

Міністерство науки та освіти України
Донбаська державна машинобудівна академія

В. С. Медведєв,

В. В. Скїбін

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ

Навчальний посібник

до самостійного вивчення дисципліни
для студентів спеціальностей
7.090202 «Технологія машинобудування»,
7.090203 «Металорізальні верстати»,
7.090204 «Інструментальне виробництво»
денної й заочної форм навчання

Переутверджено
на засіданні Ученого совета
факультета техніки
и менеджмента.
Протокол № 6-02/12
от 27.02.2012

Утверджено
на засіданні кафедри
технології и управління
производством
Протокол № 1 от 24.09.09

Краматорськ 2009

УДК 621.7.073
ББК 30.605
М 42

Рецензенти:

Колот О. В., д-р. техн. наук, заступник директора НПП «Минетеп»;
Здор В. А., д-р. техн. наук., председатель правления ОАО НПП
«Оснастка»

Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України

Медведєв В. С.

М 42 Технологічне оснащення : навчальний посібник до самостійного вивчення дисципліни спеціальностей 7.090202 «Технологія машинобудування», 7.090203 «Металорізальні верстати», 7.090204 «Інструментальне виробництво» для студентів денної й заочної форми навчання / сост. : В. С. Медведєв, В. В. Скибін. – Краматорськ: ДДМА, 2009. – 56 с.

ISBN

У навчальному посібнику розглянуто структуру й програму курсу, методичні настанови до його вивчення, зміст контрольної роботи й рекомендації до її виконання, вимоги до оформлення контрольної роботи студентами заочної форми навчання.

УДК 621.7.073
ББК 30.605

ISBN

© В. С. Медведєв, В. В. Скибін,
2009
© ДДМА, 2009

Зміст

Вступ.....	4
Загальні рекомендації до самостійної роботи.....	6
Модуль 1 Структура й системи верстатних пристосувань.....	9
Тема 1.1. Основні поняття і визначення. Роль технологічного оснащення в підвищенні ефективності механоскладального виробництва. Класифікація і системи пристосувань.....	11
Тема 1.2 Структура компонування засобів технологічного оснащення.....	14
Тема 1.3 Передпроектний аналіз, алгоритм побудови і структурні схеми пристосувань.....	20
Підготовка до практичних занять.....	20
Підготовка до практичного заняття 1.....	21
Підготовка до практичного заняття 2.....	22
Підготовка до практичного заняття 3.....	24
Підготовка до контрольного тесту 1.....	25
Модуль 2. Проектування та розрахунок пристосувань.....	27
Тема 2.2 Силовий розрахунок пристосувань.....	29
Тема 2.3 Розрахунки точності й міцності пристосувань.....	33
Тема 2.4 Проектування переналагоджувальних пристосувань і компонувань з УСП.....	35
Тема 2.5 Обґрунтування засобів технологічного оснащення в умовах дрібносерійного виробництва важкого машинобудування.....	37
Тема 2.6 Оцінка ефективності використання пристосувань.....	39
Тема 2.7 Складальні пристосування.....	40
Підготовка до практичного заняття 4.....	40
Підготовка до практичного заняття 5.....	42
Підготовка до контрольного тесту 2.....	43
Модуль 3. Проектування засобів контролю і допоміжного інструменту.....	45
Тема 3.1 Вибір і обґрунтування технічних засобів контролю параметрів виробів.....	46
Тема 3.2 Методика проектування засобів контролю.....	47
Тема 3.3 Вибір проектування і розрахунок допоміжного інструменту.....	48
Підготовка до практичного заняття 6.....	50
Підготовка до практичного заняття 7.....	52
Підготовка до контрольного тесту 3.....	54
Контрольна робота для студентів заочної форми навчання.....	56
Рекомендації з оформлення пояснювальної записки й виконання розрахункової частини.....	57
Рекомендації з виконання графічної частини.....	60
Перелік основної літератури.....	61
Перелік додаткової літератури.....	62
Додаток А.....	63

ВСТУП

В процесі вивчення дисципліни «Технологічне оснащення» студент повинен освоїти теоретичні основи, принципи й методику проектування оснащення, що дозволить йому грамотно й творчо підходити до створення працездатних, високопродуктивних та економічних верстатних і контрольних-вимірювальних пристосувань, а також інструментальних систем. При цьому студент повинен оволодіти сучасними методами розрахунку, розробки й проектування технологічного оснащення.

Вивчення дисципліни передбачає вирішення наступних завдань:

- вивчення сучасного стану й тенденцій розвитку конструкцій технологічного оснащення;
- вивчення теоретичних основ проектування й розрахунку оснащення згідно з технологічними, організаційними й економічними умовами;
- вивчення методів забезпечення точності установки заготовки, надійності її закріплення, міцності елементів оснащення для різних груп верстатів.

Студенти повинні знати:

- роль технологічного оснащення в досягненні необхідної якості продукції, підвищення продуктивності та зниження собівартості;
- призначення, класифікацію й загальні вимоги до оснащення;
- основні елементи технологічного оснащення та вимог до них;
- принципи установа й закріплення заготовок під час обробки (складання, контролю);
- будову пристосувань для різних видів обробки, складання та контролю;
- засоби контролю й допоміжний інструмент;
- основні положення вибору, конструювання, розрахунку та техніко-економічного обґрунтування технологічного оснащення.

Студенти повинні вміти:

- аналізувати умови роботи технологічного оснащення для заданої технологічної операції;
- проводити оцінку та вибір оптимальних систем технологічного оснащення згідно з типом виробництва й умовами обробки;
- розробляти принципову схему та компоновку технологічного оснащення;
- визначати способи налагодження технологічного оснащення;
- виконувати економічну оцінку застосування пристосувань різних систем і варіантів;
- користуватись спеціальною літературою, державними стандартами та стандартами ISO;
- проводити наукові дослідження.

Студенти повинні оволодіти навичками:

- розрахунку діючих сил, точності, міцності й жорсткості технологічного оснащення;
- розробки креслень технологічного оснащення;
- вибору стандартних пристосувань, засобів контролю й допоміжного інструменту.

Відповідно до поставлених технологічних, організаційних та інших завдань студенти повинні оволодіти методикою економічного обґрунтування доцільності застосування спроектованого пристосування; одержати навички використання стандартів у процесі проектування, необхідної підготовки для самостійного рішення завдань в області проектування пристосувань у процесі курсового й дипломного проектування. В рішенні поставлених перед студентом мети й завдань допоможуть методичні настанови до самостійної роботи.

Методичні настанови є керівним матеріалом при самостійній підготовці студентів денного відділення, а також при самостійному вивченні курсу студентами заочного відділення. Матеріал викладений у відповідності до навчальної програми, побудованої за кредитно-модульним принципом, і забезпечує розширення творчості та самостійності студентів у придбанні міцних і глибоких знань.

Весь матеріал розподіляється за традиційною системою модулів, до яких входять методичні настанови для вивчення теоретичного матеріалу, підготовки до практичних робіт і підготовки до контрольних робіт.

ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Необхідні базові знання. Для успішного вивчення дисципліни «Технологічне оснащення» студенти повинні мати відповідний обсяг знань з базових дисциплін.

1 ТОТВДСМ: розробка технологічних процесів.

2 ТОМ: знання технологічних можливостей металорізальних верстатів.

3 «Теоретична механіка»: знання в розробці рівнянь статичної рівноваги твердого тіла у просторі.

4 «Теорія різання»: знання розрахунків режимів різання, уміння розміщувати вектори складових сил різання для різних різальних інструментів.

5 ОВЗ: знання в розрахунках розмірних ланцюгів.

6 ОКММ: навички в конструюванні механізмів.

7 «Опір матеріалів»: знання розрахунків міцності й жорсткості деталей.

8 ТММ: навички в аналізі й дослідженні механізмів.

9 «Металорізальні верстати»: основні типи верстатів і їх характеристики.

Загальні підходи при вивченні дисципліни. В результаті вивчення курсу студент повинен чітко засвоїти, що завдання проектування технологічного оснащення впливає з більш загального завдання – розробки технологічного процесу виготовлення деталей або складання виробів. Варто також звернути увагу на спільність завдань (базування, закріплення й т. ін.), які розробляються при проектуванні пристосувань різного призначення, і єдність методики проектування технологічних процесів. Необхідно засвоїти, що вимоги до точності пристосування, можна правильно обґрунтувати, лише розглядаючи їх у тісній взаємодії з усіма елементами технологічної системи (точністю заготовки, верстата, положення інструменту), тобто на основі системного підходу до рішення поставленого завдання.

Системність у вивченні дисципліни. Як відомо «Технологічне оснащення» є першим конструкторсько-технологічним курсом, який вивчають студенти. Ця обставина накладає певні труднощі при його вивченні. Так, придбаний досвід у конструюванні в дисципліні «Основи конструювання машин і механізмів», знання з курсу ТОТВДСМ і в інших конструкторських і технологічних дисциплін необхідно покласти в основу досліджень, міркувань і висновків, що забезпечують розробку оснащення, що відповідає заданим умовам її експлуатації. Тому успішне освоєння курсу «Технологічне оснащення» пов'язане з формуванням у студентів систематичності в самостійній підготовці. Рекомендації з формування систематичності у вивченні дисципліни наступні:

1 чітко додержуватися рекомендацій викладача при вивченні дисципліни. Як правило, рекомендації даються на лекції з урахуванням складності матеріалу, показників вхідного контролю й попередніх результатів виконання практичних робіт;

2 виділити у своєму особистому розкладі 1...2 дня в тиждень для роботи в приміщенні читального залу з довідковою літературою. Як відомо, самостійне вивчення довідників є однією зі складових успішного освоєння курсу;

3 завести робочий зошит, у якій записувати розрахунки, вклеювати

ксерокопії довідкових матеріалів і схеми різних конструкцій вузлів пристосувань, творчі міркування (наприклад, рішення творчих завдань, які даються викладачем на лекціях або практичних роботах), цікаві конструкції механізмів. Робочий зошит згодиться не тільки під час курсового й дипломного проектування, але й у практичній діяльності після закінчення ДДМА;

4 цікавитися розробками товаришів, тому що у процесі навчання можна зустрітися з аналогічними завданнями;

5 відвідувати консультації. В процесі навчання виникне безліч складних питань, які не можна вирішити самостійно. Звичайно, перед цим необхідно намагатися самостійно (у книгах і конспекті лекцій) знайти необхідні рішення питань. Це підвищить ефективність консультації, і, в остаточному підсумку, ефективність освоєння курсу.

Вивчаючи дисципліну, студенти повинні засвоїти основні положення, на базі яких вибираються або конструюються окремі елементи технологічного оснащення й розробляється їхнє загальне компонування.

Триместровий графік вивчення дисципліни. Для ритмічної роботи протягом двох триместрів, необхідно керуватися триместровим графіком, наведеним у таблицях 1, 2. Приступати до вивчення наступного модуля треба тільки після засвоєння попереднього.

Для контролю засвоєння матеріалу за кожним модулем наведені питання для самоперевірки. Якщо на всі поставлені за даним модулем питання студент може дати відповідь, не користуючись підручником і конспектом, можна переходити до вивчення наступного модулю.

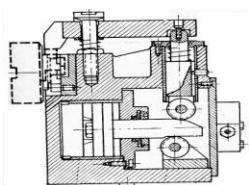
Програмою курсу передбачене виконання практичних робіт і контрольних робіт. Завершується вивчення дисципліни заліком.

Таблиця 1 – Триместровий графік для студентів денної форми навчання у 11–12 триместрах

Номер тижня	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11 триместр										
Модулі	Модуль 1									
Лекції	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Практичні заняття		1		2		2		3		4
Тести								1		
Виконання завдання СР		+	+	+	+	+	+	+	+	+
12 триместр										
Модулі	Модуль 2					Модуль 3				
Теми лекцій	+		+		+		+		+	
Практичні заняття		4		5		6		7		7
Тести				2						3
Виконання завдання СР	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Таблиця 2 – Триместровий графік для студентів денної прискореної форми навчання у 13 триместрі

Номер тижня	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Модуль	Модуль 1					Модуль 2					Модуль 3				
Лекції	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Практичні заняття	1		2		3		4		4		5		6		7
Тести					1				2						3
Виконання завдання СР		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+



МОДУЛЬ 1

СТРУКТУРА Й СИСТЕМИ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТОСУВАНЬ

У модулі 1 передбачено виконання низки робіт.

1 Вивчення теоретичного матеріалу з проектування верстатних пристосувань. Теми лекцій 1.1, 1.2, 1.3.

2 Виконання практичних занять 1 і 2.

3 Виконання самостійної роботи.

4 Складання тесту 1.

Система контролю й оцінювання студентів наведена у таблиці 3.

Таблиця 3 – Система контролю за модулем 1 (заліковий тиждень – 10, коефіцієнт – 0,3)

Контрольні заходи	Критерії оцінювання	Оцінка	Рейтинг	Нац.оцінка
1	2	3	4	5
Практичне заняття 1 (загальний діапазон балів – 14...25)	Повні відповіді	A	25	5
	Кожна невірна відповідь знижує рейтинг на 3 бали	B	23	4
		C	20	4
		D	17	3
		E	15	3
	Відповіді невірні Нема відповідей	FX	-	-
F		-	-	
Практичне заняття 2 (загальний діапазон балів – 14...25)	Повні відповіді	A	25	5
	Кожна невірна відповідь знижує рейтинг на 3 бали	B	23	4
		C	20	4
		D	17	3
		E	15	3
	Відповіді невірні Нема відповідей	FX	-	-
F		-	-	

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
Практичне заняття 3 (загальний діапазон балів – 14...25)	Повні відповіді	A	25	5
	Кожна невірна відповідь знижує рейтинг на 3 бали	B	23	4
		C	20	4
		D	17	3
		E	15	3
	Відповіді невірні Нема відповідей	FX		-
F			-	
Контрольний тест 1 (загальний діапазон балів – 13...25)	Повна відповідь	A	25	5
	Є незначні помилки	B	23	4
		C	20	4
	Є невірні відповіді	D	17	3
		E	13	3
	Відповіді невірні Нема відповідей	FX	-	-
F		-	-	

Тема 1.1 Основні поняття і визначення. Роль технологічного оснащення в підвищенні ефективності механоскладального виробництва. Класифікація і системи пристосувань

Робоча програма. Поняття про технологічне оснащення механоскладального виробництва. Верстатні пристосування як один з видів технологічного оснащення. Службове призначення й вимоги до конструкції пристосування. Роль і значення пристосувань у машинобудуванні як спосіб підвищення продуктивності праці і якості виробів, зниження собівартості продукції. Полегшення праці робітників й підвищення безпеки їх праці.

Методичні настанови. При вивченні цієї теми варто звернути увагу на те, що в цехах сучасних машинобудівних заводів в експлуатації перебуває велика кількість пристосувань всілякого призначення: верстатні пристосування, пристосування для збірки, засоби контролю, допоміжний інструмент та ін. До їхнього складу входять:

1 *верстатні пристосування* (ВП);

- універсальні ВП;
- спеціалізовані ВП;
- спеціальні ВП.

2 *складальні пристосування*;

- маніпулятори;
- пристосування, що орієнтують заготовки;
- пристосування для створення складальних умов;

3 *засоби контролю*;

- контрольно-вимірювальний інструмент;

- калібри;
- контрольно-вимірювальні пристосування;
- координатно-вимірювальні машини;

4 інструментальні системи;

- допоміжний і різальний інструмент;
- засоби авто заміни;
- засоби контролю й діагностики різального інструменту.

Більшість всіх пристосувань становлять пристосування, які використовуються для установки й закріплення заготовок при обробці на металорізальних верстатах. Необхідно вивчити класифікацію технологічного оснащення й службове призначення.

