

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**

Кафедра: Технології машинобудування

Спеціальність *8.131– Прикладна механіка*
Дисципліна *Проектування спеціальної технологічної оснастки*

**КОМПЛЕКТ
ІНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

Ухвалено на засіданні кафедри технології машинобудування

Протокол № _____ від _____ р.

Завідувач кафедри,
к.т.н., доц.

/В.С. Гришин/

Розробник: асистент

/С.В. Бончук/

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

РОБОЧА ПРОГРАМА

та методичні вказівки до виконання
курсної роботи з дисципліни

“Проектування спеціальної технологічної оснастки”
для студентів спеціальності 8.131 – прикладна механіка

Дніпропетровськ НМетАУ 2017

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Для спеціальності 8.131 – прикладна механіка – дисципліна “Проектування спеціальної технологічної оснастки” викладає зміст і послідовність виконання проектних робіт при створенні спеціальної технологічної оснастки механоскладального виробництва. Основна увага приділяється найважливішим елементам технологічної оснастки - пристроям механоскладального виробництва.

Дисципліна “Проектування спеціальної технологічної оснастки” вивчається студентами усіх форм навчання на останньому курсі і передбачає лекційні та практичні заняття і виконання курсової роботи. Основною формою вивчення даної дисципліни є самостійна робота студентів з літературними джерелами. Велику користь студенту принесе ознайомлення в цехах заводів із конструкціями реальних пристроїв.

Вивчення розділів дисципліни здійснюється в послідовності, що рекомендується. Певну допомогу у вивченні дисципліни надають теоретичні відомості, що роз'яснюють методику виконання курсової роботи.

Завдання на курсову роботу видається студенту індивідуально. Завдання передбачає проектування комплексу пристроїв, які необхідні для обробки (верстатний пристрій і пристрій для закріплення різального інструмента) та контролю якості обробки (контрольний пристрій) заданої поверхні деталі.

Курсова робота повинна виконуватися студентами після вивчення і засвоєння теоретичного курсу. Курсова робота включає виконання основних проектних розрахунків верстатного і контрольного пристроїв та пристрою для закріплення різального інструменту й оформлюється у вигляді розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу (складальних креслень пристроїв на аркушах формату А1) відповідно до даних методичних вказівок і основних вимог ЕСКД. Після виконання студент захищає курсову роботу у процесі обговорення з викладачем і отримує відповідну оцінку. Контроль якості засвоєння вивченого матеріалу здійснюється за допомогою екзамену.

Матеріали дисципліни використовуються в курсовому і дипломному проектуванні при розробці верстатних і контрольних пристроїв та пристроїв для закріплення різального інструмента.

1.1. Мета викладання дисципліни

Підвищення продуктивності праці і поліпшення якості продукції - найважливіші задачі машинобудування. Один з ефективних шляхів удосконалення виробництва - підвищення оснащеності виробничих процесів прогресивною механізованою й

автоматизованою технологічною оснасткою. Найважливішими елементами цієї оснастки є пристрої механоскладального виробництва. Правильно спроектований і виготовлений пристрій є ефективним засобом підвищення продуктивності праці і якості виробів, зниження їхньої собівартості, полегшення праці робітників і підвищення безпеки роботи.

У результаті вивчення дисципліни “Проектування спеціальної технологічної оснастки” студент повинен засвоїти теоретичні основи, принципи і методику проектування, що дозволить йому грамотно і творчо підходити до створення працездатних, високопродуктивних і економічних пристроїв.

1.2. Задача вивчення дисципліни

Задача вивчення дисципліни - оволодіння сучасними методами проектування пристроїв відповідно до поставлених технологічних, організаційних і інших задач; засвоєння методики економічного обґрунтування доцільності застосування спроектованого пристрою, одержання навичок використання стандартів у процесі проектування; підготовка до самостійного вирішення задач в області проектування пристроїв у процесі курсового і дипломного проектування.

1.3. Рекомендації по вивченню дисципліни

Для успішного вивчення дисципліни “Проектування спеціальної технологічної оснастки” студент повинен мати відповідний обсяг знань з технології машинобудування, проектування спеціальних верстатних пристроїв, теоретичної механіки, опору матеріалів, різання металів. У результаті вивчення дисципліни студент повинен засвоїти, що задача проектування технологічної оснастки впливає з більш загальної задачі розробки технологічного процесу виготовлення деталей. При цьому варто звернути увагу на спільність задач (базування, закріплення і т.д.), що розв'язуються при проектуванні пристроїв різноманітного цільового призначення, і єдність методики проектування. Необхідно засвоїти, що вимоги до точності пристрою можна правильно обґрунтувати, лише розглядаючи його як один з елементів технологічної або вимірювальної системи, тобто на основі системного підходу до рішення поставленої задачі.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА

Тема 1 Контрольні пристрої.

Службове призначення і складові елементи контрольних пристроїв: базові і затискні пристрої; ті, що передають рух і рухливі елементи; вимірювальні пристрої. Особливості розрахунку контрольних пристроїв. Контрольні пристрої для автоматизованого виробництва та верстатів з ЧПК. Особливості конструювання та проектування контрольних пристроїв.

Тема 2 Пристрої для установки і закріплення робочого інструмента (допоміжний інструмент).

Службове призначення, основні типи допоміжного інструмента і вимоги до нього. Сучасні пристрої для установки і закріплення інструмента на верстатах різноманітного типу. Стандартизація допоміжного інструмента. Допоміжний інструмент для верстатів з ЧПК й автоматичних ліній. Специфіка проектування допоміжного інструмента. Специфіка проектування допоміжного інструмента.

Тема 3 Складальні пристрої

Характерні види складальних пристроїв, їх службове призначення й особливості проектування. Методика розрахунку складальних пристроїв. Універсально-складні і універсально-налагоджувальні пристрої. Пристрої для групового виробництва. Використання адаптивних систем і складальних пристроїв.

Тема 4 Верстатні пристрої для змінювально-потоккових автоматичних ліній, верстатів з ЧПК і ГАВ.

Напрямки розвитку конструкцій пристроїв для верстатів з ЧПК. Особливості проектування пристроїв. Пристрої для автоматичних ліній і ГАВ. Особливості розвитку конструкцій та проектування пристроїв для ГАВ. Особливості пристроїв для роботизованого виробництва.

ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ЗАПИТАНЬ

1. Приведіть основні різновиди складальних пристосувань.
2. Охарактеризуйте зміст і особливості виконання проектних розрахунків складальних пристосувань.
3. Приведіть основні різновиди контрольних пристосувань.
4. Охарактеризуйте зміст і особливості виконання проектних розрахунків контрольних пристосувань.
5. Охарактеризуйте основні різновиди вимірювальних засобів, використовуваних у контрольних пристосуваннях.
6. Приведіть основні різновиди пристосувань для закріплення різального інструменту.
7. Охарактеризуйте зміст і особливості виконання проектних розрахунків пристосувань для закріплення різального інструменту.
8. Охарактеризуйте структуру й склад комплектів універсально-складальних (УСП) і універсально-налагоджувальних пристосувань (УНП).
9. Приведіть основні переваги використання комплектів УСП.
10. Укажіть основні особливості конструкції пристосувань-супутників.
11. Охарактеризуйте основні напрямки автоматизації верстатних і складальних пристосувань.
12. Охарактеризуйте особливості базування деталей у верстатних, складальних і контрольних пристосуваннях, а також різального інструменту в пристосуваннях для його закріплення.
13. Укажіть особливості конструкції й розрахунків багатошпindelних свердильних голівок.
14. Як проводиться оцінка ефективності використання верстатних пристосувань.
15. Охарактеризуйте послідовність проектування пристосувань.

3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ПО ВИКОНАННЮ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Проектування пристосувань здійснюється в певній послідовності, основними етапами якого є:

- вибір принципової схеми пристосування;
- аналіз схеми базування деталей (інструмента) і вибір настановних елементів для її реалізації;
- розрахунки зусилля закріплення;
- розрахунки затискних механізмів;
- розрахунки силового приводу;
- оцінка точності пристосування;
- розробка загального виду складального креслення пристосування;
- техніко-економічне обґрунтування доцільності використання пристосування даного виду.

Залежно від виду пристосування об'єм проектних робіт кожного етапу може суттєво різнитися. У найбільш повному складі проектування виконується для спеціальних верстатних і складальних пристосувань. При проектуванні контрольних пристосувань більшу важливість має обґрунтування точності пристосування.

При виконанні курсової роботи ці етапи згруповані в логічно відособлені частини, відповідні до розділів пояснювальної записки, і виконуються у відповідному об'ємі для кожного різновиду проєктованих пристосувань, а саме, для спеціального верстатного пристосування, пристосування для закріплення різального інструменту й контрольного пристосування. Усі три пристосування проєктують для обробки й контролю якості однієї з поверхонь заданої деталі.

Вихідними даними при проектуванні пристосувань є:

1. Креслення заготовки й готової деталі з технічними вимогами.
2. Карти технологічного процесу обробки деталі.
3. Кількість деталей, що виготовляються (програма випуску).
4. ДСТУ і нормалі на деталі й вузла пристосувань, альбоми типових конструкцій пристосувань, паспорта верстатів.

Метою аналізу вихідних даних є одержання інформації, необхідної для проектування пристосувань, зокрема, відомостей про форму поверхонь деталі, розмірах і допусках на розміри деталі, припусках, шорсткості поверхонь, матеріалі деталі, стані поверхонь оброблюваної деталі на попередньому й даному етапах обробки, вимогах до точності форми й взаємного розташування оброблюваних поверхонь, схемі базування, застосовуваних ріжучих і вимірювальних інструментах і встаткуванні, режимах різання, проектній нормі штучного часу і часу виконання контрольних операцій.

3.1. ПРОЕКТУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

3.1.1. Вибір принципової схеми пристосування

Теоретичні відомості

Враховуючи, що верстатне пристосування буде використовуватися разом з конкретним металорізальним верстатом (буде розміщатися на верстаті), слід визначити (по паспорту верстата) основні настановні й приєднувальні розміри верстата, пов'язані з установкою пристосування (розміри стола, розміри й розташування Т-Образних пазів і т.д.). Крім того, доцільно ознайомитися з верстатом у цеху, виявити технологічні можливості інструментального цеху, де будуть виготовляти пристосування, вивчити роботу й конструктивні особливості аналогічних пристосувань. Ретельний аналіз вихідних даних дозволяє правильно вибрати раціональну схему верстатного пристосування. При цьому повинні бути визначені принципові особливості конструкції пристосування, а саме, кількість одночасна встановлюваних і оброблюваних заготовок (одномісне або багатомісне пристосування), кількість позицій обробки (однопозиційне й багатопозиційне пристосування), вид приводу затискного обладнання (ручний або механізований).

