

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

ГНУЧКІ ВИРОБНИЧІ СИСТЕМИ ТА ІНЖИНІРИНГ ЯКОСТІ

Методичні вказівки
до проведення лабораторних занять для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти
за спеціальностями А5 «Професійна освіта (Машинобудування)»,
А5 «Професійна освіта (Транспорт)»

Електронний ресурс

Рецензенти:

А. М. Чернюк – кандидат технічних наук, доцент каф. електротехніки та електроенергетики ННІ «УПА», ХНУ імені В. Н. Каразіна;

О. А. Пермяков – доктор технічних наук, професор кафедри технології машинобудування та металорізальних верстатів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 1 від 23 жовтня 2025 року)*

Г 97 **Гнучкі** виробничі системи та інжиніринг якості : методичні вказівки до проведення лабораторних занять для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти за спеціальностями А5 «Професійна освіта (Машинобудування)», А5 «Професійна освіта (Транспорт)» [Електронний ресурс] / уклад. А. О. Скоркін, А. С. Протопопова. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 24 с.)

У методичних вказівках до проведення лабораторних занять з курсу «Гнучкі виробничі системи та інжиніринг якості» наведено теоретичні відомості, необхідні для аналізу й налагодження пристосувань, методика й послідовність виконання кожної лабораторної роботи, запитання для самоконтролю.

Видання призначене здобувачам вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм здобуття освіти за спеціальностями А5 «Професійна освіта (Машинобудування)», А5 «Професійна освіта (Транспорт)».

УДК. 621.9.06(075.5)

© Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, 2025

© Скоркін А. О., Протопопова А. С., уклад., 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1-2. Аналіз конструкції спеціального пристосування	7
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3-4. Аналіз конструкції оправлень для токарських і шліфувальних верстатів	12
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5. Аналіз конструкції токарського трьохкулачкового патрона	18
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	22

ВСТУП

Методичні вказівки спрямовані на формування професійно значимих умінь, які входять у структуру мети дисципліни.

Предметом вивчення є спеціальне оснащення й найпоширеніші універсальні пристосування для фрезерних і свердлильних верстатів, якими являються ділильні головки й машинні лещата.

Ціль лабораторних робіт:

- сформувані умінь вибирати пристосування для конкретних умов і застосовувати їх по призначенню.
- аналізувати конструкцію універсальних і спеціальних затискних пристосувань для металорізальних верстатів;
- виконувати силовий розрахунок затискних механізмів пристосувань;
- визначати технічні характеристики пристосування й область його раціонального використання.

Використання лабораторних робіт дозволить побільшати ступінь самостійності студентів при виконанні аналізу й розрахунків технологічного оснащення.

Затискні пристосування відіграють важливу роль у технологічній підготовці механоскладального виробництва. Володіння знаннями про пристосування і методами їх розрахунків дозволяє фахівцеві забезпечувати зменшення строків підготовки виробництва.

Вивчення затискних пристосувань при виконанні лабораторних робіт, включених у посібник, спрямоване на формування в студентів розуміння про:

- виділяти структурні елементи пристосування (настановні, затискні, допоміжні для напрямку й налагодження інструмента, ділильні пристрої й корпус);
- визначати на основі аналізу конструктивні й силові параметри пристосувань;
- розраховувати сили затискача й визначати область раціонального використання пристосування, а також застосовувати пристосування по призначенню.

Перераховані вміння входять у структуру технологічної діяльності й служать базою для вміння проектувати технологічне оснащення. Методичні вказівки дозволяють узагальнити й систематизувати знання, отримані на лекційних і практичних заняттях, а також підвищити рівень сформованих умінь.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1-2

Аналіз конструкції спеціального пристосування

Мета – оволодіння методом аналізу верстатних пристосувань.

Задачі:

- Визначити основні конструктивні елементи пристосування;
- Установити схему базування;
- Визначити технічні характеристики пристосування й зробити висновки про його призначення.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1. Призначення пристосувань

Пристосування – це допоміжний пристрій, який використовується для закріплення деталі або інструмента при механічній обробці, складанні й контролі виробів.

Використання пристосувань у техпроцесі дозволяє:

- підвищити продуктивність праці й точність обробки
 - полегшити умови праці верстатників, скоротити число робітників і знизити необхідну кваліфікацію;
 - підвищити безпеку, розширити технологічні можливості обладнання.
- Застосування пристосувань, як правило, знижує собівартість продукції.

2. Класифікація затискних пристосувань

Пристосування можна класифікувати по трьом ознакам.

По цільовому призначенню пристосування ділять на наступні групи:

- верстатні – для установки й закріплення інструмента (наприклад, патрони для свердлів, багатошпиндельні свердлильні й фрезерні головки, державки для різців);
- верстатні – для установки й закріплення заготовок, які, у свою чергу, діляться на свердлильні, фрезерні, токарські й ін.;
- зборочні;
- контрольні;
- пристосування для захвата й переміщення заготовок.

По ступеню спеціалізації пристосування ділять:

- на універсальні;
- переналагоджувані;
- спеціальні.

Універсальні пристосування застосовуються в одиничному й дрібносерійному виробництві. Вони можуть бути стандартними й не стандартизованими. Їх використовують для закріплення деталей широкої номенклатури й різних розмірів.

Переналагоджувані пристосування використовують у серійному й дрібносерійному виробництві. Прикладом є універсально-складальні пристосування.

По ступеню механізації й автоматизації розрізняють пристосування:

- ручні;
- механізовані;
- напівавтоматичні;
- автоматичні.