При розгляді матеріалу необхідно звернути особливу увагу на класифікацію пристосувань за різними ознаками, на службове призначення, їхній вплив на точність обробки, складання й контроль, а також на те, що застосування пристосувань у машинобудуванні дозволяє різко підвищити продуктивність праці та якість оброблюваних деталей. Необхідно вивчити основні характеристики й області застосування різних систем ВП:

- 1 універсальних безналагоджувальних пристосувань (УБП);
- 2 універсальних складальних пристосувань (УСП);
- 3 універсальних налагоджувальних пристосувань (УНП);
- 4 спеціальних налагоджувальних пристосувань (СНП);
- 5 збірно-розбірних пристосувань (СРП);
- 6 нерозбірних верстатних пристосувань (НСП).

Необхідно усвідомити, що в умовах ринкової економіки доцільно застосовувати тільки ті системи верстатних пристосувань, які відповідають серійності виробництва, необхідної точності й конструктивним особливостям технологічного устаткування. При цьому необхідно придбати навички вибору системи верстатних пристосувань. Так, вибір за серійністю виконується за рисунком 1.

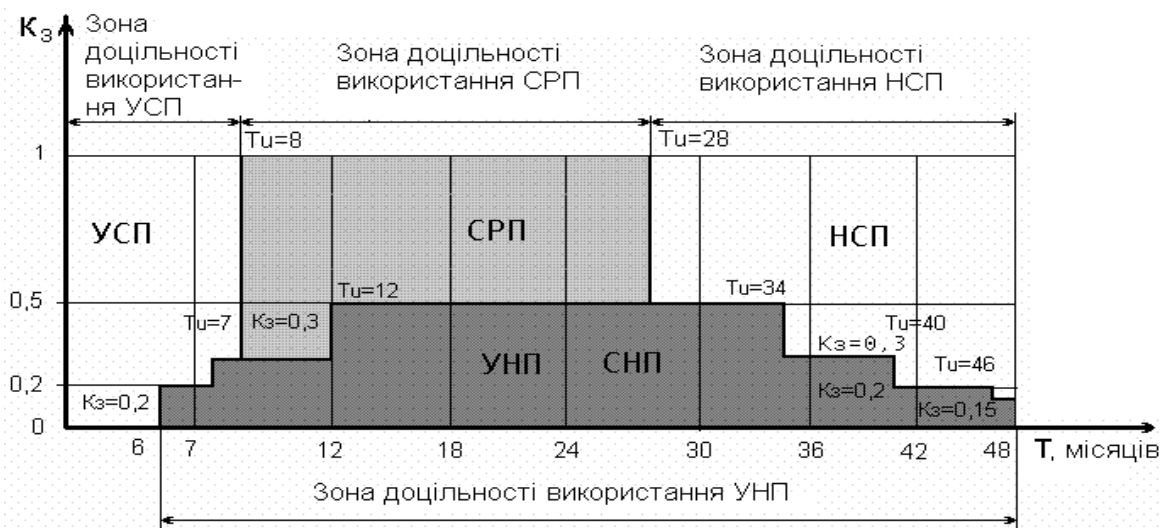


Рисунок 1 – Вибір верстатного пристосування за серійністю

При виборі за точністю варто керуватися тим, що кожна система ВП забезпечує установку заготовки без вивірки у регламентованому діапазоні. З вивіркою заготовки або доробкою установочних елементів «за місцем», після складання ВП, діапазон точності установки заготовок розширюється. Це характерно для всіх систем ВП, крім УСП, де доробка елементів неможлива.

1 УБП – 10...12 квалітети, з вивіркою до 8 квалітету;

2 УСП – 9...10 квалітети;

3 УНП – 8...9 квалітети, з доробкою до 6 квалітету;

4 СНП – 8...9 квалітети, з доробкою до 6 квалітету;

5 СРП – 7...8 квалітети з доробкою до 6 квалітету;

6 НСП – 6...7 квалітети, з доробкою до 5 квалітету.

При виборі ВП за конструктивними особливостями необхідно з раніше обраних систем визначити кілька аналогів, а потім розрахувати коефіцієнт технологічності ВП:

$$K = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} + \frac{1}{m}, \quad (1)$$

де p – кількість деталей у конструкції ВП;

q – кількість стиків між деталями у ВП;

m – кількість пар тертя між деталями, що переміщуються.

Для вибору аналога користуються довідковою літературою [3, 4, 5].

Витрати на технологічне оснащення входять до складу собівартості продукції, що випускається, тому застосування оснащення повинне забезпечувати підвищення продуктивності праці, зниження собівартості виробів, підвищення якості й інше. Так, в умовах багатосерійного й масового виробництва для кожної оброблюваної деталі проектується й виготовляється в середньому 10 пристосувань, а це значить, що для забезпечення виробництва комплекту деталей якого-небудь виробу виникає необхідність проектування й виготовлення великої кількості пристосувань. У зв'язку з цим витрати на виготовлення пристосувань досягають 15...20 % вартості технологічного обладнання, необхідного для виготовлення комплекту деталей.

Література: [1] с. 3–9; [3] с. 7–12, с. 12–19; [6] с. 5–9; [7] с. 5–14; [8] с. 5–6.

Питання для самоперевірки

- 1 Що належить до технологічного оснащення?
- 2 Що розуміється під терміном «пристосування»?
- 3 Які завдання вирішуються в машинобудуванні за допомогою пристосувань?
- 4 Які вимоги пред'являються до верстатних пристосувань?
- 5 Як класифікуються верстатні пристосування за ступенем їхньої спеціалізації, за цільовим призначенням?
- 6 Що входить до складу складальних пристосувань?
- 7 Що входить до складу засобів контролю?
- 8 Що входить до складу інструментальних систем?

Тема 1.2 Структура компонування засобів технологічного оснащення

Робоча програма. Структура пристосувань. Елементи, механізми і пристрої з яких складаються компонування пристосувань. Установлювальні елементи, затискні елементи, поворотні та ділильні механізми. Рушії пристосувань, їхнє призначення, види конструкції, вимоги до них і межі використання. Елементи пристосувань для забезпечення напрямку і контролю положення інструменту, їхнє призначення, конструкції, вимоги до них. Базові елементи і корпуси пристосувань, їх призначення, вимоги до них.

Методичні настанови. Незважаючи на велику різноманітність конструкцій пристосувань, всі вони мають практично однакову структуру. Структура містить:

- 1 встановлювальні елементи;
- 2 елементи для закріплення заготовки;
- 3 рушії;
- 4 елементи для напрямку руху різального інструменту;
- 5 поворотні й ділильні механізми;
- 6 корпуси пристосувань.

Встановлювальні елементи. Встановлювальні елементи служать для орієнтації заготовок у просторі при виконанні операцій обробки, складання, контролю. За функціональними ознаками вони поділяються на основні та допоміжні.

Основні – забезпечують орієнтацію заготовки та її базування за правилом «6-ти крапок», наприклад, пластини опорні (табл. 4). Допоміжні – служать для підвищення жорсткості й усталеності заготовки. При цьому вони не повинні порушувати положення заготовки, зайнятого під час базування на основних встановлювальних елементах. Допоміжні елементи можуть бути рухомими і нерухомими. Рухомі – можуть переміщуватись під час обробки, а також налаштовуватись на необхідний розмір.

Таблиця 4 – Пластини опорні

Пластини опорні (Державний стандарт 4743-69)							
	H (H7)	6	10	12	16	20	25
	L	40	60	80	100 160	180	220
	B	12	16	20	25	32	40
	d	4,5	6,6	9,5		11	
	d1	8	12	15		18	
	n	2				3	
		<p>Technical drawing details: L is total length, d1 is hole diameter, n is hole spacing, H is plate height, d is hole diameter, d2 is hole diameter, B is plate width. Surface finish is 6.3/√.</p>					

Необхідно розглянути конструктивні особливості встановлювальних елементів пристосувань (опор, пальців, призм, оправок та ін.) основних і допоміжних, що орієнтують і самоцентрують. При цьому доцільно з довідкової літератури [3, 4, 5] у робочий зошит занести конструкції різних елементів, а також деякі їхні розміри, як наведено у таблиці 4.

Елементи для закріплення заготовок. Необхідно з'ясувати, що всі механізми поділяються на важільні й клинові; засвоїти призначення затискних деталей і механізмів пристосувань (прихоплювачів, губок, кулачків, клинів ексцентриків та ін.); вивчити вимоги до них, визначити напрямки дій сил; вивчити методику розрахунку погрішності закріплення. Необхідно за довідниками ознайомитися з класифікацією затискних механізмів і їх конструкціями.

При розгляді конструкції елементів для закріплення деталей необхідно звернути увагу на функціональне призначення різних поверхонь деталей. Так, наприклад, у затискачах виконаний наскрізний паз, крізь який проходить болт (рис. 2).

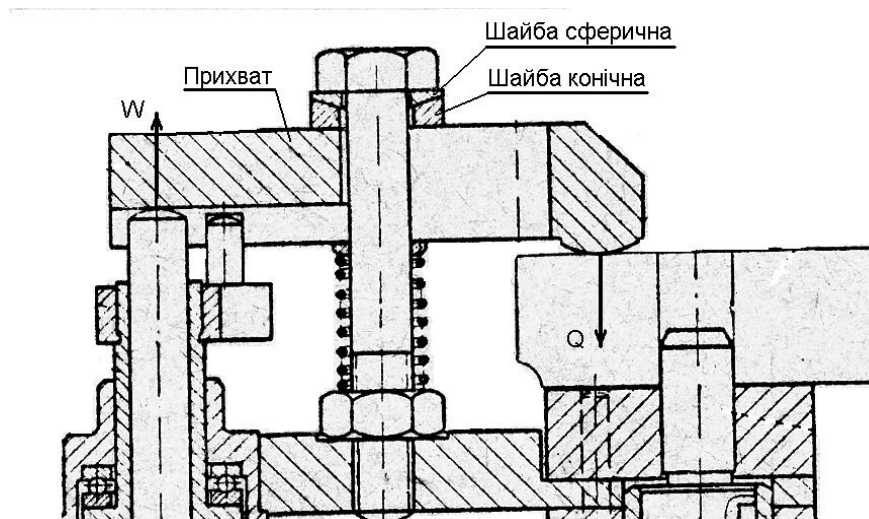


Рисунок 2 – Конструкція механізму затискача

Паз дозволяє регулювати необхідний виїг прихвата і створює вісь його обертання. Шток рушія передає зусилля W , входить у закритий паз прихвата. Це охороняє прихоплювач від випадкового повороту під час закріплення. Для забезпечення повороту прихоплювача навколо горизонтальної осі при закріпленні заготовки сконструйовано механізм, до складу якого входять сферичні й конічні шайби. За такою ж методикою необхідно розглянути деталі й механізми інших механізмів для закріплення заготовок.

Необхідно звернути увагу на особливості конструкцій багатоланкових затискних механізмів (рис. 3) і розрахунок його передаточного числа (передаточного відношення).

Елементи для забезпечення напрямку руху ріжучого інструменту поділяються на три види:

1 елементи для настроювання положення інструменту на виконуваний розмір (установи, шаблони);

2 елементи для забезпечення напрямку руху кінцевого інструменту (кондукторні втулки);

3 елементи для забезпечення необхідної траєкторії переміщення інструменту (копіри).

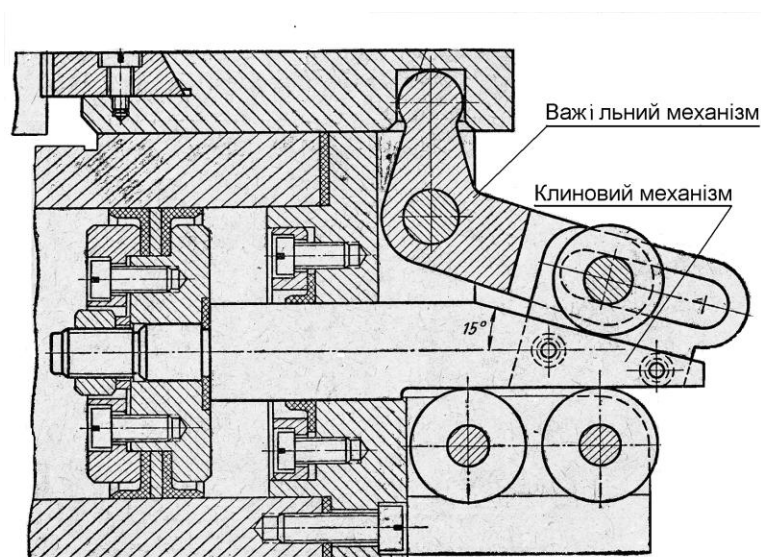


Рисунок 3 – Верстатне пристосування з комбінованим затискним механізмом

Елементи пристосувань для настроювання інструменту на виконуваний розмір скорочують час налагодження верстатів. При цьому в конструкцію пристосування вводять елемент, який визначає положення інструменту.

При виконанні токарських робіт такими елементами є шаблони, установочні кільця, в окремих випадках, наприклад, при підрізуванні торців – установи. Для фрезерних робіт використовуються переважно висотні, торцеві й кутові установи. Конструкція торцевого установка наведена в таблиці 5.

Правильне положення інструмента забезпечують введенням між установом і ріжучою крайкою інструмента щупа або підведенням інструмента до установка.

До елементів для забезпечення напрямку руху кінцевого інструмента належать втулки кондукторні. Їхні конструкції вибирають відповідно до характеру й точності виконуваної операції. Вони повинні мати необхідну твердість, а робочі поверхні мати високу зносостійкість.

Елементи для забезпечення напрямку руху кінцевого інструмента забезпечують підвищення жорсткості ріжучого інструмента і тим самим зменшують число можливих його поломок, а також скасовують розмітку.

Кондукторні втулки можуть бути:

- постійними;
- змінними;
- швидкозмінними;
- спеціальними.

Таблиця 5 – Установи торцеві

Установи торцеві (Державний стандарт 13444-85)		
<p>The drawing shows a sleeve with a cross-section and a top view. The cross-section shows a diameter of $\Phi 15$ and a length of 20 мм. The top view shows a square shape with side length 36 and a central hole with diameter $\Phi 4,9$. Dimensions include $5,5$, $1 \times 45^\circ$, $12,5$, $1,6 \times 45^\circ$, $10 \pm 0,2$, $16 \pm 0,2$, 16, $0,8$, $0,4$, $2 \times 45^\circ$, $1 \times 45^\circ$, $0,8$, $0,4$, 16, $10 \pm 0,2$, $16 \pm 0,2$, 36, 20 мм, $\Phi 4,9$, $Rz 40$, and $\sqrt{}$.</p>		
Н	h ($\pm 0,2$)	A ($\pm 0,2$)
32	10	12
40	10	20
50	20	20
60	30	20
70	40	20
80	50	20

Постійні кондукторні втулки встановлюють на напруженій посадці і використовуються в умовах серійного виробництва при числі оброблених отворів не більше 10000 на весь період експлуатації кондуктора.

Змінні кондукторні втулки встановлюють у постійні втулки корпусу кондуктора за посадкою Н7/н6 і використовують в умовах масового виробництва. Швидкозмінні втулки використовуються для обробки отворів декількома послідовно змінюваними інструментами (свердління, зенкування, розверстування) незалежно від типу виробництва. Застосування кондукторних втулок забезпечує підвищення точності оброблених отворів за рахунок виключення розмітки й зменшення розбивки отвору.

Вибір конструктивного виконання втулки визначається типом виробництва, характером виконуваної операції, формою й розмірами оброблених поверхонь, на яких обробляється отвір. До кондукторних втулок пред'являється ряд вимог. Це висока зносостійкість, що забезпечується вибором конструкційного матеріалу й наступної термообробки. Вони виготовляються з високовуглецевих сталей В7, В10,

B12A с наступним загартуванням HRcе 62...65). При свердленні отворів діаметром більше 20 мм кондукторні втулки виготовляються зі сталі 20, 20Х с наступною цементацією на глибину 1 мм і загартуванням HRcе 62...65.