Кількість одночасна оброблюваних деталей і позицій обробки визначається прийнятими в технологічному процесі схемою обробки деталі й структурою технологічної операції.

Задана виробнича програма може бути виконана із застосуванням одномісного пристосування в тому випадку, якщо витрати часу на даному етапі обробки не перевершують фонду часу на виготовлення однієї деталі. Іншими словами, штучний час у цьому випадку повинне бути менше (або рівно) такту випуску деталей:

$$T_{шт.} \leq \frac{F_d \cdot n \cdot 60}{N},$$

де $T_{шт}$ – штучний час, хв;

F_d – дійсний річний фонд часу при однозмінній роботі, година;

n – кількість робочих змін;

N – виробнича програма, шт.

Якщо ця умова не виконується, то виробнича програма може бути виконана з використанням на одному робочому місці багатомісного пристосування або на декілька робочих місцях одномісних пристосувань. Кількість місць визначається округленням до найближчого більшого цілого величини відношення штучного часу й такту випуску.

Вид приводу затискного обладнання визначається величиною часу, що задається технологом, яке затрачається в основному на керування приводом, закріплення й відкріплення заготовки.

Витрати часу на ці дії входять до складу допоміжного часу. Орієнтуючись на відомі нормативні витрати часу на ці дії /9, 10/, можна визначити рекомендований вид приводу. Крім того, при розв'язку цього питання слід урахувувати особливості використовуваного встаткування (зокрема, наявність гідравлічної системи верстака) і інших умов виробництва (наявність у цеху й енергетичні можливості пневматичних мереж і т.п.). Звичайно в умовах серійного (починаючи зі середньосерійного) і масового виробництва доцільним виявляється використання механізованих приводів (найпоширеніші пневматичний і гідравлічний приводи).

Вид настановних елементів пристосування визначається в результаті аналізу прийнятої технологом схеми базування. Тут ураховуються в першу чергу форма й стан базових поверхонь заготовки, а також твердість конструкції деталі й контактна твердість матеріалу. При проектуванні пристосувань доцільно використовувати стандартизовані настановні елементи /6/. Між формою базових поверхонь і видом настановних елементів існує досить певна зв'язок (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Форма базової поверхні	Вид настановних елементів
Площина	Штирі, пластини
Зовнішня циліндрична поверхня	Призми, кулачки
Внутрішня циліндрична поверхня	Настановні пальці, оправлення, кулачки
Центрові гнізда	Центри

Типорозміри стандартизованих настановних елементів вибираються з відповідних стандартних рядів розмірів, виходячи з розмірів базових поверхонь. Одночасно необхідно встановити координати розташування настановних елементів щодо базових поверхонь. Стан базових поверхонь (шорсткість, твердість, наявність окалини й інших забруднень) визначає конструктивні особливості робочої частини настановних елементів, а також вимоги до їхньої зносостійкості (а, отже, вид матеріалу настановного елемента й твердість робочих поверхонь). Наприклад, якщо базова площина має низьку шорсткість і незначні похибки, у якості настановних елементів можуть бути використані штирі із плоскою голівкою або пластини. Якщо ж базова площина має високу шорсткість і низьку точність, то слід вибрати штирі зі сферичною голівкою. При наявності ж окалини - штирі з насіченою голівкою.

При виконанні контрольної роботи набір вихідних даних буде неповним, зокрема тип використовуваного встаткування й інструмента, схема базування й деякі інші дані студент ухвалює самостійно.

Порядок виконання розділу роботи

1. Провести аналіз вихідних даних, звернувши увагу на матеріал деталі, форму, розміри і якість оброблюваної поверхні й вимоги до їхньої точності. Уважаючи, що всі поверхні, крім заданої для обробки, виконані відповідно до вимог креслення, ухвалити рішення щодо способу й послідовності обробки заданої поверхні (вибравши металорізальний верстат і відповідні інструменти). Проектування пристосування виконувати для обробки на верстаті обраного типу на найбільш навантаженому етапі обробки.

2. Визначити можливість виконання заданої виробничої програми, для чого:

2.1. Розрахувати величину такту випуску, прийнявши, що робота буде виконуватися у дві зміни при дійсному річному фонді часу 2020 година

$$\tau = \frac{60 \cdot F_{\partial} \cdot n}{N}, \text{ хв.}$$

2.2. Перевірити виконання умови (3.1) і ухвалити рішення щодо кількості одночасно оброблюваних деталей, що забезпечують виконання заданої виробничої програми.

3. Вибрати схему базування деталі на даному етапі обробки (з урахуванням рішень, прийнятих у п.1 і 2), визначивши комплект баз. Виконати ескіз деталі й позначити на ньому базові поверхні відповідно до ДСТУ.

4. Вибрати настановні елементи для реалізації прийнятої схеми базування, для чого:

4.1. Установити форму, розміри й стан (шорсткість) базових поверхонь.

4.2. Визначити тип настановних елементів (із числа стандартних) для кожної з базових поверхонь.

4.3. Визначити розміри обраних настановних елементів зі стандартних рядів значень відповідних розмірів, орієнтуючись на розміри базових поверхонь, кількість настановних елементів і їх взаємне розташування. Виконати ескізи настановних елементів.

5. Визначити взаємне розташування настановних елементів, а також їх положення щодо базових поверхонь, забезпечивши найбільшу можливу відстань між настановними елементами. На ескізі деталі вказати координати взаємного розташування настановних елементів, а також їх координати щодо базових поверхонь.

3.1.2. Силовий розрахунки пристосування

Теоретичні відомості

Силовий розрахунки пристосування виконується з метою забезпечення гарантованої нерухомості оброблюваної заготовки під дією технологічних навантажень.

Силовий розрахунки пристосування включає:

- аналіз схеми дії сил;
- розрахунки зусилля закріплення;
- розрахунки затискного механізму;
- розрахунки силового приводу.

У процесі аналізу схеми дії сил необхідно:

- визначити величини й характер дії основних силових факторів;
- проаналізувати зусилля механічної обробки й визначити величину коефіцієнта запасу;
- установити найнебезпечнішу, з погляду можливої втрати нерухомості заготовки, ситуацію впливу технологічних навантажень.

Основними силовими технологічними факторами, що діють при механічній обробці, є сили різання, тертя, ваги й інерції.

Величини сил різання й тертя розраховуються по відомих формулах /7, 6/ теорії різання й обробки. Емпіричні коефіцієнти й показники ступені визначаються по довідниках /8/. Силами ваги й інерції в більшості випадків, крім обробки порівняно важких (більш 100 Н) і заготовок, які швидко рухаються (більш 1м/с) зневажають.

Як відомо /1, 8/, умови механічної обробки в певній мері носять випадковий характер, що обумовлює можливі випадкові зміни силових факторів, що залежать від умов обробки. У першу чергу це стосується сили різання. Для компенсації можливих випадкових відхилень силових факторів від розрахованих (середніх) значень у силового розрахунки вводиться коефіцієнт запасу

$$K=K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

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

$K_1 = 1,0 - 1,2$ – урахує стан базових поверхонь;

$K_2 = 1,0 - 1,9$ – урахує затуплення інструмента;

$K_3 = 1,0 - 1,2$ – урахує ударне навантаження на інструмент;

$K_4 = 1,0 - 1,3$ – урахує стабільність сил, що розвиває привод;

$K_5 = 1,0 - 1,2$ – урахує зручність керування затискними механізмами з ручним приводом;

$K_6 = 1,0 - 1,5$ – урахує визначеність розташування опорних крапок при зсуві заготовки моментом сил.

Величини коефіцієнтів $K_1 \dots K_6$ визначаються в результаті аналізу умов обробки. Якщо умови обробки сприятливі, то відповідні коефіцієнти ухвалюють значення 1,0. У цьому випадку загальний коефіцієнт запасу рівний по величині гарантованому коефіцієнту запасу, тобто $K = K_0 = 1,5$.

При найбільш несприятливих умовах, наприклад, у випадку обробки заготовки, установлені в немеханізованому пристосуванні по протяжних опорних базових поверхнях, зношеним інструментом з ударним навантаженням і при дії моменту сил, загальний коефіцієнт запасу досягає максимальної величини $K=9,6$. В усі інших випадках коефіцієнт запасу ухвалює проміжні значення, відповідні до конкретних умов обробки.

Визначення ситуації, при якій найбільш імовірна втрата нерухливого положення заготовки, здійснюється в процесі аналізу можливих наслідків для різних варіантів навантаження заготовки. Для полегшення аналізу слід зобразити в 2 - 3 проєкціях заготовку на даному етапі обробки із вказівкою координат місць розташування настановних елементів (для цієї мети можна використовувати ескіз, отриманий при виконанні попереднього розділу). До зображення оброблюваної поверхні на ескізі приєднується спрощене зображення різального інструменту й вказуються основні кінематичні особливості даного виду обробки й напрямку дії технологічних силових факторів (складових сили різання, сили ваги і т.д.) шляхом зображення відповідних векторів у місцях додатка сил. Варіанти дії силових факторів, при яких складові сили різання притискають заготовку до настановних елементів, не є небезпечними, тому що в цих випадках стійкість положення заготовки збільшується. Очевидно, що найнебезпечніші ситуації, при яких можливі зсув або поворот заготовки щодо настановних елементів. При цьому слід ухвалювати в увагу не тільки значні зсуви й повороти, але також і можливість незначних по величині зсувів і поворотів, наприклад, у межах зазорів при установці на пальці по отвору. Як правило, таких найнебезпечніших ситуацій виявляється трохи.

Для кожної із цих ситуацій проводиться розрахунки величини зусилля закріплення, що включає:

- визначення напрямку дії й крапки додатка зусилля закріплення;
- складання рівнянь рівноваги заготовки під дією технологічних навантажень і зусилля закріплення;
- визначення величини зусилля закріплення.

