве оформлення креслення складається в зображенні недостатніх проєкцій, видів, розрізів, габаритних і контрольних розмірів, координуючих відстаней, виносков для вказівок позицій деталей. На кресленні указують технічні вимоги, які пред'являються до пристосування щодо малярки, маркуванню точності, строкам перевірки;
- потім складають специфікацію пристосування.

4. Визначення економічних показників.

Користуючись даними, які представлені в специфікації пристосування, установлюють:

- категорію складності пристосування згідно числа найменувань деталей, користуючись джерелами;
- вартість пристосування розраховується за формулами із тих же джерел;
- строк амортизації пристосування (А) для простих пристосувань 1-2 роки, для середньо складних – 3-4 роки, для складних – 4-6 років;
- річну вартість пристосування з врахуванням витрат на експлуатацію і ремонт за формулою:

$$B_{\text{пр.р.}} = B_{\text{пр}} (1/A + g/100)$$

де g – річні витрати на експлуатацію і ремонт пристосування, що передбачені в розмірі 20-30% його вартості ($g = 20 \div 30$).

5. Графічну частину звіту складають операційний ескіз, загальний вид пристосування, схеми, пояснюючі принцип роботи пристосування і його механізмів.

Приклад 4.1 Пристрій спроектовано для зубофрезерної операції і призначається для закріплення заготовки при фрезеруванні зуб'їв

4.1.1 Опис та розрахунок спроектованого пристрою

Пристрій спроектовано для зубофрезерної операції і призначається для закріплення заготовки при фрезеруванні зуб'їв на зубофрезерному напівавтоматі моделі 5K328П.

Пристосування є універсально-переналагоджувачим, що важливо для серійного виробництва.

Використання поданого пристосування забезпечити точну та швидку установку усіх оброблюючих деталей в даному пристосуванні

Пристосування складається з слідуєчих елементів :

- а) корпус , на якому встановлена кришка та пневмопривід ;
- б) зажимні елементи: пневмопривід мембранного типу, швидкоз'ємна шайба;
- в) установочні елементи : кришка, корпус тощо.

Закріплення пристосування на столі верстата виконується за допомогою 6-ти болтів.

Деталь з внутрішнім отвором Ø45Н8 мм встановлюється на направляючу втулку - центровик, а торцем упирається на основу пристосування.

Для затискання деталі стиснуте повітря подається в штокову порожнину. Під дією повітря мембрана натягується, змінюючи положення штока, і утримує деталь. Для того, щоб зняти деталь після закінчення обробки, закінчується подача зтиснутого повітря, мембрана повертається, в початкове положення, і звільнює деталь.

4.1.2 Розрахунок пристосування

1. Розраховуємо похибку установки.

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{(\Delta \varepsilon_z)^2 + (\Delta \varepsilon_b)^2}$$

де $\Delta \varepsilon_b$ – похибка базування.

$\Delta \varepsilon_z$ – похибка закріплення = 0,02 мм.

$\Delta \varepsilon_y$ - похибка установки.

Похибка базування :

$$\Delta \varepsilon_b = \delta_a + \delta_b = 0,04 + (-0,04) = 0,08 \text{ мм.}$$

де δ_a, δ_b – допуски на діаметр отвору та діаметр оправки.

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{0,08^2 + 0,02^2} = \sqrt{0,068} = 0,0825 \text{ мм.}$$

2. Розраховуємо необхідне зусилля затиску

$$W = 2 \times Fz \times K \times \frac{D}{(D_1 + d)} \times f; H.$$

де f – коефіцієнт тертя між шайбою й заготовкою. ($f = 0.1 \dots 0.15$)

K – коефіцієнт запасу, $K = 1$.

D – діаметр деталі, $D = 256$ мм;

D_1 – діаметр шайби, $D_1 = 70$ мм;

d – діаметр оправки, $d = 45$ мм.

Окружна сила різання Fz розраховується за формулою:

$$\begin{aligned} Fz &= C_F \times m^{1,4} \times S^{0,95} \times t^{1,4} \times V^{-0,28} \times Ko \times Km \times 9,81 = \\ &= 15 \times 4^{1,4} \times 1,7^{0,95} \times 8,8^{1,4} \times 25,2^{-0,28} \times \frac{1}{2,592} \times 1,07 \times 9,81 = 5960 \text{ Н.} \end{aligned}$$

$$W = 2 \times 5960 \times 1 \times 0,15 \times 0,256 / (0,07 + 0,45) = 881 \text{ Н.}$$

Сила приводу яка необхідна для закріплення заготовки.

$$F_{пр.} = W / \eta, \text{ Н.}$$

де η - ккд силового приводу, $\eta = 0,85$

$$F_{\text{пр}} = 881 / 0,85 = 1036 \text{ Н.}$$

Розраховуємо розміри приводу зажима.

Діаметр діафрагми розраховуємо за формулою: (для пневмокамери одностороннього типу).

$$D_{\text{діаф}} = \sqrt{\frac{F_{\text{пр}}}{0,58 \times \rho \times v \times \eta}}; \text{мм.}$$

$$D_{\text{діаф}} = \sqrt{\frac{1036}{0,58 \times 0,4 \times 0,85}} = 0,73 \text{ м}$$

По нормативам приймаємо bliще значення пневмокамери $D_{\text{діаф}} = 125 \text{ мм.}$ Розраховуємо діаметр опорної шайби штока.

$$D_{\text{шт}} = 0,7 \times D_{\text{діаф}} = 0,7 \times 125 = 88 \text{ мм.}$$

Приклад 4.2 Опис та розрахунок пристосування на зубофрезерну операцію верстата моделі 5K324

4.2.1 Опис конструкції пристосування

Пристрій спроектовано для зубофрезерної операції й призначається для закріплення заготовки при фрезеруванні зуб'їв на зубофрезерному напівавтоматі моделі 5K324.

Пристосування є універсально-переналагоджувачим, що важливо для серійного виробництва

Використання поданого пристосування забезпечити точну та швидку установку усіх обробляючих деталей в даному пристосуванні.

Пристосування складається з слідуєчих елементів:

- корпус, на якому встановлена кришка та пневмопривід.
- зажимні елементи: пневмопривід мембранного типу, швидкоз'ємна шайба.
- установочні елементи: кришка.

Закріплення пристосування на столі верстата виконується шістьма болтами.

Деталь з внутрішнім отвором $\varnothing 100\text{H}8$ установлюється на направляючу втулку-центровик, і торцем упирається в торець втулки.

Для затискання деталі стиснуте повітря подається в штокову порожнину.

Під дією повітря мембрана натягується, змінюючи положення штока, і утримує деталь. Для того, щоб зняти деталь після закінчення обробки, закінчується подача стиснутого повітря, мембрана повертається, в початкове положення, і звільнює деталь.

4.2.2 Визначення похибки базування

1 Розраховуємо похибку установки

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{\Delta \varepsilon_z^2 + \Delta \varepsilon_{\phi}^2}, \text{ мм}$$

де $\Delta \varepsilon_{\phi}$ – похибка базування, мм

$\Delta \varepsilon_z$ – похибка закріплення, мм

$\Delta \varepsilon_y$ - похибка установки, мм

Похибка базування:

$$\Delta E\delta = \delta_a + \delta_b, \text{ мм} \quad \Delta E\delta = 0,054 + (-0,054) = 0,108 \text{ мм.}$$

де δ_a , δ_b – допуски на діаметр отвору та діаметр оправки.

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{0,108^2 + 0,02^2} = \sqrt{0,012} = 0,11 \text{ мм}$$

4.2.3 Визначення зусиль затискання деталі

$$W = 2 \times Fz \times K \times \frac{D}{(D_1 + d)} \times f; H$$

де D – діаметр деталі, $D = 348$ мм.

D_1 – діаметр шайби, $D_1 = 250$ мм.

d – діаметр оправки, $d = 100$ мм.

f – коефіцієнт тертя між шайбою та заготовкою ($f = 0,1 \dots 0,15$)

K – коефіцієнт запасу, $K = 1$.

4.2.4 Окружна сила різання Fz розраховується за формулою:

$$Fz = C \times m^{1.4} \times S^{0.95} \times t^{1.4} \times V^{-0.28} \times K_o \times K_m \times 9,81 \text{ Н}$$

$$Fz = 15 \times 6^{1.4} \times 1,7^{0.95} \times 13,2^{1.4} \times 53,5^{-0.28} \times 1,07 \times 9,81 = 5690 \text{ Н}$$

$$W = 2 \times 5690 \times 1 \times 0,15 \times 0,348 / (0,25 + 0,1) = 1800 \text{ Н.}$$

4.2.5 Сила приводу необхідна для закріплення заготовки.

$$F_{\text{пр.}} = W / \eta, \text{ Н.}$$

де η - ККД силового приводу, $\eta = 0,85$.

$$F_{\text{пр.}} = 1800 / 0,85 = 2118 \text{ Н}$$

4.2.6 Розраховуємо розміри приводу зажима.

Діаметр діафрагми розраховуємо за формулою: (для пневмокамери одностороннього типу).

$$D_{\text{діаф.}} = \sqrt{\frac{Fz}{0,58 \times \rho \times \eta}}; \text{ мм.}$$

$$D_{\text{діафр}} = \sqrt{\frac{5690}{0,58 \times 0,4 \times 0,85}} = 170 \text{ мм}$$

Згідно нормативів приймаємо ближче значення пневмокамери $D_{\text{діаф.}} = 175 \text{ мм}$

Приклад 4.3 Опис та розрахунок пристосування на зубофрезерну операцію верстата моделі 5К324А

4.3.1 Опис конструкції пристосування

Пристрій спроектовано для зубофрезерної операції й призначається для закріплення заготовки при фрезеруванні зуб'їв на зубофрезерному напівавтоматі моделі 5К324А.

Пристосування є універсально-переналагоджувачим, що важливо для серійного виробництва

Використання поданого пристосування забезпечити точну та швидку установку усіх оброблюючих деталей в даному пристосуванні.

Пристосування складається з слідуєчих елементів:

- корпус, на якому встановлена кришка та пневмопривід.
- зажимні елементи: пневмопривід мембранного типу, швидкоз'ємна шайба.
- установочні елементи: кришка.

Закріплення пристосування на столі верстата виконується двома болтами.

Деталь з внутрішнім отвором $\varnothing 140H8$ установлюється на направляючу втулку-центровик, і торцем упирається в торець втулки.

Для затискання деталі стиснуте повітря подається в штокову порожнину.

Під дією повітря мембрана натягується, змінюючи положення штока, і утримує деталь. Для того, щоб зняти деталь після закінчення обробки, закінчується подача стиснутого повітря, мембрана повертається, в початкове положення, і звільнює деталь.

4.3.2 Визначення похибки базування

1 Розраховуємо похибку установки

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{\Delta \varepsilon_z^2 + \Delta \varepsilon_{\delta}^2}, \text{ мм}$$

де $\Delta \varepsilon_{\delta}$ – похибка базування, мм

$\Delta \varepsilon_z$ – похибка закріплення, мм

$\Delta \varepsilon_y$ – похибка установки, мм

Похибка базування:

$$\Delta \varepsilon_{\delta} = \delta_a + \delta_b, \text{ мм}$$

$$\Delta \varepsilon_{\delta} = 0,063 + (-0,063) = 0,126 \text{ мм}$$

де δ_a , δ_b – допуски на діаметр отвору та діаметр оправки.

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{0,126^2 + 0,02^2} = 0,13 \text{ мм}$$

4.3.3 Визначення зусиль затискання деталі

$$W = 2 \times F_z \times K \times \frac{D}{(D_1 + d)} \times f; H$$

де D – діаметр деталі, $D = 380$ мм

D_1 – діаметр шайби, $D_1 = 220$ мм

d – діаметр оправки, d = 140 мм

f – коефіцієнт тертя між шайбою та заготовкою (f = 0,1...0,15)

K – коефіцієнт запасу, K = 1.

4.3.4 Окружна сила різання Fz розраховується за формулою:

$$F_z = C \times m^{1.4} \times S^{0.95} \times t^{0.4} \times V^{-0.28} \times K_o \times K_m \times 9,81 \text{ Н}$$

$$F_z = 15 \times 10^{1.4} \times 2,6^{0.95} \times 22^{0.4} \times 53,5^{-0.28} \times 1,07 \times 9,81 = 11063 \text{ Н}$$

$$W = 2 \times 11063 \times 1 \times 0,15 \times 0,36 / (0,2 + 0,12) = 3733,76 \text{ Н}$$

4.3.5 Сила приводу необхідна для закріплення заготовки.

$$F_{\text{пр.}} = W / \eta, \text{ Н.}$$

де η - ККД силового приводу, $\eta = 0,9$.

$$F_{\text{пр.}} = 3733,76 / 0,9 = 4148,6 \text{ Н}$$

4.3.6 Розраховуємо розміри приводу зажима.

Діаметр діафрагми розраховуємо за формулою: (для пневмокамери одностороннього типу).

$$D_{\text{діаф.}} = \sqrt{\frac{F_z}{0,58 \times \rho \times \eta}}; \text{ мм.}$$

Згідно нормативів приймаємо ближче значення пневмокамери
 $D_{\text{діаф.}} = 250 \text{ мм.}$

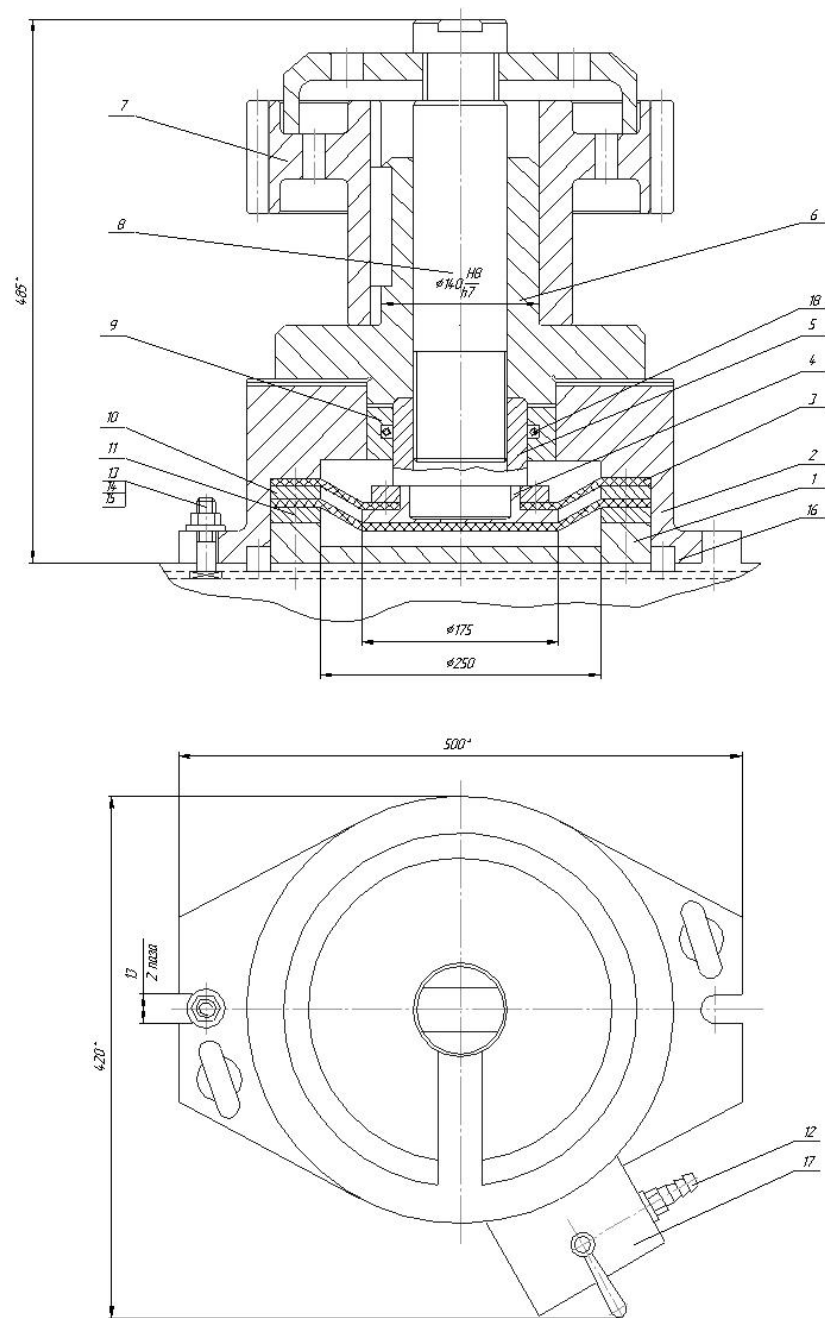
$$D_{\text{діафр}} = \sqrt{\frac{11063}{0,58 \times 0,4 \times 0,85}} = 230 \text{ мм}$$

4.3.7 Розраховуємо діаметр опорної шайби штока.

$$D_{\text{шт.}} = 0,7 \times D_{\text{діафр.}}; \text{ мм}$$

$$D_{\text{шт.}} = 0,7 \times 250 = 175 \text{ мм}$$

Згідно нормативів приймаємо ближче значення пневмокамери $D_{\text{шт.}} = 175$



1. - Розмір для довідок
2. Хід штовху, мм - 15
3. Сила запису деталі, Н - 11063
4. Тиск повітря в магістралі, МПа - 0,4
5. Перед складанням деталі протити в керосині

Рис.4.1 Пристосування для фрезерування зуб'їв на зубофрезерному напі-
вавтоматі моделі 5К324А.