До елементів для забезпечення необхідної траєкторії переміщення інструменту належать копіри. Конструкції копирів визначаються формою й розмірами оброблюваних фасонних поверхонь. Копіри повинні мати необхідну жорсткість, а їхні робочі поверхні повинні мати високу зносостійкість.

Студентам необхідно ознайомитися із конструкціями кондукторних втулок і установ та копирів за довідковою літературою.

Корпуси пристосувань. Корпуси пристосувань є базовими деталями верстатних пристосувань. На них монтуються всі деталі та механізми пристосування. Крім цього, корпуси сприймають сили різання й сили закріплення при обробці заготовки.

За означеною літературою студентам необхідно вивчити вимоги до корпусів, матеріали, які застосовуються для їх виготовлення в різних типах виробництва. Необхідно звернути увагу на застосування пластмас і епоксидних смол (компаундів). Конструктивне виконання основних елементів корпусів. Необхідно з'ясувати способи базування й закріплення корпусів пристосувань на верстатах, а також конструктивне оформлення основних баз корпусних деталей пристосувань.

Література: [2] с. 138–149, 249–293, 327–374, 425–516; [7] с.15–29, 54–93; [8] с.6–8

Питання для самоперевірки

- 1 Дайте визначення установочним елементам пристосувань.
- 2 Наведіть схеми конструкцій установочних елементів пристосувань (призм, пальців, опор, оправок та ін).
- 3 З яких металів виготовляються установочні елементи?
- 4 Як розраховуються похибки базування при установці заготовки (деталі) на плоскі поверхні (на циліндричні поверхні у цанги, центра, призми, на плоскість і два пальці)?
- 5 Перелічте основні види кондукторних втулок для свердлильних робіт.
- 6 Приведіть типові конструкції кондукторних втулок.
- 7 Як вибирається відстань від нижнього торця кондукторної втулки до поверхні деталі? Від яких факторів залежить ця відстань?
- 8 З яких матеріалів виготовляються кондукторні втулки?
- 9 Якій термообробці піддаються кондукторні втулки?
- 10 Поясніть призначення установів.
- 11 Приведіть типові конструкції установів.
- 12 Скільки установів повинне мати пристосування, якщо деталь одночасно обробляється двома фрезами?
- 13 З яких матеріалів виготовляються установи і якій термообробці їх варто піддавати?
- 14 Яке службове призначення затискних приладів пристосувань?
- 15 Які вимоги пред'являються до затискних приладів пристосувань?

16 Як вибирається напрямок дії сил закріплення?

17 Як класифікуються затискні пристрої?

18 Приведіть типові конструкції гвинтових механізмів (клинових механізмів, ексцентрикових механізмів, вижильних механізмів, гідропластмасових механізмів) і формули для силового розрахунку.

19 Приведіть типові конструкції пневматичних циліндрів (гідравлічних циліндрів, пневмогідравлічних підсилювачів) і формули для розрахунку зусиль затиску. Область їх застосування.

14 Які допоміжні пневматичні апаратури застосовуються на верстатах? Призначення допоміжної апаратури і порядок її монтажу.

16 Призначення установочно-затискних елементів та їхні типові конструкції.

17 Типові конструкції цангових затискних пристроїв.

18 Як задовольняються вимоги техніки безпеки в конструкціях затискних механізмів?

19 Яка допоміжна пневматична апаратура застосовується у верстатних пристосуваннях?

20 Сформулюйте основні вимоги до корпусів верстатних пристосувань.

21 Які матеріали застосовуються для виготовлення корпусів верстатних пристосувань?

22 Методи виготовлення корпусів верстатних пристосувань.

23 Якій термічній обробці піддаються корпуси верстатних пристосувань?

24 Як здійснюється орієнтація корпусів верстатних пристосувань на верстатах?

Тема 1.3 Передпроектний аналіз, алгоритм побудови і структурні схеми пристосувань

Робоча програма. Фактори, які визначають вибір системи способів оснащення. Аналіз «життєвого середовища» об'єкта проектування і попередній вибір можливих компоновальних рішень конструкції пристосування. Послідовність дій при розробці конструкцій пристосувань. Розробка структурних схем компоновань пристосувань і оцінка технологічності конструктивних варіантів. Розробка технічних завдань на проектування пристосувань.

Методичні настанови. Студентам необхідно визначитися з умовами експлуатації пристосувань. При проектуванні пристосувань, перш за все, необхідно визначитись з умовами роботи в заданому типі виробництва (транспортування і зберігання заготовок, організаційні принципи роботи, методи установки заготовки на верстаті), іншими факторами, які впливають на вибір системи і способів оснащення виробництва, а також з послідовністю обробки заготовки; з'ясувати точність обробки поверхонь заготовки на попередніх операціях; визначитись з обладнанням і ріжучим інструментом. В аналізі «життєвого середовища» об'єкта проектування необхідно з'ясувати ступінь механізації і автоматизації виробництва, режими різання і сили, які діють на заготовку. Важливим є визначення температурних умов експлуатації, використання МОР, організацію видалення стружки. Все це впливає на попередній вибір можливих компоновальних рішень конструкції пристосування.

Також визначаються з керівними матеріалами підприємства і галузі. Це впливає на послідовність дій при розробці конструкцій пристосувань. На базі цього аналізу розробляється кілька структурних схем компонувань пристосувань і оцінюється технологічність конструктивних варіантів, а також розробляється технічне завдання на проектування.

Література: [1] с.178–184; [7] с.134–146; [8] с.11–12

Підготовка до практичних занять

Практичні заняття об'єднані загальним завданням проектування верстатних пристосувань для обробки заданої заготовки. Перше верстатне пристосування проектується для умов одиничного, дрібносерійного або серійного виробництва, а друге – для умов багатосерійного або масового виробництва. Як правило, воно виноситься на самостійну роботу. Тип виробництва й оброблювана поверхня призначається викладачем. Практичні роботи з першого і другого верстатних пристосувань оформляються у двох окремих зошитах.

Тут і далі виділене подвійною лінією з лівого боку обов'язково записується в зошит для практичних робіт.

Завдання: Розробити верстатне пристосування з механізованим рушієм для обробки поверхні _____ у деталі _____ креслення № _____. Верстатне пристосування експлуатується в умовах _____ виробництва.

Підготовка до практичного заняття 1

Тема практичного заняття: аналіз умов роботи верстатного пристосування.

Мета заняття: придбання навичок в аналізі умов експлуатації верстатних пристосувань.

Вхідні дані до практичного заняття:

1 креслення заданої деталі з зазначенням поверхні для обробки;

2 умова завдання.

Порядок виконання практичного заняття студентами

(задачі практичного заняття):

1 розробка маршрутного технологічного процесу;

2 розробка операційного технологічного процесу для операції, на яку проектується верстатне пристосування;

2.1 вибір верстата (технічних характеристик), на якому буде проводитись обробка;

2.2 розрахунок (або вибір з нормативів) режимів різання, складових сили різання;

3 ескізи заготовок на вході до заданої операції й виході з неї;

4 аналіз умов експлуатації верстатного пристосування.

Перед проведенням практичних робіт студент отримує завдання з кресленнями.

При підготовці до практичної роботи необхідно з'ясувати, що задачі проектування верстатного пристосування виникають у зв'язку з вирішенням більш загальної задачі проектування технологічного процесу для конкретного виробництва. Технологічні процеси в умовах різних типів виробництв суттєво відрізняються. Ця різниця є наслідком застосування технологічного обладнання, яке притаманне тільки даному виду виробництва.

Студени повинні мати довідник [4], за яким вибираються необхідні технічні характеристики технологічного обладнання. Ними є габарити робочої зони, форма й розміри приєднувальної поверхні для встановки верстатного пристосування.

Необхідно повторити методи розрахунку (або вибору з нормативів) режимів різання, складових сили різання й операційних ескізів.

За розмірами й допусками, які вказуються на кресленні заготовки на вході до операції, обираються базові поверхні для встановлення у верстатне пристосування. Додержання розмірів і точності поверхонь, які вказуються на ескіз заготовки на виході з операції, є метою при проектуванні верстатного пристосування.

Орієнтовний перелік питань для захисту

Питання рівня оцінок А, В

1 Які умови роботи верстатного пристосування за параметрами точності (навантаження зовнішніми силами, жорсткості)?

2 Як зміни режимів різання впливають на складові сили різання?

3 Які режими різання допустимі за умовами жорсткості заготовки?

Питання рівня оцінок С, D, E

1 Чим відрізняються технологічні процеси в різних умовах виробництва?

2 Як вибирається технологічне обладнання й ріжучий інструмент?

3 Які параметри точності заготовки треба отримати при обробці?

Підготовка до практичного заняття 2

Тема практичного заняття: установка, базування заготовки і вибір системи верстатного пристосування.

Мета заняття: придбання навичок у розрахунку й аналізі похибки базування заготовки при різних схемах установки й виборі системи верстатного пристосування.

Вхідні дані:

1 технічні характеристики металорізального верстата, його приєднувальні поверхні для верстатних пристосувань і розміри робочої зони (з практ. заняття 1);

2 ріжучий інструмент (з практ. заняття 1).

Порядок виконання практичного заняття студентами

(задачі практичного заняття):

1 розробка теоретичної схеми базування (ТСБ);

- 2 вибір установних елементів;
- 3 розрахунок похибок базувань на осях x , y , z ;
- 4 аналіз теоретичної схеми базування й похибки базування;
- 5 вибір системи верстатного пристосування;
 - 5.1 вибір за серійністю;
 - 5.2 вибір за точністю;
 - 5.3 вибір за конструктивними ознаками.

При підготовці до практичного заняття необхідно вивчити теми 1.1, 1.2; повторити з курсу ТОПДСМ розділ «Базування й бази в машинобудуванні». Особливу увагу необхідно звернути на вивчення схем базування й установки заготовки у пристосування. Студенти повинні знати, що теоретичні схеми базування поділяються на групи: для тіл обертання (з $L > D$ і $L < D$), корпусні деталі та деталі складної форми. Правильно розроблена ТСБ є однією зі складових забезпечення обробки заготовки у межах встановленої точності.

Необхідно усвідомити, що теоретична схема базування розробляється з метою:

- правильного розташування заготовки на обраному металорізальному верстаті;
- виявлення поверхонь, які надалі стануть технологічними базами;
- позбавлення достатньої кількості степенів свободи для досягнення необхідної точності обробки заготовки.

Необхідно пам'ятати, що похибка базування виникає внаслідок несуміщення технологічної встановочної бази й вимірювальної бази. Вона дорівнює допуску на розмір між технологічною установною й вимірювальною базами. Похибка базування розраховується на x , y , z на підставі розмірних ланцюгів, а деякі формули зведені в таблиці в працях [1, 2, 3]. Критерієм оцінки похибки базування є допуск на виконуємий розмір на заготовці.

Орієнтовний перелік питань для захисту

Питання рівня оцінок А, В

- 1 Як вибираються базові поверхні для установлення заготовки?
- 2 Як змінюється похибка базування в залежності від обраних установних елементів?
- 3 Технологічне застосування установного елемента (на прикладі конкретного установного елемента).
- 4 Які конструктивні особливості різних виконань одного виду установного елемента (на прикладі конкретного установного елемента)?
- 5 Як змінюється похибка базування в залежності від можливих коливань допусків на розміри в заготовці?
- 6 Як змінюється конструкція верстатного пристосування в залежності від обраної систем верстатних пристосувань?

7 Які заходи з досягнення необхідної точності виконуються в різних системах верстатних пристосувань?

Питання рівня оцінок 3, D, E

- 1 Порядок виконання практичного заняття.
- 2 За якими ТСБ встановлюються тіла обертання (корпусні та інші деталі)?
- 3 Які встановочні елементи застосовуються для устанавлення тіл обертання, корпусних деталей?
- 4 Чому розраховуються похибки базування за напрямками (x, y, z)?
- 5 Що є критерієм оцінки похибки базування?
- 6 Як вибирається система верстатного пристосування?
- 7 Які системи верстатних пристосувань характерні для дрібносерійного виробництва?

Підготовка до практичного заняття 3

Тема практичного заняття: аналіз, вибір і обґрунтування схеми закріплення заготовки в пристосуванні.

Мета заняття: придбання навичок у розробці й аналізі схем закріплення заготовок у верстатних пристосуваннях.

Вхідні дані:

- 1 схема базування й установні елементи (з практ. заняття 2);
- 2 напрямки складових сили різання (з практ. заняття 1).

Порядок виконання практичного заняття студентами
(задачі практичного заняття):

- 1 розробка схем закріплення заготовки в пристосуванні;
- 2 аналіз схем закріплення заготовки в пристосуванні.

При підготовці до практичного заняття необхідно вивчити похибки, які виникають при затиску заготовки [1]; з'ясувати, що затиск заготовки може виконуватись силою в напрямку площин установних елементів. При цьому необхідно дотримуватись принципів затиску заготовки [9].

Критерієм вибору схеми затиску є мінімальна похибка затиску. Вона визначається за осями x, y, z, а її розрахунок проводиться за формулами, зведеними в роботах [1, 3, 10]. Студенти повинні з'ясувати, як змінюється похибка затиску в залежності від напрямку дії сили затиску, розташування установних елементів, параметрів їх поверхневого шару, площі опори. Студенти розробляють, як правило, 2...3 схеми затиску, аналізують їх і назначають найбільш раціональну.

Орієнтовний перелік питань для захисту

Питання рівня оцінок А, В

- 1 Як і чому вибрані поверхні для застосування сили затиску?

2 Як змінюється похибка затиску заготовки при зміні точки застосування й напрямку вектора сили затиску?

3 Чи доцільно силу затиску розташовувати назустріч одній зі складових сили різання?

4 Як впливає розташування й кількість установних елементів на похибку затиску?

5 Чому точку застосування сили затиску доцільно розташовувати ближче до поверхні, яка оброблюється?

6 Чи доцільно користуватись двома або більшою кількістю елементів для затиску в верстатному пристосуванні, що проектується?

7 Як змінюється похибка затиску при зміні напрямку сили закріплення до різних поверхонь?

Питання рівня оцінок C, D, E

1 Порядок виконання практичної роботи?

2 Чому необхідно розроблювати схему затиску заготовки?

3 Як обирається точка застосування сили затиску.

4 Як обирається напрям вектора сили затиску?

5 У яких випадках сила затиску може викликати жолоблення заготовки?

6 Які елементи для затиску заготовки застосовуються у верстатних пристосуваннях?

7 Який критерій вибору раціональної схеми закріплення?

Підготовка до контрольного тесту 1

Контрольний тест містить завдання на перевірку знань теоретичного матеріалу й моніторинг навичок: базування заготовок у верстатних пристосуваннях, вибір системи верстатного пристосування, призначення необхідних елементів відповідно до обраної системи.

Для підготовки до відповіді на перше питання необхідно:

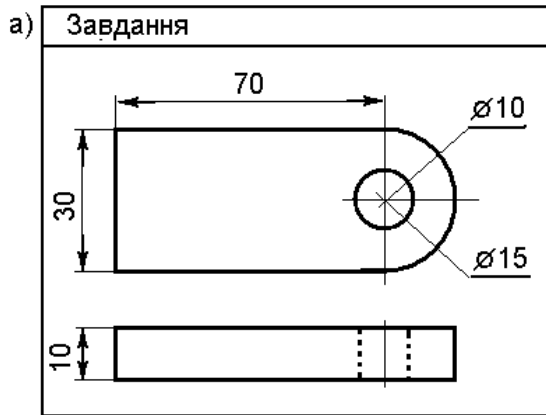
- знати технологічні можливості металорізальних верстатів і вміти розташовувати заготовку в положення, необхідне для її обробки;

- вміти призначати базові поверхні з мінімальною похибкою базування;

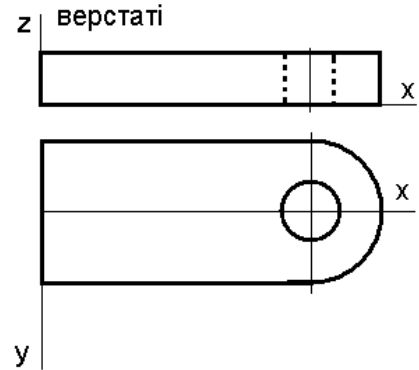
- вміти призначати опорні, напрямні й упорні бази.