Напрямок дії й крапка додатка зусилля закріплення визначаються, виходячи із загальної вимоги: необхідно виключити можливість зсуву або повороту, які можуть виникнути для розглянутої небезпечної ситуації. Тобто, сила закріплення безпосередньо або через створювані нею сили тертя й реакції опор повинна перешкоджати можливому зсуву або повороту заготовки. При цьому слід прагнути до такого ви-

бору напрямку й крапки додатка зусилля закріплення, щоб одночасно виключити можливість втрати нерухливого стану заготовки для всіх небезпечних ситуацій. А якщо ні, то закріплення заготовки необхідно здійснювати декількома силами, прикладеними в різних крапках, що суттєво ускладнить пристосування й процес його проектування.

При виборі напрямку дії й крапки додатка зусилля закріплення необхідно керуватися наступними правилами :

1. Сила закріплення повинна бути спрямована перпендикулярно робочій поверхні настановного елемента, з яким заготовка має найбільшу площу контакту.

2. Сила закріплення повинна бути спрямована паралельно силі ваги заготовки.

3. Сила закріплення повинна бути спрямована паралельно силі різання.

4. Сила закріплення повинна бути спрямована перпендикулярно напрямку виконуваного на даній операції розміру.

5. Сила закріплення не повинна перекидати або зрушувати заготовку по настановних елементах.

6. Сила закріплення не повинна деформувати заготовку.

На практиці рідко можна вибрати напрямок дії й точку додатка зусилля закріплення, що задовольняють усім правилам. У цих випадках необхідно шукати оптимальні (тобто мінімальні похибки, що забезпечують, і величину зусилля закріплення) розв'язку.

Як відомо, рівновага заготовки, як твердого тіла, що перебуває під дією сукупності сил, описується системою рівнянь, що включає, у загальному випадку, шість рівнянь. Три рівняння характеризують співвідношення проекції сил, а три - співвідношення моментів сил щодо осей обраної системи координат. При виборі системи координат необхідно враховувати прийнятну схему базування (доцільно сполучати базові площини й осі з елементами системи координат).

Однак у більшості випадків при проектуванні верстатних пристроїв немає необхідності розглядати повну систему шести рівнянь рівноваги. Як правило, схеми навантаження заготовок досить прості, а можливі зсуви й повороти заготовок незалежні. Тому, звичайно, вдається визначити зусилля закріплення, використовуючи менше число рівнянь (найчастіше одне-два рівняння). При аналізі "небезпечної" ситуації, пов'язаної з можливим зсувом заготовки використовується рівняння проекцій діючих сил на напрямок зсуву; у випадку повороту - рівняння моментів щодо точки або осі повороту.

Величина зусилля закріплення для розглянутої небезпечної ситуації визначається шляхом дозволу складеного рівняння щодо шуканої сили (усі необхідні дані підготовлені на попередніх етапах проектування). Якщо аналізується кілька небез-

печних ситуацій, компенсують однією силою закріплення, то для подальших розрахунків при проектуванні ухвалюється максимальне з розрахованих значень зусилля закріплення.

Після визначення величини зусилля закріплення доцільно оцінити точність проектного пристосування (див. розд. 3.1.3), а потім продовжити силовий розрахунок пристосування.

Подальший силовий розрахунок пристосування припускає розрахунок затискного механізму, який включає:

- вибір виду затискного механізму;
- визначення коефіцієнта передачі затискного механізму;
- розрахунок сили затиску.

Затискний механізм реалізує зусилля закріплення шляхом перетворення сили, що розвивається приводом пристосування. Характер перетворення визначається величиною передатного відношення, яке однозначно відповідає виду затискного механізму. Затискні механізми прийнято розділяти на елементарні й комбіновані, тобто, що полягають із декількох елементарних. Найпоширенішими видами елементарних затискних механізмів є гвинтові, важільні й клинові.

Вибір виду затискного механізму здійснюється з урахуванням прийнятих розв'язків за принциповою схемою пристосування, вимог і обмежень по габаритах і компонованню основних елементів пристосування. Зокрема, гвинтові затискні механізми частіше використовуються в пристосуваннях з ручним приводом, а важільні й клинові - з механізованим приводом. Важільні й клинові механізми, а також їх комбінації дозволяють змінювати напрямок дії й величину сили тяги, тобто сили, що розвивається приводом. Це дозволяє створювати /1-6/ більш компактні затискні механізми й, відповідно, пристосування. Клинові механізми, крім того, мають властивість самогальмування. Передатні відношення для найпоширеніших типів елементарних затискних механізмів відомі й наведені в літературі /1-8/. Наприклад, для гвинтового затискного механізму передатне відношення має вигляд /8/

$$i = \frac{l}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

- де l – довжина вильоту ключа, мм;
 r_{cp} – середній радіус різьблення, мм;
 α – кут підйому різьблення;
 φ – кут тертя в різьбовій парі.

З урахуванням цього одержуємо формулу для визначення величини сили тяги

$$W = \frac{Q}{i} = Q \cdot \frac{r_{\varphi}}{l} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$$

При використанні комбінованого затискного механізму передатне відношення визначається, як добуток передатних відносин елементарних механізмів, що входять до складу комбінованого

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_n,$$

де n – кількість елементарних затискних механізмів.

Наприклад, при використанні клино-важільного механізму:

$$i = i_1 \cdot i_2,$$

де $i_1 = \frac{l_2}{l_1}$ – передатне відношення для важільного затискного механізму;

$i_2 = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2}$ – передатне відношення для клинового механізму;

l_1 і l_2 – плечі важеля;

α - кут клина;

φ_1 і φ_2 - кути тертя для поверхонь тертя.

Отже, силу тяги в цьому випадку можна визначити, використовуючи формулу

$$W = \frac{1}{i_1 \cdot i_2} \cdot Q = Q \frac{l_1}{l_2} [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2]$$

Вихідною умовою при визначенні величин переміщень елементів затискного механізму є забезпечення можливості вільного доступу до настановних елементів пристосування при установці й знятті оброблюваної заготовки. Величина відводу притискного елемента, що забезпечує цю умову, перетвориться елементарними затискними механізмами з урахуванням прийнятих значень конструктивних параметрів. Для визначення величини переміщення притискного елемента й ходу приводу виходимо з умови забезпечення вільної установки заготовки з урахуванням можливих відхилень її розмірів. При цьому слід урахувати вплив величини сили закріплення й твердості затискного механізму й передбачити необхідний запас ходу, що компенсує зношування його елементів і похибки виготовлення.

Величина ходу притискного елемента визначається по формулі

$$S_{(Q)} = \Delta_{zap} + \Delta + \frac{Q}{I} + \Delta S_{(Q)},$$

де Δ_{zap} - гарантований зазор для вільної установки заготовки;

Δ - відхилення розміру заготовки, мм (вибирається за даними креслення);

Q - відома (розрахункова) сила закріплення заготовки, Н;

I - (1000 ... 3500), Н/мм - твердість затискного механізму;

$\Delta S_{(Q)}$ =(0,2...0,4), мм - запас ходу плунжера, що враховує зношування й похибки виготовлення механізму.

Підсумкове переміщення вхідної ланки затискного механізму є переміщенням вихідної ланки виконавчого механізму (двигуна) силового приводу. Величина ходу приводу визначається величиною переміщення притискного елемента й добутком передатних відносин переміщення механізмів, з яких полягає затискне обладнання. Наприклад, для розглянутого в /14, 15/ клино-важільного механізму

$$S_{(W)} = S_{(Q)} \cdot i_{n.p.} \cdot i_{n.кл.},$$

де $i_{n.p.}$ – передатне відношення переміщення важільного механізму;

$i_{n.кл.}$ – передатне відношення переміщення клинового механізму.

Сила тяги створюється силовим приводом пристосування, який забезпечує необхідні закони зміни сили тяги й переміщення вихідної ланки приводу. Тип силового приводу (ручний або механізований) установлюється на етапі вибору принципової схеми пристосування.

Розрахунки силового приводу пристосування припускає визначення структурних і конструктивних особливостей приводу й розрахунки параметрів виконавчого механізму приводу. Повний розрахунки приводу при виконанні контрольної роботи не виконується (у зв'язку з більшим об'ємом і самостійним значенням цих розрахунків). При використанні механізованого приводу необхідно ухвалити рішення щодо типу приводу (пневматичний, гідравлічний, магнітний, відцентровий і т.д.). При виконанні контрольної роботи рекомендується застосовувати пневматичний або гідравлічний привід. Пневматичний привід доцільно використовувати для створення порівняно невеликих зусиль тяги (до 2500 Н) і переміщень (до 50 мм) притискного елемента (тобто в остаточному підсумку, переміщень вихідної ланки виконавчого механізму приводу), що обумовлене обмеженням габаритів пневматичного двигуна, а також нестабільністю сили тяги при більших переміщеннях виконавчого елемента.

У якості виконавчого механізму в пневматичному й гідравлічному приводі, використовуються циліндри й мембранні камери. Циліндри використовуються при необхідності забезпечення порівняно більших (10-100 мм) переміщень вихідної ланки (штока). Основні параметри циліндра – діаметри поршня й штока визначаються з урахуванням конструктивних особливостей циліндра.

Діаметр поршня циліндра одnobічної дії (робочий хід виконується під дією тиску рідини або газу, а зворотний хід – під дією пружини) визначається вираженням

$$d_n = \sqrt{\frac{4(W + cL)}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ м,}$$

де W – сила тяги, Н;

L – найбільший хід штока циліндра, мм;

c – твердість пружини зворотного ходу, Н/мм;

p – тиск робочого середовища (рідини або газу), Н/м² (Па);

η – коефіцієнт корисної дії циліндра;

Твердість пружини рекомендується визначати по формулі /2/

$$c = 0.1 \frac{W}{L} .$$

Діаметр штока циліндра попередньо можна прийняти рівним:

$$\text{для пневматичного } d_{ш} = \frac{1}{4} d_n ,$$

$$\text{для гідравлічного } d_{ш} = \frac{1}{2} d_n .$$

Діаметр поршня одноштокового циліндра двосторонньої дії (робочий і зворотний ходи виконуються під дією тиску робочого середовища) визначається вираженням

$$d_n = \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ м.}$$

При використанні двухштокового циліндра двосторонньої дії діаметр поршня можна визначити в такий спосіб

$$d_n = \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot p \cdot \eta(1 - a^2)}}, \text{ м,}$$

де a – прийнята величина відношення діаметра штока до діаметра поршня.