3. Конструктивні елементи пристосувань

У конструкції пристосувань завжди відбиті й особливості технологічної операції, для якої воно призначене, і конструктивні особливості заготовки. Тому, аналізуючи конструкцію пристосування, можна з достатнім ступенем точності судити про характер технологічної операції, типі встаткування, конфігурації заготовки, а іноді визначити й розміри, на одержання яких воно дозволяє налагодити верстат.

3.1. Базуючі елементи

Насамперед, у пристосуванні завжди реалізована певна схема установки заготовки, тобто спосіб її базування й закріплення. В залежності від прийнятої в технологічному процесі схеми базування, точності й шорсткості базових поверхонь заготовки використовують різні типи, число й взаємне розташування елементів, що базують.

На практиці зустрічаються наступні настановні елементи: штирі й пластини – при базуванні заготовок плоским поверхням

- призми короткі й довгі – при базуванні зовнішньої циліндричної поверхні;
- пальці й оправлення – при базуванні отвором.

Число класичних схем базування невелике, а їх призначення відомо. Визначивши схему базування, можна зробити висновок про конфігурацію заго-

товки, вірніше, про її приналежності до певної групи. Так виділяють групи призматичних деталей, зовнішніх тіл обертання, втулок, корпусних деталей, важелів і т.д.

Базуючі елементи, пристосувань забезпечують правильне й одноманітне розташування всіх заготовок партії відносно інструмента.

Ці елементи повинні тривалий час зберігати точність розмірів і взаємного розташування. Для забезпечення зносостійкості їх виготовляють з якісної сталі з наступним загартуванням до твердості HRC 58...62. Установка заготовки безпосередньо на корпус пристосування не допускається. Робочі поверхні базуючі елементів, повинні мати невеликі розміри для надійного прилягання до них заготовок.

3.2. Затискні пристрої й привід

Затискні пристрої гарантують нерухомість заготовки під час обробки. Тип затискного механізму і його розміри повинні забезпечити необхідну силу затискача й необхідний час на закріплення й відкріплення деталі. У верстатних пристосуваннях використовують звичайно наступні зажими: клинові, гвинтові, ексцентрикові, важільні й гідропластні, а також їх комбінації. У серійному й масовому виробництві застосовують швидкодіючі затискні механізми, що скорочує використання гвинтових зажимів.

Силовий привід – це джерело сили, що приводить у дію затискачі пристрою. Привід може бути ручним, пневматичним, гідравлічним, пневмогідравлічним, механогідравлічним, магнітним і електро-магнітним. У пристосуваннях з ручним приводом, які використовуються в індивідуальному й дрібносерійному виробництві, затискні механізми повинні бути самогальмуючими.

3.3. Елементи для напрямку різальних інструмент

У свердлильних і розточувальних пристосуваннях застосовують кондукторні втулки для напрямку й підвищення твердості осьових інструментів і установи для налагодження фрез на необхідний розмір.

Кондукторні втулки встановлюють в отвори кондукторних плит. Залежно від способу з'єднання з корпусом кондукторні плити можуть бути:

- постійними (жорстко закріплені в корпусі);
- відкидними (шарнірно кріпляться до корпусу, щоб забезпечити зручну установку й знімання заготовки);

→ піднімальними (піднімаються й опускаються по напрямних при установці й знятті деталі, що дозволяє використовувати їх для затискача деталі.

У кондукторах для дрібносерійного виробництва при обробці отворів одним інструментом використовують нерухливі кондукторні втулки. У серійному виробництві ставлять змінні втулки, їх замінюють після зношування. Швидкозмінні втулки встановлюють при обробці отвору послідовно декількома інструментами.

Розташування кондукторних втулок щодо настановних баз пристосування визначає ті розміри, якими оброблювана поверхня прив'язана до баз деталі, інакше кажучи, розміри, які автоматично дозволяють забезпечити використання даного пристосування на налагодженому верстаті.

3.4. Корпуси пристосувань

На корпусі встановлюють усі інші пристрої, і він не тільки дозволяє змонтувати пристосування як єдине ціле, але й служить для орієнтування, установки й кріплення пристосування на столі.

Корпус сприймає сили обробки й закріплення деталі. Він повинен бути твердим і міцним при мінімальній масі, зручним для очищення від стружки й відводу мастильно-охолоджуючої рідини, забезпечувати зручну установку й знімання заготовок, установку й закріплення пристосувань на столі без вивірки (для цього передбачають напрямні шпонки). Корпус повинен мати елементи кріплення до верстата (вушка або отвори для кріпильних болтів).

При аналізі корпусу слід звернути увагу на спосіб виготовлення (цільний, збірний, литий, зварений, із прокату і т.д.), зручність і безпечність в експлуатації, стійкість, наявність елементів установки й закріплення пристосування на столі верстата без додаткової вивірки (пазові шпонки, що центрують бурти).

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Одержати у викладача два пристосування. Вони повинні відрізнятися характером операції й схемою базування.
2. Вивчивши конструкцію, виділите настановні елементи для базування заготовки. Назвіть і охарактеризуйте їх по ступеню уніфікації (стандартні, нестандартні) і за формою (наприклад, «плоска пластина», «коротка призма», «ромбічний палець» і т.д.). Результати занесіть у таблицю форми звіту.