Приклад виконання тесту наведено на рисунку 4.

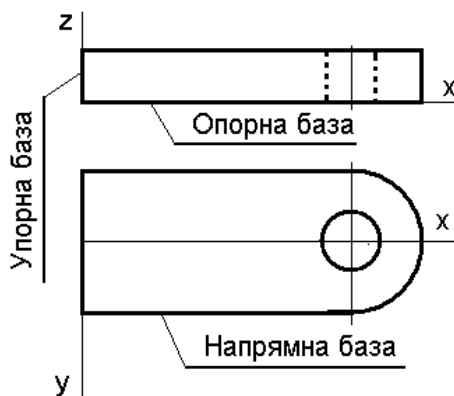
У завданні запропоновано розробити теоретичну схему базування для обробки отвору діаметром 10 мм (рис. 4, *a*). На першому етапі необхідно визначити тип верстату, на якому буде оброблюватись отвір. Ним є свердлильний верстат. Необхідно назначити інструмент для обробки отвору – це свердло діаметром 10 мм. Знаючи розташування робочих поверхонь столу верстату і робоче положення свердла у верстаті, повертаємо заготовку в положення, необхідне для обробки (рис. 4, *b*). Далі необхідно призначити базові поверхні та встановити систему координат (рис. 4, *в*). На останньому етапі наносяться позначки теоретичної схеми базування (рис. 4, *г*).



б) 1 етап. Заготовка розташовується в положенні, необхідному для обробки на свердлильному верстаті



в) 2 етап. Призначаються базові поверхні і система координат.



г) 3 етап. Наносяться знаки теоретичної схеми базування

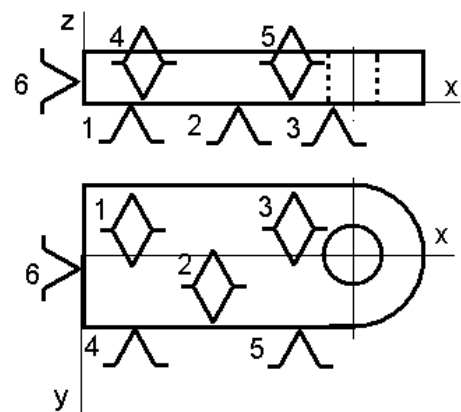
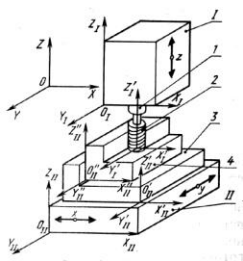


Рисунок 4 – Завдання тесту 1 і послідовність його виконання



МОДУЛЬ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПРИСТОСУВАНЬ

У модулі 2 передбачено виконання низки робіт.

1 Вивчення теоретичного матеріалу з проектування верстатних пристосувань. Теми лекцій 2.1...2.6.

2 Виконання практичних занять 4 і 5.

3 Виконання самостійної роботи.

4 Складання тесту 2.

Система контролю й оцінювання студентів наведена в таблиці 6.

Таблиця 6 – Система контролю за модулем 2 (заліковий тиждень – 5, коефіцієнт – 0,4)

№	Назва контрольного заходу	Критерії оцінювання	Оцінка	Рейтинг	Нац. оцінка
1	Практичне заняття 4 (загальний діапазон балів – 20...35)	Повні відповіді	A	35	5
		Кожна невірна відповідь знижує рейтинг на 3 бали	B	30	4
			C	27	4
			D	24	3
			E	20	3
		Відповіді невірні Нема відповідей	FX	-	-
F	-		-		
2	Практичне заняття 5 (загальний діапазон балів – 20...35)	Повні відповіді	A	35	5
		Кожна невірна відповідь знижує рейтинг на 3 бали	B	30	4
			C	27	4
			D	24	3
			E	20	3
		Відповіді невірні Нема відповідей	FX	-	-
F	-		-		
3	Контрольний тест 2 (загальний діапазон балів – 15...30)	Повна відповідь	A	30	5
		Є незначні помилки	B	25	4
			C	20	4
		Є невірні відповіді	D	17	3
			E	15	3
		Відповіді невірні Нема відповідей	FX	-	-
F	-		-		

Тема 2.1 Базування, закріплення й похибки установки заготовок у пристосування

Робоча програма. Етапи розробки схеми базування й закріплення заготовок у пристосуванні. Основні принципи, яких потрібно дотримуватись при розробці схем базування й закріплення заготовки у пристосування. Похибки, що з'являються в результаті установлення заготовки у пристосування і на верстаті. Розрахунок і оцінка похибки базування, закріплення, припустимої й розрахункової похибки пристосування.

Методичні настанови. Одним з важливих питань при проектуванні пристосувань є виявлення й розрахунок похибки базування й визначення умов забезпечення точності обробки поверхонь деталі. Для успішного засвоєння цього розділу курсу необхідно вивчити теоретичні положення: поняття базування, різновиду баз, розглянути типові схеми базування заготовок у пристосуваннях, правило «шести точок» і вибору технологічних баз. При цьому необхідно розглянути особливості застосування основних і допоміжних встановлювальних елементів пристосувань (опор, пальців, призм та ін.).

Для закріплення матеріалу теми необхідно розглянути розрахунки похибки базування і методи їхнього зменшення. Це доцільно розглядати на типових прикладах при установці заготовки на площину й пальці, на оправку, у центрах, у цанзі, на призмі та ін. При цьому студент повинен твердо засвоїти, що величина похибки базування не є абстрактною і обчислюється до даного конкретного операційного розміру при даній конкретній схемі установки, а також те, що похибки базування виникають тільки при обробці заготовок на настроєних верстатах і при несумісності технологічної бази з вимірювальною.

Література: [1] с.10–60; [7] с.147–158, с.396–403; [8] с.8–9

Питання для самоперевірки

- 1 Що розуміється під терміном «база»?
- 2 Дайте визначення понять «базування», «похибка базування».
- 3 Що є причиною виникнення похибки базування?
- 4 Дайте визначення технологічної й конструкторської бази.
- 5 Дайте визначення базам за кількістю ступенів свободи й характером прояву.
- 6 Як формулюється правило «шести точок»?
- 7 Приведіть схему базування призматичних деталей і деталей типу тіл обертання.
- 10 Як розраховуються похибки базування при установці заготовки (деталі) на плоскі поверхні; гладкі циліндричні у розтискних оправках, у цангах, центрах; на призмі, площині і двох пальцях?

Тема 2.2 Силовий розрахунок пристосувань

Робоча програма. Характеристика зовнішніх сил, що діють на заготовку при її обробці на верстаті. Алгоритм виконання проектних і перевірочних силових розрахунків. Принцип силового розрахунку, на основі представлень про тверде тіло, що знаходиться під впливом просторової системи дії сил. Блок-схема силового розрахунку. Розрахунок сили затиску заготовки й сили які створює рушій. Параметри механізмів затиску. Вибір і обґрунтування компоновання механізмів затиску й рушіїв. Силового розрахунку для найбільш розповсюджених схем установки і затиску заготовки під час виконання токарських, фрезерних і свердлильних операцій.

Методичні настанови. На практиці розрахунок сили затиску заготовки виконується у двох основних випадках:

- 1 при використанні наявних універсальних і переналагоджувальних пристосувань із затискними механізмами, що розвивають відому силу затиску.
- 2 при конструюванні нових пристосувань.

У першому випадку розрахунок сил закріплення носить перевірочний характер. При цьому розрахована необхідна сила затиску повинна бути меншою або рівною тій силі, що розвиває затискний механізм пристосування. Якщо ця умова не виконується, то змінюють режими обробки з метою зменшення необхідної сили затиску і ще раз роблять перевірочний розрахунок. Розрахунки можуть виконуватись і у зворотному порядку. Тоді за відомою силою затиску наявного

пристосування визначають припустимі сили різання і задають умови обробки.

При конструюванні нових пристосувань розрахунок сил закріплення може бути зведений до рішення завдання статички на рівновагу заготовки під дією прикладених до неї зовнішніх сил. Всі зовнішні сили умовно поділяються на збірні і зрівноважуючи заготівку. До сил, що збурюють рушія до зсуву заготовки з положення, установленого при її базуванні, належать:

- складові сили різання;
- об'ємні сили (вага заготовки, відцентрові сили й сили інерції).

До сил, що врівноважують заготовку, належать:

- сили тертя, які виникають при закріпленні заготовки;
- сили прямої дії силових механізмів на заготовку;
- реакції опор.

Необхідно з'ясувати, що для рівноваги твердого тіла, яке перебуває під дією просторової системи сил, порізно повинні рівнятися нулю алгебраїчні суми проекції всіх сил на кожен із трьох координатних осей і алгебраїчної суми моментів всіх сил щодо кожної із цих осей. Зазначені шість рівнянь статички можуть бути записані в такому виді:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \mathbf{F}_i \rightarrow X = 0, \quad \sum_{i=1}^n \mathbf{F}_i \rightarrow Y = 0, \quad \sum_{i=1}^n \mathbf{F}_i \rightarrow Z = 0, \\ \sum_{i=1}^n \mathbf{M}_i \rightarrow X = 0, \quad \sum_{i=1}^n \mathbf{M}_i \rightarrow Y = 0, \quad \sum_{i=1}^n \mathbf{M}_i \rightarrow Z = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

де $\sum_{i=1}^n \mathbf{F}_i \rightarrow X = 0$, $\sum_{i=1}^n \mathbf{F}_i \rightarrow Y = 0$, $\sum_{i=1}^n \mathbf{F}_i \rightarrow Z = 0$, – відповідно, суми проекцій всіх сил щодо координатних осей OX, OY, OZ;

$\sum_{i=1}^n \mathbf{M}_i \rightarrow X = 0$, $\sum_{i=1}^n \mathbf{M}_i \rightarrow Y = 0$, $\sum_{i=1}^n \mathbf{M}_i \rightarrow Z = 0$, – відповідно, алгебраїчні суми моментів всіх сил щодо осей OX, OY, OZ.

n – число сил, що входять у розрахункову схему.

Алгоритм розрахунку сили закріплення заготовки в пристосуванні наведений на рисунку 5.

Відповідно до алгоритму, спочатку складається необхідна кількість рівнянь статичної рівноваги заготовки при дії зовнішніх сил. У кожному з них повинні бути присутні зовнішні сили, що зсувають заготовку, і сили, що протидіють переміщенню заготовки. Якщо одна або кілька складових сили різання сприяють закріпленню заготовки, то в рівняння статичної рівноваги вони не заносяться.

Це пов'язане з тим, що через неоднорідність оброблюваного металу (коливання твердості, раковини та інші дефекти) складові сили різання можуть змінюватися в широких межах, що спричинить зниження надійності закріплення. Як правило, не складаються і ті рівняння, у яких компенсація зовнішніх сил, що зсувають заготовку, виконується за рахунок сил реакції опор.

Потім з кожного рівняння статичної рівноваги визначається частина загальної сили закріплення Q_i . Векторна сума Q_i дасть розрахункову силу закріплення Q_p . Для забезпечення надійності закріплення і урахування динаміки

процесу різання в розрахункову формулу вводиться коефіцієнт запасу k .

$$\begin{array}{l}
 \sum (P_i)_{OX} = 0 \Rightarrow Q_1 \\
 \sum (P_i)_{OY} = 0 \Rightarrow Q_2 \\
 \sum (P_i)_{OZ} = 0 \Rightarrow Q_3 \\
 \sum (M_i)_{OX} = 0 \Rightarrow Q_4 \\
 \sum (M_i)_{OY} = 0 \Rightarrow Q_5 \\
 \sum (M_i)_{OZ} = 0 \Rightarrow Q_6
 \end{array}
 \left| \Rightarrow Q_P = \sqrt{\sum Q_i^2} \Rightarrow Q = kQ_P
 \right.$$

Рисунок 5 – Алгоритм розрахунку сили затиску заготовки у пристосуванні

Необхідно з'ясувати те, що ефективність закріплення в значній мірі залежить від прийнятої схеми закріплення. При цьому необхідно вибрати поверхні на заготовці для встановочних елементів, напрямок сили закріплення, кількість прихватів і точки додатка сили (сил) закріплення. При виборі напрямку сили закріплення необхідно враховувати ряд правил:

1 сила затиску повинна бути спрямована перпендикулярно до площин встановочних елементів або під кутом до двох або трьох площин встановочних елементів, щоб забезпечити надійний контакт із базовими поверхнями й виключити зміщення заготовки при затиску;

2 при базуванні заготовки на кількох базових плоских поверхнях сила закріплення повинна бути спрямована до тих встановочних елементів, з якими заготовка має найбільшу площу контакту;

3 напрямок сили закріплення і сили ваги заготовки повинні збігатися (це підвищить ефективність використання затискного механізму);

4 напрямок сили закріплення, якщо можливо, повинен збігатися й з напрямком сили різання.

На практиці після аналізу різних варіантів вибирають найбільш прийнятний напрямок сили закріплення. Вибору раціонального напрямку сили закріплення сприяє введення в силову схему закріплення заготовки упорів, які сприймають діючі на заготовку сили й сприяють зменшенню необхідних сил закріплення.

При виборі точки дотика сил закріплення необхідно користуватися наступними правилами:

1 сила закріплення не повинна рушити до перекидання заготовки або її переміщенню встановочними елементами. Для цього необхідно, щоб точка додатка сили закріплення:

- була розташована якнайближче до центра площі встановочного елемента або до центра ваги трикутника, утвореного лініями, що з'єднують центри встановочних елементів, розташованих в одній площині;
- була прикладена на ділянку поверхні заготовки, яка паралельна поверхні плоских встановочних елементів, що сприймають силу закріплення;

2 дія сили закріплення і викликана нею реакція опор не повинні рушити до створення згинальних моментів, здатних знизити точність обробки нежорстких заготовок;

3 місце дотика сили закріплення повинне розташовуватись якнайближче до місця обробки, особливо для нежорстких заготовок.

При розробці схеми закріплення необхідно проаналізувати кількість і місце встановлення вектору сили закріплення.

Далі остаточно складається схема закріплення. Так, на рисунку 6 наведена схема закріплення, розроблена на підставі наведених вище правил. Заготовка встановлюється на пластинах опорних. Напрямна й упорна база реалізуються опорами постійними. Закріплення заготовки здійснюється двома силами закріплення (наприклад, від двох затискувачів) над опорними пластинами. При цьому усуваються вигин заготовки і її перекидання. Вектор дії сил закріплення збігається з векторами сили різання P_0 і вагою заготовки.

За результатами аналізу різних варіантів складається розрахункова схема для розрахунку сили закріплення. При її складанні необхідно користуватися наступними правилами:

1 вичертити заготовку в трьох проекціях і заключити її в систему координат;
2 намалювати установочні елементи в контакт з базовими поверхнями заготовки;
3 установити різальний інструмент в місці, де він викликає максимальний крутний (або згинаючий) момент. Розставити вектори режимів різання на всіх проекціях;

4 розставити вектори складових сили різання на всіх проекціях та інші зовнішні сили, що зсувають заготовку з положення, прийнятого при базуванні;

5 розставити вектори сил, що протидіють зсуву заготовки на всіх проекціях, а також вектор сили затиску.

Далі розроблюються рівняння для визначення сили затиску заготовки.