Зусилля на штоку мембранної камери (діафрагмового двигуна) складним образом залежить від властивостей діафрагмового елемента, конструктивних особли-

востей і величини переміщення штока. Для спрощення розрахунків приймемо наближене співвідношення величин у вигляді /1/

$$D = \sqrt{\frac{W}{0.56 \cdot p}}$$

Це вираження приблизно визначає величину діаметра мембрани при зсуві штока від вихідного положення на величину 0.2 (тобто робочого ходу).

За розрахованим значенням діаметра рекомендується встановити величину діаметра двигуна, орієнтуючись на стандартні ряди значень діаметрів, прийнявши найближче до розрахункового значення більше стандартне значення. Відповідно слід уточнити всі розміри двигуна (у тому числі й діаметр штока).

Порядок виконання розділу роботи

1. Визначити величини й характер дії основних силових факторів.
2. Проаналізувати умови механічної обробки й визначити величину коефіцієнта запасу.
3. Визначити найнебезпечнішу ситуацію впливу технологічних навантажень.
4. Визначити напрямок дії й точку додатку зусилля закріплення.
5. Скласти рівняння рівноваги й визначити величину зусилля закріплення.
6. Визначити вид затискного механізму.
7. Визначити коефіцієнт передачі затискного механізму.
8. Розрахувати величину затискної сили (сили тяги).
9. Визначити величину переміщення притискного елемента й штока двигуна.
10. Вибрати тип двигуна.
11. Розрахувати величину робочого діаметра двигуна.
12. Уточнити параметри двигуна за стандартними значенням для двигуна.

3.1.3 Оцінка точності пристосування

Теоретичні відомості

Проектоване пристосування повинне забезпечувати необхідний рівень точності обробки, що відповідає виконанню наступного умови

$$\varepsilon \leq [\varepsilon],$$

де $[\varepsilon]$ - припустима величина похибки пристосування (мкм);

ε - дійсна величина похибки пристосування (мкм).

Припустима величина похибки залежить від величини допуску на геометричний параметр, одержуваний при обробці за допомогою даного пристосування, і визначається з урахуванням похибок механічної обробки іншого виду

$$T = \sqrt{\Delta_n^2 + \Delta_y^2 + [\varepsilon]^2 + 3\Delta_u^2 + 3\Delta_m^2} + \Delta_{\Sigma\phi},$$

звідки

$$[\varepsilon] = \sqrt{(T - \Delta_{\Sigma\phi})^2 - \Delta_n^2 - \Delta_y^2 - 3\Delta_u^2 - 3\Delta_m^2},$$

де T – допуск на виконуваний геометричний параметр;

Δ_n – похибка настроювання технологічної системи;

Δ_y – похибка через пружні жаття елементів технологічної системи;

Δ_u – похибка через зношування різального інструменту;

Δ_m – похибка через теплові деформації елементів технологічної системи;

$\Delta_{\Sigma\phi}$ – сумарна похибка форми.

Враховуючи, що оцінка величин елементарних похибок механічної обробки трудомістка, на практиці звичайно використовують більш простий спосіб

$$[\varepsilon] = T - k_y \cdot \varpi,$$

де ϖ – середня економічна точність даного виду обробки, обумовлена по довідникові /7/;

k_y – коефіцієнт жорсткості (0,6 - 0,8).

Обоє зазначених вираження аналогічні, тому що визначають величину припустимої похибки пристосування як частина допуску, яка розраховується з урахуванням сумарного впливу похибок усіх видів.

Дійсна похибка пристосування включає три складові

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2},$$

де ε_b – похибка базування (мкм);

ε_3 – похибка закріплення (мкм);

ε_n – похибка положення (мкм).

Усі похибки, що входять до складу дійсної похибки, визначаються величиною різниці між граничними положеннями проєкцій вимірювальної бази на напрямок

виконуваного розміру. Однак причини, що викликають появу граничних положень вимірювальної бази, різні /1/.

Похибка базування виникає при розбіжності технологічної й вимірювальної баз. Похибка закріплення обумовлена неоднорідністю властивостей поверхні оброблюваної заготовки в (основному шорсткості й твердості), а також нестабільністю величини зусилля закріплення. Похибка положення визначається неточністю установки пристосування на столі верстата, похибкою виготовлення пристосування й зношуванням настановних елементів пристосування.

Оцінку складових похибок слід починати з перевірки виконання умов, при яких похибки будуть мінімальними:

- похибка базування дорівнює нулю, якщо при обраній схемі базування збігаються вимірювальна й технологічна бази для виконуваного розміру;
- похибка закріплення дорівнює нулю, якщо лінія дії зусилля закріплення перпендикулярна напрямку виконуваного розміру;
- похибка положення дорівнює похибці зношування настановних елементів, якщо використовується одне одномісне пристосування.

Якщо зазначені умови (одне або три) не виконуються, то відповідні похибки повинні бути оцінені.

При оцінці похибки базування рекомендується використовувати типові схеми розрахунків /1, 8/, попередньо підібравши прийнятний варіант схеми (додаток 6).

Похибка закріплення визначається контактними деформаціями поверхні (в основному) заготовки, вираження для розрахунків яких для різних схем базування встановлені емпіричним шляхом /1,8/. Найбільше й найменше значення зсувів заготовки в результаті контактних деформацій визначаються при підстановці у відповідні вираження комбінацій величин факторів, від яких залежить деформація. Наприклад, найбільший зсув виникає при максимальній величині шорсткості й мінімальної твердості поверхні, а також при найбільшому значенні зусилля закріплення. Найменший зсув, навпаки, при мінімальній шорсткості, максимальній твердості й мінімальному значенні зусилля закріплення. Граничні значення шорсткості й твердості відповідають границям діапазонів шорсткості й твердості реальних поверхонь. Наприклад, якщо шорсткість задана як $Rz = 40$ мкм, тобто не більш 40, те максимальне значення шорсткості 40 мкм, а мінімальне 20 мкм. Максимальне й мінімальне значення зусилля закріплення визначаються через відхилення від номінального значення зусилля, розрахованого раніше, наприклад, для механізованого приводу відхилення можуть становити $\pm 5\%$, тобто

$$Q_{\max} = 1.05Q$$

$$Q_{\min} = 0.95Q$$

Похибка закріплення розраховується по розрахованих величинах зсувів заготовки

$$\varepsilon_3 = (y_{\max} - y_{\min}) \cdot \cos \alpha,$$

де y_{\max} і y_{\min} - найбільший і найменший зсув заготовки (мкм);

α - кут між лінією дії сили закріплення й напрямком виконуваного розміру.

Похибка положення визначається величинами своїх складових

$$\varepsilon_n = \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_u^2},$$

де ε_y - похибка, обумовлена неточністю виготовлення деталей пристосування і їх складання (в основному, неточністю настановних елементів), мкм;

ε_c - похибка, обумовлена неточністю установки пристосування на столі металорізального верстата, мкм;

ε_u - похибка, обумовлена лінійним зношуванням робочих поверхонь настановних елементів, мкм.

Перші дві похибки при використанні одного одномісного пристрою можуть бути компенсовані відповідним настроюванням елементів технологічної системи. При необхідності оцінити їхні величини (наприклад, для багато-місцевого пристосування або декількох одномісних), рекомендується ухвалювати:

$$\varepsilon_y = 5 - 10 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_c = 10 - 20 \text{ мкм}.$$

Ці величини визначаються нормальними можливостями машинобудівного виробництва при виготовленні верстатних пристосувань.

При багаторазових впливах технологічних навантажень на ділянках контакту заготовки й настановних елементів буде відбуватися лінійне зношування, величина якого може бути спрощено /1/ оцінена вираженням

$$\varepsilon_u = \beta \cdot \sqrt{N} \cdot \cos \alpha,$$

де β - емпіричний коефіцієнт, що визначає вплив умов обробки на величину зношування, зокрема, ураховується вид і стан базової поверхні заготовки, а також вид настановного елемента /1/;

N - кількість контактів настановного елемента із заготовкою в процесі його експлуатації, тобто ця величина еквівалентна величині виробничої програми для даної деталі;

α - кут між напрямком виконуваного розміру й напрямком, перпендикулярним поверхні настановного елемента в зоні контакту із заготовкою.

Підставивши у формулу величини елементарних похибок пристрою, розраховані по формулах, визначимо дійсну похибка пристосування. При цьому похибка базування розраховується по формулах, що відповідають прийнятій типовій схемі базування. Якщо дійсна похибка менше припустимої, то необхідна точність пристосування забезпечується. Якщо умова не задовольняється, то необхідно встановити, яка з елементарних похибок має найбільшу величину й зробити коректування раніше прийнятих технічних розв'язків з метою зменшення величини цієї похибки. необхідності слід повторити раніше виконані етапи проектування. Наприклад, якщо найбільшу величину має похибка базування, то зменшити її вплив можна, змінивши прийняту раніше схему базування. Якщо максимальної є похибка закріплення, то зменшити її можна, по-перше, змінивши точку додатку й напрямок дії зусилля закріплення, а, по-друге, вибравши більш тверді (у змісті контактної твердості) настановні елементи. Якщо найбільшої виявилася похибка положення внаслідок зношування настановних елементів, то застосувавши більш зносостійкий матеріал для їхнього виготовлення, можна зменшити зношування. Крім того, можна рекомендувати періодичну заміну, що зносилися до деякої граничної величини настановних елементів. Гранична величина зношування $[\varepsilon_u]$ звичайно відома, або досить просто встановлюється при відомій загальній припустимій похибки пристосування. Кількість деталей, після обробки яких слід замінити настановні елементи, можна визначити

$$N = \frac{[\varepsilon_u]^2}{\cos^2 \alpha \cdot \beta^2},$$

де N - кількість деталей, обробка яких приводить до зношування настановних елементів на величину $[\varepsilon_u]$.

Відпрацьовування пристосування на точність завершується після досягнення умов, при яких виконується співвідношення.

Порядок виконання розділу роботи

1. Визначити припустиму похибка пристосування по формулі (3.3).
2. Визначити елементарні похибки пристосування (попередньо перевірити виконання умов, при яких похибки мінімальні):
 - a. похибка базування;
 - b. похибка закріплення;
 - c. похибка положення.
3. Розрахувати дійсну похибку за формулою.
4. Перевірити виконання умови.