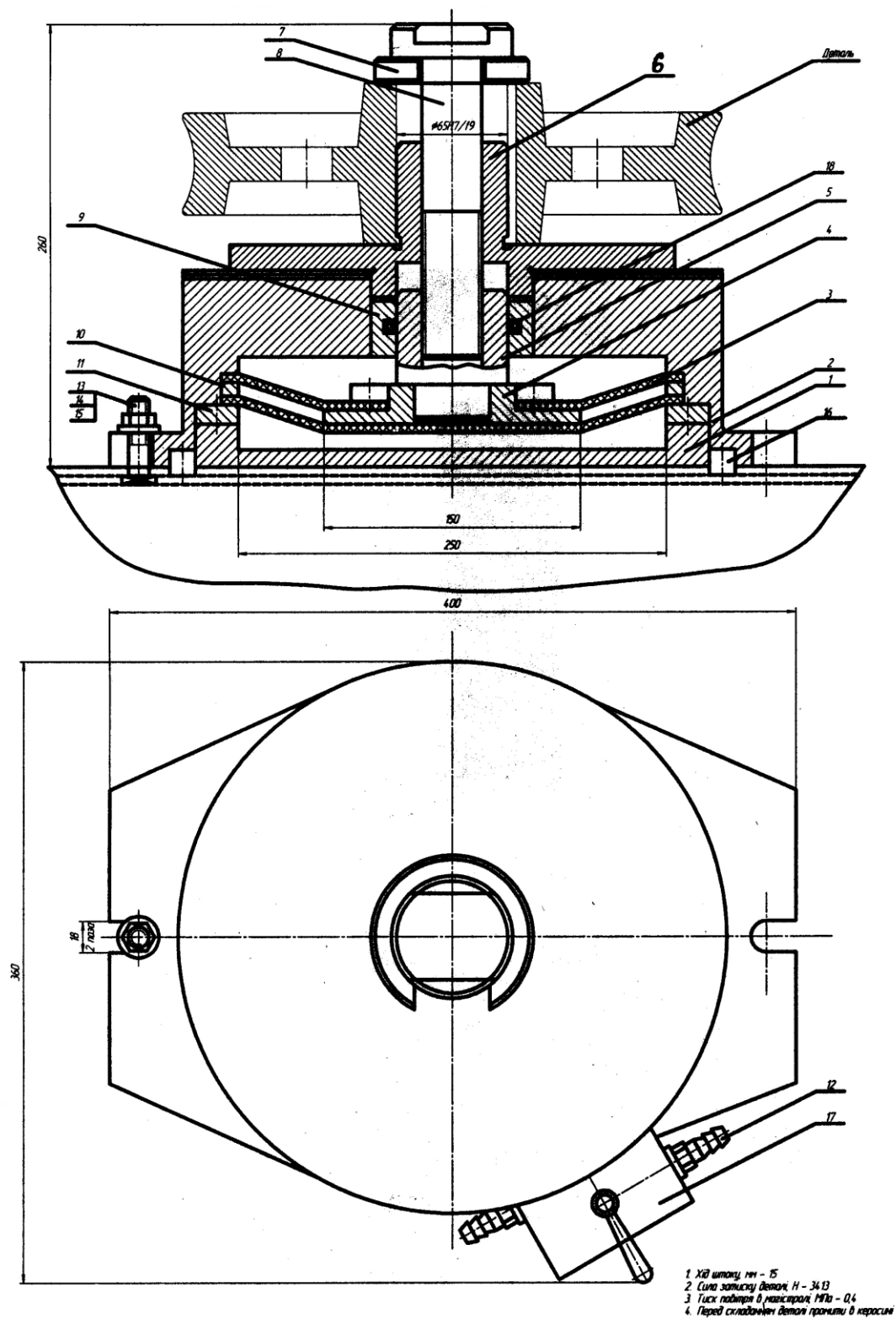


Рис.4.3 Пристосування для фрезерування зубців на зубофрезерному верстаті мод.5К324

Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Аналіз вихідних даних.
3. Викладення ідеї конструкції пристосування.
4. Послідовність конструкції пристосування.
5. Опис призначення, улаштування і роботи пристосування.
6. Установлення категорії складності пристосування.
7. Визначення вартості пристосування.

Висновки та пропозиції: Тут необхідно викласти позитивну якість і недоліки пристосування, а також внести свої пропозиції щодо їх подальшому удосконаленню.

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

1. Як підвищують точність встановлення заготовок?
2. Призначення допоміжних технологічних пристроїв для зубофрезерних верстатів.
3. Які є допоміжні технологічні пристрої для зубофрезерних верстатів?
4. Де використовують спеціальні допоміжні інструменти?
5. Які є способи базування допоміжних інструментів?
6. Допоміжні технологічні пристосування для зубофрезерних верстатів.
7. Що таке САПР технологічних пристосувань і які їх переваги?

Використана література:

1. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
2. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/. Львів. Видавництво "Світ", 2001р.-295с.
4. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
5. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Львів. Новий світ – 2000. 2006 – 580 с.
6. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
7. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування(дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с

Методика виконання практичної роботи № 5

Тема: Проектування пристосування для зубодовбальної операції

Мета заняття: Навчити конструювати нескладні верстати пристосування, оформляти на них конструкторську документацію і визначити техніко-економічні показники.

Хід заняття: Для зубодовбання зубців на зубодовбальній операції в серійному типі виробництва необхідно сконструювати пристосування з пневмозатискачем, оформити на нього конструкторську документацію, визначити його вартість, строк амортизації і деякі інші показники.

Організаційні та методичні вказівки: заняття проводять після вивчення всіх тем з дисципліни «Технологічне оснащення», «Технологічні основи машинобудування» або аналогічних дисциплін технологічного профілю. Заняття проводять з групою, розділеною на ланки по 6-8 студентів в ланці. Робота в ланці ведеться колективно: 1 студент (ведучий) організовує роботу ланки; 2 студента працює над кресленням пристосування; інші працюють з літературою і ведуть записи послідовності роботи. Під час роботи студенти чергуються місцями. Ланки працюють паралельно під керівництвом викладача і при його консультації. Початкове креслення пристосування корисно виконувати на міліметровому папері в натуральну величину. Це полегшує і прискорює креслярську роботу.

Конструювання пристосування є творчий процес. При виконанні цієї роботи потрібно прямувати, щоб нове пристосування давало техніко-економічний ефект, тобто, щоб воно в повній мірі відповідало експлуатаційним вимогам і при цьому було економічним. При конструюванні пристосування необхідно враховувати наступне:

Передбачити можливість зручного очищення установочних поверхонь від стружки і змащувальних та охолоджувальних рідин (ЗОР); забезпечувати зручність при завантажуванні і розвантажуванні заготовок; надавати конструкції просту і гладку форму зовнішніх поверхонь, що забезпечує прибирання; максимально використовувати в конструкції стандартні, нормалізовані, уніфіковані деталі і вузли, а також покупні вироби; зручно розміщувати органи управління, забезпечуючи доступ до заготовки для спостереження і контролю за обробкою; при наявності різьбових з'єднань запобігати їх від самовідвинчування:

- передбачити захист поверхонь, особливо робочих, від корозії;
- забезпечити довговічність і зносостійкість пристосування і можливість без утруднень виконати його контроль, регулювання і ремонт.

Вихідні дані та матеріали:

1. Операційна технологічна карта, для котрої проектується пристосування і операційний ескіз.

2. Креслення або ескізи деталі і заготовки.
3. Вказівки щодо типу виробництва деталі або об'єму випуску деталей за рік.
4. Дані технічної характеристики обладнання, яке використовується на даній операції.
5. Міліметровий папір і креслярські прилади.
6. Інструктаж щодо виконання роботи.

Порядок виконання роботи:

1. Аналіз вихідних даних, котрий повинен дати студенту повне уявлення щодо всіх елементів технологічної операції і на цій основі уявлення про конструкцію пристосування.

Він включає:

- розглядання креслень або ескізів деталей і заготовок, що дає можливість установити габаритні розміри, форму і масу деталі; виявлення згідно операційного ескізу і операційної карти зміст операції, положення заготовки, технологічних баз заготовки, напрямлень дії сил різання, розмірів, які виконуються під час обробки, місць дії сил затискання, можливих напрямлень зміщення заготовки;
- згідно вибраного типу виробництва приймається рішення щодо можливості степені складності пристосування (чим більший об'єм випуску деталей, тим більшу складність і більшу вартість пристосування можна допустити, не ризикуючи тим, що воно не окупиться);
- дані про характеристику верстата дозволяють установити обмеження пристосування за габаритами, спосіб центрування та кріплення пристосування на верстаті.

2. Розробка загальної ідеї конструкції пристосування, котра повинна бути – ухвалена викладачем.

3. Конструювання пристосування виконується в такій послідовності:

- на аркуші відображають тонкими штрих пунктирними лініями дві або три проекції оброблюючої заготовки у вигляді, котрий вона буде мати після розглянутої операції і в тому положенні, котре вона повинна займати в пристосуванні на верстаті при обробці. Проекції розміщують так, щоб залишилось достатньо місця для розміщення деталей пристосування.

Відображена заготовка враховується «прозорою»:

- розміщення на кресленні направляючих елементів пристосування (кондукторних втулок, установів тощо), розміщених в точній відповідності з розміщенням оброблюючої поверхні також в двох або трьох проекціях.
- потім на кресленні у відповідності з технологічними базами, які вказані на операційному ескізі, розміщують установочні елементи-опори, призми, планки тощо;
- потім вибирають тип затискного улаштування і розміщують його на кресленні загального виду пристосування у відповідності з тим, як на операційному ескізі вказане місце дії зусилля затиску;

- по накресленому раніше добавляють допоміжні і ділильні улаштування і кріплення для всіх установлених раніше елементів, а також інші деталі і складальні одиниці;
- вибравши тип корпусу, утворюють його конструкцію, котра повинна з'єднувати всі елементи пристосування, бути міцною, жорсткою і зручною в роботі;
- для центрування пристосування на верстаті в корпусі розміщують центро-вик або дві шпонки з кріпильними деталями, а для закріплення на верстаті на корпусі передбачають провущини і в оброблені верстатні пази (на столі верстату) вставляють спеціальні болти з шайбами і гайками;
- кінцеве оформлення креслення складається в зображенні недостатніх проєкцій, видів, розрізів, габаритних і контрольних розмірів, координуючих відстаней, виносів для вказівок позицій деталей. На кресленні указують технічні вимоги, які пред'являються до пристосування щодо малярки, маркуванню точності, строкам перевірки;
- потім складають специфікацію пристосування.

4. Визначення економічних показників.

Користуючись даними, які представлені в специфікації пристосування, установлюють:

- категорію складності пристосування згідно числа найменувань деталей, користуючись джерелами [];
- вартість пристосування розраховується за формулами із тих же джерел;
- строк амортизації пристосування (А) для простих пристосувань 1-2 роки, для середньо складних – 3-4 роки, для складних – 4-6 років;
- річну вартість пристосування з врахуванням витрат на експлуатацію і ремонт за формулою:

$$\text{Впр.р.} = \text{Впр} (1/A + g/100)$$

де g – річні витрати на експлуатацію і ремонт пристосування, що передбачені в розмірі 20-30% його вартості ($g = 20 \div 30$).

5. Графічну частину звіту складають операційний ескіз, загальний вид пристосування, схеми, пояснюючі принцип роботи пристосування і його механізмів.

Приклад 5.1 Опис та розрахунок пристосування на зубодовбальну операцію

5.1.1 Опис конструкції пристосування.

Пристосування спроектовано для зубодовбальної операції й призначається для закріплення заготовки при довбанні зуб'їв на зубодовбальному напівавтоматі моделі 5140.

Пристосування є універсально-переналагоджувачим, що важливо для серійного виробництва

Використання поданого пристосування забезпечити точну та швидку установку усіх обробляючих деталей в даному пристосуванні.

Пристосування складається з слідуєчих елементів:

- корпус , на якому встановлена кришка та пневмопривід.
- зажимні елементи: пневмопривід мембранного типу, швидкоз'ємна шайба.
- установочні елементи: кришка.

Закріплення пристосування на столі верстата виконується шістьма болтами.

Деталь з внутрішнім отвором $\varnothing 100H9$ установлюється на направляючу втулку-центровик, і торцем упирається в торець втулки.

Для затискання деталі стиснуте повітря подається в штокову порожнину.

Під дією повітря мембрана натягується, змінюючи положення штока, і утримує деталь. Для того, щоб зняти деталь після закінчення обробки, закінчується подача стиснутого повітря, мембрана повертається, в початкове положення, і звільнює деталь.

5.1.2 Визначення похибки базування

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{\Delta \varepsilon_z^2 + \Delta \varepsilon_\delta^2}, \text{ мм}$$

де $\Delta \varepsilon_\delta$ – похибка базування, мм

$\Delta \varepsilon_z$ – похибка закріплення, мм

$\Delta \varepsilon_y$ - похибка установки, мм

Похибка базування: $\Delta \varepsilon_\delta = \delta_a + \delta_b$, мм $\Delta \varepsilon_\delta = 0,087 + (-0,087) = 0,174$ мм.

де δ_a , δ_b – допуски на діаметр отвору та діаметр оправки.

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{0,174^2 + 0,02^2} = \sqrt{0,0307} = 0,1774 \text{ мм}$$

$$W = 2 \times F_z \times K \times \frac{D}{(D_1 + d)} \times f; H$$

5.1.3 Визначення зусиль затискання деталі

де D – діаметр деталі, $D = 460$ мм.

D_1 – діаметр шайби, $D_1 = 130$ мм

d – діаметр оправки, $d = 100$ мм.

f – коефіцієнт тертя між шайбою та заготовкою ($f = 0,1 \dots 0,15$)

K – коефіцієнт запасу, $K = 1$.

З Окружна сила різання F_z розраховується за формулою:

$$F_z = C \times m^{1,4} \times S^{0,95} \times t^{1,4} \times V^{-0,28} \times K_o \times K_m \times 9,81 \text{ Н}$$

$$F_z = 15 \times 3,5^{1,4} \times 0,22^{0,95} \times 7,7^{1,4} \times 35^{-0,28} \times 1,07 \times 9,81 = 5960 \text{ Н}$$

$$W = 2 \times 5690 \times 1 \times 0,15 \times 0,348 / (0,25 + 0,1) = 1800 \text{ Н.}$$

5.1.4 Сила приводу необхідна для закріплення заготовки.

$$F_{\text{пр.}} = W / \eta, \text{ Н.}$$

де η - ККД силового приводу, $\eta = 0,85$.

$$F_{\text{пр.}} = 1800 / 0,85 = 2118 \text{ Н}$$

5.1.5 Розраховуємо розміри приводу зажима.

Діаметр діафрагми розраховуємо за формулою: (для пневмокамери одностороннього типу).

Згідно нормативів приймаємо ближче значення пневмокамери $D_{\text{діаф.}} = 175 \text{ мм.}$

$$D_{\text{діаф}} = \sqrt{\frac{F_z}{0,58 \times \rho \times \eta}}; \text{ мм.}$$

$$D_{\text{діафр}} = \sqrt{\frac{5690}{0,58 \times 0,4 \times 0,85}} = 170 \text{ мм}$$

5.1.6 Розраховуємо діаметр опорної шайби штока.

$$D_{\text{шт.}} = 0,7 \times D_{\text{діафр.}}; \text{ мм}$$

$$D_{\text{шт.}} = 0,7 \times 170 = 119 \text{ мм.}$$

Згідно нормативів приймаємо ближче значення пневмокамери $D_{\text{шт.}} = 120 \text{ мм.}$

Приклад 5.2 Опис та розрахунок пристосування на зубодовбальну операцію

5.2.1 Опис конструкції пристосування.

Для закріплення деталей невеликої довжини використовують універсальне трьохкулачкові самоцентруючі патрони. Обробляема заготовка затискається кулачками, зчепленими з рейкою, яка входить в зачеплення зі спіраллю, нарізаною на передньому торці конічної шестерні. Обертанням (ключем) одного з трьох зубчастих коліс переміщують кулачки в Т-образних пазах корпусу. Зубчасті колеса розташовані рівномірно по колу патрона в отворах корпусу. Затискні поверхні кулачків розташовані уступом по трьом різним радіусам, що збільшує діапазон розмірів затискних заготовок та забезпечує переналадку патрона з одного розміру на інший. Перевагою трьохкулачкових універсальних патронів є простота конструкції, універсальність та достатнє зусилля затиску, а недоліком – сильний знос спіралі та в зв'язку з цим передчасна втрата точності патрону.