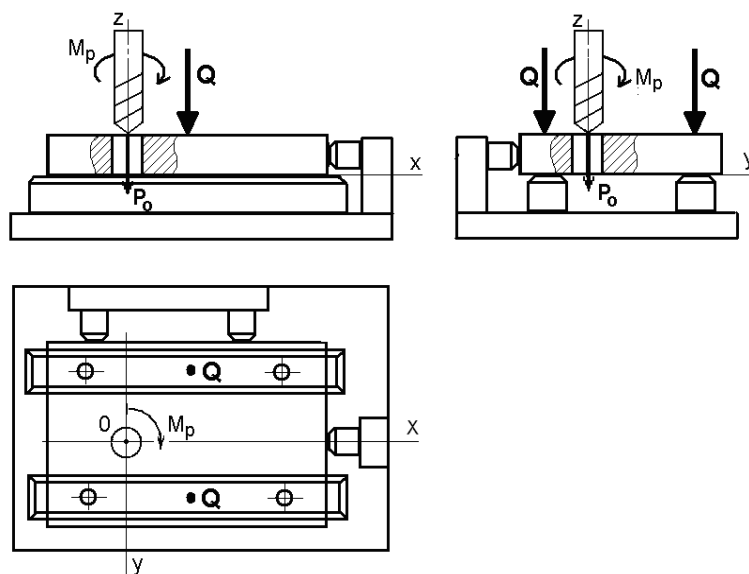


Рисунок 6 – Приклад схеми закріплення заготовки у пристосуванні

Література: [1] с. 61–155; [2] с. 44–72; 200–308; [7] с. 30–53, 404–406.

Питання для самоперевірки

- 1 Які зовнішні сили викликають зміщення заготовки і які сили їм протидіють?
- 2 Як можна впливати на величину сил, які протидіють зміщенню заготовки?
- 3 Як вибирається місце розташування ріжучого інструмента?
- 4 Який порядок складання рівняння для обчислення сили затиску?
- 5 Як враховуються сила інерції й відцентрова сила?
- 6 Як вибирається кількість рівнянь статичної рівноваги заготовки в просторі?
- 7 Як зміняться розрахунки сили затиску пристосування, що проектується, при зміні типів, габаритів і місць розташування встановлювальних елементів?
- 8 Що впливає на величину сили тертя?
- 9 Як змінюються складові $k_0 - k_6$, які входять у формулу розрахунку коефіцієнта запасу сили затиску?
- 10 Який порядок розробки розрахункової схеми для обчислення сили затиску?

Тема 2.3 Розрахунки точності й міцності пристосувань

Робоча програма. Аналіз похибок, що можуть виникнути при обробці деталей, їхній зв'язок з потрібною точністю обробки й необхідною точністю пристосувань Розрахунок допустимої похибки пристосування. Розмірний аналіз компоновання пристосування й розрахунок похибок і допустимих відхилень розмірів, що забезпечують точність розташування заготовки в пристосуванні. Вибір конструкційних матеріалів, з яких виконуються деталі пристосувань, а також вид покриття іншими металами. Вибір методів обробки деталей. Перевірочні й проектні розрахунки розмірів деталей пристосувань за умовами міцності.

Методичні настанови. Студентам необхідно з'ясувати те, що встановлювана заготовка повинна бути правильно зорієнтована щодо різального інструмента й координатних осей металорізального верстата. При цьому точність виготовлення деталі є результатом функціонування технологічної системи. Остання складається з окремих елементів (верстат–пристосування–інструмент–заготовка), кожний з яких впливає на похибки обробки. У результаті впливу похибок елементів технологічної системи з'являється відхилення розміру оброблюваної деталі від заданого, котрий оцінюється технологічним допуском.

Для розрахунку показників точності пристосування користуються наступною залежністю:

$$\delta \geq \varepsilon_y + \varepsilon_{\text{н.обр}}, \quad (2)$$

де $\varepsilon_{\text{н.обр}}$ – нормована похибка обробки.

Нормована похибка обробки $\varepsilon_{\text{н.обр}}$ виникає в процесі обробки деталей внаслідок геометричної неточності верстата, пружної й теплової деформації технологічної системи, зношування різального інструменту й інших факторів. Для

виконання розрахунків на стадії проектування пристосування доцільно враховувати величину цієї погрішності як деяку частину економічної точності обробки, тобто

$$\varepsilon_{\text{н.обр}} = k \cdot \Delta_{\text{ек}}, \quad (3)$$

де $\Delta_{\text{ек}}$ – величина середньої економічної точності;

k – коефіцієнт, що вибирається у межах 0,5...0,8 залежно від квалітету розглянутого розміру деталі: чим нижче квалітет розглянутого розміру деталі, тим більшою вибирається величина k . Для розмірів деталей, оброблюваних за восьмим квалітетом й вище – ДО=0,5, для розмірів деталей, оброблюваних за шостим квалітетом, приймають ДО=0,7 і для розмірів деталей, оброблюваних за п'ятим квалітетом – ДО=0,8.

Розв'язуючи попереднє рівняння отримуємо залежність:

$$\left(k \cdot \Delta_{\text{ек}} \right)^2 - \varepsilon_6^2 - \varepsilon_3^2 \geq \varepsilon_{\text{пр}}^2 \quad (4)$$

На підставі отриманої залежності виконуються проектувальні й перевірочні розрахунки пристосувань. У проектувальних розрахунках на підставі теорії розмірних ланцюгів обчислюються допуски на деталі верстатного пристосування. У перевірочних розрахунках з'ясовується можливість використання пристосування за параметрами точності.

Література: [1] с.184–189

Питання для самоперевірки

- 1 Які похибки можуть виникнути в технологічній системі, і як вони враховуються?
- 2 Назвіть складові похибки встановки заготовки у верстатне пристосування.
- 3 З яких складових складається похибка пристосування?
- 4 У наслідок чого виникає похибка закріплення?
- 5 У чому полягають проєктивні і перевірочні розрахунки на точність?
- 6 Як зменшити похибку установлювання пристосування на верстат?
- 7 Як впливають кількість розмірів деталей у розмірному ланцюзі на величину допусків на деталі, з яких складається цей ланцюг?
- 8 Які особливості обчислення допусків на деталі в пристосуванні для токарних верстатів?
- 9 У зв'язку з чим виникає похибка зносу пристосування, і як вона обчислюється?

Тема 2.4 Проектування переналагоджувальних пристосувань і компонувань з УСП

Робоча програма. Конструкторсько-технологічний класифікатор компонувань переналагоджувальних пристосувань для групової обробки деталей. Особливості створення компонувань переналагоджувальних пристосувань з використанням конструкторсько-технологічного класифікатора. Системи УСП із Т-

образними пазами й координатно-фіксуєчими отворами. Принципи й послідовність складання компонувань пристосувань з елементами УСП.

Методичні настанови. З даної теми студент повинен засвоїти, що конструювання пристосування тісно пов'язане з розробкою технологічного процесу виготовлення деталі. До завдання технолога входять: вибір заготовки і технологічних баз; установлення маршруту обробки; установлення режимів різання; вибір типу і моделі верстата й ін. До завдання конструктора входять: конкретизація прийнятої технологічної схеми установки; вибір конструкції та зіставлення варіантів; вибір розмірів встановлювальних елементів пристосування; визначення величини сили закріплення; уточнення схеми й розмірів затискного пристрою; визначення розмірів напрямних деталей пристосування; загальне компонування пристосування.

Вхідними даними для конструктора є креслення заготовки й деталі з технічними вимогами; операційне креслення на попередню і виконувану операції; операційні карти технологічного процесу обробки даної деталі. З них виявляють послідовність і зміст операцій, прийнята схема базування, технологічне обладнання та інструмент, режими різання. Конструктору необхідні стандарти на деталі й вузли верстатних пристосувань, а також альбоми нормалізованих конструкцій.

Студент повинен добре засвоїти типову послідовність конструювання пристосування, де, установивши прийнятну в технологічному процесі схему базування заготовки, точність і шорсткість поверхонь бази, визначають тип і розмір встановлюваних елементів, їхнє число й взаємне положення. Знаючи величини сил різання, установлюють місце додатка сил закріплення й визначають їхню величину. Виходячи із часу закріплення й відкріплення заготовки, типу пристосування (одно- або багатомісне), вибирають тип затискного пристрою й визначають його основні розміри. Після чого встановлюють тип і розмір деталей для напрямку й контролю положення різального інструменту, виявляють необхідні допоміжні пристрої, вибирають їхню конструкцію і розміри.

Розробку загального виду (у масштабі 1:1) ведуть методом послідовного нанесення елементів пристосування навколо контурів заготовки. Спочатку викреслюють встановлювальні деталі, потім затискні механізми, деталі для забезпечення напрямку руху інструменту і допоміжні механізми. Після цього креслять корпус пристосування, що поєднує всі перераховані вище елементи.

Пристосування повинне бути ергономічним. Обслуговування його повинне бути зручним, а органів керування повинно бути небагато з розташовуванням в одному місці.

На загальному виді вказують габаритні розміри пристосування і розміри, які потрібно витримати при його зборці й налагодженні. Тут же рушія технічні умови на зборку. У них указують необхідну точність зборки пристосування, вимоги до його регулювання й налагодження, методи перевірки при установці на верстат, періодичність профілактичного контролю й ін.

При вивченні теми необхідно знати особливості проектування переналагоджувальних пристосувань з використанням конструкторсько-технологічного класифікатора, у тому числі для групової обробки деталей, і створення компонувань із елементів УЗП.

При цьому необхідно вивчити умови застосування пристосування і фактори, що визначають їхній вибір. Необхідно розглянути вимоги, пропоновані до проектування цих пристосувань на конкретних прикладах.

Приділити особливу увагу питанням забезпечення необхідної точності, механізації та автоматизації пристосувань

Література: [1] с.196–208; [5] с. 117–150; [7] с. 344–367; [8] с.15–16.

Питання для самоперевірки

- 1 Що містить поняття «умови застосування пристосування»
- 2 Які вхідні дані повинен мати конструктор перед початком проектування пристосування?
- 3 Який вплив мають умови застосування пристосування на вимоги до конструкції пристосування?
- 4 Яка послідовність виконання конструктором проектування пристосування?
- 5 Які розрахунки повинен виконати конструктор у процесі проектування пристосування?
- 6 Які розміри, допуски і посадки повинні бути зазначені на кресленні загального виду пристосування?
- 7 Як розраховуються необхідні величини сил закріплення оброблюваних заготовок?
- 8 Які технічні вимоги заносяться на кресленні пристосування?
- 9 Особливості проектування пристосувань для групової обробки деталей.
- 10 Особливості розробок компонувань пристосувань із елементів УЗП.
- 11 Основні шляхи підвищення точності переналагоджувальних пристосувань і компонувань з УЗП.

Тема 2.5 Обґрунтування засобів технологічного оснащення в умовах дрібносерійного виробництва важкого машинобудування

Робоча програма. Центри технологічного оснащення, структура, організація, функції, їхня роль у технологічному оснащенні, переоснащення і модернізація виробництва, скорочення термінів підготовки виробництва, підвищення якості й конкурентноздатності виготовленої продукції. Уніфікація технологічного оснащення за орієнтацією і затиском заготовок на верстаті, контролю параметрів виробів і оргтехоснащення робочого місця верстатника.

Методичні настанови. Студентам необхідно з'ясувати, що ефективність важкого машинобудівного виробництва в значній мірі залежить від того, як вирішується проблема забезпечення необхідного складу й стану технологічного устаткування і засобів технологічного

оснащення. Загальноприйняті два основних напрямки рішення зазначеної проблеми: постійне відновлення, пов'язане із заміною застарілих моделей і пристроїв новітніми розробками, і своєчасна модернізація встаткування. Другий напрямок у наших умовах більш суттєвий з ряду причин. Насамперед, це вимагає менших первісних витрат, більшою мірою враховує специфіку і конкретні умови виробництва.

Одним зі шляхів удосконалювання системи оснащення технологічних процесів є створення центрів технологічного оснащення підприємств.

Центри дозволяють істотно підвищити ефективність і гнучкість виробництва. Це може бути досягнуто за рахунок:

- розширення технологічних можливостей устаткування і забезпечення збільшення концентрації операцій на одному робочому місці;
- підвищення рівня оснащення технологічних процесів уніфікованими пристосуваннями з мінімальним числом переустановлень заготовок, при цьому забезпечується вільний доступ інструментів до поверхні, що оброблюється;
- використання систем інструментів, що дозволяють зменшити витрати допоміжного часу;
- застосування засобів контролю й систем діагностики, що забезпечують надійне керування ходом технологічного процесу;
- підвищення загального рівня механізації та автоматизації виробництва.

Такі центри можуть стати найбільш прогресивними структурами підприємств, що сприяють:

- підвищенню загальної культури виробництва;
- створенню пріоритету модульному проектуванню устаткування, верстатних пристосувань, систем інструментів, засобів контролю й діагностики, а також удосконалюванню методів їхнього використання;
- відпрацюванню найбільш раціональних структур компонувань устаткування й засобів технологічного оснащення, обґрунтуванню потреби у комплектуючих пристроях з урахуванням необхідності модернізації й нарощування наявних устаткування й засобів технологічного оснащення;
- розширенню сфери впливу й можливості збільшення обсягів реалізації продукції провідних фірм (підприємств) за рахунок поставки не тільки комплексів устаткування систем і комплектів оснащення, але й окремих вузлів, підсистем, елементів для модернізації або нарощування наявного технологічного устаткування й засобів технологічного оснащення.

На базі центрів доцільно організовувати:

- ремонт, відновлення й зберігання оснащення або їх окремих вузлів за вже реалізованими замовленнями, які можуть бути використані при виконанні інших замовлень;
- довідкові та інформаційні служби з технологічного оснащення, де збирається й систематизується інформація, яка приходиться на підприємство. Тут аналізується і узагальнюється виробничий досвід вітчизняних і

закордонних підприємств, вивчається можливість використання і потреба підприємства в оснащенні з спеціалізованих заводів, готуються заявки на таке оснащення, створюються банки даних з наявним пристосуванням;

- систематизацію, аналіз і уніфікацію компонувань різних пристосувань та створення на їхній базі багатоцільових пристосувань для обробки, зборки й контролю;

- прокат пристосувань одного цільового призначення (шліфувальних, фрезерних вихрових голівок та ін.) при обробці деталей у різних цехах підприємства;

- сервісне обслуговування оснащення, яке використовується в цехах.

Концепція централізації робіт з оснащення технологічних процесів сприяє істотному скороченню строків технологічної підготовки виробництва і циклу виготовлення виробів, підвищенню гнучкості й мобільності виробництва.

Методика проектування переналагоджувальних пристосувань у важкому машинобудуванні повинна бути безупинно пов'язана з роботами з уніфікації технологічних процесів механоскладального виробництва. Зокрема методика проектування переналагоджувальних верстатних пристосувань припускає використання класифікаторів пристосувань. В основу відомих класифікаторів покладені конструктивні ознаки деталей, що входять до компонування. Такі класифікатори дозволяють формалізувати запис компонувань верстатних пристосувань в ЕОМ, а також автоматизувати процес їхнього машинного проектування. Однак, як правило, такі класифікатори не мають кодів, що зв'язують конструктивні параметри пристосувань із технологічними умовами їхньої експлуатації. Тому виникають труднощі при автоматизованому проектуванні технологічних процесів у частині ідентифікації кодів пристосування з логікою технологічного процесу.

Література: [6] с.275–283.

Питання для самоперевірки

1 Що забезпечують центри технологічного оснащення?

2 Які верстатні пристосування застосовуються в умовах важкого машинобудування на токарних верстатах (фрезерних та інших верстатах)?

3 Які особливості встановлювальних (затискних та інших) елементів в умовах важкого машинобудування?

4 Які шляхи уніфікації конструкцій верстатних пристосувань для важкого машинобудування?

5 Як побудовані центри технологічного оснащення для забезпечення різучим і допоміжним інструментом?

Тема 2.6 Оцінка ефективності використання пристосувань

Робоча програма. Технічний організаційний і економічний аналіз конструкторських варіантів пристосувань. Методика розрахунку економічності та ефективності використання спеціального, універсального, переналагоджувального і універсально-складального технологічного оснащення. Ергономіка і охорона

праці при використанні верстатних пристосувань.