3.1.4. Розробка конструкції пристосування

Теоретичні відомості

Після виконання основних проектних розрахунків здійснюється розробка загального виду пристосування. Загальний вид пристосування звичайно вичерчують у масштабі 1:1 (виключення становлять пристосування для особливо великих і дрібних деталей). Розробку загального виду пристосування починають із нанесення на аркуш контурів заготовки. Залежно від складності схеми пристосування вичерчують кілька проєкцій заготовки на достатній відстані друг від друга. Заготовку доцільно зображувати умовними лініями (тонкими, пунктирними), для того, щоб вона виділялася на кресленні пристосування.

Розробку загального виду ведуть методом послідовного нанесення окремих елементів пристосування (у тому ж масштабі) навколо контурів заготовки. Спочатку вичерчують настановні деталі, потім затискні й силовий привід, деталі для напрямку інструмента й допоміжні елементи. Потім визначають контури корпусу пристосування, який поєднує всі перераховані вище елементи.

Далі проводиться деталіровка. Робочі креслення становлять звичайно тільки на спеціальні деталі, а стандартні деталі вносять у специфікацію.

Перед розробкою загального виду пристосування доцільно підібрати аналог проєктованому пристосуванню із числа описаних у технічній літературі /2, 4, 8, 11/ або використовуваних на практиці. Наявність такого аналога дозволяє застосовувати апробовані конструкторські розв'язки при розв'язку подібних конструкторських задач.

Порядок виконання розділу роботи

1. Підібрати аналог проєктованому пристосуванню по технічній літературі /2, 4, 8, 11/.
2. Зобразити контури заготовки (у певному масштабі).
3. До базових поверхонь заготовки докреслюють зображення настановних елементів (у тому ж масштабі), координовані щодо поверхонь заготовки.
4. Вибрати спосіб з'єднання настановних елементів з корпусом і зобразити місце з'єднання.
5. До поверхні заготовки, до якої прикладено зусилля закріплення, домалювати притискної елемент обраного виду.
6. Вибрати конструктивні розв'язки елементів затискного механізму й з'єднань із притискним елементом і корпусом, зобразити елементи затискного механізму й місце з'єднання.

7. Вибрати конструктивні розв'язки двигуна силового приводу й місце з'єднання із затискним механізмом і корпусом і зобразити їх.
8. Вибрати конструкцію корпусу й зобразити його.
9. Проставити габаритні й монтажні розміри, а також розміри двигуна силового приводу.
10. Скласти специфікацію й указати основні технічні вимоги, зокрема, обмовити величини робочого тиску рідини, зусилля закріплення. ходу штока гідروциліндра.

3.1.5. Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання пристосування

Теоретичні відомості

Проектування спеціального верстатного пристосування повинне завершуватися обґрунтуванням економічної доцільності його виготовлення й експлуатації. При цьому доцільність оцінюється стосовно варіанта аналогічного пристосування, використаного рівніше для тих же цілей, або іншого конкуруючого варіанта пристосування.

Якщо прийняти, що витрати на різальний інструмент, амортизацію верстата й електроенергію однакові, то елементи собівартості обробки, що залежать від конструкції пристосування, для порівнюваних варіантів визначаються по формулі /1, 2, 7/

$$C = L \left(1 + \frac{Z}{100} \right) + \frac{S}{N} \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100} \right),$$

де L – штучна заробітна плата при використанні даного варіанта пристосування в грн.;

Z – відсоток цехових накладних витрат на заробітну плату;

S – собівартість виготовлення даного варіанта пристосування в грн.

N – річна програма випуску деталей (шт);

i – строк амортизації пристосування (рік);

q – відсоток витрат, пов'язаних із застосуванням пристосувань.

Для визначення величини L потрібно знати штучний час $t_{шт.}$ на дану операцію /7-10/ і хвилинну заробітну плату l робітника даної кваліфікації

$$L = t_{шт.} \cdot l$$

При використанні більш досконалого пристосування $t_{шт.}$ і l знижуються в результаті зменшення основного й допоміжного часу, а також полегшення умов праці й спрощення допоміжних маніпуляцій.

Накладні цехові витрати встановлюються у відсотках від заробітної плати $Z = (100 - 200) \%$. При виконанні розрахунків величину накладних витрат для порівнюваних варіантів можна ухвалювати однакової.

Точні значення собівартості виготовлення пристосувань на етапі проектування, як правило невідомі, тому що калькуляція собівартості здійснюється після складання робочих креслень і розробки технологічних процесів виготовлення пристосувань. Тому для орієнтовних розрахунків можна користуватися наступною наближеною формулою:

$$S = C \cdot K,$$

де C – постійна, що залежить від складності пристосування

K – кількість деталей у пристосуванні;

(для простих пристосувань $C = 1,5$; для пристосувань середньої складності $C = 3,0$; для складних пристосувань $C = 4,0$).

Величину i беруть рівною строку (у роках), протягом якого пристосування буде використано для випуску заданої продукції. Якщо, наприклад, дані деталі випускаються протягом двох років, то й i також ухвалюється рівним двом рокам. Якщо вироблена продукція стабільна й строки припинення її випуску невідомі, то i рекомендується брати для простих пристосувань рівним 1 року, для пристроїв середньої складності - від 2 до 3 років і для складних - від 4 до 5 років.

Величину q (в %) частку, що визначає, витрат, пов'язаних із застосуванням пристосувань (ремонт, регулювання й т.п.), рекомендується брати рівної 20 %..

При зіставленні двох варіантів пристосувань вибирається той, для якого розрахована величина собівартості менше.

Порядок виконання розділу роботи

1. Підібрати аналог проектуваному пристосуванню по технічній літературі /2, 4, 8, 11/.

2. Визначити значення величин, що входять у вираження для розрахунків собівартості (3.9) виконання операції при використанні проектуваного пристосування й без спеціального пристосування. У другому випадку прийняти штучний час і хвилину заробітну плату у два рази більше, а кількість кріпильних елементів, використовуваних для закріплення деталі на столі верстата без спеціального пристосування, у три рази менше, чим для проектуваного пристосування. Інші величини прийняти однаковими для обох варіантів.

3. Розрахувати величини собівартості варіантів виконання операцій і зіставити ці величини. Зробити висновок про доцільність використання спроектованого пристосування.

3.2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

3.2.1. Вибір принципової схеми пристосування

Теоретичні відомості

Розробка принципової схеми пристосування для закріплення різального інструменту припускає визначення (для обраного раніше металорізального верстата й інструмента) способу установки й закріплення різального інструменту. Базування різального інструменту при кожному виді обробки здійснюється відповідно до типових схем базування. Реалізація прийнятої схеми базування виконується за допомогою стандартних або спеціальних настановних елементів.

Обробку на настроєних верстатах ведуть, точно встановлюючи й фіксуючи різальний інструмент щодо оброблюваної заготовки. Положення заготовки в даній, попередньо настроєній технологічній системі визначається опорами пристосування, а положення різального інструменту – відповідною частиною верстата (супортом, шпинделем, револьверною голівкою).

Для прискорення установки й точної фіксації інструмента на верстаті застосовують відповідні обладнання – пристосування для кріплення й фіксації різального інструменту. До найпростіших обладнань цього типу ставляться перехідні втулки для кріплення інструмента на свердлильних верстатах, оправлення для циліндричних і дискових фрез, розточувальні качалки, державки інструмента для револьверних верстатів. Значна частина з них нормалізована й стандартизована.

Часто виникає потреба в спеціальних пристосуваннях. Так, при виконанні послідовних переходів на свердлильному верстаті доцільно застосовувати спеціальні патрони для зміни інструментів без зупинки шпинделя. Значного підвищення продуктивності досягають застосуванням багатошпиндельних свердлильних, різьбонарізних або фрезерних голівок, установлюваних на універсальні одне-шпиндельні свердлильні або фрезерні верстати, а також застосуванням багатолезових державок в універсальних токарних верстатах. Особливу чисельну групу становлять пристосування, що розширюють технологічні можливості металорізальних верстатів. До них ставляться пристосування для проточування кільцевих канавок і нарізування різьблення на вертикально-свердлильних верстатах, довбання шпонкових пазів на поперечно-стругальних верстатах, гостріння сферичних поверхонь, а також «летучі» супорти розточувальних верстатів для проточування торців, поворотні голівки до фрезерних верстатів і інші обладнання.

Ці пристосування є додатковими обладнаннями до універсальних металообробних верстатів. Вони дають можливість виконувати на цих верстатах роботи, які

за своїм характером звичайно проводяться на верстатах інших типів. Зазначені пристосування сприяють кращому використанню встаткування й дозволяють замінити дороге спеціальне устаткування більш дешевим - універсальним. В умовах важкого машинобудування такі пристосування дають можливість на одному верстаті виконати великий об'єм роботи в результаті більш повного здійснення принципу послідовної або паралельно-послідовної концентрації технологічних переходів. Внаслідок цього зменшується кількість перестановок великих деталей і скорочується цикл їх виготовлення.

У зв'язку з перспективою широкого розвитку багато інструментальних верстатів, переміно-потоківих і автоматичних (особливо - переналагоджуваних) ліній більшу значимість здобувають обладнання для швидкої й точної установки різального інструменту. Великий інтерес представляє блокове змінне налагодження інструментів (багатолезові супорти, револьверні голівки). Інструменти в таких налагодженнях установлюють і точно перевіряють поза верстатом. Потім налагодження за допомогою пасків, що центрують, конусів або інших елементів ставлять на верстат у точно орієнтоване положення. При цьому заощаджується багато часу на зміну інструментів і переналагодження верстата.

У пристосуваннях для закріплення різального інструменту застосовують в основному ручні затискні обладнання (важільні, пружинні, гвинтові, ексцентрикові).

У сучасних верстатах із програмним керуванням, на верстатах-автоматах, на верстатах автоматичних ліній використовується автоматична зміна інструмента, а також обладнання із приводом (наприклад, пневматичним), які використовуються для приводу допоміжних механізмів пристосування (переміщення, поворот або виштовхування різального інструменту).

Порядок виконання розділу роботи

1. Провести аналіз вихідних даних, звернувши увагу на матеріал, форму, розміри і якість поверхонь різального інструменту, який був обраний раніше (див. розділ 3.1.1).

2. Вибрати схему базування різального інструменту на даному етапі обробки (з урахуванням розв'язків, прийнятих у п.1), визначивши комплект баз. Виконати спрощений ескіз різального інструменту й позначити на ньому базові поверхні відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТ.

3. Вибрати настановні елементи для реалізації прийнятої схеми базування, для чого:

3.1. Установити форму, розміри й стан (шорсткість) базових поверхонь.

3.2. Визначити тип настановних елементів (із числа стандартних) для кожної з базових поверхонь.