3. По виду настановних елементів визначте схему базування деталі, реалізовану в пристосуванні, і намалюйте її. Проведіть аналіз схеми, визначивши для кожної базової поверхні число ступенів рухливості, яких вона позбавляє заготовку, і характер базування заготовки – повне або неповне.
4. Визначте приналежність заготовки до однієї із груп: призматичні заготовки, вали, осі, диски, втулки, корпуси, важелі.
5. Оцініть дотримання вимог до елементів, що базують, пристосування в даній конструкції.
6. Назвіть і охарактеризуйте затискний механізм і його привід.
7. Назвіть елементи для напрямку інструмента, або відзначте їх відсутність.
8. Зробіть вивід про призначення й технічних характеристиках пристосування з урахуванням усіх ознак класифікації.
9. При наявності шарнірних затискачів виконаєте кінематичну схему пристосування.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1) Які цілі досягаються при використанні затискних пристосувань у механоскладальному виробництві?
- 2) Перелічить основні типи пристосувань по чотирьом ознакам класифікації.
- 3) Виберіть варіант, який відповідає твердженню: спеціальні пристосування економічно ефективно використовувати в цехах з організацією виробництва по типу
 - індивідуального,
 - дрібносерійного,
 - серійного й масового.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3-4

Аналіз конструкції оправлень для токарських і шліфувальних верстатів

Мета – вивчити принципи базування заготовок на розжимних оправленнях, конструкцію розтискних оправлень і методику розрахунків сил затискача заготовок на оправленнях.

Задачі:

- Визначити основні конструктивні елементи оправок;
- Установити схему базування заготовки на оправці;
- Розрахувати зусилля затискача деталі, установленної на оправленнях
- Зробити висновок про призначення оправлення.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1. Призначення оправлень

1) Оправлення служать для закріплення виробів, оброблюваних, що зовні й мають розточені отвори концентрично зовнішньої поверхні. Вони застосовуються також при торцевій обробці виробів і при підрізуванні. Тому оправлення з насадженими на них виробами можна закріплювати на верстаті різними способами - на центрах, у кулачкових патронах або ж безпосередньо на шпинделі.

Закріплення виробів на оправленнях здійснюється двома способами:

- 2) насадкою - вклинюванням оправлення в отвір виробу;
- 3) надяганням виробу на оправлення й потім закріпленням його шляхом розжимання самого оправлення або затяжною гайкою.

Насадку по першому способу роблять за допомогою оправлення, що заклинюється, показаної на рис. 1.

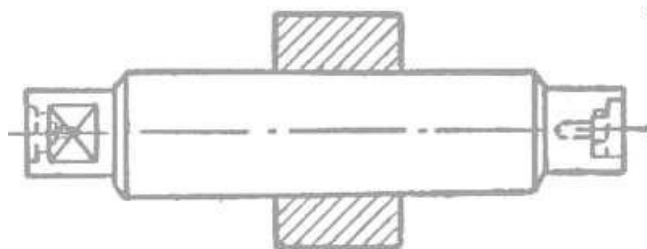


Рис.1 - Тверде конічне оправлення

Таке оправлення являє собою валик, зроблений з невеликою конусністю, яка не повинна перевищувати 1 : 100 мм.

Кінці оправлення роблять меншого діаметра, ніж середню її частину, і з

лисками для закріплення хомутиків; з торців висвердлюють центрові заглиблення для установки на центри верстата. Під час роботи оброблюваний виріб не провертається на такому оправленні тільки завдяки силі тертя, що виникає між дотичними їхніми поверхнями. Тому виріб необхідно насаджувати на оправлення завжди щільно, причому обережними, але з достатньою силою ударами. Для запобігання заїдання між виробами й оправленнями останні виготовляються з м'якої сталі з наступної цементацією, після чого їх робочу поверхню шліфують.

При другому способі кріплення виробів застосовуються розтискні оправлення. Вони дозволяють закріплювати вироби з отворами різних діаметрів. Найбільший діаметр отворів не повинен перевищувати діаметра оправлення в розжатому її стані, а якщо ні, то виріб буде або слабко або зовсім не закріплений. Найменший діаметр отворів повинен бути не менше діаметра оправлення в стислому її стані. Кріплення розтискних оправлень на верстаті можна робити в центрах, у кулачкових патронах і на шпинделі через спеціально для цього оправлення виготовлену планшайбу. На рис. 2 показана розжимна оправка, що складається з конусного валика й цангової втулки, яка має шість прорізів, по три з кожного торця.

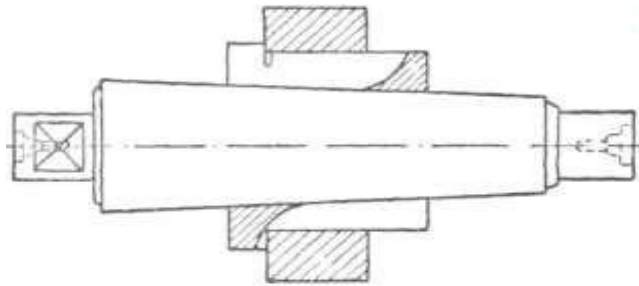


Рис.2 - Розтискне оправлення із цанговою втулкою

На цангову втулку надягають виріб, а потім разом із втулкою заклинюють на валику оправлення, встановленого на центрах верстата. Валик оправлення повинен мати невелику конусність, тому що при великій конусності під час роботи може відбутися розклинення його із втулкою й, отже, роз'єднання з оброблюваним виробом.

Розтискні оправлення доцільніше застосовувати із примусовим утриманням на них виробів. Такі оправлення досить надійно втримують виріб і тим самим дозволяють знімати стружку великого перетину, що підвищує продуктивність верстата й точність обробки. Одна з таких оправлень показана на рис. 3.