При обробки партії деталей в умовах крупносерійного та масового виробництва для установок заготовок в осьовому напрямку використовують розточені кулачки, завдяки чому відпадає необхідність у вимірюванні при установці слідуноюю заготовки.

Розглядаючи операцію № 045 приходжу до висновку, що найбільш навантаженим буде перехід 5 – фрезерування .

Виникаючу потужність при фрезеруванні знаходимо табличним методом.

$$P_{\text{різ}} = E \times \frac{V \times B \times Z}{1000} \times k, \text{ кВт}$$

де V – швидкість різання,

B – ширина фрезерування,

Z – кількість зуб'ів фрези

k_1 – поправочний коефіцієнт,

E – постійний множник.

$$P_{\text{різ}} = 0,25 \times \frac{84,9 \times 30 \times 4}{1000} \times 1,35 = 3,43 \text{ кВт}$$

5.2.2 Розраховуємо силу різання

$$F_{\text{різ}} = \frac{60 \times 3430}{84,9} = 2424,02 \text{ Н}$$

Сила різання $F_{\text{різ}} = 2424,02 \text{ Н}$. Для закріплення заготовки на даній операції застосовується трьохкулачковий самоцентруючий патрон, що здійснює закріплення заготовки від обертання зубчастого колеса.

Необхідно: розрахувати головні елементи патрону, вибрати та розробити опис конструкції та технічних вимог до них

5.2.3 Методика розрахунку патрону

Визначаємо $F_{\text{зат}}$ силу затискання на кожному кулачку

$$F_{\text{зат}} = F_{\text{різ}} \times \frac{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times D_1}{m \times f \times D} \times K_T; \text{ Н}$$

де m – кількість кулачків ($m = 3$);

K_T – 1,05 – коефіцієнт включаючий допоміжні сили тертя в патроні;

f – коефіцієнт тертя в направляючих кулачках; $f = 0,35$ – з кільцевими канавками;

D – діаметр затисненої поверхні; $D = 150 \text{ мм}$;

D_1 – діаметр оброблюючої поверхні; $D_1 = 200 \text{ мм}$;

$\alpha = 90^\circ$ - кут призми кулачка (при радіусних кулачках).

Підставляючи цифрові значення величин у формулу, одержимо:

$$F_{\text{зат}} = 2424,02 \times \frac{\sin\left(\frac{90}{2}\right) \times 200}{3 \times 0,35 \times 150} \times 1,05 = 2285 \text{ Н}$$

5.2.4. Розраховуємо крутний момент, який прикладений до конічної шестерні універсального патрону

$$M_{\text{кр}} = F_{\text{рук}} \times L_{\text{рук}} \text{ Н} \times \text{м}$$

$$M_{\text{кр}} = 140 \times 280 = 39200 \text{ Н} \times \text{м}$$

де L – довжина ключа

$$F_{\text{рук}} = 140 \text{ Н}$$

5.2.5 Тоді сила затиску на кулачках патрону буде:

$$F_{\text{зат}} = \frac{M_{\text{кр}}}{\left[r_{\text{ср}} \times \text{tg}(\alpha_m + \varphi_m) \right] + K_{\varphi} \times f_m}, \text{ Н}$$

$$F_{\text{зат}} = \frac{39200}{\left[9,19 \times \text{tg}(2^\circ 30' + 6^\circ 34') \right] + 0 \times 0,15} = 24332 \text{ Н}$$

Сила затиску в 10 разів перевищує силу різання.

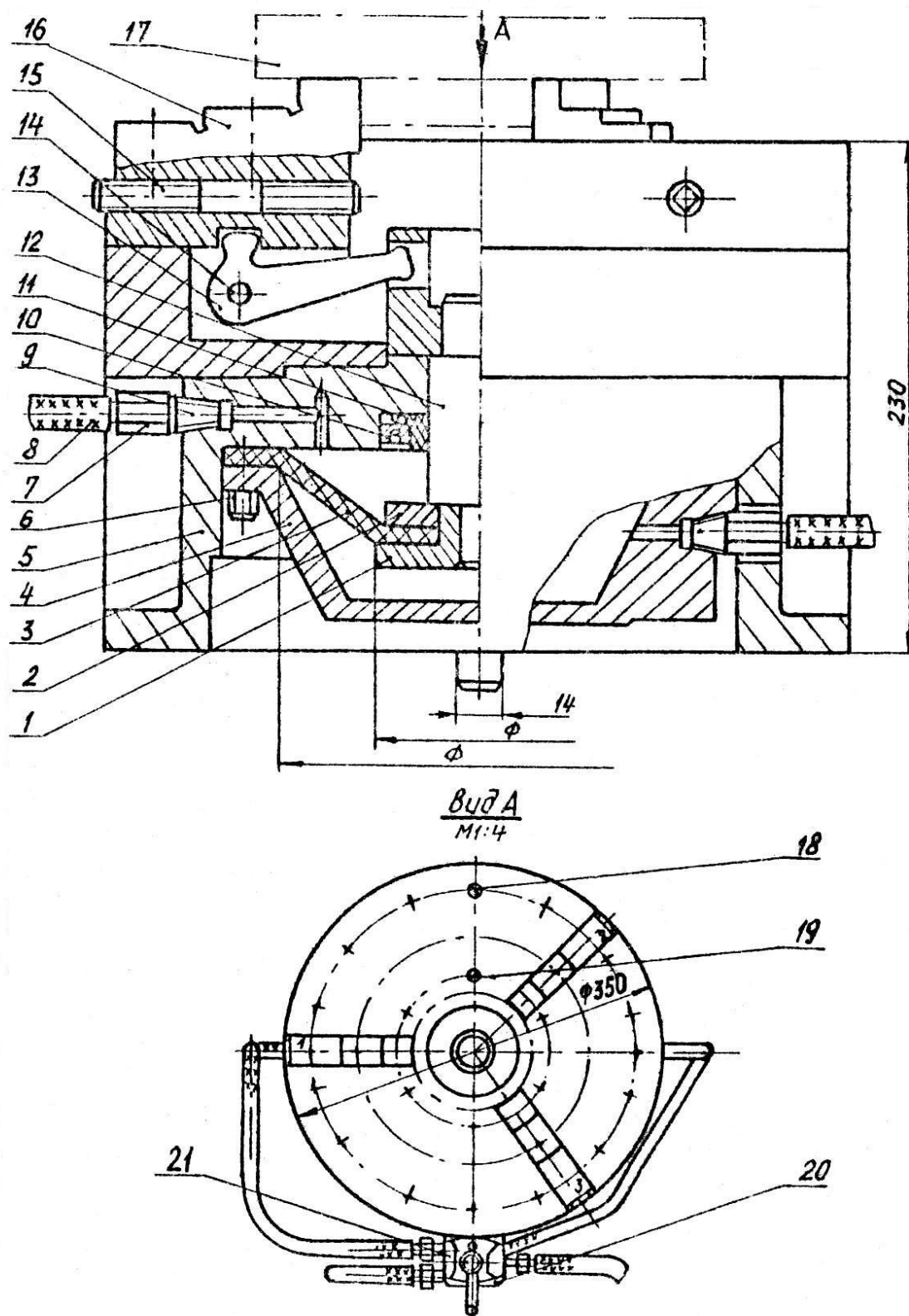


Рис.5.1 Пристосування для зубодовбання зубців на зубодовбальному верстаті
мод.5140

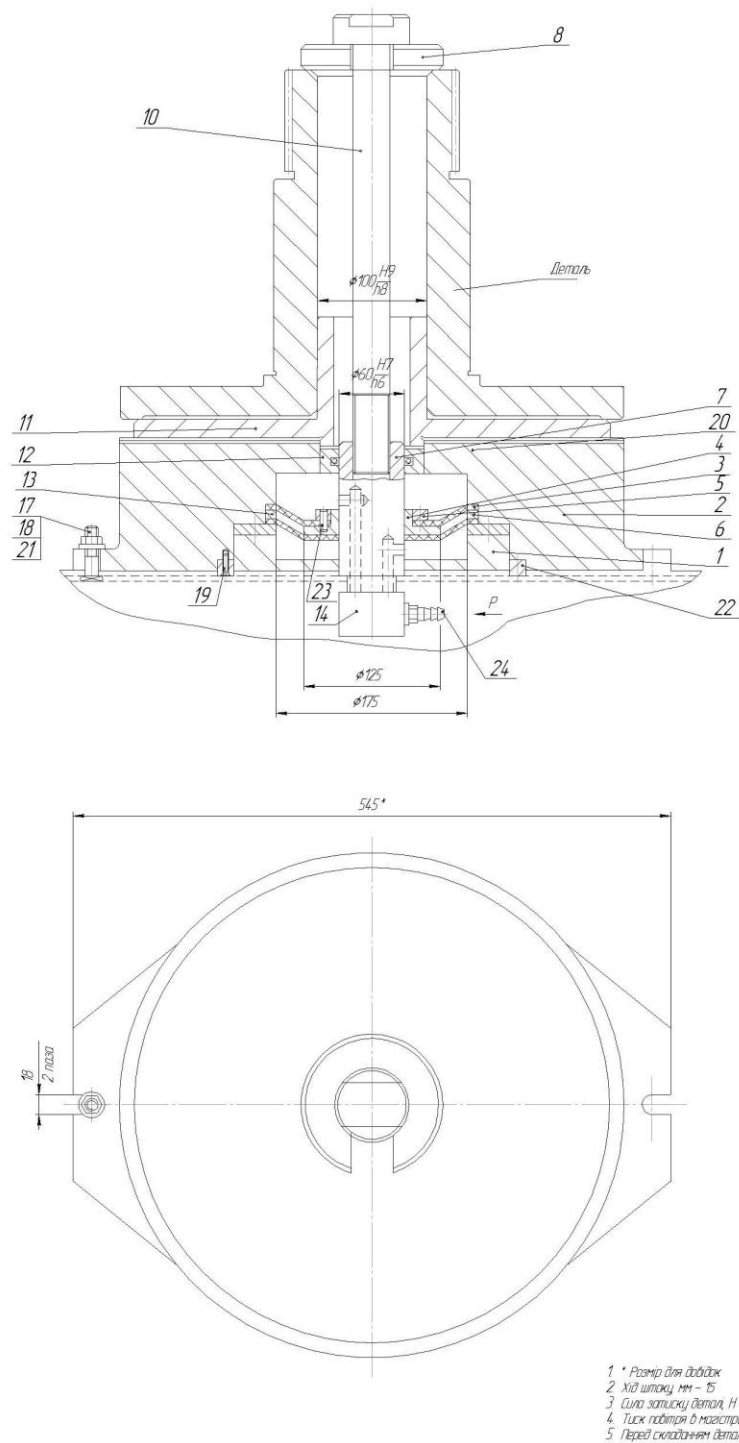


Рис.5.2. Пристосування для зубодовбання зубців на зубодовбальному верстаті мод.5140

Зміст звіту:

1. Назва роботи.
2. Аналіз вихідних даних.
3. Викладення ідеї конструкції пристосування.
4. Послідовність конструкції пристосування.
5. Опис призначення, улаштування і роботи пристосування.
6. Установлення категорії складності пристосування.
7. Визначення вартості пристосування.
8. Установлення строку амортизації.

Висновки та пропозиції: Тут необхідно викласти позитивну якість і недоліки пристосування, а також внести свої пропозиції щодо їх подальшому удосконаленню.

Рекомендовані питання для самоконтролю знань:

- 1 Як впливає розвиток сучасного суднового машинобудування на застосування технологічного пристосування?
- 2.Призначення допоміжних технологічних пристроїв для зубодовбальних верстатів.
- 3.Які є допоміжні технологічні пристрої для зубодовбальних верстатів?
- 4.Які методи стандартизації застосовують для проектування технологічного пристосування?
- 5.Які є способи базування допоміжних інструментів?
- 6 Допоміжні технологічні пристосування для зубодовбальних верстатів.

Використана література:

- 1.Ансеров Н.А..Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
- 2.Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
- 3.Боженко Л.І.Технологія машинобудування /Проектування технологічного спорядження/.Львів.Видавництво "Світ",2001р.-295с.
- 4.Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
5. Григурко І.О. Брендуля М.Ф. Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Львів. Новий світ – 2000. 2006 – 580 с.
- 6.Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
- 7.Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування(дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с

ДОДАТКИ:

Додаток 1.Токарні багатошпиндельні вертикальні напівавтомати. Розміри, мм

Параметри	1К282	1283	1Б284	1286-8	1286-6
Найбільший діаметр оброблюючої заготовки	250	400	360	500	630
Число шпинделів	8	8	6	8	6
Число швидкостей шпинделя	50	50	22	21	21
Частота обертання шпинделя: при нормальному виконанні	42-628	28-410	20-224	20-200	12,5-250
при швидкісному виконанні	66-980	43-635	-	63-630	25-500
Число супортів	7	7	5	7	5
Найбільше переміщення супортів (вертикальне і горизонтальне)	350	350	200	400	450;200
Подача, мм/об	0,041-4,053	0,064-4,002	0,08-5,0	0,0315-4,0	0,028-4,0
Потужність головного привода, кВт	22,30,40,50	20,30,40,55,75,100	22 або 30	40,55,75,100	110
Габаритні розміри: довжина	3070	3252	3285	4140	4790
ширина	2945	3065	2987	4270	4790
висота	3872	3942	4040	4905	4925
Маса, кг	19000	20500	15000	32000	35500

Додаток 2. Токарно-карусельні верстати. Розміри, мм

Параметри	1512	1А512 МФЗ	15161	1516Ф1	1А516 МФЗ	1525	1А525 МФЗ	1А532Л МФ
Найбільші параметри оброблюючої заготовки:								
діаметр	1250	1450	1600	1600	1800	2500	2500	3150
висота	1000	1000	1000	1000	1600	1600	1600	2400
Найбільше переміщення вертикального револьверного супорта:								
горизонтальне	775	1315	950	950	1315	1390	1585	1910
вертикальне	700	800	700	700	1250	1200	1100	1100
Діаметр планшайби	1120	1120	1400	1400	1400	2250	2240	2800
Частота обертання, хв ⁻¹	5-250	1,0-335	4-200	4-200	0,9-280	1,6-80	Безступінчаста	

Продовження додатку 3								
Подача супорта вертикальна і горизонтальна мм/хв	5-1800	0,1-1000	5-1800	0,1-1000	0,1-1000	0,1-1280	0,1-1000	0,1-1000
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	30	55	30	30	75	40	55	100
Габаритні розміри:								
довжина	2875	5050	3190	2170	5200	5065	3330	8090
ширина	2660	3950	3360	3025	3950	5280	6475	6935
висота	4100	4790	4100	4100	4790	4910	5300	5300
Маса, кг	16500	26000	19200	21000	27000	35500	47000	55000

Додаток 3.Токарно-гвинторізні та токарні верстати з ЧПК.Розміри, мм.