3.3. Визначити розміри обраних настановних елементів зі стандартних рядів значень відповідних розмірів, орієнтуючись на розміри базових поверхонь, кількість настановних елементів і їх взаємне розташування.

Виконати ескізи настановних елементів.

4. Визначити взаємне розташування настановних елементів, а також їх положення щодо базових поверхонь, забезпечивши найбільшу можливу відстань між настановними елементами. На ескізі різального інструменту вказати координати взаємного розташування настановних елементів, а також їх координати щодо базових поверхонь.

5. Вибрати спосіб закріплення різального інструменту (вид затискного механізму).

3.2.2. Силовий розрахунки пристосування

Теоретичні відомості

Силовий розрахунки пристосування для закріплення різального інструменту виконується з метою забезпечення гарантованої нерухомості різального інструменту під дією технологічних навантажень. Основним технологічним навантаженням є сила різання, величина якої була визначена раніше при виконанні силового розрахунків спеціального верстатного пристосування (відмінність полягає в тому, що для різального інструменту сила різання спрямована в протилежну сторону).

Зміст і послідовність силового розрахунків пристосування для закріплення різального інструменту аналогічні силовому розрахункам спеціального верстатного пристосування (див. розділ 3.1.2). Очевидно, що при використанні ручного приводу для створення зусилля тяги для затискного механізму, розрахунки механізованого (гідравлічного, пневматичного й т.п.) силового приводу не проводиться.

Порядок виконання розділу роботи

1. Визначити величини й характер дії основних силових факторів.
2. Проаналізувати умови механічної обробки й визначити величину коефіцієнта запасу.
3. Визначити найнебезпечнішу ситуацію впливу технологічних навантажень.
4. Визначити напрямок дії й точку додатка зусилля закріплення.
5. Скласти рівняння рівноваги й визначити величину зусилля закріплення.
6. Визначити вид затискного механізму.

7. Визначити коефіцієнт передачі затискного механізму.
 8. Розрахувати величину затискної сили (сили тяги).
 9. Визначити величину переміщення притискного елемента й штока двигуна.
 10. Вибрати тип двигуна.
 11. Розрахувати величину робочого діаметра двигуна.
 12. Уточнити параметри двигуна за стандартними значенням для двигуна.
- При використанні ручного приводу пп. 9-12 не виконуються.

3.2.3 Оцінка точності пристосування

Теоретичні відомості

При аналізі точності механічної обробки вплив похибки пристосування для закріплення різального інструменту звичайно враховується побічно через інші елементарні похибки механічної обробки, які входять до складу загальної похибки. Зокрема, елементарні похибки, обумовлені настроюванням технологічної системи, тепловими й пружними деформаціями елементів технологічної системи, ураховують наявність відповідних похибок пристосування для закріплення різального інструменту.

Якщо припустити, що частка похибки пристосування для закріплення різального інструменту в сумарній похибки механічної обробки (яка, як звичайно, ухваляється приблизно рівної конструкторському допуску T) не перевищує 20% і використовувати цю величину як припустиму похибка пристосування для закріплення різального інструменту

$$[\varepsilon] = 0.2 \cdot T,$$

де оцінка точності пристосування для закріплення різального інструменту може бути виконана за аналогією з оцінкою точності спеціального верстатного пристосування. Зміст і послідовність розрахунків складових дійсної похибки й перевірки умови забезпечення точності наведено в розділі 3.1.3.

Порядок виконання розділу роботи

1. Визначити припустиму похибка пристосування.
2. Визначити елементарні похибки пристосування для розміру різального інструменту, що визначає положення його робочої поверхні, за допомогою якої формується оброблювана поверхня деталі:
 - похибка базування;
 - похибка закріплення;

– похибка положення.

3. Розрахувати дійсну похибка (для розміру різального інструменту, що визначає положення його робочої поверхні, за допомогою якої формується оброблювана поверхня деталі).

4. Перевірити виконання умови.

3.2.4. Розробка конструкції пристосування

Теоретичні відомості

При розробці конструкції пристосування для закріплення різального інструменту впливає в найбільшій мері використовувати типові конструктивні розв'язки елементів і вузлів пристосування, які наведені в довідковій літературі /6, 7/.

Методика проектування пристосування для закріплення різального інструменту в цілому аналогічна методиці проектування спеціального верстатного пристосування, яка наведено в розділі 3.1.4.

Порядок виконання розділу роботи

1. Підібрати аналог проектуваному пристосуванню для закріплення різального інструменту по технічній літературі /2, 4, 8, 11/.

2. Зобразити контури різального інструменту (у певному масштабі).

3. До базових поверхонь різального інструменту докреслити зображення настановних елементів (у тому ж масштабі), координовані щодо поверхонь різального інструменту.

4. Вибрати спосіб з'єднання настановних елементів з корпусом і зобразити місце з'єднання.

5. До поверхні різального інструменту, до якої прикладено зусилля закріплення, докреслити притискний елемент обраного виду.

6. Вибрати конструктивні розв'язки елементів затискного механізму й з'єднань із притискним елементом і корпусом, зобразити елементи затискного механізму й місце з'єднання.

7. Вибрати конструктивні розв'язки двигуна силового приводу й місць з'єднання із затискним механізмом і корпусом і зобразити їх.

8. Вибрати конструкцію корпусу й зобразити його.

9. Проставити габаритні й монтажні розміри, а також основні розміри двигуна силового приводу.

10. Скласти специфікацію й указати основні технічні вимоги, зокрема, обмовити величини робочого тиску рідини, зусилля закріплення, ходу штока гідроцилі-

ндра.

Очевидно, що п. 7 виконується в тому випадку, якщо застосовується механізований силовий привід.

3.2.5. Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання пристосування

Теоретичні відомості

При техніко-економічному аналізі доцільності застосування проектного спеціального пристосування для закріплення різального інструменту можна використовувати підхід аналогічний відповідному до аналізу для спеціального верстатного пристосування, а саме, застосування спеціального пристосування економічно виправдане, якщо собівартість виконання технологічної операції з його використанням менше, чим при використанні універсального пристосування. Позитивний ефект застосування спеціального пристосування для закріплення різального інструменту обумовлюється в основному за рахунок зменшення тривалості настроювання технологічної системи, тривалості самої технологічної операції (наприклад, за рахунок концентрації обробки) і рівня необхідної кваліфікації наладчика й робітника (тобто за рахунок зменшення необхідної заробітної плати).

Зміст і послідовність розрахунків, які виконуються при техніко-економічному аналізі, описано в розділі 3.1.5.

Порядок виконання розділу роботи

1. Підібрати аналог проектного спеціального пристосування для закріплення різального інструменту по технічній літературі /2, 4, 8, 11/.

2. Визначити значення величин, що входять у вираження для розрахунків собівартості виконання операції при використанні проектного пристосування й без спеціального пристосування. У другому випадку прийняти штучний час і хвилину заробітну плату у два рази більше, чим для проектного пристосування. Інші величини прийняти однаковими для обох варіантів.

3. Розрахувати величини собівартості варіантів виконання операцій і зіставити ці величини. Зробити висновок про доцільність використання спроектованого спеціального пристосування для закріплення різального інструменту.

3.3 ПРОЕКТУВАННЯ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

Висока точність сучасних машин обумовлює необхідність застосування в контрольних пристосуваннях вимірників високої чутливості, а також правильного вибору принципової схеми й конструкції пристосування.

3.3.1. Вибір принципової схеми пристосування

Теоретичні відомості

Розробка принципової схеми контрольного пристосування припускає вибір обґрунтованого методу перевірки контрольованого параметра й способу його конструкторської реалізації.

Методи перевірки контрольованих параметрів (лінійних і кутових розмірів, похибок форми й взаємного розташування поверхонь) розглядаються в спеціальних розділах «Технології машинобудування» і вибираються з урахуванням виду й форми деталі, вимог до точності контролю й кількості контрольованих деталей на підставі рекомендацій довідкової літератури. Базування деталей при кожному методі перевірки здійснюється відповідно до типових схем базування. Реалізація прийнятої схеми базування виконується за допомогою стандартних або спеціальних настановних елементів (штирі, пальці, призми, оправлення, центри і т.д.). Додатково вживають заходи для підвищення зносостійкості робочих поверхонь настановних елементів.

Контрольні пристосування застосовують для перевірки заготовок, деталей і вузлів машин. Пристосування для перевірки деталей застосовують на проміжних етапах обробки (між операційний контроль) і для остаточного їхнього приймання. За допомогою цих пристосувань перевіряють точність розмірів і взаємного положення поверхонь, а також правильність їх геометричної форми.

При конструюванні контрольних пристосувань необхідно ретельно вивчити фізичну сутність виникнення первинних похибок і відшукати шляхи їх зменшення або повного усунення. На вибір принципової схеми контрольного пристосування великий вплив виявляє задана продуктивність контролю. При 100%-ній перевірці оброблених деталей при потоковому методі виробництва час контролю не повинний бути більше темпу роботи потокової лінії. Для вибіркового контролю деталей при добре налагоджених стабільних технологічних процесах їх виготовлення вимоги до продуктивності контрольного пристосування можуть бути знижені, тому можна застосовувати більш прості конструкції.

Для перевірки невеликих і середніх деталей застосовують стаціонарні контрольні пристосування. Для великих виробів використовують переносні прис-

тосування, установлювані на деталь, що перевіряється (вузол).

Поряд з одномірними знаходять широке застосування багатомірні пристрої, за допомогою яких за одну установку перевіряють кілька параметрів. Ще більшого ефекту в підвищенні продуктивності й полегшенні умов праці досягають, застосовуючи контрольні напівавтомати й автомати, що є ланками автоматичних ліній обробки й складання.

Вимірювальні обладнання контрольних пристосувань діляться на граничні й відлікові. Особливу групу становлять обладнання, що працюють за принципом нормальних калібрів.

У якості найпростіших граничних вимірювальних обладнань застосовують вбудовані в контрольні пристосування жорстко закріплені або висувні граничні елементи (скоби, пробки, щупи).

Широке застосування мають також електроконтактні датчики, які застосовуються в контрольних пристосуваннях і в контрольно-сортувальних автоматах. Електроконтактні датчики забезпечують точність виміру ± 1 мкм і ± 3 мкм; така точність зберігається до 25000 вимірів без регулювання датчиків. Межа виміру 1 мм, а сила виміру $(1 \div 2)$ Н.