Виріб надягають на конусну зовні й зсередини цангову втулку, що має по

три прорізи з кожного торця. У втулку вставляють конусний посередині валик, обоє кінця якого мають різьблення. Більша гайка служить для зняття виробу, якщо воно сильно заклинилося, а менша - для затискача втулки й, отже, для закріплення виробу.

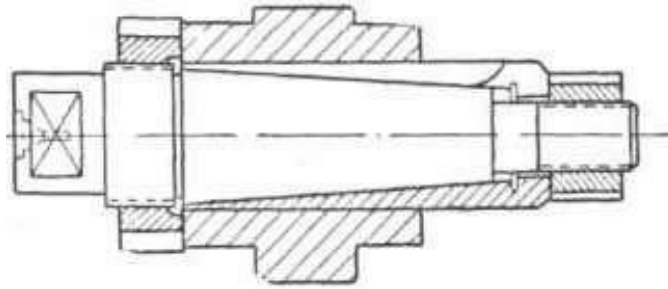


Рис.3 - Розтискне цангове оправлення

2. Класифікація оправлень

Оправлення для токарських і шліфувальних верстатів можна класифікувати по чотирьом ознакам: по способу установки на верстаті (консольні й центрові);

- по конструкції (розтискні й тверді);
- по способу центрування заготовок (центруючі та нецентруючі);
- по способу затискача заготовок (клинові, роликові, із пружними елементами).

Класифікація оправлень для токарських і шліфувальних верстатів приведена на рис 4.

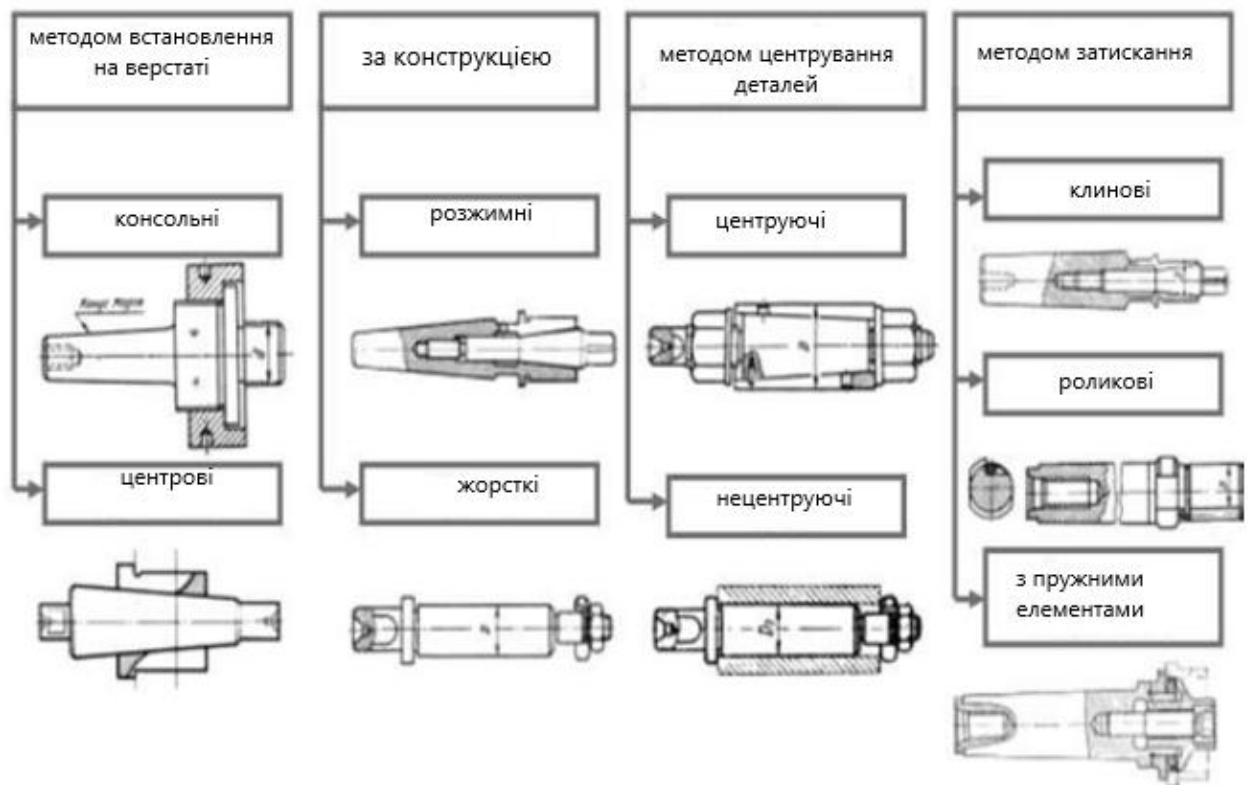


Рис.4 - Класифікація оправлень

3. Принцип базування деталей на оправленнях

Установка заготовок з базуванням по отвору проводиться на пальці або оправлення. Додатковою базою служить торцева поверхня заготовки, що визначає її положення по довжині, а також різні елементи (шпонкова канавка, радіальний отвір та ін.), що визначають кутове положення заготовки щодо осі основної бази.

Розглянемо базування на довгий палець із упором у торець (рис.5). Довгим називається палець, у якого співвідношення довжини до діаметра складає більш одиниці.