Методичні настанови. При вивченні даної теми необхідно розглянути метод функціонально-економічного аналізу з комплексної оцінки конструкції пристосування як з технічної, так і з економічної точок зору, і методику його застосування при конструюванні верстатних пристосувань при виборі систем (УЗП, УНП, ЗРП або НСП). Тут же розглянути основні передумови ефективності й принципи визначення економічності застосування пристосувань, метод визначення величини фондових витрат, пов'язаних із застосуванням одного пристосування, і річних витрат на комплект даної системи пристосувань, а також методику визначення річної економії від застосування пристосування.

Література: [1] с.189–192; [7] с. 329–343; [8] с.16–17.

Питання для самоперевірки

1 Назвіть основні передумови ефективності й принципи визначення економічності застосування пристосувань.

2 Як виконується оцінка ефективності використання верстатних пристосувань?

3 Як виконується визначення річної економії при застосуванні пристосування?

4 Як визначається рентабельність застосування різних систем пристосувань залежно від коефіцієнта завантаження?

Тема 2.7 Складальні пристосування

(Тема винесена на самостійне пророблення)

Робоча програма. Характерні види складальних пристосувань, їхнє службове призначення й особливості проектування. Методика розрахунків складальних пристосувань на точність. Пристосування для автоматичної зборки. Використання адаптивних систем у складальних пристосуваннях.

Методичні настанови. При вивченні даної теми студентів необхідно розглянути умови застосування як універсальних, так і спеціальних пристосувань для складальних процесів. При цьому розглянути особливості конструкції й експлуатації пристосувань для запресування й напресування різних заготовок, а також плити, призми, косинці, струбцини, домкрати, гвинтові прихоплювачі, знімачі, важільні пристосування для стискання й розтискання пружних елементів (пружин, ресор, розрвних кілець та ін.).

Особливу увагу звернути на пристосування для автоматичного збирання (поворотні столи, кантувачі та ін.), на використання в складальних пристосуваннях пневматичних і гідравлічних рушіїв, а також розрахунки на точність пристосувань.

Література: [1, с.221–234].

Питання для самоперевірки

1 Назвіть типи складальних пристосувань залежно від їхнього службового призначення.

- 2 Назвіть елементи складальних пристосувань.
- 3 Яка специфіка конструювання спеціальних складальних пристосувань?
- 4 Яка особливість проектування й розрахунку пристосувань для автоматичного складання?

Підготовка до практичного заняття 4

Тема практичного заняття: розрахунок сили затиску заготовки у верстатному пристосуванні

Мета заняття: придбання навичок у розрахунку сили закріплення та її аналізі.

Вхідні дані:

- 1 схема базування й схема закріплення (з практич. заняття 2, 3);
- 2 складові сили різання (з практич. заняття 1).

Порядок виконання практичного заняття студентами

(задачі практичного заняття):

- 1 розробка розрахункової схеми для обчислення сили затиску;
- 2 розробка рівняння для обчислення сили затиску;
- 3 аналіз отриманої сили затиску і розробка заходів щодо її зменшення.

При підготовці до виконання практичного заняття студенти повинні вивчити тему 2.2 і порядок розробки розрахункової схеми для розрахунку сили затиску [10], а також порядок розробки рівняння для розрахунку сили затиску [10].

Після вивчення теоретичного матеріалу необхідно визначити зовнішні сили, які діють на заготовку.

Намітити шляхи зменшення величини сили затиску. Для цього доцільно застосовувати встановлювальні елементи різних виконань з різною шорсткості опорних поверхонь.

Орієнтовний перелік питань для захисту

Питання рівня оцінок А, В

- 1 Які зовнішні сили викликають зміщення заготовки, і які сили їм протидіють?
- 2 Як можна впливати на величину сил, які протидіють зміщенню заготовки?
- 3 Як вибирається кількість рівнянь статичної рівноваги заготовки в просторі?
- 4 Як зміняться розрахунки сили затиску пристосування, що проектується, при зміні типів, габаритів і місць розташування встановлювальних елементів?
- 5 Як змінюються складові $k_0 - k_6$, які входять у формулу розрахунку коефіцієнта запасу сили затиску?

6 Як вибирається місце розташування ріжучого інструмента?

7 Які заходи були вжиті для зменшення необхідної сили затиску?

Питання рівня оцінок С, D, E

1 Який порядок виконання практичної роботи?

2 Який порядок розробки розрахункової схеми для обчислення сили затиску?

3 Який порядок складання рівняння для обчислення сили затиску?

4 Як враховуються сила інерції й відцентрова сила?

5 Які зовнішні сили діють на заготовку?

6 Що впливає на величину сили тертя?

7 Які переміщення заготовки викликають складові сили різання в верстатному пристосуванні, що проектується?

Підготовка до практичного заняття 5

Тема практичного заняття: аналіз, розрахунок і вибір силового механізму і рушія верстатного пристосування

Мета заняття. Придбання навичок у проектуванні силових механізмів і рушіїв.

Вхідні дані:

1 система верстатного пристосування і його аналог (з практ. заняття 2);

2 схема базування й схема закріплення (з практ. заняття 2, 3).

Порядок виконання практичного заняття студентами

(задачі практичного заняття):

1 вибір або проектування силового механізму;

2 обчислення основних параметрів силового механізму.

3 вибір виду рушія;

4 обчислення основних параметрів рушія;

5 аналіз силового механізму й рушія.

При підготовці до виконання практичного заняття необхідно вивчити (або повторити) теми 1.3, 2.4; методику проектування пристосування й мати схему аналога пристосування, вибраного на практичному занятті 2; порядок обчислення основних параметрів силового механізму, а також силу, яку повинен розвивати рушій; вміти вибирати стандартні рушії з довідників [2, 3, 4].

Орієнтовний перелік питань для захисту

Питання рівня оцінок А, В

1 Порівняйте технічні параметри важільних і клинових механізмів?

2 У яких випадках передаточне число може бути несталою величиною (у важільних механізмах, у клинових механізмах)?

3 В яких випадках застосовуються комбіновані силові механізми?

4 Як силовий механізм (рушій) впливає на конструкцію корпусу верстатного пристосування?

5 Яким чином можна змінити габарити верстатного пристосування?

6 Яким чином регулюється необхідне переміщення робочого органу у верстатному пристосуванні, що проектується?

7 Які інші елементи і механізми треба передбачити у верстатному пристосуванні, що проектується?

Питання рівня оцінок С, D, E

1 Який порядок виконання практичної роботи?

2 Які параметри силового механізму розраховувались у верстатному пристосуванні, що проектується?

3 Які види силових механізмів застосовуються у верстатних пристосуваннях?

5 Які переваги і недоліки мають важільні (клинові) механізми?

4 За якими параметрами вибирається рушій?

6 Які переваги і недоліки мають пневматичні (або гідравличні, пневмогідравличні, електромоторні, магнітні, вакуумні) рушії?

7 З яких металів доцільно виконувати деталі (вказуються викладачем) верстатного пристосування?

Підготовка до контрольного тесту 2

Контрольний тест містить завдання на перевірку навичок у розробці розрахункових схем для визначення сили закріплення.

На рисунку 7 приведено завдання на тест і його виконання. Розрахункова схема розроблялась за методикою, викладеною у темі 2.2.

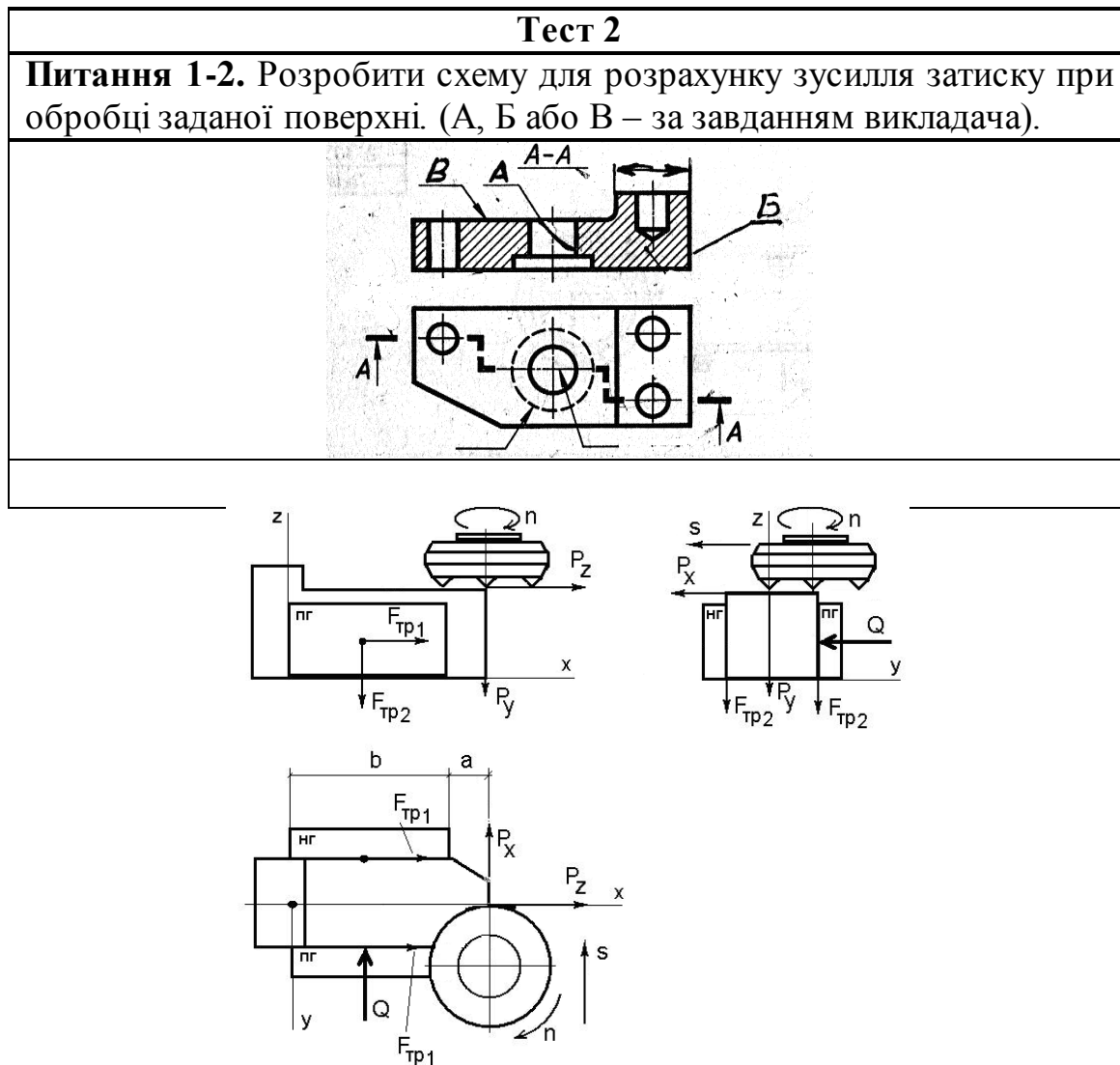


Рисунок 7 – Приклад карточки контрольного тесту і виконання розрахункової схеми для обробки поверхні «В»

Максимальний рейтинг за тест – 30 балів. Правильна відповідь на питання 1 тесту має рейтинг 10 балів, а на питання 2 – має рейтинг 20 балів.

Незначними помилками при відповідях на питання 1, 2 є відсутня система координат, неправильна установка одного з векторів сили, відсутній один з установочних елементів. За кожну помилку рейтинг знижується на 1 бал.

Відповідь складається з шести етапів, які наведені в правилах розробки розрахункових схем для обчислення сили затиску. Відповідь на питання 1, 2 вважається неправильною в разі, якщо:

- схема виконана не в 3 видах;
- деталь розташована на верстаті так, що її не можна обробити;
- відсутня система координат;
- відсутній ріжучий інструмент;
- відсутні всі установочні елементи;

При цьому за одну неправильну відповідь на кожному з етапів рейтинг знижується на 7 балів.



МОДУЛЬ 3

ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ І ДОПОМІЖНОГО ІНСТРУМЕНТУ

У модулі 3 передбачено виконання низки робіт.

1 Вивчення теоретичного матеріалу з проектування верстатних пристосувань. Теми лекцій 3.1, 3.2, 3.3.

2 Виконання практичних занять 6 і 7.

3 Виконання самостійної роботи.

4 Складання тесту 3.

Система контролю й оцінювання студентів наведена в таблиці 7.

Таблиця 7 – Система контролю за модулем 3 (заліковий тиждень – 9, коефіцієнт – 0,3)

№	Назва контрольного заходу	Критерії оцінювання	Оцінка	Рейтинг	Нац. оцінка
1	Практичне заняття 6 (загальний діапазон балів – 20...35)	Повні відповіді	A	35	5
		Кожна невірна відповідь знижує рейтинг на 3 бали	B	30	4
			C	27	4
			D	24	3
			E	20	3

№	Назва контрольного заходу	Критерії оцінювання	Оцінка	Рейтинг	Нац. оцінка
		Відповіді невірні Нема відповідей	FX F	- -	- -
2	Практичне заняття 7 (загальний діапазон балів – 20...35)	Повні відповіді	A	2	5
Кожна невірна відповідь знижує рейтинг на 3 бали		B	30	4	
		C	27	4	
		D	24	3	
		E	20	3	
Відповіді невірні Нема відповідей		FX F	- -	- -	
3	Контрольний тест 3 (загальний діапазон балів – 15...30)	Повна відповідь	A	30	5
Є незначні помилки (критерії наведені нижче)		B	25	4	
		C	21	4	
Є невіпні відповіді (критерії наведені нижче)		D	18	3	
		E	15	3	
Відповіді невірні Нема відповідей		FX F	- -	- -	

Тема 3.1 Вибір і обґрунтування технічних засобів контролю параметрів виробів

Робоча програма. Класифікація контрольованих параметрів деталі та складальних одиниць. Методи і технічні способи контролю параметрів виробу, їхні характеристики, особливості й область ефективного використання.

Методичні настанови. Необхідно знати, що до засобів вимірювання належать:

- контрольно-вимірювальний інструмент;
- калібри;
- контрольно-вимірювальні пристосування;
- координатно-вимірювальні машини.

У курсі ТО велика увага надається контрольно-вимірювальним пристосуванням. У залежності від типу виробництва вони можуть мати різну ступінь механізації й автоматизації. Важливими є також умови вимірювання, до яких належать температура середовища, швидкість її зміни, амплітуда зовнішніх вібрацій, вологість і атмосферний тиск.

При підготовці даної теми варто звернути увагу на вивчення питань, пов'язаних із призначенням і класифікацією контрольних пристосувань, основних елементів контрольних пристосувань; типові конструкції пристосувань. Конструкція вимірювальних засобів визначається низкою

факторів, з яких на перше місце варто поставити характеристики самих вимірювальних величин і параметрів.

Класифікуються контрольно-вимірювальні пристосування за:

- методом контролю;
- способом встановлювання;
- способом проведення вимірювань;
- взаємодією з об'єктом вимірювання.

Така класифікація забезпечує вибір і застосування контрольно-вимірювальних пристосувань для різних умов виробництва.

Найважливішою оцінкою якості вимірів є їхня похибка, що являє собою відхилення результату вимірювання від справжнього значення фізичної величини, що вимірюється. Під справжнім значенням фізичної величини розуміється таке її значення, що ідеальним способом відображає в якісному і кількісному відношеннях відповідну властивість об'єкта (ДСТ 16263-70).

Література: [1] с.235–236; [6] с.242–248; [8] с.13–14.

Питання для самоперевірки

- 1 Яке службове призначення контрольно-вимірювальних пристосувань?
- 2 Які існують типи контрольно-вимірювальних пристосувань?
- 3 Які температурні умови для проведення вимірювань?
- 4 Як класифікуються контрольно-вимірювальні пристосування?
- 5 Основні елементи контрольно-вимірювальних пристосувань.
- 6 Які похибки мають місце при вимірюваннях?

Тема 3.2 Методика проектування засобів контролю

Робоча програма. Передпроектний аналіз «життєвого середовища» засобів контролю. Розробка структурної схеми контролю, заданих параметрів виробів і попередня оцінка похибки вимірів. Особливості проектування переналагоджувальних контрольних пристосувань. Контрольні пристосування автоматизованих виробництв, їхній вибір і обґрунтування в залежності від умов виробництва.

Методичні настанови. Необхідно з'ясувати те, що на методи вимірювання й конструкцію пристосувань впливають виробничі умови. Тому необхідно вивчити типові схеми контролю для різних розмірів. Необхідно усвідомити структуру контрольно-вимірювальних пристосувань і елементи, з яких вони складаються. Як правило, елементи пристосувань уніфіковані. Тому проектування пристосування зводиться до його синтезу з уніфікованих деталей.

Основною вимогою до контрольно-вимірювальних пристосувань є точність вимірювання. Тому необхідно набути навички в обчисленні складових похибки вимірювання і обчисленні похибки пристосування в цілому. Похибка контрольно-вимірювального пристосування визначається за рівнянням

$$\varepsilon_{\Pi} = \sqrt{\varepsilon_{\theta}^2 + \varepsilon_{\kappa}^2 + \varepsilon_{\theta}^2 + \varepsilon_{\Pi}^2} \leq \varepsilon_{\Pi}^{\text{н}} \quad (4)$$

де ε_{δ} – похибка базування деталі;

ε_{κ} – кінематична похибка механізмів пристосування;

ε_{θ} – температурна похибка;

ε_{Π} – похибка відліку за вимірювальним приладом.

Треба мати на увазі, що до складу наведених похибок входять похибки з різних ланцюгів контрольно-вимірювального пристосування. Тому необхідно скласти розрахункову схему і виявити всі ланцюги, в яких формуються похибки.

Необхідно вивчити методику проектування. У якості вхідних даних для проектування контрольно-вимірювального пристосування необхідно мати технічне завдання, що включає наступну інформацію:

1 креслення деталі з вказівкою оброблюваних поверхонь і контрольованих параметрів;

2 діапазон і точність вимірювань контрольованих параметрів;

3 тип і організаційну форму виробництва;

4 метод обробки і тип устаткування, що використовується у виробництві;

5 необхідну продуктивність вимірювань і ступінь автоматизації засобів контролю;

6 довідкові і методичні настанови фірми (галузі) з проектування технічних засобів контролю;

Найбільш важливим і відповідальним етапом проектування є допроектний аналіз. На цьому етапі визначається метод контролю, вид технічного засобу контролю і його компонування. Попередній вибір методу контролю і виду засобу контролю здійснюється за результатами ретельного пророблення вхідної інформації, вивчення системи структурних зв'язків з урахуванням конкретних умов використання пристосування.

Рішенню про вибір методу контролю і засобу контролю, а також можливого компонування пристосування передують:

1 складання загальної структурної схеми контролю, що включає схему базування деталі та схему контролю;

2 складання розмірного ланцюга, що включає похибки при базуванні контрольованої деталі, і похибки, які можуть виникнути в процесі контролю внаслідок конструктивних особливостей технічного засобу;

3 оцінка ефективності використання пристосування.

Критерієм оцінки ефективності застосування можливих конструктивних варіантів контрольних пристосувань на стадії передпроектного аналізу доцільно використовувати показники призначення (продуктивність, точність) технологічності конструкції й рентабельності.

Література: [1] с.236–249; [6] с.248–254

Питання для самоперевірки

1 Як виробничі умови впливають на конструкцію контрольно-вимірювальних пристосувань?

2 Які похибки притаманні контрольно-вимірjuвальним пристосуванням?

3 Що належить до кінематичних (температурних) похибок? Як вони обчислюються?

4 Від чого залежить похибка відліку за вимірjuвальним приладом?

5 Як створюється рівняння для обчислення похибки контрольно-вимірjuвального пристосування?

6 Які вхідні дані потрібні для проектування контрольно-вимірjuвальних пристосувань?

7 Який порядок проектування контрольно-вимірjuвальних пристосувань?

Тема 3.3 Вибір проектування і розрахунок допоміжного інструменту

Робоча програма. Допоміжний інструмент. Передпроектний аналіз виробництва, обґрунтування структурної схеми побудови інструментальної системи. Поняття інструментальної системи. Класифікація й структура допоміжного інструменту до токарських верстатів. Система інструментального оснащення до важких токарських верстатів. Допоміжний інструмент для верстатів із ЧПК і фрезерно-свердлильно-розточних обробних центрів.

Методичні настанови. При вивченні теми треба розглянути питання, пов'язані із призначенням, типом пристосувань для установаження, закріплення і визначення положення робочого інструменту (швидкозмінні та різьбонарізні патрони, пристосування для розточування канавок в отворах, багатошпиндельні свердлильні головки, пристосування для установки й вивірки зібраного ріжучого і допоміжного інструменту та ін.). Необхідно уяснити те, що від жорсткості і точності допоміжного інструменту залежить точність обробки деталей, продуктивність праці верстата і собівартість обробки. Тому для нього встановлюється ряд вимог:

1 забезпечення мінімальної номенклатури і вартості;

2 кріплення різального інструмента з необхідною точністю, жорсткістю та вібростійкістю;

3 регулювання (при необхідності) положення різальних кромek відносно координат технологічної системи верстатів з ЧПК;

4 розширення технологічних можливостей верстатів;

5 концентрація технологічних переходів;

6 зручність в експлуатації (швидкозмінність, простота складання, налагодження та ін.);

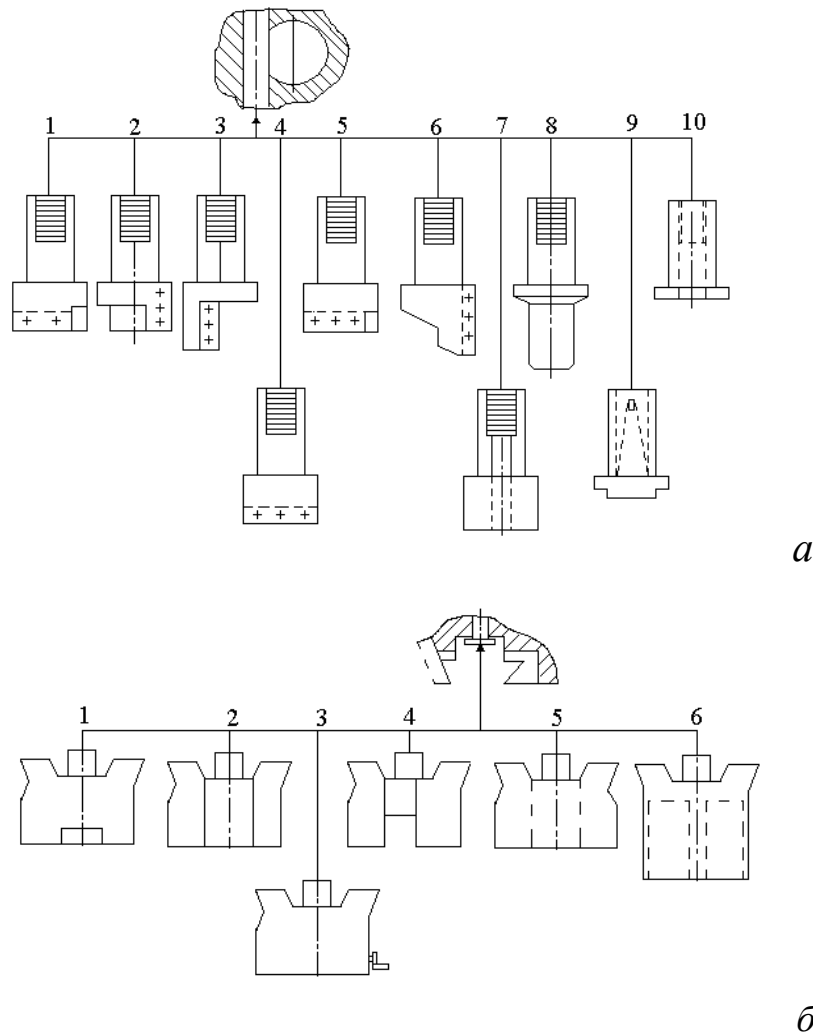
7 технологічність виготовлення.

Необхідно з'ясувати те, що поняття інструментальної системи почало формуватись з появою верстатів з ЧПК і розвивалось у міру удосконалювання технологічного устаткування з програмним керуванням. У кінці 60-х років почалась розробка гнучких виробничих систем (ГВС), що стало причиною ще більшого вдосконалення інструментального господарства, стан якого в значній мірі визначає ефективність

використання ГВС. На рисунку 8 наведено приклад формування інструментальної системи для верстатів з ЧПК токарської групи.

Звернути увагу на допоміжний інструмент для верстатів з ЧПУ і автоматичних ліній, а також особливості проектування пристосувань для закріплення інструменту у верстатах типу «обробний центр».

Література: [1] с.208–220; [8] с.14–15.



а – з циліндричним хвостовиком; б – із базувальної призми

Рисунок.8 – Набір допоміжного інструменту для верстатів з ЧПК токарної групи

Питання для самоперевірки

1 Яке призначення пристосувань для установки і закріплення робочого інструменту?

2 Приведіть приклади схем конструкцій пристосувань для установки і закріплення робочого інструменту для універсальних верстатів, верстатів зі ЧПУ й автоматичних ліній.

3 Які особливості проектування пристосувань до верстатів типу «обробний центр»? Приведіть приклади.

Підготовка до практичного заняття 6

Тема заняття: розрахунок точності верстатного пристосування.

Мета заняття: набуття навичок в обчисленні й аналізі верстатного пристосування на точність.

Вхідні дані:

1 ескізи окремих вузлів верстатного пристосування (з практ. заняття 5);

2 похибки базування (з практ. заняття 2).

Порядок виконання практичного заняття студентами

(задачі практичного заняття):

1 уточнення похибок базування, закріплення й обчислення похибки пристосування в цілому;

2 розробка розрахункових схем на осях x , y , z для знаходження допусків на розміри деталей верстатного пристосування;

3 розрахунок допусків на розміри деталей і нанесення їх на ескіз верстатного пристосування.

При підготовці до виконання практичного заняття студенти повинні вивчити тему 2.3.

Підготувати ескіз пристосування, виконаний «у тонких лініях» з додержанням масштабу. (Ескіз верстатного пристосування розробляється з практичного заняття 5). Звернути увагу на те, що верстатні пристосування мають деталі, які забезпечують точність встановлювання на верстаті (шпонки, штіфти, спеціально підготовлені поверхні).

Перевірити розрахунки похибки базування й закріплення у зв'язку з тим, що вони можуть змінитись після обрання остаточної схеми закріплення.

Вивчити порядок розрахунку похибки пристосування. Звернути увагу на те, що вона, як правило, неоднакова на осях x , y , z . Критерієм точності пристосування є допуск на обробку заготовки.

Повторити порядок розробки розрахункових схем на осях x , y , z (на базі теорії розмірних ланцюгів) для обчислення допусків на деталі верстатного пристосування.

Орієнтовний перелік питань для захисту

Питання рівня оцінок А, В

1 Які похибки можуть виникнути у технологічній системі, і як вони враховуються?

2 В чому полягають проектувальний і перевірочний розрахунки на точність?

3 Розкрийте фізичні основи економічно доцільної точності обробки?

4 Як зменшити похибку встановлення пристосування на верстат?

5 Як впливають кількість деталей у розмірному ланцюзі на величину допусків на деталі, з яких складається цей ланцюг?

6 Які особливості обчислення допусків на деталі у пристосувань для токарних верстатів?

7 В яких випадках на одній з координатних осей допуски не деталі пристосування не розраховуються?

Питання рівня оцінок C, D, E

- 1 Який порядок виконання практичної роботи?
- 2 У наслідок чого виникає похибка закріплення?
- 3 Назвіть похибки встановлення заготовки у верстатне пристосування.
- 4 З яких складових складається похибка пристосування?
- 5 У зв'язку з чим виникає похибка зносу пристосування, і як вона обчислюється?
- 6 Як обчислюється кількість одиниць допуску замикаючого ланцюга?
- 7 Які деталі забезпечують точність встановлення верстатного пристосування на верстат?

Підготовка до практичного заняття 7

Тема практичного заняття: розробка компонування верстатного пристосування, технічних характеристик і вимог.

Мета заняття: набуття навичок у проектуванні верстатного пристосування й розробці технічної документації.

Вхідні дані:

1 ескізи окремих вузлів верстатного пристосування (з практ. заняття 5);

2 технічні вимоги до заданої деталі й допуски на її розміри.

Порядок виконання практичного заняття студентами (задачі практичного заняття):

1 проектування допоміжних механізмів і верстатного пристосування в цілому;

2 розробка технічних характеристик;

3 розробка технічних вимог;

4 розробка технічного опису верстатного пристосування.

Вивчити теоретичний матеріал тем 2.4 і 2.5. Знати порядок розробки універсальних, спеціалізованих і спеціальних верстатних пристосувань. Повторити групи розмірів, які заносяться на складальне креслення. Знати значення технічного опису верстатного пристосування для експлуатації верстатного пристосування. Знати, що технічний опис складається з трьох частин: призначення та переліка основних деталей і вузлів, опису конструкції пристосування і опису роботи пристосування.

Знати порядок розробки технічних характеристик:

- діапазон габаритів заготовки, яка може бути встановлена на верстатне пристосування;

- довжину переміщення робочих органів;

- силу затиску;

- параметри енергії, яка підводиться до рушія;
- точність верстатного пристосування;
- виконання верстатного пристосування.

Знати порядок розробки і розрахунок технічних вимог із взаємного розташування поверхонь пристосування (непаралельність, неперпендикулярність, неплоскосність та інше).

Знати порядок розробки і розрахунок технічних вимог до переміщення окремих деталей верстатного пристосування. Занести їх на ескіз верстатного пристосування.

Знати порядок розробки і розрахунок технічних вимог з випробувань окремих деталей, вузлів і верстатного пристосування в цілому.

Орієнтовний перелік питань для захисту

Питання рівня оцінок А, В

- 1 Як назначаються допуски на розміри деталей у верстатному пристосуванні?
- 2 Розкрийте суть роботи допоміжних механізмів верстатного пристосування?
- 3 У яких випадках у конструкцію пристосування вводять елементи для забезпечення напрямку пересування ріжучого інструменту?
- 4 У яких випадках у конструкцію пристосування вводять елементи для повороту заготовки?
- 5 Розкрийте сенс кожної з частин технічного опису верстатного пристосування.
- 6 Які критерії обчислення технічних вимог з розташування поверхонь деталей верстатного пристосування?
- 7 Який порядок розрахунків допусків на деталі пристосування, які переміщуються при роботі?

Питання рівня оцінок С, D, E

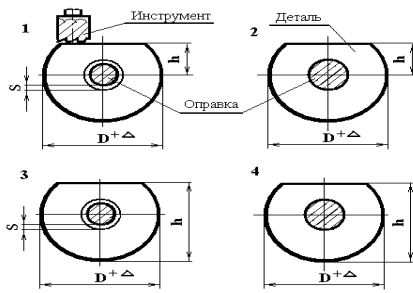
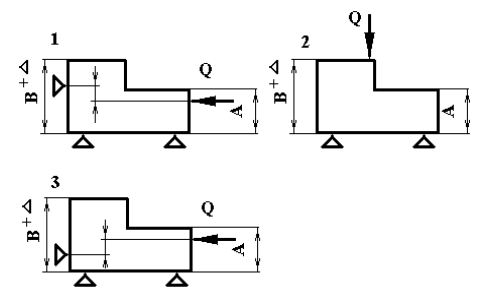
- 1 Який порядок виконання практичної роботи?
- 2 Порядок розробки креслення верстатного пристосування.
- 3 З яких частин складається технічний опис верстатного пристосування?
- 4 Що входить до складу технічних характеристик верстатного пристосування?
- 5 Що входить до складу технічних вимог до верстатного пристосування?
- 6 Як відрізняються навантаження на пристосування при випробуваннях від робочих режимів?
- 7 З яких металів виготовляють корпус верстатного пристосування (інші деталі)?

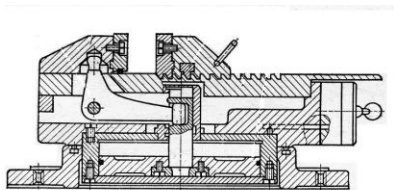
Підготовка до контрольного тесту № 3

Метою контрольного тесту 3 є перевірка знань студентів не тільки з модуля 3, а й загальна перевірка знань з дисципліни «Технологічне оснащення». При підготовці до тесту необхідно повторити або вивчити теми 1.1, 1.2 з модулю 1; теми 2.1, 2.2, 2.3 з модулю 2; теми 3.1, 3.2 з модулю 3.

Максимальний рейтинг за тест – 30 балів. Питання 1...5 оцінюються за системою «вірно», «невірно». За кожну помилку рейтинг знижується на 6 балів.

Тест 3

<p>Питання №1 Які системи пристосувань доцільно використовувати в умовах серійного багатомоделного виробництва?</p>	<p>Відповіді 1 Універсальні налагоджувальні пристосування. 2 Спеціалізовані налагоджувальні пристосування. 3 Нерозбірні спеціальні пристосування. 4 Універсальні збірні пристосування.</p>
<p>Питання №2 При якій схемі установки деталі, з урахуванням вказаних вимірювальних баз, похибка установки буде найменшою?</p>	<p>Відповіді</p> 
<p>Питання №3 При якій схемі закріплення деталі похибка затиску для розміру А буде найменшою?</p>	<p>Відповіді:</p> 
<p>Питання №4 У яких межах повинна бути припущена похибка вимірювання контрольно-вимірювального пристосування при контролі розміру $100^{+0,06}$</p>	<p>Відповіді: 1 12...20 мкм; 2 30 мкм; 3 25...35 мкм; 4 15...20 мкм.</p>
<p>Питання №5 Розробити схему контрольно-вимірювального пристосування для вимірювання <i>радіального биття вала</i></p>	<p>Представити схему</p>



КОНТРОЛЬНА РОБОТА ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

Навчальним графіком для студентів заочної форми навчання спеціальностей 7.090202 «Технологія машинобудування», 7.090203 «Металорізальні верстати» і 7.090204 «Інструментальне виробництво», що навчаються за заочною формою, передбачене виконання контрольної роботи. Контрольна робота буде сприяти кращому засвоєнню й

закріпленню теоретичних розділів курсу й одержанню практичних навичок з проектування й розрахунку пристосувань.

Контрольну роботу треба надіслати на адресу ДГМА у терміни, установлені навчальним графіком, але не пізніше, ніж за тиждень до початку сесії. Якщо контрольна робота виконана вірно, і на титульному аркуші її написано «до захисту», остаточне прийняття її проводиться викладачем після співбесіди зі студентом.

Контрольна робота повинна містити завдання, пояснювальну записку і складальне креслення пристосування.

Завдання на контрольну роботу

Завдання на контрольну роботу для проектування верстатного пристосування кожному студентові видається індивідуально на установочній сесії.

Завдання. Розробити компонування верстатного пристосування з механізованим рушієм для установки і закріплення деталі при обробці заданої поверхні в умовах вказаного типу виробництва.

Вхідними даними для проектування є:

- робоче креслення деталі;
- поверхня, яка оброблюється з використанням проектованого пристосування;
- тип виробництва.

Умови завдань наведені в додатку А.

Всі інші вихідні дані для проектування студент повинен підготувати самостійно: розробити маршрутний технологічний процес, вибрати технологічні бази й режим різання на задану операцію, визначити операційні розміри (на виконувану операцію й попередню).

Рекомендація з виконання розрахункової частини і оформлення пояснювальної записки

Пояснювальна записка оформляється на стандартних аркушах формату А4 або в учнівському зошиті. При цьому об'єм записки, як правило, не перевищує 6...10 аркушів такого зошита. Вона оформляється синьою або чорною пастою, схеми й ескізи виконуються олівцем.

Пояснювальна записка повинна мати наступні розділи:

- 1 розробка вхідних даних до проектування;
- 2 вибір і аналіз схеми базування і розрахунок похибки базування;
- 3 вибір системи верстатного пристосування;
- 4 складання розрахункової схеми пристосування для розрахунку сили закріплення;

5 вибір рушія й розрахунок його параметрів і необхідної гидро-, пневмо- або іншої апаратури;

6 розрахунок пристосування на точність;

7 розробка технічного опису, технічних характеристик і технічних вимог.

1 При розробці вхідних даних з'ясовуються умови експлуатації верстатного пристосування. Для цього розробляється маршрутний технологічний процес механічної обробки заготовки, за яким з'ясовуються точність обробки поверхонь заготовки до приходу на задану операцію. Далі розроблюється операційний технологічний процес на операцію, для якої проектується верстатне пристосування. Після розробки операції отримуємо наступні дані:

- тип і модель верстата;
- ескізи і розміри поверхонь верстата, на які встановлюється пристосування (стіл або шпindelь верстата);

- тип і параметри ріжучого інструменту;
- технологічні бази для установки заготовки;
- режими різання і складові сили різання;

Доцільно додати ескізи заготовок на вході і виході з операції.

2 Відомо, що одержання розміру заданої точності залежить від значного числа факторів (похибки базування, закріплення заготовки, зношування різального інструменту й елементів пристосування, неточностей пристосувань та ін.). Разом з тим загальна похибка пристосування не повинна бути більше регламентованого допуску δ на оброблювану поверхню. На початковій стадії проектування пристосування виконується розрахунок похибки базування ϵ_δ , за якою оцінюється можливість обробки заготовки. Це виконується в наступній послідовності:

- виявити розміри, які необхідно одержати в результаті виконаної операції;

- вибрати з довідкової літератури встановлювальні елементи;

- розробити теоретичні схеми базування (як правило, дві схеми);

- обчислити похибку базування ϵ_δ заготовки для всіх розмірів, що визначають положення оброблюваної поверхні в просторі (на осях X, Y, Z);

- перевірити виконання умови $\epsilon_\delta \leq \frac{1}{3}\delta$, де δ – допуск до розміру,

що виконується.

Якщо дана умова не виконується, то прийнята теоретична схема базування не забезпечує одержання заданого розміру. У цьому випадку необхідно:

- змінити теоретичну схему базування;

- поміняти базові поверхні;

- змінити допуски на попередніх операціях (у межах регламентованої точності виконання обробки на застосовуваному верстаті) або ввести нову операцію.

3 Для того, щоб конструкція пристосування відповідала типу й умовам виробництва, необхідно вибрати його систему. Правильний вибір системи забезпечить оптимальні економічні показники експлуатації пристосування. Система верстатного пристосування вибирається за серійністю, точністю й

конструктивними ознаками, як наведено у темі 1.1. На останньому етапі вибір системи здійснюється за коефіцієнтом технологічності конструкції пристосування, який визначається за залежністю

$$K_T = \frac{1}{z} + \frac{1}{n} + \frac{1}{m}$$

де z – число деталей у налагодженні;

n – число стиків;

m – число рухомих з'єднань.

Перевагу віддають варіанту компоновання пристосування, що має найбільший коефіцієнт технологічності.

4 Силовий розрахунок пристосування передбачає визначення зусилля затиску заготовки. Необхідно дотримуватися наступної послідовності розробки розрахункової схеми:

- зобразити заготовку в трьох проекціях, витримуючи її пропорції;
- зобразити встановлювальні елементи, які контактують із заготовкою;
- показати різальний інструмент у положенні, при якому складові сили різання (або рівнодіюча) будуть створювати найбільший момент (обертаючий або перекидаючий заготовку) або силу, що зрушує з місця заготовку;
- показати на схемі точки додатка і напрямки дії всіх сил, від ріжучого інструменту, а також силу інерції і відцентрову силу, якщо вони діють на заготовку;
- показати сили, що утримують заготовку у положенні, яке вона зайняла при базуванні. Як правило, це сили тертя, що виникають у місцях контакту заготовки з елементами пристосування;

Після розробки схеми розглянути статичну рівновагу заготовки під дією зазначених сил і скласти вихідні рівняння. Потім вирішити систему рівнянь відносно сили закріплення Q . Рекомендується розрахунки виконувати в загальному виді й тільки в остаточну формулу підставляти числові значення вхідних величин.

5 Вибору і розрахунку рушія передуює розробка на міліметрівці конструкції силового механізму пристосування. Як правило, для розробки аналізуються дві існуючі конструкції силових механізмів і вибирається найбільш раціональна. Далі визначається передаточне число механізму і зусилля на рушії W . За розрахованим зусиллям з довідкової літератури вибирається тип рушія, його параметри й розміри. При проектуванні спеціальних пристосувань допускається застосування нестандартних рушіїв, розроблених у ході проектування пристосування.

6 Остаточний розрахунок на точність верстатного пристосування й обчислення допусків на розміри виконується після розробки конструкції «у тонких лініях» на міліметрівці. Розрахунок точності верстатного пристосування $\epsilon_{пр}$ виконується окремо на кожній з координатних осей згідно рівняння

$$\epsilon_{пр} \leq \sqrt{(\delta - k\Delta_{эк})^2 - \epsilon_6^2 - \epsilon_3^2} . \quad (9)$$

де $\Delta_{\text{эк}}$ – величина середньої економічної точності;

k – коефіцієнт, що враховує частку неврахованих похибок обробки.

Коефіцієнт k вибирається в межах 0,5...0,8 залежно від квалітету розглянутого розміру заготовки. Зі збільшенням квалітету обробки величина коефіцієнта k зростає: для розмірів деталей, які виготовлені за 9...12 квалітетами, – $k=0,5$; за 7 квалітетом – $k=0,7$ і за 5...6 квалітетами – $k=0,8$.

Розділ доцільно виконувати в наступній послідовності:

- визначити похибку верстатного пристосування за координатними осями X, Y, Z;
- скласти розрахункову схему для визначення допусків на деталі, які визначають точність положення заготовки у верстатному пристосуванні;
- обчислити допуски на підставі теорії розмірних ланцюгів;
- поставити розрахункові допуски на кресленні верстатного пристосування.

7 Технічний опис верстатного пристосування має наступну структуру:

- призначення пристосування і його основні вузли й деталі;
- опис конструкції пристосування із вказівкою методів і параметрів регулювання й настроювання його окремих механізмів;

- опис принципу дії пристосування із вказівкою силових параметрів.

До технічних характеристик, які заносяться на креслення, відносяться:

- діапазон габаритних розмірів, установлюваної заготовки;
- величина переміщення робочих органів пристосування;
- номінальна сила закріплення;
- параметри енергії, що подаються до рушіїв пристосування;
- точність пристосування;
- виконання пристосування.

Технічні вимоги до верстатного пристосування, які треба розрахувати й занести до креслення:

- вимоги до точності взаємного розташування поверхонь пристосування;
- вимоги до припустимої похибки при переміщенні вузлів і деталей пристосування;
- вимоги до випробувань пристосування;
- вимоги до змащення й консервації пристосування;
- вимоги до транспортування пристосування;
- маркування пристосування.

Виконання графічної частини. Графічна частина повинна являти собою складальне креслення пристосування, виконане у масштабі 1:1 на форматі A1 або A2 з дотриманням вимог ЄСКД. Проекцій, видів, перетинів виконують стільки, скільки необхідно для правильного розуміння конструкції й принципу роботи пристосування. На кресленні повинні бути проставлені габаритні, встановлювальні й приєднувальні розміри, а також наведені технічні характеристики й технічні вимоги. До креслення пристосування обов'язково складається специфікація.

ПЕРЕЛІК ОСНОВНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 **Корсаков, В. С.** Основы конструирования приспособлений : учебник для вузов / В. С. Корсаков. – М. : Машиностроение, 1983. – 277 с.

2 **Ансеров, М. А.** Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1975. – 656 с.

3 **Вардашкин, Б. Н.** Справочник : в 2 т. / Б. Н. Вардашкин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1984. – 2 т. – (Станочные приспособления).

4 **Горошкин, А. К.** Приспособления для металлорежущих станков : справочник / А. К. Горошкин. – М. : Машиностроение, 1979. – 303 с.

5 **Кузнецов, Ю. И.** Оснастка для станков с ЧПУ : справочник / Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. Н. Байков. – М. : Машиностроение, 1983. – 359 с.

6 **Боженко, Л. І.** Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження : посібник / Л. І. Боженко. – Львів : Світ, 2001. – 296 с.

7 **Андреев, Г. Н.** Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства : учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Г. Н. Андреев, В. Ю. Новиков., А. Г. Схиртладзе. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2001. – 415 с.

8 Методика и конспект лекций к изучению дисциплины «Технологическая оснастка» для студентов очной и заочной форм обучения специальности 7.090202 «Технология машиностроения» / сост. : В. В. Скибин, В. С. Медведев – Краматорск : ДГМА, 2008. – 24 с.

9 Учебное пособие по дисциплине «Технологическая оснастка» для студентов специальностей 7.090202, 7.090203 очной и заочной форм обучения. Проектирование станочных приспособлений / сост. : В. В. Скибин, В. С. Медведев. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 20 с.

10 Методические указания по дисциплине «Проектирование технологической оснастки» для студентов специальностей 7.090202 и 7.092003. Силовой расчет станочных приспособлений / сост. В. В. Скибин. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 44 с.

11 Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Проектирование технологического оснащения». Раздел «Расчет точности станочных приспособлений» / сост. В. В. Скибин, В. С. Медведев. – Краматорск : КИИ, 2008. – 19 с.

12 Методические указания к практическим занятиям «Методика проектирования приспособлений по дисциплине «Проектирование технологической оснастки» / сост. В. В. Скибин, В. С. Медведев. – Краматорск : КИИ, 2008. – 20 с.

ПЕРЕЛІК ДОДАТКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 Универсально сборная и переналаживаемая оснастка / А. И. Жабин [и др.]. – К. : Техника, 1982. – 262 с.

2 **Мышлевский, Л. М.** Пружинно-гидравлическая зажимная оснастка для металлорежущих станков / Л. М. Мышлевский. – М. : Машиностроение, 1983. – 148 с.

3 Станочные приспособления с гидравлическими двигателями. Конструирование и расчет. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1974. – 150 с.

ДОДАТОК А

Міністерство освіти й науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Кафедра технології й управління виробництвом

Завдання

на виконання контрольної роботи
з дисципліни «Технологічне оснащення»

Студентові _____ гр. _____

Розробити верстатне пристосування з механізованим рушієм для
обробки поверхні _____ у деталі _____.
Креслення № _____ . Верстатне
пристосування експлуатується в умовах
_____ виробництва.

При виконанні роботи необхідно:

- 1 розробити теоретичну схему базування, вибрати установочні елементи, розрахувати й проаналізувати похибку базування;
- 2 вибрати систему верстатного пристосування;
- 3 виконати розрахунок сили затиску;
- 4 розрахувати й вибрати рушій пристосування та допоміжні механізми;
- 5 розрахувати пристосування на точність;
- 6 виконати компонування пристосування. Скласти технічний опис, технічні характеристики й технічні вимоги.

Навчальний посібник

МЕДВЕДЄВ Вячеслав Степанович

СКИБІН Володимир Володимирович

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ

Навчальний посібник

Редактор С. П. Шнурік

Комп'ютерна верстка О. П. Ордіна

2/2008. Підп. до друку . Формат 60 x 84/16.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. . Обл.-вид. арк. .
Тираж прим. Зам. №

Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру
серія ДК №1633 від 24.12.03.