У якості обладнань, що працюють за принципом нормальних калібрів, у контрольних пристосуваннях звичайно використовують контурні (плоскі або об'ємні) шаблони. Оцінка відповідності деталей, що перевіряються, проводиться за допомогою щупів або на просвіт. Часто в пристосуваннях цього типу перевіряють координату контуру базовим отворам. Це здійснюють за допомогою контрольних качалок (пробок). Деталь бракують, якщо її не вдається встановити в пристосуванні й увести пробки, а також у тому випадку, якщо її установка проводиться з більшим зазором.

У якості відлікових вимірників звичайно використовують індикатори з важільною або зубчастою передачами. Індикатори годинного типу, що мають ціну ділення 0.01 мм, випускаються з межами виміру $(0 \div 5)$ або $(0 \div 10)$ мм. Малогабаритні індикатори мають менші межі виміру $(0 \div 2)$ або $(0 \div 3)$ мм. Сила виміру на початку й кінці ходу коливається від 0.8 до 2 Н.

По точності виконання індикатори випускаються з похибкою показань відповідно 0.01, 0.015 і 0.02 мм за один оборот стрілки. Для більш точних вимірів застосовують індикатори із ціною ділення 0.002 мм (мікро індикатори) і мінометри (ціна ділення до 0.001 мм).

Одержали розвиток також індуктивні датчики й пневматичні мікрометри. Їхнє використання в контрольних пристосуваннях забезпечує точність вимірів $(0.5 \div 0.2)$ мкм.

Пневматичні мікрометри застосовуються двох основних типів: з манометрами й з повітряними витратомірами (ротаметрами).

Для вибору відлікових вимірювальних засобів залежно від величин допусків і серійності виробництва необхідно враховувати їхні метрологічні й економічні показники.

До метрологічних показників ставляться: ціна ділення шкали, межі виміру, чутливість (відношення переміщення покажчика до зміни величини, що перевіряється), похибка показань (різниця між показанням вимірника й дійсним значенням вимірюваної величини), поріг чутливості (найменше значення вимірюваної величини, яке може викликати зміна положення покажчика приладу), період заспокоєння стрілки, що суттєво впливає на продуктивність контролю, а також тиск при вимірі.

До економічних показників ставляться витрати на вимірювальне обладнання; тривалість його роботи до повторної установки; тривалість роботи вимірювального обладнання до ремонту; час, витрачене на вимір; кваліфікація контролера; час і витрати на установку вимірювального обладнання; збільшення витрат внаслідок зменшення допусків, викликувані похибкою вимірювального обладнання.

Відносний вплив кожного показника міняється в кожному конкретному випадку. Найбільший вплив на загальну калькуляцію звичайно виявляє останній показник. Застосування не дуже точних засобів виміру викликає необхідність зменшення допуску. Практикою встановлене, що витрати на підвищення точності виміри досить малі в порівнянні з можливим зменшенням допуску. При виборі вимірювальних обладнань необхідно в кожному конкретному випадку знайти раціональний розв'язок для одержання виробів з найменшою собівартістю.

Контрольні пристосування повинні забезпечувати задану точність і продуктивність контролю, бути зручними в експлуатації, простими у виготовленні, надійними при тривалій роботі й економічними.

Порядок виконання розділу роботи

1. Провести аналіз вихідних даних, звернувши увагу на матеріал деталі, форму, розміри, якість поверхонь і вимоги до їхньої точності. Ухвалити рішення щодо методу перевірки заданого контрольованого параметра, а також про доцільність і спосіб закріплення деталі при контролі.

2. Вибрати вимірювальне обладнання для реалізації прийнятого методу контролю.

3. Описати зміст і послідовність дій при контролі параметра з використанням прийнятого методу.

4. Описати схему базування деталі при контролі (з урахуванням розв'язків, прийнятих у п.1 і 2), визначивши комплект баз. Виконати ескіз деталі й позначити

на ньому базові поверхні відповідно до ДСТУ.

5. Вибрати настановні елементи для реалізації прийнятої схеми базування, для чого:

5.1. Установити форму, розміри й стан (шорсткість) базових поверхонь.

5.2. Визначити тип настановних елементів (із числа стандартних) для кожної з базових поверхонь.

5.3. Визначити розміри обраних настановних елементів зі стандартних рядів значень відповідних розмірів, орієнтуючись на розміри базових поверхонь, кількість настановних елементів і їх взаємне розташування. Виконати ескізи настановних елементів.

6. Визначити взаємне розташування настановних елементів, а також їх положення щодо базових поверхонь, забезпечивши найбільшу можливу відстань між настановними елементами. На ескізі деталі вказати координати взаємного розташування настановних елементів, а також їх координати щодо базових поверхонь.

3.3.2. Силовий розрахунки пристосування

Теоретичні відомості

Затискні обладнання в контрольних пристосуваннях попереджають зсуви, установлені для перевірки, деталі (вузла) щодо вимірювального обладнання й забезпечують щільний контакт настановних баз деталі з опорами пристосування. Робота затискного обладнання контрольного пристосування суттєво відрізняється від роботи аналогічних обладнань у верстатних пристосуваннях. Для попередження деформацій, що перевіряються виробів сили закріплення повинні бути невеликими, а їх величина повинна бути стабільною. Необхідність у затискних обладнаннях відпадає, якщо деталь займає цілком стійке положення на опорах пристосування, і сили від вимірювального обладнання не порушують цієї стійкості. Для підвищення продуктивності контролю затискне обладнання повинне бути швидкодіючим і зручним для обслуговування.

У контрольних пристосуваннях застосовують ручні затискні обладнання (важільні, пружинні, гвинтові, ексцентрикові), а також обладнання із приводом (пневмозатиски), у яких стиснене повітря використовується й для приводу допоміжних механізмів пристосування (переміщення, поворот або виштовхування деталі).

Часто застосовують комбіновані затискні обладнання, що забезпечують одночасний і рівномірний притиск контрольованих деталей до декільком опорним елементам пристосування. Місце додатка сили затиску повинне бути обране так, щоб не викликати неприпустимих деформацій деталі й елементів контро-

льного пристосування.

Для визначення величини зусилля закріплення використовуємо відоме /1/ положення про те, що вплив затискного обладнання на показання вимірювального приладу не повинне перевищувати 5% від величини контрольованого параметра деталі. Приймавши цю величину ($0.05 \cdot T_{\Delta}$) у якості оцінки припустимої величини пружної деформації поверхні контрольованої деталі в крапці додатка зусилля закріплення, визначимо відповідну величину зусилля закріплення по формулах, які використовуються для розрахунків пружних деформацій при оцінці похибки закріплення (див. розділ 3.1.3)

$$Q_k = \left(\frac{0.05 \cdot T_{\Delta}}{C} \right)^{\frac{1}{n}},$$

де значення C і n є емпіричними параметрами, які визначаються залежно від виду матеріалу деталі, шорсткості, твердості й форми базових поверхонь деталі й виду робочих поверхонь настановних елементів (див. додаток 7) контрольного пристосування.

Величина зусилля закріплення використовується далі при розрахунках затискного механізму для визначення сили тяги за аналогією зі спеціальним верстатним пристосуванням (див. розділ 3.1.2).

Якщо в контрольному пристосуванні застосовується (необхідність цього визначається при виборі принципової схеми пристосування (див. розділ 3.3.1)) спеціальний механізм для переміщення або повороту контрольованої деталі (можливо разом з деякими деталями пристосування), то розрахунки необхідного зусилля здійснюється традиційним шляхом. Наприклад, якщо при контролі потрібно переміщати по горизонтальній площині поступально деталі, які мають загальну масу M , те зусилля, необхідне для подолання сили тертя, можна розрахувати по формулі

$$F = g \cdot M \cdot f,$$

де f – довідковий коефіцієнт тертя для пари контактуючих деталей з відповідних матеріалів. Якщо при контролі потрібно повертати деталі, то для визначення необхідного зусилля використовується рівняння моментів.

Розрахована величина може бути використана для визначення параметрів механізованого приводу для переміщення (повороту) деталей (див. розділ 3.1.2).

Порядок виконання розділу роботи

1. Визначити необхідність і зміст силових розрахунків контрольованого пристосування.

2. Проаналізувати схему установки й закріплення деталі при контролі, визначити чисельні значення параметрів, які входять у формулу і розрахувати величину зусилля закріплення по формулі.

3. Вибрати вид затискного механізму, визначити його коефіцієнт передачі й розрахувати силу тяги.

4. Визначити чисельні значення параметрів і розрахувати величину зусилля, необхідного для переміщення (повороту) деталей.

5. Вибрати вид приводу для переміщення (повороту) деталей, розрахувати його параметри й вибрати їхні стандартні значення.

3.3.3 Оцінка точності пристосування

Теоретичні відомості

Загальна схема оцінки точності контрольного пристосування аналогічна підходу, який використовується при оцінці точності верстатного пристосування, і полягає у визначенні й порівнянні припустимої й дійсної похибок пристосування. Точність контролю за допомогою розроблювального пристосування забезпечується, якщо виконується умова. Порядок визначення припустимої й дійсної похибок для контрольного пристосування має специфічні особливості.

На основі узагальнення виробничого досвіду в машинобудуванні величина похибки виміру перебуває в межах 10-30% від поля допуску T_{Δ} на контрольований параметр (наприклад, допуск лінійного або кутового розміру, допуск на відхилення від форми або взаємного розташування поверхонь). Тому в якості оцінки припустимої похибки можна використовувати величину

$$[\varepsilon] = 0.3 \cdot T_{\Delta}$$

Загальна (сумарна) дійсна похибка виміру визначається сукупністю ряду випадкових складових, зокрема, похибки, властивій самій схемі контролю; похибки установки контрольованого виробу; похибки настроювання пристосування по еталону; зношування деталей пристосування, а також похибок вимірювальних засобів. Ці елементарні похибки доцільно згрупувати в традиційні складові

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2},$$

де ε_{δ} - похибка базування (мкм);

ε_3 - похибка закріплення (мкм);

ε_{np} - похибка пристосування (мкм).

Визначення похибки базування й закріплення здійснюється (для прийнятих при контролі схем базування й контролю) аналогічно оцінці похибки базування й закріплення для верстатного пристосування (див. розд. 3.1.3). Очевидно, що якщо закріплення деталі при контролі не здійснюється, то похибка закріплення не розраховується. Похибка пристосування враховує особливості конструкції, виготовлення й використання пристосування

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_{изз}^2 + \varepsilon_u^2},$$

де ε_y - похибка виготовлення пристосування (мкм);

$\varepsilon_{изз}$ - похибка вимірювального обладнання (мкм);

ε_u - похибка зношування деталей пристосування (мкм).

Похибка виготовлення пристосування ε_y (мається на увазі похибка виготовлення, що впливає на точність контролю параметра) оцінюється величиною 1÷5 мкм і враховується, якщо використовується кілька контрольних пристосувань. Похибка, обумовлена зношуванням деталей контрольного пристосування, оцінюється величиною зношування настановних елементів пристосування. При цьому значення емпіричного коефіцієнта β ухвалюються на порядок менше, чим для верстатного пристосування, а величина N дорівнює кількості контрольованих за допомогою даного пристосування деталей (при виконанні курсової роботи ухвалювати, що контролю зазнає 10% виготовлених деталей, якщо не встановлена інша величина). Похибка вимірювального обладнання встановлюється на етапі вибору принципової схеми пристосування.

Умова повинна обов'язково виконуватися для проектного пристосування. А якщо ні, то необхідно встановити складові дійсної похибки, які мають найбільші значення й прийняти (за аналогією з верстатним пристосуванням) відповідні технічні розв'язки для їхнього зменшення.

Порядок виконання розділу роботи

1. Визначити припустиму похибка пристосування.
2. Визначити елементарні похибки пристосування (попередньо перевірити виконання умов, при яких похибки мінімальні):
 - похибка базування; похибка закріплення; похибка пристосування
3. Розрахувати дійсну похибка.
4. Перевірити виконання умови .

3.3.4. Розробка конструкції пристосування

Теоретичні відомості

Контрольне пристосування складається з настановних, затискних, вимірювальних і допоміжних елементів, установлених у корпусі пристосування.

Допоміжні обладнання контрольних пристосувань мають різне цільове призначення. У пристосуваннях для перевірки радіального або осьового биттів застосовують поворотні обладнання; у пристосуваннях для перевірки прямолінійності або паралельності використовують повзуни для переміщення вимірювальних елементів. Для контролю циліндричних деталей, у яких перевіряють правильність форми шийок або співвісність щаблів, застосовують приводні механізми для їхнього обертання. Для установки й зняття деталей використовують піднімальні елементи й штовхачі. Багато із цих обладнань виконують аналогічно відповідним до обладнань верстатних пристосувань.

Специфічними є передатні обладнання між контрольованим виробом і відліковим або граничним вимірником (індикатором, електроконтактним датчиком).

Індикатори кріплять за ніжку або за вушко на його задній кришці. При ціні ділення 0.01 мм індикатори годинного типу використовують для перевірки деталей з допусками від 0.03 мм і більше. При менших допусках ці індикатори можуть застосовуватися з важільною передачею, що збільшує.

Робочий наконечник вимірювального обладнання може бути сферичним (для перевірки площини або отвору), плоским (для перевірки сфери) або сферичним (для контролю зовнішніх циліндрів).

Якщо вимірювальне обладнання заважає установці й зняттю контрольованих виробів, то його постачають важільцем для відводу або виконують у вигляді поворотного (, що приділяється) вузла.

Корпус контрольного пристосування є його базовою деталлю. Корпуси стаціонарних пристосувань виконують у вигляді масивної й твердої плити або корпусної деталі, на якій розташовують основні й допоміжні деталі й обладнання. Корпуси виготовляють із сірого чавуну СЧ 12-28 або СЧ 15-32. Корпуси пристосувань для точних вимірів необхідно піддавати старінню або відливати із чавуну, стійкого проти жолоблення (СЧ 24-44 або СЧ 28-48).

Порядок виконання розділу роботи

1. Підібрати аналог проектуваному контрольному пристосуванню по технічній літературі /2, 4, 8, 11/.
2. Зобразити контури контрольованої деталі (у певному масштабі).

3. До базових поверхонь контрольованої деталі докреслити зображення настановних елементів (у тому ж масштабі), координовані щодо поверхонь деталі.

4. Вибрати спосіб з'єднання настановних елементів з корпусом і зобразити місце з'єднання.

5. До поверхні деталі, до якої прикладено зусилля закріплення, докреслити притискний елемент обраного виду.

6. Вибрати конструктивні розв'язки елементів затискного механізму й з'єднань із притискним елементом і корпусом, зобразити елементи затискного механізму й місце з'єднання.

7. Вибрати конструктивні розв'язки двигуна силового приводу й місце з'єднання із затискним механізмом і корпусом і зобразити їх.

8. Вибрати конструкцію корпусу й зобразити його.

9. Проставити габаритні й монтажні розміри пристосування, а також основні розміри двигуна силового приводу.

10. Скласти специфікацію й указати основні технічні вимоги, зокрема, обмовити величини робочого тиску рідини, зусилля закріплення, ходу штока гідроциліндра.

Очевидно, що пп. 5, 6, 7 виконуються в тому випадку, якщо є необхідність у закріпленні деталі при контролі.

3.3.5. Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання пристосування

Теоретичні відомості

При техніко-економічному аналізі доцільності застосування проектного контрольованого пристосування можна використовувати підхід аналогічний відповідному до аналізу для спеціального верстатного пристосування, а саме, застосування спеціального контрольованого пристосування економічно виправдане, якщо собівартість виконання контрольованої операції з його використанням менше, чим при використанні універсальних вимірювальних засобів. Позитивний ефект застосування спеціального контрольованого пристосування обумовлюється в основному за рахунок зменшення тривалості контрольованої операції й рівня необхідної кваліфікації контролера (тобто за рахунок зменшення необхідної заробітної плати).

Зміст і послідовність розрахунків, які виконуються при техніко-економічному аналізі, описано в розділі 3.1.5. При цьому величина N дорівнює кількості контрольованих за допомогою даного пристосування деталей.

Порядок виконання розділу роботи

1. Вибрати універсальні вимірювальні засоби, за допомогою яких також можна перевірити контрольований параметр деталі, по технічній літературі /2, 4, 8, 11/.

2. Визначити значення величин, що входять у вираження для розрахунків собівартості (3.9) виконання контрольної операції при використанні проектного пристосування й без спеціального пристосування. У другому випадку прийняти штучний час і хвилину заробітну плату у два рази більше, чим для проектного пристосування. Інші величини прийняти однаковими для обох варіантів.

3. Розрахувати величини собівартість варіантів виконання операцій і зіставити ці величини. Зробити висновок про доцільність використання спроектованого спеціального контрольного пристосування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Корсаків В.С. Основи конструювання пристосувань.- М.: Машинобудування, 1963. - 277 с.
2. Ансеров М.А. Пристосування для металорізальних верстатів. -Л.: Машинобудування, 1975. - 654 с.
3. Верстатні пристосування. Довідник: В - 2-х т. /Ред. рада : Б.Н.Вардашкин і ін. - М.: Машинобудування, 1984. - т.1 - 592 з; т.2 - 656 с.
4. Горошкин А.К. Пристосування для металорізальних верстатів. Довідник. - М.: Машинобудування, 1979. - 304 с.
5. Белоусов А.П. Проектування верстатних пристосувань. - М.: Вища школа, 1980. - 240 с.
6. Терликова Т.Ф., Мельников А.С., Баталов В.І. Основи конструювання пристосувань. - М.: Машинобудування, 1980. - 120 с.
11. 7. Довідник технолога-машинобудівника / Під ред. А.Г.Косилової і Р.К.Мещерякова. - М.: Машинобудування, т.1, 1973. -295 с.
12. 8. Довідник технолога-машинобудівника / Під ред. А.Г.Косилової і Р.К.Мещерякова. - М.: Машинобудування, т.2, 1985.-496 с.
13. Загальномашинобудівні нормативи допоміжного часу на обслуговування робочого місця для технічного нормування верстатних робіт у механічних цехах. Масове виробництво. - М.: Изд-У Госкомтруд, 1966.-77 с.
14. Загальномашинобудівні нормативи допоміжного часу на обслуговування робочого місця й підготовчо-заклучного для технічного нормування верстатних робіт. Крупносерийное виробництво. - М.: Изд-У Госкомтруд, 1967. - 323 с.
11. Ковалів Ю.І. Верстатні пристосування з гідравлічними приводами. Конструювання й розрахунки. - М.: Машинобудування, 1974. - 150 с.
12. Допуски й посадки: Довідник в 2-х ч. / Під ред. В.Д.Мягкова., - Л.: Машинобудування, 1978. - 1026 с.
13. Ракович А.Г. Автоматизація проектування пристосувань для металорежущих верстатів.- М.: Машинобудування, 1980.-135 с.
14. Методичні вказівки до виконання практичних занять по дисципліні «Проектування пристосувань» для студентів спеціальності «Технологія машинобудування»/ . - Дніпропетровськ: Дмети, 1991.- 68 с.
15. 15. Робоча програма та методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни “Технологічна оснащення” для студентів спеціальності “Технологія машинобудування” – Дніпропетровськ: Нметау, 2000. - 77 с.
16. Шатин В.П., Денисов П.С. Ріжучий і допоміжний інструмент. Довідник. - М.: Машинобудування. 1968. - 420 с

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ	3
2 РОБОЧА ПРОГРАМА	5
3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ПО ВИКОНАННЮ КУРСОВОЇ РОБОТИ..	7
3.1. ПРОЕКТУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЕРСТАТНОГО	
ПРИСТОСУВАННЯ	8
3.1.1. Вибір принципової схеми пристосування	8
3.1.2. Силовий розрахунки пристосування.....	11
3.1.3 Оцінка точності пристосування.....	18
3.1.4. Розробка конструкції пристосування.....	23
3.1.5. Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання пристосування	24
3.2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ	
РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ.....	26
3.2.1. Вибір принципової схеми пристосування	26
3.2.2. Силовий розрахунки пристосування.....	28
3.2.3 Оцінка точності пристосування.....	29
3.2.4. Розробка конструкції пристосування.....	30
3.2.5. Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання пристосування	31
3.3 ПРОЕКТУВАННЯ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСТОСУВАННЯ.....	32
3.3.1. Вибір принципової схеми пристосування	32
3.3.2. Силовий розрахунки пристосування.....	35
3.3.3 Оцінка точності пристосування.....	37
3.3.4. Розробка конструкції пристосування.....	39
3.3.5. Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання пристосування	40
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	42