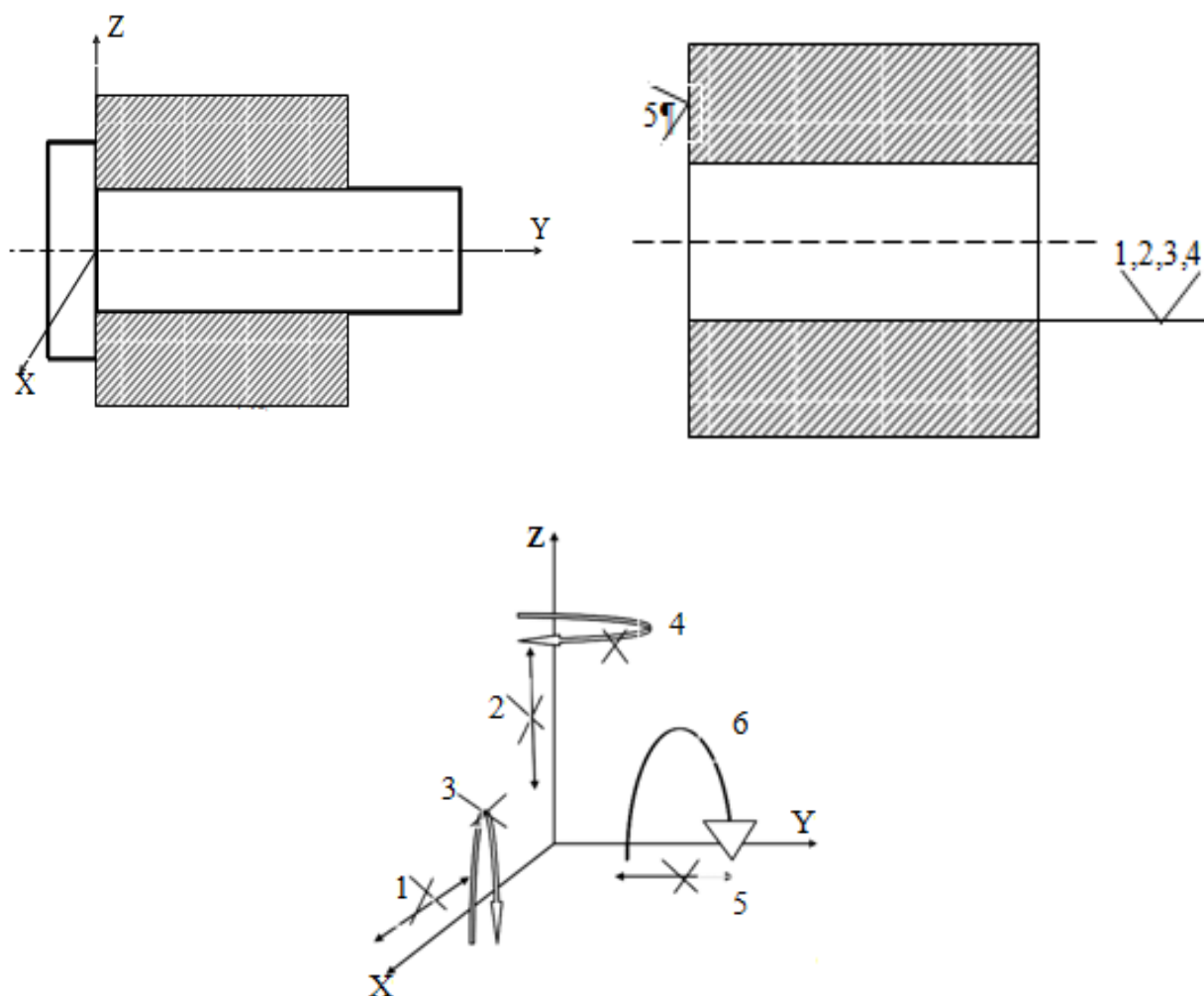


Рис.5 - Базування на довгий палець із упором у торець

Таким чином, заготовка, встановлена на довгий палець позбавлена 5 ступенів волі. Чотирьох ступенів волі (двох переміщень уздовж осей координат і двох обертань навколо них) позбавляє заготовку подвійна направляюча база – отвір і одному ступені волі (переміщення уздовж однієї осі координат) позбавляє заготовку упорна база - торець.

Розглянемо базування на настановну базу й короткий палець (рис. 6). Коротким називається палець, у якого співвідношення довжини до діаметру становить один і менш.