Параметри	16Б16А	16516Т1	16Л20 16Л20П	16К20 16В20П
Найбільші діаметри оброблюючої заготовки:				
над станиною	320	320	400	400
над супортом	180	125	210	220
Найбільший діаметр прутка прохідного через отвір шпинделя	36	36	34	53
Найбільша довжина оброблюючої заготовки Крок нарізаної різьби:	750	750	1500	710; 1000; 1400;2000
метричної	0,25-56	0,05-40,95	0,25-56	0,5-112
дюймової	112-0,5	-	56-0,25	56-0,5
модульної	0,25-56	-	0,5-112	0,5-112
пітчевої	112-0,5	-	112-0,5	56-0,5
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	20-2000	40-2000	16-1600	12,5-1600
Число швидкостей шпинделя	21	18	21/18	22
Найбільше переміщення супорта				
поздовжня	700	700	1440	645-1935
поперечна	210	210	240	300
Подача супорта, мм/хв.:				
поздовжня	0,01-0,7	(2-1200)	0,05-2,8	0,05-2,8
поперечна	0,005-0,35	(1-1200)	0,025-1,4	0,025-1,4
Число ступенів подач			-	24
Швидкість швидкохідного переміщення супорта мм/хв				
поздовжнього		6000	4000	3800
поперечного	-	5000	2000	1900

Продовження додатку 3				
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	2,8; 4,6	4,2; 7,1	3,8; 6,3	11
Габаритні розміри:				
довжина	2280	3100	2920	2505-3795
ширина	1060	1390	1035	1190
Висота	1485	1870	1450	1500
Маса, кг	2100	2350	2050	2835-3685

Продовження додатку 3							
Параметри	16K20 Ф3	16K20T1	16K25	1M63БФ 101	16K30 Ф305	16K40П	16K50П
Найбільші діаметри оброблюючої заготовки:							
над станиною	400	500	500	630	630	800	1000
над супортом	220	215	290	350	320	450	600
Найбільший діаметр прутка прохідного через отвір шпинделя	53	53	53	65	70	85	100
Найбільша довжина оброблюючої заготовки	1000	900	710-1000	2800	1400	000-2800	-
Крок нарізної різьби:							
метричної	20	0,01-	0,5-112	1-224	До 10	1-288	1-244
дюймової	-	40,959	56-0,5	56-0,5	-	56-0,25	28-1/8
модульної	-	-	0,5-112	0,5-112	-	0,25-88	0,25-56
пітчевої	-	-	56-0,5	112-0,5	-	224 -1	112-1/2
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	12,5-2000	10-2000	12,5-1600	10-1250	6,3-1250	6,3-1250	2,5-500
Число швидкостей шпинделя	22	24	22	22	24	24	24
Найбільше переміщення супорта: поздовжня	900	900	645-1935	2520	1250		2600
поперечна	250	250	300	400	370		650
Подача супорта:							
поздовжня	(3-1200)	0,01-2,8	0,05-2,8	0,06-1,0	(1-1200)	0,055-1,2	0,08-27,9
поперечна	(1,5-600)	0,05-1,5	0,025-1,4	0,024-0,31	(1-600)	0,023-0,5	0,04 -3,95

Продовження додатку 3							
Число ступенів подач			-	32		-	48
Швидкість скорохідного переміщення супорта мм/хв.: поздовжнього поперечного	4800 2400	6000 5000	3800 1900	4500 1600	4800 2400	- -	2940 1970
Габаритні розміри: -довжина ширина висота	3360 1710 1750	3700 1770 1770	2505- 3795 1240- 1500	4950 1780 1550	4350 2200 1600	4655 5465 6665	5750 2157 1850
Маса, кг	4000	3800	2925- 3775	5620	6300	5800	11900

Додаток 4. Токарні багаторізцеві, копіювальні напівавтомати та верстати з ЧПК. Розміри, мм.

Параметри	1Н713	1П717Ф3	1719	1П752МФ3	1Б732	1Б732Ф3
Найбільші параметри оброблюючої заготовки: установленою над станиною над супортом довжина	400 250 500	400 - 100	500 320 1000	500 250 250-600	590 320 1000-2000	630 400 1000-2000
Найбільше переміщення супорта поздовжнє або вертикальне поперечне або горизонтальне	350 200	420 160	1250 138	1035 350	985,1985 161	1025,1985 200
Найбільше переміщення поперечного супорта: поперечне або горизонтальне або вертикальне	200 (395)	-	160	-	153	-
Частота обертання шпинделя хв ⁻¹	63-1250	16-2000	80-1600	6,3-1250	56-900	25-1250
Робоча подача супорта мм/хв.: копіювального (поздовжнього або вертикального) поперечного (або горизонтального)	25-400 25-400	1-1200 1-600	0,109-1,84	1-1200 1-600	20-450 10-240	5-512 5-512

Продовження додатку 4.						
Швидкість скорохідного переміщення супорта мм/хв.: копіювального поперечного	3,5 3,5	4,8 2,4	- -	4,8 2,4	4,0 1,0	4,8 2,4
Дискретність завдання розмірів: поздовжніх або у вертикальному напрямленні поперечному або в горизонтальному напрямленні	-	0,01	-	0,01	-	0,01
	-	0,005	-	0,005	-	0,005
Число позицій повороту revolverної головки	-	6	-	-	-	6
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	5	5,5 8,5	40	22	40 55	22 40
Габаритні розміри: довжина ширина висота	2450 1250 1980	3200 3330 1810	3798 1390 2320	3565 2078 2195	3760-4760 2170 2665	4245-5245 2140 2835
Маса, кг	4700	3185	9600	9000	10250-1275	9600-12100

Продовження додатку 4.						
Параметри	1740РФ3	1П732МФ4	1П756ДФ3	1723	1723Ф3	1Н734
Найбільші розміри оброблюючої заготовки: установленої над станиною установленою над супортом довжина діаметр висота в патроні	630	630	630	-	-	560
	400	400	500	-	-	320
	1400	250	320	-	-	-
	-	-	-	200 360	200 -160	-
Найбільше переміщення супорта: поздовжнє або вертикальне поперечне або горизонтальне	1440; 2026 385	1010 365	720 480	420 110	400 160	600 240
Найбільше переміщення поперечного супорта: поперечне або горизонтальне (поздовжнє установочне або вертикальне)	-	-	-	180 (420)	-	-

Продовження додатку 4.						
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	16-1600	20-1250	8-1600	50-630	63-1410	45-1000
Робоча подача супорта, мм/хв.: копіювального (в поздовжньому або вертикальному напрямках) поперечного (в поперечному або горизонтальному напрямку)	0,01-10000	5-1216	1-2000	-	1-2200	10-2000
Швидкість швидкохідного переміщення супорта, м/хв.: копіювального (в поздовжньому або вертикальному напрямку)	10,0	9,8	10,0	4,4	4,8	6,0
Продовження додатку 4						
Параметри	1740РФ3	1П732МФ4	1П756ДФ3	1723	1723Ф3	1Н734
Поперечного (в поперечному або горизонтальному напрямку)	10,0	2,4	10,0	3,1	2,4	4,0
Дискретність завдання розмірів: поздовжніх (або вертикальному напрямку) поперечних (або горизонтальному напрямку)	0,001 0,001	0,01 0,005	0,002 0,002	- -	0,01 0,005	- -
Число позицій повороту револьверної головки	12	-	4,6	-	-	-
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	37	40	30	7 7	10	24 34
Габаритні розміри: довжина	4930	4500	3200	2065	1700	4400
ширина	5530					
висота	2310	2120	2000	1490	2000	2500
	3050	2815	2600	2300	2665	3020
Маса, кг	11600	10500	8000	6400	6000	12700

Додаток 5. Вертикально-свердлильні верстати та верстати з ЧПК.

Розмір, мм

Параметри	2М112	2Н118	2Н125Л	2Н125	2Н135
Найбільший умовний діаметр свердлення	12	18	25	25	35
Робоча поверхня столу	250х250	320х360	400	400х4450	450х500
Найбільша відстань від торця до робочої поверхні столу	400	650	700	700	750
Виліт шпинделя	190	200	250	250	300
Найбільший хід шпинделя	100	150	150	200	250
Найбільше вертикальне переміщення свердлильної револьверної головки	300	300	215	170	170
	-	350	525	270	300
Конус Морзе отвора шпинделя	28	2	3	3	4
Число швидкостей шпинделя	5	9	9	12	12
Частота обертання шпинделя хв ⁻¹	450-4500	180-2800	90-1420	45-2000	31-1400
Число подач шпинделя	-	-	3	9	9
Подача шпинделя мм/об	ручна		0,1-0,3	0,1-1,6	0,1-1,6
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	0,6	1,5	1,5	2,2	4,0
Габаритні розміри:					
довжина	770	870	770	915	1030
ширина	370	590	780	785	825
висота	820	2080	2235	2350	2535
Маса, кг	120	450	620	880	1200

Продовження додатку 5

Параметри	2Р135Ф2	2Н150	2110Н7Ф4
Найбільший умовний діаметр свердлення	35	50	25
Робоча поверхня столу	400х710	500х560	400х630
Найбільша відстань від торця до робочої поверхні столу	600	800	-
Виліт шпинделя	450	350	-
Найбільший хід шпинделя	-	300	-
Найбільше вертикальне переміщення свердлильної револьверної головки	560	250	500
	-	360	-
Конус Морзе отвора шпинделя	4	5	-
Число швидкостей шпинделя	12	12	-
Частота обертання шпинделя хв ⁻¹	45-2000	22-1000	30-3000
Число подач шпинделя	18	12	-

Продовження додатку 5			
Подача шпинделя мм/об	10-15	0,05-2,24	50-2000
Потужність електродвигуна головного привода, кВт	3,7	7,5	5,5
Габаритні розміри:			
довжина	1800	1355	2680
ширина	2170	890	3320
висота	2700	2930	3190
Маса, кг	47000	1870	8500

Додаток 6. Радіально-свердлильні верстати. Розміри, мм

Параметри	2М55	2Е52	2Р53	2М57
Найбільший умовний діаметр сверлення	50	25	50	75
Відстань від осі шпинделя до оброблюючої колони	375-1600	325-852	750-3150	500-2000
Відстань від нижнього торця шпинделя до робочої поверхні плити	450-1600	0-900	815-2265	400-2000
Найбільше переміщення вертикальне рукава на колоні горизонтальне	750	890	1050	1100
Свердлильної головки по рукаву	1225	500	-	1500
Найбільше вертикальне переміщення шпинделя	-	130	400	-
Конус Морзе отвору шпинделя	5	3	-	6
Число ступенів обертів шпинделя	21	8	21	22
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	20-2000	56-1400	20-2000	12,5-1600
Число подач шпинделя	12	3	12	18
Подача шпинделя, мм/об	0,056-2,5	0,1 -0,2	0,056-2,5	0,063-3,15
Найбільша сила подачі, МН	20	5	16	32
Потужність електродвигуна головного привоу руху, кВт	5,5	2,2	5,5	7,5
Габаритні розміри:				
довжина	2665	1750	5585	3500
ширина	1020	750 1900	1930	1630
висота	3430	1030	3470	4170
Маса, кг	4700		12600	10500

Додаток 7. Координатно-розточні верстати. Розміри, мм

Параметри	2421	2431	2Д450	2Д450АФ2
Розміри робочої поверхні стола	250x450	320x560	630x1100	630x1120
Виліт шпинделя/відстань між стійками	280/-	375/-	710/-	710/-
Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола	100-400	120-500	200-830	200-750

Продовження додатку 7				
Найбільша маса обробляючого виробу, кг	150	250	600	600
Найбільше переміщення стола: поздовжнє	320	400	1000	1000
поперечне	200	250	630	630
Гільзи шпинделя: шпиндельної бабки	100	150	270	260
вертикальне	200	230	330	-
Найбільший діаметр: сверд- лення	10	18	30	30
розточування	80	125	250	250
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	135-3000	75-3000	50-2000	32-2000
Подача мм/хв..(мм/об): шпинделя	10,015-0,06	0,02-0,2	10,03-0,16	2-250
стола	-	22-600	30-300	20-400
Швидкість скорохідного пере- міщення мм/хв.: стола	-	1600	1500	2200
шпиндельної бабки	-	-	-	3000
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	1,0	1,9 2,2	2,0	2,0
Габаритні розміри: довжина	1790	1780	3305	5490
ширина	900	1330	2705	4430
висота	2020	2430	2800	2800
Маса, кг	1985	3435	7800	9178

Додаток 8. Свердлильно-фрезерно-розточні верстати з ЧПК. Розміри, мм

Параметри	IP320 ПМФ4	IP500 МФ4	IP800 МФ4	2A622 МФ2	2623 ПМФ4	22548 МФ4
Розміри робочої поверх- ні столу	320x320	500x500	800x800	1120x125	1250x112	630x400
Найбільша маса оброб- ляючого виробу, кг	150	700	1500	4000	4000	250
Найбільше переміщення столу: поздовжнє	-	-	-	-	-	-
поперечне	-	500	800	1000	-	500
шпиндельної головки	400	800	1000	1250	1600	500
вертикальне	360	500	710	1000	1250	500
Відстань від робочої поверхні столу до осі шпинделя	0-400	0-500	80-790	-	-	-
Відстань від робочого торця шпинделя до це- нтра столу або до робо- чої поверхні столу	35-435	120-620	180-980	110	110	90-590
Конус отвора шпинделя	40	50	50	50	50	50

Продовження додатку 8						
Місткість інструментального магазину, шт.	36	30	30	50	50	30
Найбільший діаметр інструменту завантаженого в магазин: без пропуску гнізд з пропуском гнізд	125	125	110	150	135	30
	200	160	125	250	250	160
Число східнів обертання шпинделя	Б/с	89	89	-	25	
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	13-5000	21,2-3000	21,2-3000	4-1250	5-1250	32-2000
Число робочих подач	Б/с	Б/с	Б/с	Б/с	Б/с	Б/с
Робочі подачі мм/хв.	1-3200	1-2000	1-2000	1,6-1250	2-1600	1-4000
Найбільша сила подач столу	4	10	10	20	8	10
Швидкість швидкохідного переміщення мм/хв.	10000	8000-10000	10000	8000	8000	10000
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	7,5	14	14	15	15	6,3
Габаритні розміри: довжина Ширина висота	3990 2300 2507	4450 4655 3100	6885 3750 3445	5520 4885 3965	8300 6500 4500	4300 3500 3800
Маса, кг	800	11370	12500	20000	27000	6500

Додаток 9. Круглошліфувальні верстати. Розміри, мм

Параметри	3У10В	3А110В	3М150	3Є110М	3М153
Найбільші розміри установочної заготовки:					
діаметр	100	140	100	140	140
довжина	160	200	360	200	500
Рекомендуючий діаметр шліфування:					
зовнішнього	3-15	3-30	10-45	3-30	50
внутрішнього	40	5-25	-	10-25	-
Висота центрів над столом	80	115	75	100	90
Найбільше поздовжнє переміщення столу	200	250	400	300	500
Кут повороту стола за годинниковою стрілкою	6	5	6	10	6
Проти годинникової стрілки	7	6	7	10	7
Швидкість автоматичного переміщення стола	0,025-1	0,03-2,2	0,02-4	0,03-1,5	0,02-5
Частота обертання, хв ⁻¹ . шпинделя заготовки з безступінчастим регулюванням	100-950	100-1000	100-1000	100-800	50-1000

Продовження додатку 9					
Конус Морзе шпинделя передньої бабки та пінолі задньої бабки	2	3	3	4	4
Найбільші розміри шліфувального кола: зовнішній діаметр висота	250 20	250 25	400 40	250 25	500 63
Переміщення шліфувальної бабки найбільше на один поділ лімба за один поворот рукоятки	60 0,0025 0,00125	60 0,0025 0,001	80 0,002 0,0005	80 - 0,005	100 0,0025 0,001
Частота обертів шпинделя шліфувального кола, об/хв. при шліфуванні: Зовнішньому внутрішньому	1910 -	2682;3900 40000 -70000	2350;1670 -	2300;2700 14000	1900 -
Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв.	0,05-0,5	-	0,05-5	-	0,05-5
Дискретність програм ручного переміщення шліфувальної бабки	-	-	0,001	-	-
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	1,1	2,2	4	3	7,5
Габаритні розміри: довжина ширина висота	1360 1715 1690	1880 2025 1750	2500 2220 1920	2420 2330 1585	2700 2540 1950
Маса, кг	1980	2000	2600	3100	4000

Продовження додатку 9					
Параметри	3M153A	3T153E	3M151	3M151Ф2	3У12В
Найбільші розміри установочної заготовки: діаметр довжина	140 500	140 500	300 700	200 700	200 500
Рекомендуючий діаметр шліфування: зовнішнього внутрішнього	50 -	50 -	60 -	20-180 -	60 20-50
Найбільша довжина шліфування: зовнішнього внутрішнього	450	500 -	700	650	450 40
Висота центрів над столом	90	90	125	125	125
Найбільше поздовжнє переміщення стола	500	500	705	700	500
Кут повороту стола: за годинниковою стрілкою проти годинникової стрілки	6 7	6 7	3 10	6 7	8,5 8,5

Продовження додатку9					
Швидкість автоматичного переміщення стола, м/хв.	0,02-5	-	0,05-5	0,05-5	0,03-5
Частота обертання, хв^{-1} . шпинделя з б/с регулюванням	50-1000	63-700	50-500	50-500	55-900
Конус Морзе шпинделя передньої бабки та пінолі задньої бабки	4	4	4	5	4
Найбільші розміри шліфувального круга:					
зовнішній діаметр	500	500	600	600	400
висота	50	63	100	80	40
Переміщення шліф.бабки:					
найбільше	100	90	185	235	100
на один поділ лімба	0,0025	0,005	0,005	0,005	0,002
за один поворот рукоятки	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,0005
Частота обертання шпинделя шліф-круга, хв^{-1} . при шліфуванні:					
зовнішньому	1910	1900	1590	1590	2390,2000
внутрішньому	1340				16000
Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв.	0,03-3	0,1-10	0,1-4	0,2-1,2	0,025-15
Дискретність програмування переміщення шліф.бабки	0,001	-	-	0,001	-
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	5,5	7,5	10	15,2	5,5
Габаритні розміри:					
довжина	3070	4455	4605	5400	3600
ширина	2400	2700	2450	2400	2260
висота	2075	2000	2170	2170	2040
Маса, кг	4200	4000	5600	6500	4200

Продовження додатку9					
Параметри	3У120А	3У12УА	3У131М	3Т160	3М161Е
Найбільші розміри заготовки:					
діаметр	200	200	280	280	280
довжина	500	500	700	-	700
Можливий діаметр шліфування:					
зовнішнього	60	10-60	60	20-280	90
внутрішнього	20-50	20-50	30-100		
Найбільша довжина шліфування:					
зовнішнього	450	500	710	130	130
внутрішнього	75	120	125	-	-
Висота центрів над столом	125	125	185	160	160
Найбільше поздовжнє переміщення столу	500	500	700	700	700
Кут повороту стола:					
за годин. стрілкою	6	6	3	1	3
проти годин.стрілки	7	10	10	1	8
Швидкість автоматичного переміщення стола, м/хв.	0,02-5	0,03-5	0,05-5	0,05-5	0,05-5

Продовження додатку9					
Частота обертання, хв^{-1} шпинделя заготовки з безступінчастим регулюванням	50-1000	55-900	40-400	55-620	50-620
Конус Морзе шпинделя передньої бабки та пінолі задньої бабки	4	4	5	-	5
Найбільші розміри шліф. кола: зовнішній діаметр висота	350 40	400 40	600 50	750 130	750 130
Переміщення шліфувальної бабки: найбільше на один поділ лімба за один поворот толчкової рукоятки	100 0,0025 0,0005	125 0,02 0,0005	290 0,005 0,001	190 0,005 -	290 0,005 0,001
Частота обертання шпинделя шліфувального круга хв^{-1} при шліфуванні: зовнішньому внутрішньому	1910 20000; 40000	2300 24000;	1112 16900	1250 -	1270
Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв.	-	0,02-0,2	-	0,1-3	0,1-3
Дискретність програмуемого переміщення шліфувальної бабки	0,001	-	-	-	
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	4	4	5,5	17	18,5
Габаритні розміри: довжина ширина висота	3800 2600 2075	2300 2400 1600	5500 2585 1982	3754 4675 2245	3480 4345 2170
Маса, кг	4100	3500	5960	8110	8880

Параметри	3М163В	3У142	3М174Е
Найбільші розміри установочної заготовки:			
діаметр	280	400	400
довжина	1400	1000	2000
Рекомендуючий діаметр шліфування:			
зовнішнього	60	80	120
внутрішнього	-	30-200	-
Найбільша довжина шліфування:			
зовнішнього	1400	1000	1800
внутрішнього	-	125	-
Висота центрів над столом	160	240	210
Найбільше поздовжнє переміщення стола	1400	1000	2000
Кут повороту стола:			
за годинниковою стрілкою	3	3	2
проти годинникової стрілки	7	8	6
Швидкість автомат. переміщення столу, м/хв.	0,05-5	0,05-5	0,05-5
Частота обертання, хв^{-1} шпинделя заготовки з безступінчастим регулюванням	55-620	30-300	20-180
Конус Морзе шпинделя передньої бабки та пінолі задньої бабки	5	5	6
Найбільші розміри шліфувального кола:			
зовнішній діаметр	750	600	750
висота	200	63	100
Переміщення шліфувальної бабки:			
найбільше	290	290	365
на один поділ лімба	0,005	0,005	0,0025-
за один поворот толчкової рукоятки	0,001	0,001	0,05-
Частота обертання шпинделя шліфувального кола, хв^{-1} при шліфуванні:			
зовнішньому	1260	1112	1270
внутрішньому	-	16900	-
Швидкість врізної подачі шліф. бабки, мм/хв.	0,1-4,5	-	-
Дискретність програмуемого переміщення шліфувальної бабки	13	7,5	30
Потужність ел.двигуна головного руху, кВт	13	7,5	30
Габаритні розміри:			
довжина	5025	6310	6710
ширина	2930	2585	3100
висота	2170	1982	2100
Маса, кг	9220	7600	11500

Додаток 10. Безцентрово-шліфувальні напівавтомати. Розміри, мм

Параметри	ЗД180	ЗМ182А	ЗШ182Д	ЗМ184И	ЗШ184Д
Розміри оброблюючої заготовки:					
діаметр зовнішній	0,2-12	0,8-25	0,8-2,5	3-80	3-82
діаметр внутрішній	-	-	-	-	-
Довжина обробки при наскрізному шліфуванні не більше	60	170	290	250	270
Довжина обробки при врізному шліфуванні не більше	35	95	290	145	540

Радіус шліфувального круга діаметр висота	200 40	350 100	3500 300	500 150	500 550
Розміри ведучого круга: діаметр висота	150 40	250 100	250 300	350 150	350 350
Частота обертання, хв^{-1} кола: шліфувального ведучого	3325 40-300	1910 10-150	500,740 970,1480 20-150	2300 11-150	420,530 710,1070 11-120
Потужність електродвигуна голо- вного руху, кВт	1,5	5,5	3,3, 5,8 8,1, 8,5	30	5,6, 9,0 12, 15
Габаритні розміри: довжина ширина висота	1550 1500 1530	2560 1560 2120	2700 2300 2120	3220 2375 2255	3750 2750 2255
Маса, кг	1573	3740	4432	7400	8500

Додаток 11. Внутрішньошліфувальні верстати Розміри, мм

Параметри	3К225В 3К225А	3К227В 3К227А	3К228В 3К228А
Найбільший діаметр: установочної заготовки -----"----- в кожусі	200 100	400 250	560 400
Найбільша довжина: Установочної заготовки при найбільшому ді- аметрі отвору -----"----- шліфування	50 -	125 125	200 200
Діаметр шліфуючих отворів	3-25	5-150	50-200
Найбільший хід стола	320	450	630
Найбільше поперечне переміщення шліфувальної бабки: вперед (від робітника) назад (на робітника) бабки заготовки: вперед (від робітника) назад (на робітника)	- - 100 20	50 10 120 30	60 10 200 50
Найбільший кут повороту бабки заготовки	45	45	30
Найбільший діаметр і висота шліфувального круга	25*25	80*50	180*63
Швидкість руху столу, м/хв., при керуванні шліфу- вального круга при шліфуванні при швидкому поздовжньому підводі і виведенні	0,1-2 1-7 10	0,1-2 1-7 10	0,1-2 1-7 10
Частота обертання, хв^{-1} шпинделя: внутрішнього шліфувального бабки заготовки торцешліфувального пристосування	20000-100000 280-2000 11500	9000-12000 60-120 5600	4500-6000 100-600 4000
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	0,76	4	5,5
Габаритні розміри: довжина ширина висота	2225 1775 -	2815 1900 1750	4005 2305 1870
Маса, кг	2800	4300	6900

Додаток12. Плоскошліфувальні верстати з круглим столом. Розміри, мм

Параметри	ЗД740В	ЗД754	ЗД741А	ЗП756Л
Діаметр установлюючої заготовки	40-400	20-400	50-800	40-1000
Найбільша висота оброблюючої заготовки	160	200	200	350
Заготовки найменшого діаметра, що шліфуються на столі	40	20	50	40
Маса оброблюючої заготовки, кг (не більше)	100	250	200	200
Діаметр магнітного стола	400	400	800,200	1000
Найбільше поздовжнє переміщення стола	400	380	560	555
Поздовжня подача стола, мм/об	8-30	-	12-44	-
Переміщення шліфувальної бабки: найбільше на один поділ лімба	235 0,002	- 0,005	315 0,001	- 0,005
Частота обертання, хв ⁻¹ : шліфувального кола столу	1670 15-180	1500 10-56	1330 8-96	1000 5-30
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	11	15	11	30
Габаритні розміри: довжина ширина висота	2350 1970 2300	2030 1880 2215	4200 2580 2570	2840 2535 2565
Маса, кг	5800	5000	9700	10300

Додаток13. Плоскошліфувальні верстати з прямокутним столом.**Розміри, мм**

Параметри	ЗЕ710А	ЗЕ711В	ЗП722	ЗП723
Розміри робочої поверхні стола	400× 125	630× 200	1600× 320	1600× 400
Найбільші розміри оброблюючої заготовки	400× 125 × 320	630× 200 × 320	1600× 320× 400	1600× 400× 400
Найбільша відстань від осі шпинделя до дзеркала стола	420	445	-	625
Найбільше переміщення стола і шпиндельної бабки: поздовжнє поперечне вертикальне	490 170 -	700 250 320	1900 - -	1900 410 415
Розмір шліфувального круга (зовнішній діаметр × висота × внутрішній діаметр)	200 × 32 × 76	250× 40 × 76	450× 80 × 203	450 × 80× 203
Частота обертів шпинделя шліфувального круга, хв ⁻¹	35	35	1500	1450

Продовження додатку 13

Швидкість позовжнього переміщення стола	2-35	2-35	3-45	3-45
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	4	4	15	17
Габаритні розміри:				
довжина	2560	2730	4780	4600
ширина	1980	1801	2130	2170
висота	1790	1915	2360	2130
Маса, кг	2300	3200	8900	9000

Додаток 14 Зубодовбальні напівавтомати. Розміри, мм

Параметри	5122B	5140	5M150	5M161
Діаметр установлюючої заготовки	200	500	800	1250
Найбільша ширина нарізуючого вінця зубчастого колеса	50	100	160	160
Найбільший модуль нарізуючого зубчастого колеса	4,5	8	12	12
Діаметр фланця шпинделя заготовки або робочої поверхні стола	250	500	800	1000
Номінальний діаметр установлюючого довб'яка	100	100	200	200
Конус Морзе для закріплення інструмента	5	5	5	5
Число подвійних ходів інструмента за хвилину	200-850	65-450	33-180	33-212
Кругова подача, мм/дв, хід	0,14-0,75	0,14-0,75	0,2-1,5	0,2-1,5
Радіальна подача, мм/дв хід	0,003-0,286	0,02-0,1	2,07-5,4	2,07-5,4
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	2,1 3,0	4,0 4,5	4,8 5,7	4,8 5,7
Габаритні розміри:				
довжина	2610	1900	4200	4200
ширина	1110	1450	1800	1860
висота	2145	2450	3300	3300
Маса, кг	4500	4400	10800	10900

Додаток 15. Зубооброблюючі напівавтомати для прямозубих конічних коліс
Розміри, мм.

Параметри	5236П	5Т23В	5С268	5С277П	5С286П
Найбільший діаметр оброблюючого колеса при передатному відношенні пари	125	125	320	500	800
Найбільший модуль обробляючих коліс	1,5	1,5	8	12	16
Найбільша ширина зубчатого вінця	20	16	-	80	125
Число зубів нарізуючи коліс	12-200	12-200	8-50	10-150	10-150
Відстань від торця шпинделя бабки до центра стола	7-63	5-63	165	250	400
Найбільший кут: качання колиски від центрального положення вверх і вниз	35	32	-	60	60
Установки супортів	8	2,5	-	10	11
Найбільший хід різця	28	20	-	-	180
Число подвійних ходів різців за хвилину	160-800	210-820	-	-	34-167
Частота обертання дискових фрез, хв ⁻¹ .	-	-	10,5-20	20-80	-
Час робочого ходу при нарізанні одного зуба	5-53	5-53	3-5,7	10-220	12-240
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	1,1	1,	10	5,5	7,5
Габаритні розміри:					
довжина	1620	1620	2700	3075	3235
ширина	1050	1050	2375	1975	2180
висота	1415	1415	2075	2200	2470
Маса, кг	3000	3000	9000	15000	15000

Додаток 16. Зубодовбальні напівавтомати для конічних коліс з круговими зуб'ями
Розміри, мм.

Параметри	5С263	527В	5С27П	5С280П
Найбільший діаметр оброблюючого колеса при передатному відношенні пари 10:1	320	500	500	800
Найбільший модуль обробляючих коліс	8	12	12	12
Найбільша довжина твірного початкового кінця нарізних коліс	150	265	220	400
Кут дільничного конуса конічного колеса	5-85°	5°42'	-	5°41'
Число зуб'ів	5-75	5-150	5-150	5-150
Найбільше радіальне зміщення інструментального шпинделя	140	240	240	340
Поворот бабки на кут внутрішнього конуса:				
найменший	-12	-12	-12	+5
найбільший	+90	+90	+90	+90

Діаметр зубодовбальних головок	60,80,100, 125, 160	160, 200, 250, 315	160, 200, 250, 315	160, 200
Частота обертання зубодовбальної головки, хв ⁻¹ .	-	20-155	20-155	20-125
Час обробки одного зуба	9-80	10-120	10-120	12-200
Вертикальне установа бачки заготовки для нарізання коліс	80	125	125	125
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт.	3	4	4	7,5
Габаритні розміри:				
довжина	2607	3140	3235	3235
ширина	1925	1975	2180	2180
висота	1870	2200	2200	2200
Маса, кг.	8800	12500	13500	15500

Додаток 17. Зубошевінгувальні і зубохонінгувальні напівавтомати для циліндричних коліс. Розміри, мм.

Параметри	5701	5702В	5Б703	5А913
Найбільші розміри оброблювального колеса:				
діаметр	125	320	500	320
довжина зуба	40	100	150	120
Модуль оброблювальних зубчастих коліс.	0,3-1,5	1,5-6	2-10	8
Найбільший кут повороту шеверної (або хонінгувальної) головки в обидві сторони від горизонтального (або вертикального) положення	30	35	30	(найб.) 25
Частота обертання шпинделя інструмента (або заготовки) хв ⁻¹ .	100-630	63-500	50-400	160-1000
Осьова (поздовжня) подача інструмента (або заготовки), мм/хв.	32-310	18-300	16-200	50-400
Радіальна подача, мм/хід стола	0,01; 0,02; 0,03;	0,02-0,06	0,025	-
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт.	0,9	3	3,2	3
Габаритні розміри:				
довжина	1450	1820	2260	1650
ширина	870	1500	1265	1460
висота	1695	2120	1930	1620
Маса, кг.	1560	5300	4000	3400

Примітка:

1. Напівавтомат 5А913 зубохонінгувальний, горизонтальний, інші напівавтомати зубошевінгувальні.
2. Напівавтомат 5702В горизонтальний, інші зубошевінгувальні напівавтомати-вертикальні

Додаток18. Зубошліфувальні верстати і напівавтомати для циліндричних коліс Розміри, мм.

Параметри	5B830	5B832	5B833	5B835	5A814
Діаметр оброблювального зубчатого колеса	5-125	20-200	40-320	50-500	30-320
Модуль оброблюваного зубчатого колеса	0,2-1,5	0,3-3	0,5-4	1,5-6	1,5-8
Найбільша довжина шліфувального зуба прямозубого колеса	80	100	150	200	150
Найбільший кут нахилу шліфуючого зубчастого колеса	± 45	± 45	± 45	± 30	± 45
Число зуб'ів оброблюваного зубчастого колеса	12-160	12-200	12-200	16-250	10-200
Шліфувальний круг	Черв'ячний				Конічний
Найбільші розміри шліфувального круга (діаметр × ширина)	400×100	400×63	400×80	400×100	350×32
Частота обертання шліфувального круга, хв ⁻¹ .	1500	1500	1500	1500	1920
Вертикальна подача супорту заготовки (подача обкату), мм/хв.	3-160	3,78-165	3,78-165	2-165	6-850
Радіальна подача шпиндельної бабки за один хід супорта	0,02-0,08	0,02-0,08	0,02-0,08	0,02-0,0	0,01-2,49
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	3	3	4	5,5	1,5
Габаритні розміри:					
довжина	1950	2110	5400	2830	2850
ширина	2000	2450	2500	2210	2315
висота	1810	1985	2070	2345	2085
Маса, кг.	4480	7180	7000	8500	8000

Примітка: Верстати 5891С особо точні, призначені для залишкової обробки евольвентного профілю довб'яків, шеверів і вимірних коліс.

Додаток19. Різьбо - і черв'ячно - шліфувальні верстати. Розміри, мм.

Параметри	5K822B	5K821B	5D822B	5897
Найбільші розміри встановленої заготовки:				
діаметр				
довжина	200; 165 500	125; 120 360	200; 1500	10-33 80-280
Діаметр шліфуючих різьб колом:				
одноточним	3-150; 30-125	2-95; 30-80	20-150; 30-125	-
багатоточним	10-120	10-65	20-120	-
Крок шліфуючих різьб:				
одноточним колом	0,25-24	0,25-12	1,5-24	0,5-3,5
метричної	1-6;	0,5-6;	1-6	
дюймової, число ниток на 1"	28-3	28-4,5	14-3	-
модульної	0,2 π -14 π	0,3 π -4 π	1 π -4 π	-
багатоточним кругом	1-4;1-3	1-4;1-3	1,5-4	-

Найбільша висота профілю шліфуючої різьби (або черв'яка)	18	12	18	-
Найбільший кут підйому гвинтової лінії шліфуючої різьби	+30 +8	+30 +6	+20 +8	+5
Найбільший діаметр шліфувального кола	400; 25-100	400; 25-63	400; 25-100	400
Ширина одноконтурного шліфувального круга	10; 6	10; 6	10; 6	20;25 32;40
Конус Морзе конусних отворів в шпинделі передньої бабки і в пінолі задньої бабки	4	4	4	3
Частота обертання шліфувального круга, хв ⁻¹	1657 2340	1330 2840	1657 2340	1700 2950
Частота обертання шпинделя заготовки, хв ⁻¹ . робоча прискорювана	0,3-55 28-100	0,3-55 28-100	0,3-45 27-100	25-200 220
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт.	3	3	3	6,3
Габаритні розміри: довжина ширина висота	3500 3310 1875	3500 3310 1875	4434 4084 1860	4195 3060 1860
Маса, кг.	5565	5565	7282	5612

Примітка:

- Дані показники в числівнику відносяться до шліфування зовнішніх різьб, в знаменнику – до шліфування внутрішніх різьб, напівавтомати 5П822 і 5П821 підвищеної точності, призначені для шліфування тільки зовнішньої циліндричної різьби без затилування і конусного шліфування.
- Шліфування внутрішніх різьб на верстаті 5Д822В за особливим замовленням.

Додаток 20. Різьбонарізні і різьбофрезерні верстати і напівавтомати.

Параметри	5991 5991П	5993 5993П	5994 5994П	2054М	2056
Діаметр різьби	M4-M16	M12-M42	M24-M76	(M6)	(M18)
Крок на нарізання різьби	0,75-2	1,75-4	3-6	0,4-1,25	1-3,5
Найбільша довжина різьби	125	280	400	-	-
Переміщення каретки: повздовжне поперечне	280 200	400 -	560	-	-
Частота обертання шпинделя інструменту, хв ⁻¹ .	90-500	45-250	16-90	224- 2240	112- 1120
Швидкість робочого переміщення каретки, мм/хв.	300-450	300-450	250-450	-	-
Найбільше переміщення: різьбонарізної головки по колоні столу вертикальне шпинделя	- - -	- - -	- - -	130 45	300 350 90
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	1,1	3	4	0,6	1,3
Габаритні розміри: довжина ширина висота	2200 1425 1380	2705 1525 1380	2965 1625 1380	516 715 1550	870 590 2025
Маса, кг.	1080	1350	1900	310	450

**Додаток 21. Різьбонарізні і різьбофрезерні верстати і напівавтомати.
Розміри, мм.**

Параметри	2Е056	5Б63	5Б63Г	5Б64	5Б65
Діаметр нарізної різьби	(М18)	(М80)	(М80)	(М125)	(М200)
Крок різьби	0,5-3	(5)	(5)	(6)	(6)
Найбільша довжина нарізної різьби	-	50	50	75	75
Переміщення каретки:					
поздовжнє	-	355	810	430	600
поперечне(автоматичне)	-	2-3	2-5	2-6	2-6
ручне	-	122	122	145	210
Частота обертання шпинделя інструмента, хв ⁻¹ .	112-1120	160-2500	80-630	63-1000	50-800
Частота обертання шпинделя заготовки, хв ⁻¹ .	-	0,315-16	0,315-10	0,16-8	0,1-5
Виліт шпинделя	230	-	-	-	-
Найбільше переміщення: різьбонарізної головки по колоні	-	-	-	-	-
стола вертикальне	450	-	-	-	-
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	1,1	3	3	7,5	11
Габаритні розміри:					
довжина	1000	1825	2295	2150	2385
ширина	500	1125	1085	1390	1420
висота	1780	1675	1675	1750	1725
Маса, кг.	711	2506	2800	3900	4800

Примітка: Верстати 5Б63, 5Б63Г, 5Б64 і 5Б65 – різьбофрезерні напівавтомати. Інші – верстати різьбонарізні.

Додаток22. Вертикально-фрезерні консольні верстати . Розміри, мм

Параметри	6Т104	6Р10	6Р11	6Р11Ф3-	6Р11МФ3-
Розміри робочої поверхні стола (ширинахдовжина)	160х630	-	250х1000	250х1000	250х1000
Найбільше переміщення стола:					
поздовжнє	400	500	630	630	630
поперечне	160	160	200	300	300
вертикальне	320	300	350	350	350
Переміщування гільзи із шпинделем	-	60	60	-	-
Найбільший кут повороту шпиндельної головки	±45°	±45°	±45°	-	-
Внутрішній конус шпинделя (конусність 7:24)	-	-	50	50	50
Число швидкостей шпинделя	12	12	16	16	б/с
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	63-2800	50-2240	50-1600	80-2500	63-2500
Число подач стола	12	12	16	б/с	б/с
Подача стола, мм/хв: поздовжня і поперечна вертикальна	11,2-500 -	25-1120 12,5-560	35-1020 14-390	0,1-4800 0,1-4800	0,1-4800 0,1-4800
Швидкість швидкого переміщення стола, м/хв.: поздовжнього і поперечного вертикального	3800 -	2300 1120	2900 1150	4800 4800	4800 4800
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	2,2	3	5,5	5,5	8
Габаритні розміри:					
довжина	1250	1445	1480	4000	2750
ширина	1205	1875	1990	2000	2230
висота	1630	1750	2360	2220	2450
Маса (без виносного обладнання), кг	830	1300	2360	2760	2650

Додаток23. Вертикально-фрезерні консольні верстати. Розміри, мм

Параметри	6Р12	6Р13	6Р13Ф3-	6Р13РФ3
Розміри робочої поверхні стола (ширина х довжина)	320х1250	400х1600	400х1600	400х1600
Найбільше переміщення стола:				
поздовжнє	800	1000	1000	1000
поперечне	280	300	400	400
вертикальне	420	420	380	380
Переміщування гільзи із шпинделем	70	80	150	-
Найбільший кут повороту шпиндельної головки	±45	±45	-	-
Внутрішній конус шпинделя (конусність 7:24)	50	50	50	50
Число швидкостей шпинделя	18	18	18	18
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	31,5-1600	31,5-1600	40-2000	40-2000
Число подач стола	18	18	б/с	б/с
Подача стола, мм/хв. поздовжня і поперечна вертикальна	25-1250 8,3-416,6	25-1250 8,3-416,6	10-1200 10-1200	10-1200 10-1200

Швидкість швидкого переміщення стола, м/хв.: поздовжнього і поперечного вертикального	3000 1000	3000 1000	2400 2400	2400 2400
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	7,5	11	7,5	7,5
Габаритні розміри: довжина ширина висота	2305 1950 2020	2560 2260 2120	3620 4150 2760	3425 3200 2520
Маса (без виносного обладнання), кг	3120	4200	5650	6750

Примітка:

- На верстатах з ЧПК мод. 6P11Ф3-1, 6P11МФ3-01, 6P13РФ3 дискретність завдання розмірів по координатам 0,01 мм. На верстатах 6P11МФ3-1 ємкість інструментального магазину – 8 інструментів. На верстатах 6P13РФ3 ємкість револьверної головки – 6 інструментів.
- Б/с – безступеневе регулювання.

Додаток 24. Вертикально-фрезерні верстати з хрестовим столом.**Розміри, мм**

Параметри	6520Ф3	6540	6550	6550Ф3
Розміри робочої поверхні стола (ширина х довжина)	250х630	400х100	500х1250	500х1000
Найбільше переміщення стола: поздовжнє поперечне шпиндельної бабки гильзи шпинделя	500 250 350 -	800 400 430 120	1000 500 530 120	800 500 530 -
Відстань від торця шпинделя до поверхні стола	100-450	10-530	100-630	100-630
Внутрішній конус шпинделя (з ГОСТ 15945-82)	45	50	50	50
Число швидкостей шпинделя	18	18	18	20
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	31,5-1600	31,5-1600	31,5-1600	20-1600
Подача (безступеневе регулювання), мм/хв.: стола шпиндельної бабки	5-1500 5-1500	10-2000 4-800	10-2000 4-800	4,8-1200 4,8-1200
Швидкість швидкого переміщення, мм/хв.: стола шпиндельної бабки	5000 5000	3000 800	3000 800	1200-4800 1200-4800
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	4	7,5	10	8
Габаритні розміри: довжина ширина висота	3050 2150 2185	2640 2655 2795	2720 3205 2930	5000 3550 3180
Маса, кг	3700	6500	7500	10490

Додаток 25. Вертикально-фрезерні верстати з хрестовим столом.**Розміри, мм**

Параметри	6560	654Ф3	6560МФ3
Розміри робочої поверхні стола (ширина x довжина)	630x1600	630x1600	630x1600
Найбільше переміщення стола:			
поздовжнє	1250	1250	1250
поперечне	630	630	630
шпиндельної бабки	625	625	775
гильзи шпинделя	125	-	-
Відстань від торця шпинделя до поверхні стола	125-750	100-530	125-900
Внутрішній конус шпинделя (з ГОСТ 15945-82)	50	50	50
Число швидкостей шпинделя	18	18	52
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹ .	25-1250	25-1250	5,6-2000
Подача (безступеневе регулювання), мм/хв.:			
стола	10-2200	0,1-4800	0,1-4800
шпиндельної бабки	3-750	0,1-4800	0,1-4800
Швидкість швидкого переміщення, мм/хв.:			
стола	3000	4800	9600
шпиндельної бабки	1000	4800	9600
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	15	15	15
Габаритні розміри:			
довжина	4190	3278	3440
ширина	3400	4526	3490
висота	3120	3571	4120
Маса, кг	11500	11800	16500

Примітка:

1. На верстатах з ЧПК мод. 6520Ф3, 6550Ф3, 654Ф3, 6560МФ3 дискретність завдання розмірів по координатам 0,01 мм.
2. Ємкість інструментального магазину у верстатів 6560МФ3 і 6550РФ3 відповідно 24 і 6 інструментів.
3. Кут повороту шпиндельної бабки верстата 6560 складає ± 30 .

Додаток 26. Фрезерні широко універсальні (інструментальні) верстати .**Розміри, мм**

Параметри	6712В 6712П	6Б75В 6Б75ВФ1	676П	6Б76ПФ2
Розміри робочої поверхні основного вертикального стола:	125x320	200x500	250x630	250x630
Найбільше переміщення:				
вертикального стола				
поздовжнє	200	320	400	400
вертикальне	250	320	380	400
шпиндельної бабки	125	200	250	250
гільзи вертикальної головки	40	60	60	-
Найбільший кут повороту вертикальної головки	± 90	± 90	± 90	-

Відстань від робочої поверхні горизонтального стола: від осі горизонтального шпинделя від торця вертикального шпинделя	30-312 0-282	80-450 90-460	80-460 0-380	115-565 95-545
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹ : горизонтального вертикального	63-3150 63-3150	40-2240 70-2240	50-1630 63-2040	40-2000 40-2000
Поздовжня, поперечна і вертикальна подача з безступеневим регулюванням, мм/хв.	6,3-250	10-600	13-395	2,5-1600
Швидкість швидкого переміщення стола і шпиндельної бабки, мм/хв.	1250	1200	935	3000
Розміри робочої поверхні круглого стола	125x400	200x500	200x630	250x800
Діаметр робочої поверхні круглого стола	160	250	250	-
Висота центрів ділильної головки	70	107	107	-
Частота обертання швидкохідної головки, хв. ⁻¹ .	157,5-7875	104-5000	156-5300	-
Найбільше переміщення різця підрізної головки, мм/об.	30	30	-	-
Подача різця підрізної головки, мм/об.	0,1	0,1	-	-
Найбільший хід довбальної головки	40	80	80	-
Число подвійних ходів за хвилину довбальної головки	50-100	40-100	50-100	-
Найбільша довжина нарізуючої спіралі спіральнo-фрезерним пристосуванням	150	210	-	-
Найбільший крок нарізуючої спіралі	20	-	-	-
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт.	0,75	1,5	2,2	-
Габаритні розміри: довжина ширина висота	2260 2000 1320	3700 1975 1695	1285 1215 1780	3600 2150 2020
Маса, кг	560	1452	910	1850

Додаток 27. Горизонтально-фрезерні універсальні і широко універсальні консольні верстати. Розміри, мм

Параметри	6P80	6P80Ш	6P81	6P81Ш	6P83	6P83Ш
Розміри робочої поверхні основного вертик. стола	200x80	200x80	250x100	250x100	400x160	400x1600
Найбільше переміщення стола: поздовжнє поперечне вертикальне	500 160 300	500 160 300	630 200 320	630 200 350	100 320 350	1000 320 400
Відстань: від осі горизонтального шпинделя до поверхні стола від осі вертикального шпинделя до направляючих станини від торця вертикального шпинделя до поверхні стола	20-320 - 	50-350 205 50-350	50-370 - 	50-400 250-845 160-510	30-380 - 	30-450 250-900 70-570

Найбільше переміщення гільзи вертикального шпинделя	-	60	-	80	-	80
Найбільший кут повороту стола	±45		±45		±45	
Кут повороту вертикальної фрезерної головки, в плоскості, паралельній: поздовжньому ходу стола поперечному ходу стола від станини до станини		±90 45 30	- -	±360 90 45	- -	±360 90 45
Внутрішній конус шпинделя з ГОСТ 15945-82: горизонтального вертикального	40	40 Морзе 4	45 -	45 Морзе 4	50 -	50 40
Число швидкостей шпинделя: горизонтального вертикального	12 -	12 12	16 -	16 12	18 -	18 11
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹ : горизонтального вертикального	50-2240	50-2240 56-2500	50-1600	50-1600 45-2000	31,5-1600 -	31,5-1600 50-1600
Число робочих подач стола	12	12	16	16	18	18
Подача стола, мм/хв.: поздовжня поперечна вертикальна	25-1120 25-1120 12,5-560	25-1120 25-1120 12,5-560	35-1020 28-790 14-390	35-1020 28-790 14-390	25-1250 25-1250 8,3-416	25-1250 25-1250 8,3-416,6
Швидкість швидкого переміщення стола, мм/хв.: поздовжнього поперечного вертикального	2300 2300 1120	2300 2300 1120	2900 2300 1150	2900 2300 1150	3000 3000 1000	3000 3000 1000
Потужність електродвигуна, кВт	3	3	5,5	5,5	11	11
Габаритні розміри: довжина ширина висота	1520 1870 1510	1525 1875 1765	1480 1990 1630	1480 2045 1890	2560 2260 1770	2680 2260 2040
Маса, кг	1290	1340	2280	2530	3800	4050

Примітка: Верстати 6P80Ш, 6P81Ш і 6P83Ш широко універсальні класу точності П.

Додаток 28. Поздовжньо-фрезерні верстати: одностійкові і двостійкові верстати. Розміри, мм

Параметри	6305Ф4	6У312	6У316	6605	6606
Розміри робочої поверхні стола	500x1250	1250x4000	1600x5000	500x1600	630x2000
Найбільша маса оброблювальної заготовки, кг	1000	18000	25000	1500	2500
Відстань від поверхні стола вд осі горизонтального шпинделя	0-500	0-1050	0-1050	25-600	25-560
Від торця вертикального шпинделя	-	260-1330	260-1330	-	25-760
Відстань між торцями горизонтальних шпинделів	-	-	-	340-740	470-870
Число шпиндельних бабок: горизонтальних вертикальних	1 -	1 1	1 1	2 -	2 1
Найбільше переміщення: стола поздовжнє гільз шпинделів	1250 365	500 315	5500 315	1600 200	1600 200
Число швидкостей шпинделя	21	18	18	21	21
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹ .	16-1600	25-1250	25-1250	16-1600	16-1600
Подача, мм/хв.: стола шпиндельної бабки	10-2500 10-2500	5-2000 10-2000	5-2000 10-2000	10-3000 10-1000	10-3000 10-1000
Подача гільз шпинделів, мм/хв.	10-2500	5-1000	5-1000	-	-
Потужність електродвигуна, кВт.	7,8	22	22	11	11
Габаритні розміри: довжина ширина висота Маса, кг	5300 4050 3175 14000	11070 4360 5500 52000	13170 4535 5500 57000	5400 3550 2300 13000	6200 3750 3600 21000

Додаток 29. Поздовжньо-фрезерні верстати: одностійкові і двостійкові верстати. Розміри, мм

Параметри	6М610ФЗ	6Г610	6У612	6620	6625
Розміри робочої поверхні стола	1000x1600	1000x3150	1250x4000	2000x6300	2500x8000
Найбільша маса оброблювальної заготовки, кг	5000	6000	18000	50000	65000
Відстань від поверхні стола: від осі горизонтального шпинделя	-	25-900	0-1050	0-1765	0-1765
від торця вертикального шпинделя	90-990	25-1130	260-1330	175-2180	175-2180
Відстань між торцями горизонтальних шпинделів	-	750-1250	860-1490	1550-2250	2115-2815
Число шпиндельних бабок: горизонтальних	-	2	2	2	2
вертикальних	1	2	2	2	2
Найбільше переміщення: стола поздовжнє	1900	3200	4500	6800	8560
гільз шпинделів	1900	250	315	350	350
Число швидкостей шпинделя	Без ступ.	20	18	18	18
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹ .	10-1600	16-1250	25-1250	20-1000	20-1000
Подача, мм/хв.: стола	3-3000	10-2500	5-2000	5-2000	5-2000
шпиндельної бабки	3-3000	10-1000	10-2000	10-2000	10-2000
Подача гільз шпинделів, мм/хв.	-	-	5-1000	5-1000	5-1000
Потужність електродвигуна, кВт.	30	18,5x4	22x4	30x4	30x4
Габаритні розміри: довжина	8650	8700	11070	18970	22460
ширина	8750	5000	5630	8270	8830
висота	5400	4050	5200	6700	6700
Маса, кг	35800	35000	69500	121900	130000

Примітка:

1. Верстати 6305Ф4, 6У312 і 6У316 одностійкові, останні – двостійкові.
2. На верстатах з ЧПК мод. 6305Ф4, 6М610ФЗ дискретність завдання розмірів по координатам 0,01 мм.

**Додаток30. Стругальні і довбальні верстати: одностійкові і двостійкові
поздовжньо-стругальні верстати. Розміри, мм**

Параметри	7110	7112	7210-6	7210	7212
Найбільші розміри оброблювальної заготовки: при струганні	900x1000	1120x1150	900x1000	900x1000	1120x1250
Розміри робочої поверхні стола	900x3000	1120x4000	900x6000	900x3000	1120x4000
Найбільша відстань між поверхньою стола і поперечиною	1000	1220	1000	1000	1220
Відстань між стійками	-	-	1100	1100	1350
Найбільша маса оброблювальної заготовки, кг: на 1 м довжини стола загальна	1500 4500	2000 8000	1500 9000	1500 4500	2000 8000
Найбільше переміщення: стола повзунів супорту	3200 300	4200 300	6200 300	3200 300	4200 300
Швидкість ходу стола (без ступеневе регулювання), м/хв.: робочого зворотнього	4-90 12-90	4-80 12-80	3,2-80 3,2-80	4-90 12-90	4-80 12-80
Подача супорту поперечин, мм/дв. хід: горизонтальна вертикальна	0,5-25 0,25-12,5	0,2-25 0,25-12,5	0,5-25 0,25-12,5	0,5-25 0,25-12,5	0,5-25 0,25-12,5
Подача супортів (горизонтальна і вертикальна), мм/дв. хід	0,25-12,5	0,25-12,5	0,25-12,5	0,25-12,5	0,25-12,5
Найбільша тягова сила на рейці стола, к Н.	70	120	50	70	120
Потужність електродвигуна приводу стола, кВт, при струганні	75	100	75	75	100
Габаритні розміри: довжина ширина висота	7950 3700 3550	9950 4200 4100	13600 4000 3450	7950 4170 3450	9950 4500 3800
Маса, кг	27500	35000	30500	27500	35000

**Додаток 31. Стругальні і довбальні верстати: одностійкові і двостійкові
поздовжньо-стругальні і стругально-фрезерні верстати. Розміри, мм**

Параметри	7212Г	7216	7216Г	7Б220-6	7228
Найбільші розміри оброблювальної заготовки: при струганні при фрезеруванні	1120x1250 1070x1150	1400x1600 -	1400x1600 1350x1600	1800x2000 -	2240x3150 -
Розміри робочої поверхні стола	1120x4000	1400x6000	1400x6000	1800x6300	2800x8000
Найбільша відстань між по верхньою столу і поперечи ною	1220	1500	1420	1930	2360
Відстань між стійками	1350	1800	1800	2150	3350
Найбільша маса оброблюва льної заготовки, кг: на 1м довжини стола загальна	2000 8000	2000 12000	2000 12000	- 25000	- 70000
Найбільше переміщення: стола повзунів супорту	4200 300	6200 300	6200 300	6300 600	8150 600
Швидкість ходу стола (без сту пеневе регулювання), м/хв.: робочого зворотнього	4-80 4-80	4-80 12-80	4-80 4-80	1,7-85 1,7-82	1,2-60 1,2-60
Подача стола при фрезеру ванні, мм/хв.	50-3550	-	50-3200	-	
Подача супорту поперечин, мм/дв. хід: горизонтальна вертикальна	0,2-25 0,25-12,5	0,5-25 0,25-12,5	0,5-25 0,25-12,5	0,1-25 0,2-50	0,1-25 0,2-50
Подача супортів (горизонта льна і вертикальна), мм/дв. хід	0,25-12,5	0,25-12,5	0,25-12,5	0,2-50	0,2-50
Найбільша тягова сила на рейці столу, к Н.	120	140	140	150	190
Потужність електродвигуна приводу столу, кВт, при стру ганні	100;72	100	100;72	125	125
Габаритні розміри: довжина ширина висота	9950 5000 4050	14000 4800 4350	14000 5450 4350	17300 7100 5800	20900 8250 6200
Маса, кг	38000	48000	51000	98200	124700

Примітка:

1. Верстати 7110, 7112, 7116 одностійкові, інші двостійкові.
2. Верстати 7212Г і 7216Г стругально-фрезерні, інші – поздовжньо-стругальні.
3. У всіх верстатах кут повороту супортів $\pm 60^\circ$. У верстатах 7212Г і 7216Г найбільше переміщення гільзи фрезерної головки 200мм, кут повороту фрезерних головок $\pm 30^\circ$, частота обертання шпинделя при фрезеруванні 25-800 хв⁻¹, подача фрезерних кареток без ступене
ве 20-1250мм/хв..

Додаток 32. Поперечно-стругальні верстати. Розміри, мм

Параметри	7А311	7Е35	7М36	7Д36	7Д36Ц
Довжина ходу повзуна	10-200	500(найб.)150-700	150-710	150-700	
Найбільша відстань від опорної поверхні різця до станини (виліт)	280	670	840	820	840
Відстань між робочою поверхнею столу і повзуном	200	400	400	400	400
Розмір робочої поверхні стола	200х200	360х500	450х700	450х710	450х700
Найбільше переміщення стола:					
горизонтальне	250	530	700	700	700
вертикальне	150	310	320	320	(до прог.) 320
супорта(вертикальне)	70	170	200	200	200(170)
Найбільший перетин різця (ширина х висота)	20х12	32х20	40х25	40х25	40х25
Швидкість повзуна, дв. хід/хв.	53;71	13,2-150	-	-	-
Подача. мм/дв. хід: стола (горизонтальна) супорту	0,1-0,2 0,05-0,6 (стіл верт.)	0,2-4 0,16-1 (за замов.)	0,25-5 0,15-1,05	0,2-5 0,15-1,05	0,2-5 0,15-1,05
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	0,8-1,5	5,5	7,5	7,5	7,5
Габаритні розміри:					
довжина	1380	2350	2785	2850	2850
ширина	800	1230	1750	1680	1690
висота	1395	1550	1780	1840	1840
Маса, кг	650	2000	3300	3400	3700

Додаток33. Поперечно-стругальні верстати. Розміри, мм

Параметри	7307	7307Д	7Д37Ц	7310Д
Довжина ходу повзуна	20-720	150-710	150-1000	150-1000
Найбільша відстань від опорної поверхні різця до станини (виліт)	880	825	1120	1120
Відстань між робочою поверхнею столу і повзуном	480	450	500	500
Розмір робочої поверхні стола	450x710	450x710	560x1000	560x1000
Найбільше переміщення стола:				
горизонтальне	710	710	800(до прог.)	800
вертикальне	390	345	420	420
супорта (вертикальне)	170	200	200	200
Найбільший перетин різця (ширина x висота)	40x25	40x25	40x25	40x25
Швидкість повзуна, дв. хід/хв.	10,6-118	-	-	-
Подача, мм/дв. хід: стола (горизонтальна) супорту	0,2-х 0,16-1(за зам.)	0,2-5 0,15-1,05	0,2-5 0,15-1,05	0,2-5 0,15-1,05
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	5,5	7,5	10	11
Габаритні розміри:				
довжина	2980	2850	3700	3700
ширина	1400	1645	2065	1835
висота	1665	1890	1980	1920
Маса, кг	2800	3400	4700	4400

Примітка:

1. Верстати 7А311 і 7Е35 з механічним приводом, інші з гідравлічним приводом.
2. Верстати 7Д36Ц і 7Д37Ц з цикловим програмним управлінням.
3. Найбільший кут повороту супорта для всіх верстатів $\pm 60^\circ$, для всіх верстатів, крім 7А311, 7Е35, 7307 швидкість повзуна 3-48м/хв..

Додаток 34. Довбальні верстати. Розміри, мм

Параметри	7А412	7Д430	7Д450	7410	7414
Довжина ходу довб'яка	10-100	120-320	120-500	1200	1600
Відстань від зовнішньої площини різьцетримача до стійки (виліт)	320	615	710	1150	1400
Відстань від площини стола до нижнього кінця направляючих довб'яка	200	500	700	1200	800-1600
Діаметр робочої поверхні стола	360	-	-	1250	1600
Найбільше переміщення стола:					
подовжнє	350	650	800	1400	1800
поперечне	280	510	650	1000	1250
Кут похилу довбальної головки	±5	±10	±10	±10	±10
Найбільший перетин різця	16x24	20x32	25x40	40x63	40x63
Число подвійних ходів довб'яка в хвилину	52;67;101;210	-	-	-	-
Швидкість довб'яка на робочому ході, м/хв	-	3-38	3-38	2-30	2-30
Подача стола за один подвійний хід довб'яка:					
подовжня	0,1-1	0,2-2,5	0,2-2,5	0,2-10	0,2-10
поперечна	0,1-1	0,1-2,5	0,1-2,5	0,2-10	0,2-10
кругова	0,067-0,67	0,1-1,4	0,1-1,4	0,2-10	0,2-10
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	0,8-1,5	10	10	55	50
Габаритні розміри:					
довжина	195	3030	3540	6070	7000
ширина	980	2175	2890	4335	5100
висота	1825	3010	3465	5300	6500
Маса, кг	1200	5700	8200	30000	34500

Примітка:

Верстати 7Д430 і 7Д450 з гідравлічним приводом, інші з електроприводом. При цьому верстати 7410 і 7414 мають привід від регулюючих електродвигунів постійного струму.

**Додаток 35. Протяжні і відрізнi верстати, горизонтальні протяжні напi-
автомати для внутрішнього протягування. Розміри, мм**

Параметри	7Б55	7Б55У	7Б56	7Б56У	7Б57
Номінальна тягова сила, к Н.	100	100	200	200	400
Найбільша довжина ходу сано- чок	1250	1250	1600	1600	2000
Розмір робочої поверхні опорної плити	450x450	450x450	450x450	450x450	450x450
Діаметр отвору: в опорній плиті під планшайбу в планшайбі	160	160	200	200	250
	125	100	160	160	200
Швидкість робочого ходу про- тяжки, м/хв..	1,5-11,5	1,5-11,5	1,5-11,3	1,5-11,3	1,0-6,15
Рекомендуюча швидкість зворот- нього ходу протяжки	20-25	20-25	20-25	20-25	20-25
Потужність електродвигуна приводу головки, кВт.	18,5	17	30	30	37
Габаритні розміри: довжина ширина висота	6340	4070	7200	5200	9400
	2090	1600	2135	2000	2500
	1910	1500	1910	1700	1910
Маса, кг	5200	4700	7450	7000	13500

Примітка:

Напiвавтомати 7Б55У i 7Б56У з'являються модифікаціями напiвавтоматів відповідно 7Б55 i 7Б56, i відрізняються відсутністю приставної станини з механізмом автоматичного підведення i відведення протяжки.

**Додаток36. Вертикальні протяжні напiвавтомати внутрішнього i зов-
нішнього протягування. Розміри, мм**

Параметри	7Б64	7Б65	7Б66	7Б67	7Б68
Номінальна тягова сила, к Н	50	100	200	400	800
Робітнича ширина стола	320	450	450	710	710
Відстань від саночок до осі отвору у столі	150	180	210	250	300
Найбільша довжина ходу саночок	1000	1250	1250	1600	1600
Найбільша довжина ходу протяжки, м/хв..	1,5-11,5	1,5-11,5	1,5-13	1,5-7,9	1,0-8
Рекомендуюча швидкість зворотньо- го ходу протяжки	20	20	20	14	10
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	11	22	30	57	80
Габаритні розміри: довжина ширина висота	2875	3292	3866	4000	4550
	1350	1333	1392	2060	2760
	3640	4540	4555	5500	5870
Маса, кг	5050	8080	11440	18500	22200

Додаток37. Вертикальні протяжні напівавтомати внутрішнього і зовнішнього протягування. Розміри, мм

Параметри	7Б75	7Б76	7Б77
Номінальна тягова сила, к Н	100	200	400
Робітнича ширина:			
стола	450	450	710
саночок	400	500	630
Відстань від саночок до осі отвору у столі	-	-	-
Відстань від поверхні саночок до торця столу	160	200	200
Найбільша довжина ходу саночок	1250	1250	1600
Найбільша довжина ходу протяжки, м/хв..	1,5-11,4	1,5-13	1,0-7,9
Рекомендуюча швидкість зворотнього ходу протяжки	20	20	16
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	22	30	57
Габаритні розміри:			
довжина	3600	4310	4650
ширина	1262	1392	2070
висота	3370	3370	4350
Маса, кг	8000	10785	21000

Додаток 38. Граничні відхилення отворів та валів для номінальних розмірів від 1 до 500 відносно ГОСТу 25347-82 з полями допусків, яким віддають перевагу в машинобудуванні.

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 6									Квалітет 7						Квалітет 8			
	g6	h6	js6	k6	s6	p6	r6	m6		m7	js7	k7	f7	h7	n7	d8	e8	h8	f8
	Граничні відхилення, мкм																		
Від 1 до 3	-2 -8	0 -6	+3,0 -3,0	+6 0	+20 +14	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+8 +2	- -	+5 -5	+10 0	-6 -16	0 -10	+14 +4	-20 -34	-14 -28	0 -14	-6 -20
Більше 3 діб	-4 -12	0 -8	+4,0 -4,0	+9 +1	+27 +19	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+12 +4	+16 +4	+6 -6	+13 +1	-10 -22	0 -12	+20 +8	-30 -48	-20 -38	0 -18	-10 -28
Більше 6 до 10	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+32 +23	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+15 +6	+21 +6	+7 -7	+16 +1	-13 -28	0 -15	+25 +10	-40 -62	-25 -47	0 -22	-13 -35
Більше 10 до 18	-6 -17	0 -11	+5,5 -5,5	+12 +1	+39 +28	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+18 +7	+25 +7	+9 -9	+19 +1	-16 -34	0 -18	+30 +12	-50 -77	-32 -59	0 -27	-16 -43
Більше 18 до 30	-7 -20	0 -13	+6,5 -6,5	+15 +2	+48 +35	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+21 +8	+29 +8	+10 -10	+23 +2	-20 -40	0 -21	+36 +15	-65 -98	-40 -73	0 -33	-20 -53
Більше 30 до 50	-9 -25	0 -16	+8,0 -8,0	+18 +2	+59 +43	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+25 +9	+34 +9	+12 -12	+27 +2	-25 -50	0 -25	+54 +17	-80 -119	-50 -89	0 -39	-25 -64
Більше 50 до 65	-10 -29	0 -19	+9,5 -9,5	+21 +23	+72 +53	+39 +20	+51 +32	+60 +41	+30 +11	+41 +11	+15 -15	+32 +2	-30 -60	0 -30	+50 +20	-100 -146	-60 -106	0 -46	-30 -76
Більше 65 до 80					+78 +59			+62 +43											
Більше 80 до 100	-12 -34	0 -22	+11,0 -11,0	+25 +30	+93 +71	+45 +23	+59 +37	+73 +51	+35 +13	+48 +13	+17 -17	+38 +3	-36 -71	0 -35	+58 +23	-120 -174	-72 -126	0 -54	-36 -90
Більше 100 до 120					+101 +79			+76 +54											

Продовження додатку 38

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 6									Квалітет 7						Квалітет 8			
	g6	h6	js6	k6	s6	n6	p6	r6	m6	m7	js7	k7	f7	h7	n7	d8	e8	h8	f8
	Граничні відхилення, мкм																		
Більше 120 до 140	-14 -39	0 -25	+12,5 -12,5	+28 +3	+117 +92	+52 +27	+68 +43	+88 +63	+40 +15	+55 +15	+20 -20	+43 +3	-43 -83	0 -40	+67 +27	-145 -208	-85 -148	0 -63	-43 -106
Більше 140 до 160					+125 +100			+90 +65											
Більше 160 до 180					+133 +108			+93 +68											
Більше 180 до 200	-15 -44	0 -29	+14,5 -14,5	+33 +4	+151 +122	+60 +31	+79 +50	+106 +77	+46 +17	+63 +17	+23 -23	+50 +4	-50 -96	0 -46	+77 +31	-170 -242	-100 -172	0 -72	-50 -122
Більше 200 до 225					+159 +130			+109 +80											
Більше 225 до 250					+169 +140			+113 +84											
Більше 250 до 280	-17 -49	0 -32	+16,0 -16,0	+36 +4	+190 +158	+66 +34	+88 +56	+126 +94	+52 +20	+72 +20	+26 -26	+56 +4	-56 -108	0 -52	-86 +34	-190 -271	-110 -191	0 -81	-56 -137
Більше 280 до 315					+202 +170			+130 +98											
Більше 315 до 355	-18 -54	0 -36	+18,0 -18,0	+40 +4	+226 +190	+73 +37	+98 +62	+144 +108	+57 +21	+78 +21	+28 -28	+61 +4	-62 -119	0 -57	+94 +37	-210 -299	-125 -214	0 -89	-62 -151
Більше 355 до 400					+244 +208			+150 +114											
Більше 400 до 450	-20 -60	0 -40	+20,0 -20,0	+45 +5	+272 +232	+80 +40	+108 +68	+166 +126	+63 +23	+86 +23	+31 -31	+68 +5	-68 -131	0 -63	103 +40	-230 -327	-135 -232	0 -97	-68 -165
Більше 450 до 500					+292 +252			+172 +132											

Продовження додатку 38.

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 6							Квалітет 7							Квалітет 8				
	G6	H6	Is6	K6	M6	N6	P6	F7	H7	Is7	K7	M7	N7	P7	F8	H8	Is8	K8	N8
	Граничні відхилення, мкм																		
Від 1 до 3	+8 +2	+6 0	+3,0 -3,0	0 -6	-2 -8	-4 -10	-6 -12	+16 +6	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	+20 +6	+14 0	+7 -7	0 -14	-4 -18
Більше 3 до 6	+12 +4	+8 0	+4,0 -4,0	+2 -6	-1 -9	-5 -13	-9 -17	+22 +10	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	+28 +10	+18 0	+9 -9	+5 -13	-2 -20
Більше 6 до 10	+14 +5	+9 0	+4,5 -4,5	+2 -7	-3 -12	-7 -16	-12 -21	+28 +13	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	-3 -25
Більше 10 до 18	+17 +6	+11 0	+5,5 -5,5	+2 -9	-4 -15	-9 -20	-15 -26	+34 +16	+18 0	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	+43 +16	+27 0	+13 -13	+8 -19	-3 -30
Більше 18 до 30	+20 +7	+13 0	+6,5 -6,5	+2 -11	-4 -17	-11 -24	-18 -31	+41 +20	+21 0	+10 -10	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	+53 +20	+33 0	+16 -16	+10 -23	-3 -36
Більше 30 до 50	+25 +9	+16 0	+8,0 -8,0	+3 -13	-4 -20	-12 -28	-21 -37	+50 +25	+25 0	+12 -12	+7 -18	0 -25	-8 -33	-17 -42	+64 +25	+39 0	+19 -19	+12 -27	-3 -42
Більше 50 до 80	+29 +10	+19 0	+9,5 -9,5	+4 -15	-5 -24	-14 -33	-26 -45	+60 +30	+30 0	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 -39	-21 -51	+76 +30	+46 0	+23 -23	+14 -32	-4 -50
Більше 80 до 120	+34 +12	+22 0	+11,0 -11,0	+4 -18	-6 -28	-16 -38	-30 -52	+71 +36	+35 0	+17 -17	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	+90 +36	+54 0	+27 -27	+16 -38	-4 -58
Більше 120 до 180	+39 +14	+25 0	+12,5 -12,5	+4 -21	-8 -33	-20 -45	-36 -61	+83 +43	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	106 43	+63 0	+31 -31	+20 -43	-4 -67
Більше 180 до 250	+44 +15	+29 0	+14,5 -14,5	+5 -24	-8 -37	-22 -51	-41 -70	+96 +50	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	122 50	+72 0	+36 -36	+22 -50	-5 -77
Більше 250 до 315	+49 +15	+32 0	+16,0 -16,0	+5 -27	-9 -41	-25 -57	-47 -79	+108 +56	+52 0	+26 -26	+16 -36	0 -52	-14 -66	-36 -88	137 56	+81 0	+40 -40	+25 -56	-5 -86
Більше 315 до 400	+54 +18	+35 0	+18,0 -18,0	+7 -29	-10 -46	-26 -62	-51 -87	+119 +62	+57 0	+28 -28	+17 -40	0 -57	-16 -73	-41 -98	151 62	+89 0	+44 -44	+28 -61	-5 -94
Більше 400 до 500	+60 +20	+40 0	+20,0 -20,0	+8 -32	-10 -50	-27 -67	-55 -95	+131 +68	+63 0	+31 -31	+18 -45	0 -63	-17 -80	-45 -108	165 68	+97 0	+48 -48	+29 -68	-6 -103

Продовження додатку 38

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 9				Квалітет 10				Квалітет 11				Квалітет 12		
	Е9	Н9	d9	h9	D10	H10	d10	h10	D11	H11	d11	h11	H12	h12	b12
	Граничні відхилення, мкм														
Від 1 до 3	+39	+25	-20	0	+60	+40	-20	0	+80	+80	-20	0	+100	0	-140
	+14	0	-45	-25	+20	0	-60	-40	+20	0	-80	-60	0	-100	-240
Більше 3 до 6	+50	+30	-30	0	+78	+48	-30	0	+105	+75	-30	0	+120	0	-140
	+20	0	-60	-30	+30	0	-78	-48	+30	0	-105	-75	0	-120	-260
Більше 6 до 10	+61	+31	-40	0	+98	+58	-40	0	+130	+90	-40	0	+150	0	-150
	+25	0	-76	-36	+40	0	-98	-58	+40	0	-130	-90	0	-150	-300
Більше 10 до 18	+75	+43	-50	0	+120	+70	-50	0	+160	+110	-50	0	+180	0	-150
	+32	0	-93	-43	+50	0	-120	-70	+50	0	-160	-110	0	-180	-330
Більше 18 до 30	+92	+52	-65	0	+149	+84	-65	0	+195	+130	-65	0	+210	0	-160
	+40	0	-117	-52	+65	0	-149	-84	+65	0	-195	-130	0	-210	-370
Більше 30 до 40	+112	+62	-80	0	+180	+100	-80	0	+240	+160	-80	0	+250	0	-170
	+50	0	-142	-62	+80	0	-180	-100	+80	0	-250	-160	0	-250	-420
Більше 40 до 50															-180 -430
Більше 50 до 65	+134	+74	-100	0	+220	+120	-100	0	+290	+190	-100	0	+300	0	-190
	+60	0	-174	-74	+110	0	-220	-120	+100	0	-290	-190	0	-300	-490
Більше 65 до 80															-200 -500
Більше 80 до 100	+159	+87	-120	0	+260	+140	-120	0	+340	+220	-120	0	+350	0	-220
	+72	0	-207	-87	+120	0	-260	-140	+120	0	-340	-220	0	-350	-570
Більше 100 до 120															-240 -590

Інтервали розмірів, мм	Квалітет 9				Квалітет 10				Квалітет 11				Квалітет 12		
	Е9	Н9	d9	h9	D10	Н10	d10	h10	D11	Н11	d11	h11	Н12	h12	b12
	Граничні відхилення, мкм														
Більше 120 до 140	+185	+100	-145	0	+305	+160	-145	0	+395	+250	-145	0	+400	0	-260
	+185	0	-245	-100	+145	0	-305	-160	+145	0	-395	-250	0	-400	-660
Більше 140 до 160															-280
															-680
Більше 160 до 180															-310
															-710
Більше 180 до 200	+215	+115	-170	0	+355	+185	-170	0	+460	+290	-170	0	+460	0	-340
	+100	0	-285	-115	+170	0	-355	-185	+170	0	-450	-290	0	-460	-800
Більше 200 до 225															-380
															-840
Більше 225 до 250															-420
															-880
Більше 250 до 280	+240	+130	-190	0	+400	+210	-190	0	+510	+320	-190	0	+520	0	-480
	+110	0	-320	-130	+190	0	-400	-210	+190	0	-510	-320	0	-520	-1000
Більше 280 до 315															-540
															-1060
Більше 315 до 355	+265	+140	-210	0	+440	+230	-210	0	+570	+360	-210	0	+570	0	-600
	+125	0	-350	-140	+210	0	-400	-230	+210	0	-570	-360	0	-570	-1170
Більше 355 до 400															-680
															-1250
Більше 400 до 450	+290	+155	-230	0	+480	+250	-230	0	+630	+400	-230	0	+630	0	-760
	+135	0	-385	-155	+230	0	-480	-250	+230	0	-630	-100	0	-630	-1390
Більше 450 до 500															-840
															-1470

Продовження додатку 38

Інтервали роз- мірів, мм	Квалітет 13		Квалітет 14		Квалітет 16	
	H13	h13	H14	D14	H16	d16
	Граничні відхилення, мкм					
Від 1 до 3	+140 0	0 -140	+250 0	0 -250	+600 0	0 -600
Більше 3 до 9	+180 0	0 -180	+300 0	0 -300	+750 0	0 -750
Більше 6 до 10	+220 0	0 -220	+360 0	0 -360	+900 0	0 -900
Більше 10 до 18	+270 0	0 -270	+430 0	0 -430	+1100 0	0 -1100
Більше 18 до 30	+330 0	0 -330	+520 0	0 -520	+1300 0	0 -1300
Більше 30 до 50	+390 0	0 -390	+620 0	0 -620	+1600 0	0 -1600
Більше 50 до 80	+460 0	0 -460	+740 0	0 -740	+1900 0	0 -1900
Більше 80 до 120	+540 0	0 -540	+870 0	0 -870	+2200 0	0 -2200
Більше 120 до 180	+630 0	0 -630	+1000 0	0 -1000	+2500 0	0 -2500
Більше 180 до 250	+720 0	0 -720	+1150 0	0 -1150	+2900 0	0 -2900
Більше 250 до 315	+810 0	0 -810	+1300 0	0 -1300	+3200 0	0 -3200
Більше 315 до 400	+890 0	0 -890	+1400 0	0 -1400	+3600 0	0 -3600
Більше 400 до 500	+970 0	0 -970	+1550 0	0 -1550	+4000 0	0 -4000

Список використаної літератури

1. Аграновский А.Л., Ланда В.М. Проектирование технологических процессов с использованием оргавтоматов. - К.: Техника 1985 – 96с.
2. Агрегатные станки средних и малых размеров / Под общ.ред. Ю.В. Тимофеева, - М.: Машиностроение, 1985 – 248с.
3. Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975 – 300с.
4. Антонюк В.Е., Королев В.А., Башеев С.М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. –Минск, Беларусь 1969 г – 420 с.
5. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
6. Гавриш А.П., Ефремов А.Й. Автоматизация технологической подготовки машиностроительного производства. - К.: Техника, 1982. – 215с.
7. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. – Курсовое проектирование по технологии машиностроения –Минск, Беларусь 1983 г – 320 с.
8. Горбатюк Є.О., Мазур М.П. Технологія машинобудування. – Львів «Новий Світ – 2000», 2009. – 358 с.
9. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1979 – 300с.
10. Григурко І.О., Брендуля.М.Ф., Доценко С.М., Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Львів «Новий Світ–2000» 2006р – 576 с.
- 11.Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. (практикум) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-472с.
- 12.Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування(дипломне проектування) Львів. Новий Світ – 2000. 2010-770с.
- 13.Гришкевич А.В.,Цымбал И.Л. Проектирование операций механической обработки. Харьков Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те,1985 - 144 с.
14. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. - М.: Высш. шк. 1976 - 526 с.
15. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. - М.: Машиностроение, 1987 - 320 с.
- 16.Когут М.С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні - Львів: Львівська політехніка -2000-351с.
- 17.Когут М.С.,Лебідь Н.М.,Білоус О.В.,Кравець І.Є.Основи взаємозамінності, стандартизації,акредитації та технічні вимірювання.-Львів: Світ. 2010-527с.
18. Мельников Г.Н., В.П. Вороненко. Проектирование механосборочных цехов. М. Машиностроение. 1990 - 350 с.
- 19.Металлорежущие станки / В.К. Текинчикев, Л.В. Красниченко, А.А. Тихонов, Н.С. Колес. - М.: Машиностроение, 1978 – 464 с.

20. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения. - М.: Машиностроение, 1990 – 288 с.
21. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных колледжах. - М.: Высшая школа, 1986 - 239 с.
22. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту - М.: Машиностроение, 1984 – 445с.
23. Обработка металлов резанием : Справочник технолога / Под общ. ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988 – 736 с.
24. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с программным управлением. - М.: ЦБНТ, 1980 - 32 с.
25. Основы технологии машиностроения / Под ред. В.С.Корсакова. - М.: Машиностроение, 1977 - 412 с.
26. Отделочные операции в машиностроении : Справочник / Под общ. ред. П.А.Руденко. - К.: Техника, 1990 - 150 с.
27. Павленко П.Н. Структура технологической операций в условиях ГПС / Изв.вузов. Машиностроение. - 1987 - №1, 102 - 105. с.
28. Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам // Под общ. ред. Л.В.Худобина. - М.: Машиностроение, 1988 - 288 с.
29. Руденко П.А. Оптимизация номенклатуры режущего инструмента, применяемого на станках с ЧПК // Технология и автоматизация машиностроения. - К.: Техника, 1982 - Вып.30, 106 - III. с.
30. Руденко П.А., Павленко Н.П. Оптимизация задач технологической подготовки производства // Технология и автоматизация машиностроения. - К.: Техника, 1987.- Вып.39, 80 - 85 с.
31. Руденко П.А., Павленко П.Н. Оптимизация структуры технологической операции обработки детали с ЭПЖ на многооперационном станке // Автоматизация производственных процессов в машиностроении и приборостроении. - Львов, 1988.- Вып.27.,128, с.
32. Руденко П.А., Павленко П.Н. Унификация параметров обрабатываемой детали // Технология и автоматизация машиностроения. - К.: Техника, 1987.- Вып.40.,101 - 104. с.
33. Руденко П.А., Павленко П.Н. Формирование структуры технологических процессов и операций о помощью таблиц-слепышей //Технология и автоматизация машиностроения. - К.: Техника, 1988.- Вып.41.- 104 – 108 с.
34. Руденко П.А., Харламов Ю.А., Плескач В.М. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. - К.: Вища шк. Головное изд - во, 1991.- 242 с.
35. Руденко П.О., Харламов Ю.О., Шустик О.Г. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин. - К.: Вища шк., 1993.-288 с.



Григурко Іван Олексійович

Народився на Миколаївщині в 1944 році. У 1975р. закінчив Кіровоградський інститут сільськогосподарського машинобудування. Понад 28 років працював в машинобудівній промисловості на посадах від інженера-технолога до начальника цеху. 28 років працює в Первомайському політехнічному коледжі та інституті викладачем вищої категорії та завідуючим відділенням. Нагороджений знаками "Відмінник освіти України", та "Петро Могила". З вересня 2004р. працює на посаді доцента кафедри «ТЕ та ТМ» ПФ НУК. Автор 30 навчально-методичних посібників, 6 із них з грифом МОН України, 25 науково-методичних розробок та наукових статей.



Анастасенко Сергій Миколайович

Народився на Миколаївщині в 1973 році. У 1997 р. закінчив Харківський військовий університет. Захистив кандидатську дисертацію у 2004р. Понад 16 років проходив службу у збройних силах України. З 2010 року працює в Первомайському політехнічному інституті НУК ім. адмірала Макарова. З вересня 2015 року працює на посаді декана інженерно-економічного факультету ППІ НУК. Автор 40 наукових праць, двох навчальних посібників та 25 науково-методичних розробок та наукових статей.



Будуров Василь Леонтійович

Народився на Кіровоградщині в 1951 році. У 1975р закінчив Одеський технологічний інститут холодильної промисловості. Понад 41 рік працював в машинобудівній промисловості на посадах від інженера-технолога до головного технолога. З 2011 р. працює на посаді викладача кафедри «ТЕ та ТМ» ППІ НУК у Первомайському політехнічному інституті НУК імені адмірала Макарова. Автор 6 наукових статей, 29 навчально-методичних розробок для проведення практичних та лабораторних робіт і одного навчального посібника.

Навчальне видання

**Григурко Іван Олексійович
Анастасенко Сергій Миколайович
Будуров Василь Леонтійович**

**Проектування технологічної оснастки
Практикум**

Керівник видавничих проектів С.В. Піча
Комп'ютерна верстка та оформлення обкладинки

Підписано до друку
Формат 70x100/16. Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура Тип Таймс.
Умовн.друк.арк. 13. Зам. № 02-03

Видавництво «Новий світ-2000»
а/с №2623, м.Львів-60, 79060, Україна
E-mail: novyisvit2000@org.lviv.net

Свідоцтво про видавничу діяльність і розповсюдження видавничої продукції: серія ДК
№ 59 від 25.05.2000 року, видане Державним комітетом інформаційної політики, теле-
бачення та радіомовлення України.

Віддруковано в поліграфічному центрі видавництва «Новий світ-2000»
м. Львів, вул. Володимира Великого, 4.