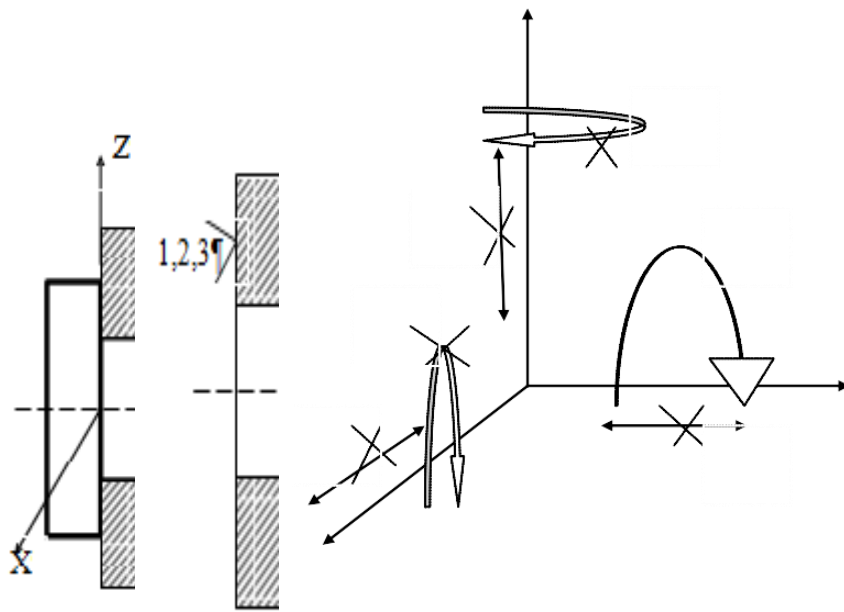


Рис.6 - Базування на настановну базу й короткий палець

Таким чином, заготовка, установлена на короткий палець позбавлена 5 ступенів волі. Трьох ступенів волі (двох обертань навколо осі уздовж осей координат і одного переміщення уздовж осі) позбавляє заготовку установочна база – торець і двох ступенів волі (переміщення уздовж осей координат) позбавляє заготовку база, що центрує, – отвір.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Приведіть приклади твердих і розтискних оправлень.
2. Поясніть пристрій клиноплунжерної оправки.
3. Поясніть пристрій саморозтискного роликового оправлення.
4. Чому на початку процесу різання деталей автоматично закріплюється на саморозтискному роликовому оправленні.
5. Поясніть принцип роботи цангового оправлення й оправлення з тарілчастими пружинами. До якого виду оправлень вони ставляться?
6. Класифікація оправлень для токарських і шліфувальних верстатів.
7. Поясніть методику розрахунків затискного зусилля, створюваного клиноплунжерним оправленням.
8. Поясніть методику розрахунків затискного зусилля, створюваного саморозтискним роликовим оправленням.
9. Приведіть приклади використання оправлень у механообробному виробництві.
10. Поясніть схему базування деталі по отвору й торцю.
11. Принцип базування деталі, встановленої на довгий палець.
12. Принцип базування деталей, встановлених на короткий палець.
13. Відмінності коротких і довгих пальців, як настановних елементів пристосувань
14. На яких верстатах використовуються розглянуті в роботі оправлення?
15. Поясните принцип розрахунку затискного зусилля при установці деталі на циліндричне тверде оправлення.
16. Точність центрування деталі на твердій циліндричній та гідропластній оправленнях.
17. Принцип роботи гідропластного оправлення.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Аналіз конструкції токарського трьохкулачкового патрона

Мета – вивчити конструкцію токарського трьохкулачкового патрона й методику розрахунків сил затискача заготовок у патроні.

Задачі

- Визначити основні конструктивні елементи токарського трьохкулачкового патрона;
- Установити схему базування заготовки в токарському трьохкулачковому патроні;
- Розрахувати зусилля затискача деталі, встановленої в токарський трьохкулачковий патрон
- Зробити висновок про призначення патрона. Устаткування й інструменти:
 - Токарський трикулачковий патрон
 - Патронний ключ
 - Комплект слюсарних інструментів для розбирання й складання патрона
 - Пруток циліндричної форми

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1. Призначення токарських патронів

На токарських верстатах застосовуються шести-, чотирьох-, трьох- і двох-кулачкові патрони, привод яких може бути ручним і механізованим. У двокулачкових патронах, що самоцентруються, закріплюється різні поковки або фасонні відливки. Якщо токарський патрон трикулачковий, самоцентруючий, то за допомогою нього закріплюють заготовки шестигранної та круглої форми, а також круглі прутки з великим діаметром. Чотирьох кулачкові патрони, самоцентруючі, призначені для з зажиму прутків з квадратним перетином, а в патронах з незалежним переміщенням кулачків - заготовки асиметричної форми.

2. Класифікація токарських патронів

- По конструкції (кулачкові, цангові, повідкові);
- По кількості затискних кулачків (двох, трьох та чотирьохкулачкові);
- По способу центрування (самоцентруючі та ні)
- По типу привода (з ручним приводом, з механізованим приводом)

→ Класифікація токарських патронів наведена на рис. 7.

3. Особливості конструкції й базування деталі в трьохкулачковому патроні

Трикулачковий токарський патрон має три кулачки, які одночасно переміщуються на однакову відстань і забезпечують рівномірний затиск заготовки, також збіг її осі з віссю центрів верстата. Тим самим досягається самоцентрування заготовки.

Кулачки токарського трикулачкового патрона розташовано під кутом 120 градусів друг до друга. У цьому змісті токарський трьохкулачковий патрон можна розглядати як призму з поверхнями, що базують, розташованими під кутом 120 градусів.

Розглянемо варіанти базування на довгу й на коротку призму. Схема базування на довгу призму наведена на рис. 8., а на коротку призму – рис. 9.

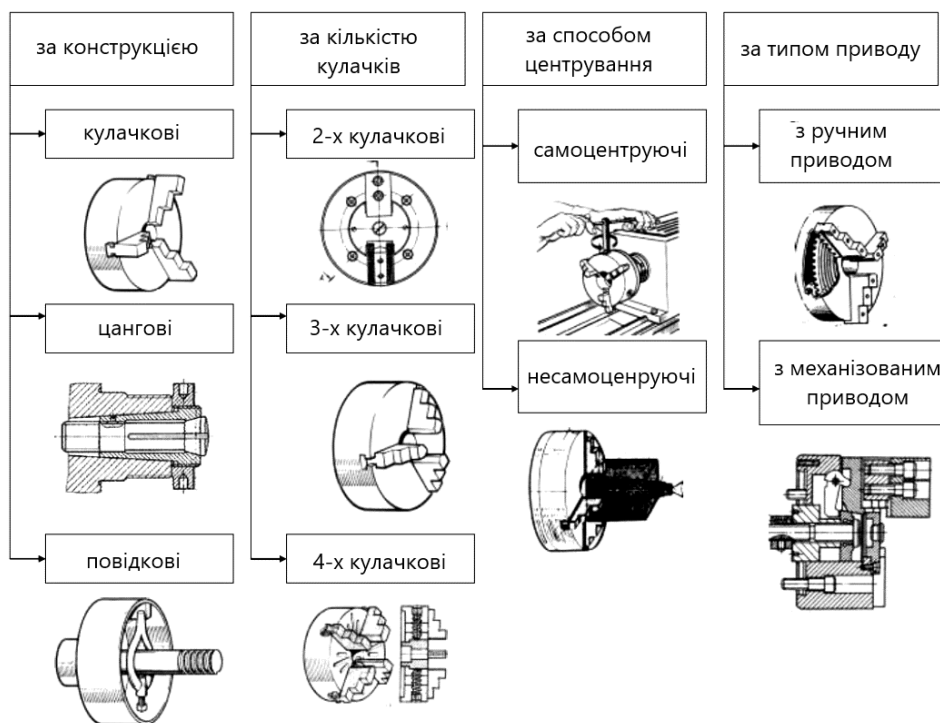


Рис.7 - Класифікація токарських патронів

При базуванні на довгу призму з упором заготовка позбавлена п'яти ступенів волі. Подвійна напрямна база (зовнішня циліндрична поверхня) – позбавляє заготовку чотирьох ступенів волі - двох переміщень уздовж осей координат і двох обертань навколо них. Опорна база (торець) позбавляє заготовку одного ступеня волі - переміщення уздовж осі координат.

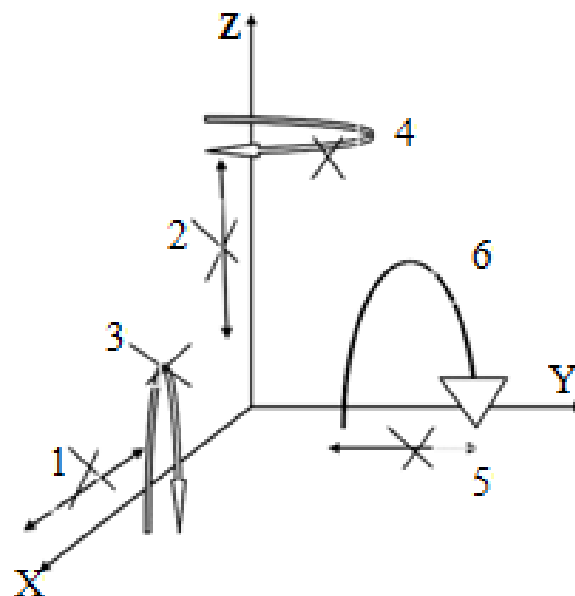
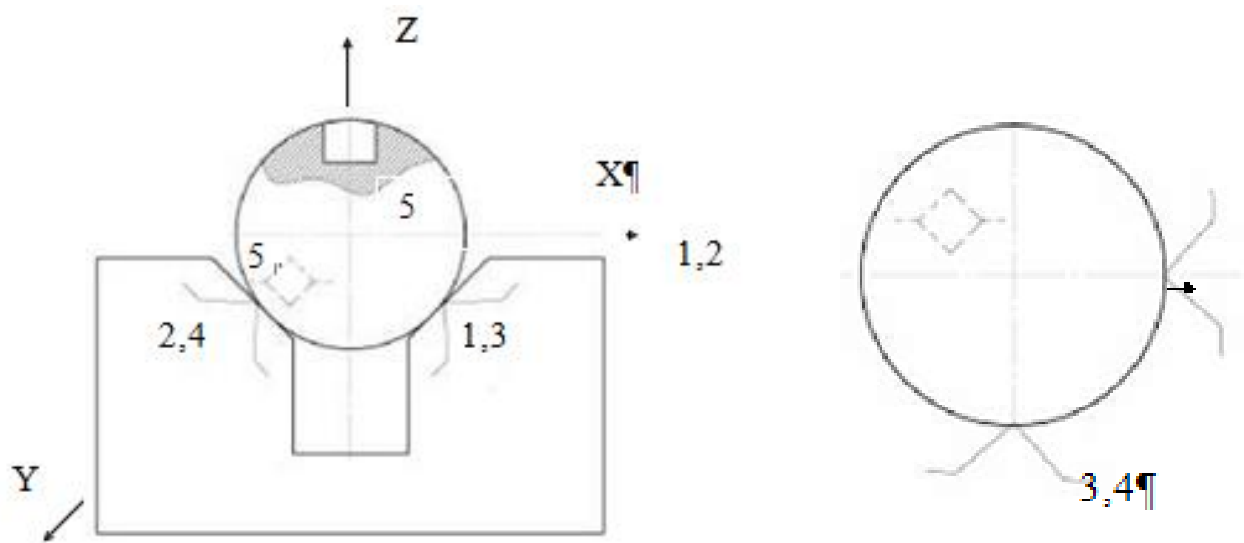


Рис.8 - Базування на довгу призму

При базуванні на коротку призму заготовка позбавлена п'яти ступенів волі. Трьох ступенів волі (двох обертань навколо осі уздовж осей координат і одного переміщення уздовж осі) позбавляє заготовку настановна база – торець і двох ступенів волі (переміщення уздовж осей координат) позбавляє заготовку база, що центрує, – зовнішня циліндрична поверхня.

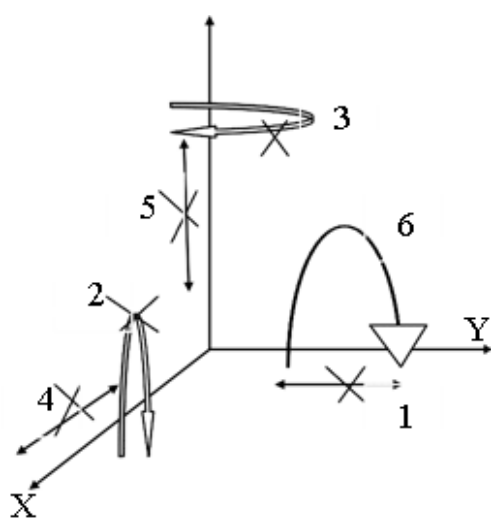
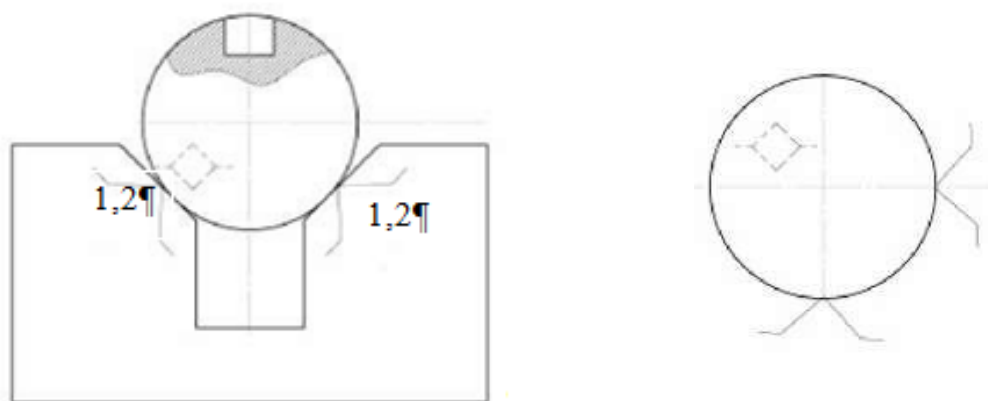


Рис 9 - Базування на коротку призму

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Назвіть основні типи токарських патронів.
2. Поясніть принцип самоцентрування заготовок у токарських патронах
3. Область застосування токарських патронів.
4. Схеми базування деталей у токарських патронах
5. Принцип розрахунків затискного зусилля, створюваного кулачками токарного патрон.
6. Назвіть основні деталі трьохкулачкового патрона.
7. Для чого застосовується диск зі спіраллю Архімеда в трьохкулачковому патроні.
8. Як фіксуються конічні малі шестірні в корпусі трьохкулачкового патрона?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Григор'єв, В. І. Гнучкі виробничі системи: навч. посіб. / В. І. Григор'єв, С. М. Коваленко. – Київ: КНУТД, 2017. – 216 с.
2. Білик, В. І. Інженерія якості: навч. посіб. / В. І. Білик. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 328 с.
3. Головка, М. О. Гнучкі автоматизовані виробництва: підручник / М. О. Головка, В. С. Олійник. – Київ: НАУ, 2020. – 284 с.
4. Герасименко, О. М. Менеджмент якості продукції: навч. посіб. / О. М. Герасименко. – Харків: ХНАДУ, 2021. – 204 с.
5. Попов, С. В. Інжиниринг та управління проектами: навч. посіб. / С. В. Попов, І. О. Сидоренко. – Дніпро: НГУ, 2019. – 192 с.
6. ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements. – Geneva: International Organization for Standardization, 2015. – 30 p.
7. Герасимчук, В. Г. Управління якістю: навч. посіб. / В. Г. Герасимчук. – Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 272 с.
8. Кузьмін, О. Є. Управління якістю: підручник / О. Є. Кузьмін, Л. Г. Шинкарук. – Львів: Вид-во «Новий Світ – 2000», 2017. – 304 с.
9. Гнучкі виробничі системи: методичні вказівки до лабораторних робіт / Уклад. І. П. Петренко, В. І. Литвин. – Черкаси: ЧДТУ, 2021. – 48 с.
10. Лисенко, П. С. Основи технічного інжинирингу: навч. посіб. / П. С. Лисенко. – Одеса: ОНМУ, 2020. – 230 с.
11. Андрєєв, А. В. Гнучкі виробничі системи: моделі та алгоритми управління / А. В. Андрєєв. – Харків: ХПІ, 2019. – 176 с.
12. Ковальов, Б. М. Автоматизовані системи управління виробництвом: навч. посіб. / Б. М. Ковальов. – Суми: СумДУ, 2018. – 208 с.
13. Шаповалов, В. І. Якість та сертифікація продукції: навч. посіб. / В. І. Шаповалов. – Полтава: ПНТУ, 2020. – 218 с.
14. Гринь, В. М. Сучасні методи управління якістю: монографія / В. М. Гринь. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – 276 с.
15. Montgomery, D. C. Introduction to Statistical Quality Control / Douglas C. Montgomery. – 8th ed. – New York: Wiley, 2020. – 752 p.

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Скоркін Антон Олегович
Протопопова Анастасія Сергіївна

ГНУЧКІ ВИРОБНИЧІ СИСТЕМИ ТА ІНЖИНІРИНГ ЯКОСТІ

Методичні вказівки
до проведення лабораторних занять для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти
за спеціальностями А5 «Професійна освіта (Машинобудування)»,
А5 «Професійна освіта (Транспорт)»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 23.10.2025. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 1,50. Обсяг 0,773 Мб. Зам. № 511/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна