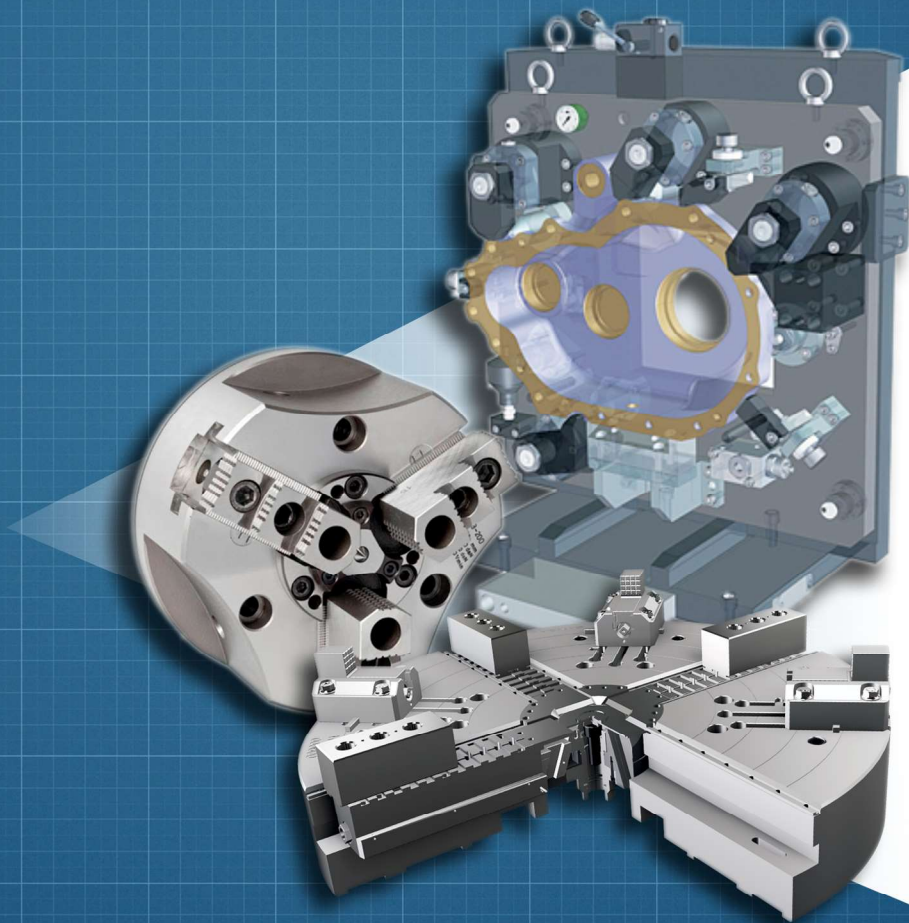


П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов

Технологічна оснастка (Лабораторний практикум)

Навчальний посібник



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов

ТЕХНОЛОГІЧНА ОСНАСТКА

Навчальний посібник

Рекомендовано вченою радою Сумського державного університету

Суми
Сумський державний університет
2020

УДК 621.7.073(07)

К 96

Рецензенти:

В. О. Залоза – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Технологія машинобудування, верстати та інструменти» Сумського державного університету;

В. О. Іванов – доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри «Технологія машинобудування, верстати та інструменти» Сумського державного університету

*Рекомендовано до видання
вченою радою Сумського державного університету
як навчальний посібник
(протокол № 10 від 19 березня 2020 року)*

Кушніров П. В.

К 96 Технологічна оснастка : навчальний посібник / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 140 с.

Навчальний посібник складається з шести тем. Тематика робіт пов'язана з одержанням знань та набуттям умінь читачів, які вивчають особливості використання технологічної оснастки. Розглянуті встановлювальні та затискні елементи пристроїв. Запропоновані методики дослідження жорсткості допоміжних опор та точності налагодження різальних вставок регульованої торцевої фрези. Також звернено увагу читачів на особливості свердильних пристроїв, що містять кондукторні втулки, та на методику визначення параметрів пневмо- і гідроприводів верстатних пристроїв. Надана інформація про застосування програми для ЕОМ «Сила закріплення» для розрахунків сил закріплення заготовок. Лабораторні роботи містять загальні положення з теми досліджень та необхідні обладнання, інструменти, матеріали. Наведені питання для самоперевірки і списки використаних джерел.

Призначений для студентів усіх форм навчання, які вивчають курс проектування технологічної оснастки.

УДК 621.7.073(07)

© Кушніров П. В., Євтухов А. В.,

Дегтярьов І. М., 2020

© Сумський державний університет, 2020

ЗМІСТ

С.

1. Встановлювальні та затискні елементи технологічної оснастки	4
2. Дослідження жорсткості допоміжних опор верстатних пристроїв.....	23
3. Дослідження точності налаштування різальних вставок регульованої торцевої фрези у спеціальному пристрої	40
4. Вивчення свердильних пристроїв із кондукторними втулками	58
5. Визначення параметрів пневмо- та гідроприводів верстатних пристроїв.....	82
6. Розрахунок сил закріплення заготовок у верстатних пристроях за допомогою програми для ЕОМ «Сила закріплення».....	102
ДОДАТОК А	136

1 ВСТАНОВЛЮВАЛЬНІ ТА ЗАТИСКНІ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ

1.1 Мета роботи

Вивчити різновиди конструкцій і графічне позначення встановлювальних і затискних елементів технологічної оснастки.

1.2 Загальні положення

Верстатні пристрої, що входять до складу технологічної оснастки та призначені для установалення оброблюваних заготовок, містять так звані встановлювальні та затискні елементи.

Встановлювальні елементи пристроїв призначені для *базування* на них заготовок, а в деяких випадках – для підвищення жорсткості зазначених заготовок. Затискні елементи пристроїв призначені для *закріплення* заготовок, тобто для силової фіксації положення заготовки, яке їй було надано під час базування.

Згідно із загальними принципами встановлення заготовок до встановлювальних елементів висувають такі *вимоги* [1]:

- кількість і розташування встановлювальних елементів мають забезпечувати орієнтацію заготовки згідно з прийнятою в технологічному процесі схемою базування, а також достатню стійкість заготовки у пристрої;

- під час використання встановлювальних баз заготовки із шорсткістю $R_a > 20$ мкм встановлювальні елементи пристрою потрібно виконувати з обмеженою опорною поверхнею, щоб зменшити вплив нерівностей цих баз на стійкість заготовки;

- встановлювальні елементи не повинні псувати поверхні, особливо ті, що не підлягають повторному обробленню;

- встановлювальні елементи мають бути жорсткими та зносостійкими. Стійкість проти спрацювання опор підвищують, виготовляючи їх із загартованої сталі марок У8А та 45, а також зі

сталі марок 20 та 20Х, які спочатку цементують, а потім загартовують до твердості HRC 55...60. Спрацювання опор можна зменшити хромуванням їхніх несучих поверхонь чи наплавленням твердим сплавом, а також шліфуванням поверхонь до отримання шорсткості $R_a = 0,63...0,32$ мкм;

– для прискорення ремонту пристрою встановлювальні елементи можуть бути виконані легкознімними, що важливо в разі багатосерійного чи масового виробництва.

Встановлювальні елементи, що зветься *опорами*, поділяють на *основні* та *допоміжні*. Основні опори застосовують для базування заготовки, а допоміжні – для *збільшення жорсткості та стійкості* заготовки під час оброблення.

Опори також бувають *постійними* (які не змінюють свого положення, наприклад, штирі, пластини, призми, пальці тощо) і *регульованими* (наприклад, гвинтові та ін.).

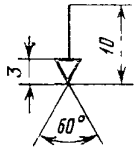
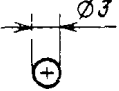


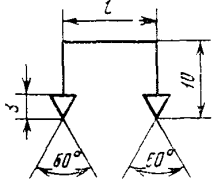
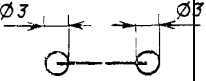

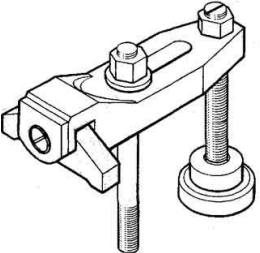
Якщо встановлювальні або затискні елементи необхідно позначити в будь-якій технологічній документації (на кресленнях, операційних ескізах, схемах базування тощо), то для цього використовують спеціальні позначення згідно з чинним міждержавним стандартом ГОСТ 3.1107-81 «Єдина система технологічної документації. Опори, затискачі та встановлювальні пристрої. Графічні позначення» [2].

У таблицях 1.1–1.7 наведено найбільш розповсюджені графічні зображення опор, затискачів і встановлювальних елементів, їхніх робочих поверхонь, а також приклади їхнього використання.

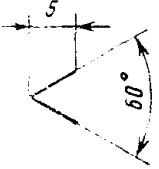

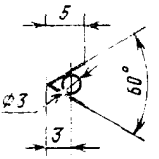

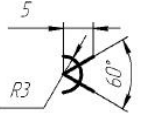
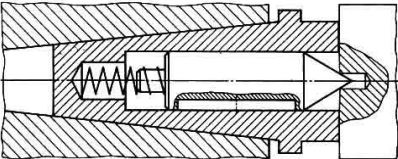
Таблиця 1.1 – Опори (графічні зображення)

Назва	Позначення на видах			Приклад технічної реалізації
	спереду, позаду	зверху	знизу	
Опори				
Нерухома				
Рухома				
Плавальна				
Регульована				

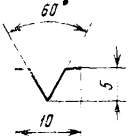


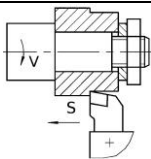
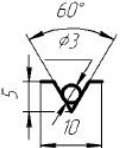


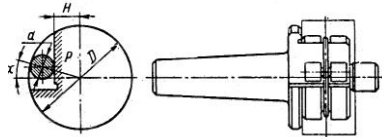
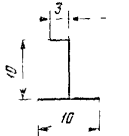


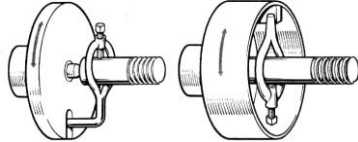



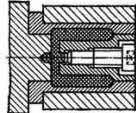
Таблиця 1.2 – Затискачі (графічні зображення)

Назва	Позначення на видах			Приклад технічної реалізації
	спереду, позаду	зверху	знизу	
Затискачі				
Одинарний				
Подвійний				

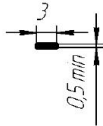

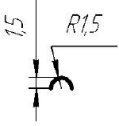

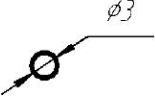
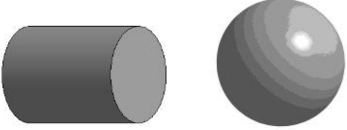
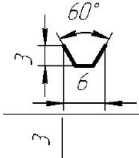
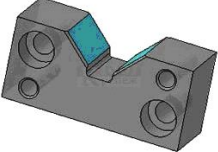
Таблиця 1.3 – Встановлювальні елементи (графічні зображення)

Назва	Позначення на видах			Приклад технічної реалізації
	спереду, позаду, зверху, знизу	зліва	зправа	
Встановлювальні елементи				
1	2	3	4	5
Центр нерухомий		відсутні	відсутні	
Центр обертаний		відсутні	відсутні	
Центр плавальний		відсутні	відсутні	

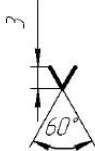

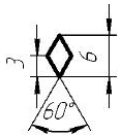

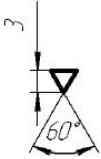

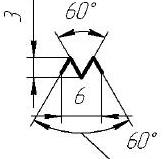
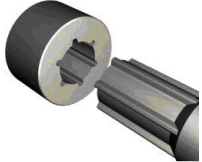
Продовження таблиці 1.3

Назва	Позначення на видах			Приклад технічної реалізації
	спереду, позаду, зверху, знизу	зліва	зправа	
Встановлювальні елементи				
1	2	3	4	5
Оправка циліндрична				
Оправка кульова (роликів)				
Патрон повідковий				
Оправка цангова, гідропластова				

Таблиця 1.4 – Умовні позначення форми робочих поверхонь

Назва	Позначення на всіх видах	Приклад технічної реалізації
1	2	3
Плоска		
Сферична		
Циліндрична (кулькова)		
Призматична		

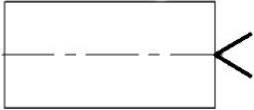

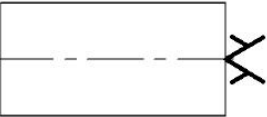


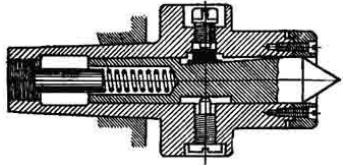


Продовження таблиці 1.4

Назва	Позначення на всіх видах	Приклад технічної реалізації
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Конічна		
Ромбоподібна		
Тригранна		
Рельєф робочої поверхні (рифлена, різева, шліцьова тощо)		

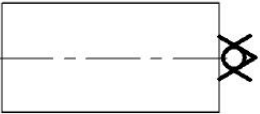
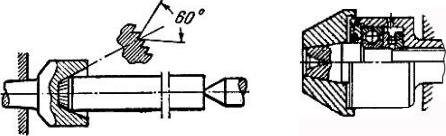
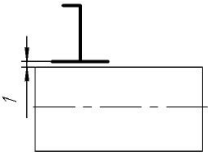

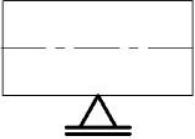

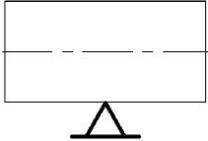

Таблиця 1.5 – Позначення пристроїв затиску

Назва пристрою затиску	Позначення пристрою затиску
1. Пневматичний	<i>P</i>
2. Гідравлічний	<i>H</i>
3. Електричний	<i>E</i>
4. Магнітний	<i>M</i>
5. Електромагнітний	<i>EM</i>
6. Інше	Без позначення

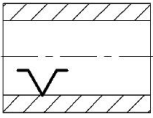
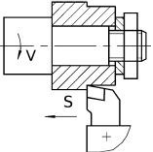
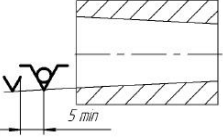
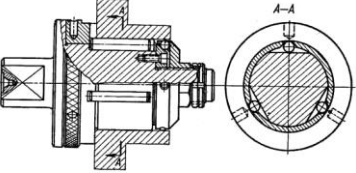
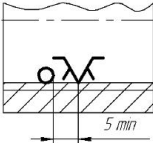

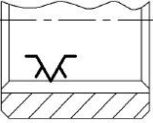

Таблиця 1.6 – Приклади використання позначень опор, затискних і встановлювальних елементів

Назва	Умовне позначення	Приклад технічної реалізації
1	2	3
1. Центр нерухомий (гладкий)		
2. Центр рифлений		
3. Центр плавальний		
4. Центр обертовий		

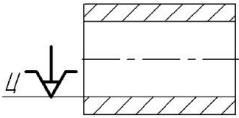
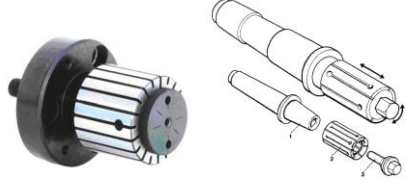
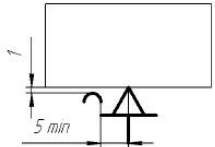
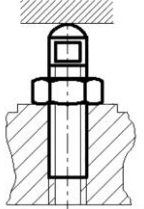
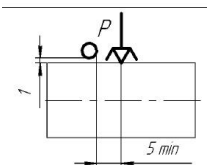

Продовження таблиці 1.6

Назва	Умове позначення	Приклад технічної реалізації
1	2	3
5. Центр зворотний обертовий із рифленою поверхнею		
6. Патрон повідковий		
7. Люнет рухомий		
8. Люнет нерухомий		


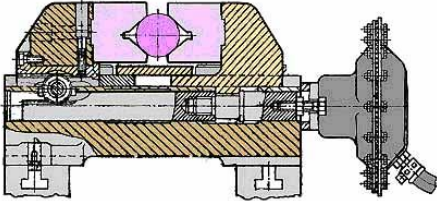
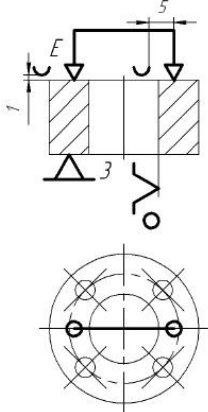
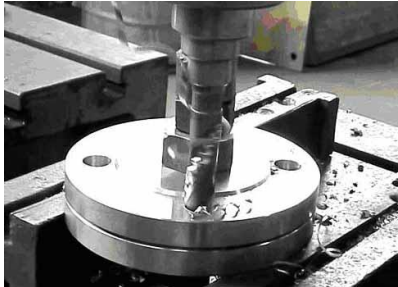
Продовження таблиці 1.6

Назва	Умовне позначення	Приклад технічної реалізації
1	2	3
9. Оправка циліндрична		
10. Оправка конічна, роликів		
11. Оправка різцева, циліндрична із зовнішньою різзю		
12. Оправка шліцьова		

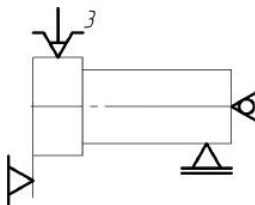
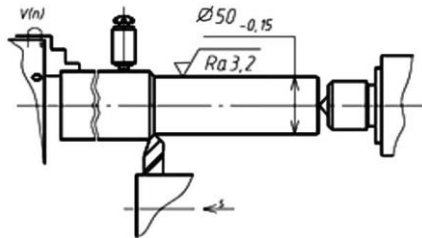
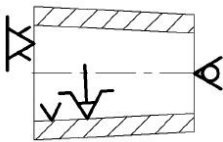
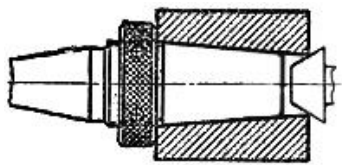
Продовження таблиці 1.6

Назва	Умовне позначення	Приклад технічної реалізації
1	2	3
13. Оправка цангова		
14. Опора регульована зі сферичною опуклою робочою поверхнею		
15. Затискач пневматичний із циліндричною рифленою робочою поверхнею		

Таблиця 1.7 – Приклади схем установлення виробів

Назва	Умовне позначення	Приклад технічної реалізації
1	2	3
<p>1. Лещата з призматичними губками та пневматичним затискачем</p>		
<p>2. У кондукторі з центруванням на циліндричний палець, з упором на три нерухомі опори із застосуванням електричного пристрою подвійного затиску, що має сферичні робочі поверхні</p>		

Продовження таблиці 1.7

Назва	Умовне позначення	Приклад технічної реалізації
<p style="text-align: center;">1</p> <p>3. У трикулачковому патроні з механічним затиском, з упором у торець, з підтисканням обертовим центром, з кріпленням у рухомому люнеті</p>	<p style="text-align: center;">2</p> 	<p style="text-align: center;">3</p> 
<p>4. На конічний оправці з гідропластовим затискачем, з упором у торець на рифлену поверхню і з підтисканням обертовим центром</p>		

Примітки до таблиць 1.1–1.7

1. Допускають рухому плавальну та регульовану опори на видах зверху та знизу позначати як нерухому опору.

2. Встановлювальні-затискні пристрої необхідно позначати як комбінацію позначень встановлювальних засобів і затискачів.

3. Для подвійних затискачів довжина плеча встановлює розробник залежно від відстані між точками прикладення сил. Допустимі спрощені позначення.

4. Позначення опор і встановлювальних засобів, крім центрів, можна наносити на виносні лінії до відповідних поверхонь.

5. Позначення зворотних центрів необхідно виконувати у дзеркальному відображенні.

6. Позначення видів засобів затиску наносять із лівого боку від позначення затискача.

7. Кількість точок прикладення сили записують із правого боку від позначення затискача.

8. На схемах, що мають декілька проєкцій, допустимо на окремих проєкціях не вказувати позначення опор, затискачів тощо.

9. Декілька однойменних опор допустимо позначати кількістю з правого боку від позначення опори.

10. Допускають відхилення від розмірів графічних позначень, вказаних у таблицях.

1.3 Обладнання, інструмент, матеріали

Зразки центрів, оправок, патронів, затискачів, інших встановлювальних і затискних пристроїв.

Допоміжні самоустановлювана та підвідна опори верстатних пристроїв.

Стіл слюсарний для роботи з технологічною оснасткою.

Стіл для навчальних занять.

Робочий зошит, ручка, олівці, лінійка.

1.4 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися із загальними положеннями лабораторної роботи, вивчити різновиди конструкцій встановлювальних і затискних елементів технологічної оснастки.

2. У робочих зошитах замалювати графічні позначення встановлювальних і затискних елементів технологічної оснастки.

1.5 Зміст звіту

- назва та мета роботи;
- умовні позначення опор, затискачів, встановлювальних елементів;
- умовні позначення форми робочих поверхонь;
- умовні позначення пристроїв затиску;
- приклади використання позначень опор, затискних елементів, встановлювальних елементів та установів виробів.
- висновки.



Питання для самоперевірки

1. Що таке встановлювальні елементи пристроїв?
2. Що таке затискні елементи пристроїв?
3. Вимоги до встановлювальних елементів.
4. Що таке основні опори? Приклади.
5. Що таке допоміжні опори? Приклади.
6. Що таке постійні опори? Приклади.
7. Що таке регульовані опори? Приклади.
8. Графічні позначення опор.
9. Графічні позначення затискачів.
10. Графічні позначення встановлювальних елементів.
11. Графічні позначення робочих поверхонь опор, затискачів і встановлювальних елементів.
12. Приклади використання позначень опор, затискних елементів, встановлювальних елементів та установів виробів.

Список використаної літератури

1. Боровик А. І. Технологічна оснастка механо-складального виробництва : підручник. Київ : Кондор, 2008. 726 с.
2. Единая система технологической документации. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения : ГОСТ 3.1107-81. [Введен 1982-06-30]. Москва : ИПК Изд-во стандартов. Переиздание 2003-07-01. 12 с. (Межгосударственный стандарт).
3. Опоры самоустанавливающиеся для станочных приспособлений. Конструкция (Adjustable jacks for machine retaining devices. Design) : ГОСТ 13159-67. [Введен 1968-07-01]. Москва : Изд-во стандартов. Переиздание, май 1990. 12 с. (Государственный стандарт Союза ССР).
4. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. Москва : Машиностроение, 1984. Т. 1. 592 с.
5. Технологическая оснастка : учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Пашкевич М. Ф., Мрочек Ж. А., Кожуро Л. М., Пашкевич В. М. Мн. : Адукацыя і выхаванне, 2002. 320 с.
6. Косов Н. П., Исаев А. Н., Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка : вопросы и ответы : учебное пособие для вузов. Москва : Машиностроение, 2007. 304 с.
7. Приходько В. П., Литвин О. В. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. 212 с.
8. Ермолаев В. В. Технологическая оснастка : учебник для студ. учреждений. 4-е изд., стер. Москва : Академия, 2015. 256 с.
9. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологічна оснастка» / укладач П. В. Кушніров. Суми : Вид-во СумДУ, 2009. Частина 1. 52 с.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ДОПОМІЖНИХ ОПОР ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

2.1 Мета роботи

Набути навичок дослідження жорсткості допоміжних самоустановлюваних і підвідних опор верстатних пристроїв.

2.2 Загальні положення

Деякі великогабаритні деталі, наприклад, столи паперорізальних машин, мають великі розміри, але малу жорсткість. Верстатні пристрої для встановлення подібних нежорстких заготовок, насамперед, містять основні опори, що призначені для базування заготовки. З метою збільшення жорсткості технологічної системи в тих місцях заготовок, де можливі їхні прогини або вібрації в процесі оброблення, застосовують додаткові опори – так звані *допоміжні опори*. Застосовують як *самоустановлювані*, так і *підвідні* допоміжні опори.

На рисунку 2.1 подана типова конструкція самоустановлюваної опори (ГОСТ 13159-67) [1]. Під час устанавлення заготовки в пристрої опорний штир 2 опускається, стискаючи пружину 9. Після цього гвинтом м 5 за допомогою пальця 3 штир 2 фіксується. До конструкції опори також входять: корпус 1, ковпачок 4, зіркоподібна рукоятка 6, штифти 7 та 8 [2, 3]. Допоміжні підвідні опори, на відміну від самоустановлюваних, підводяться до заготовки вручну. На рисунку 2.3 подана підвідна клинова опора, у якій опорний штир 3 здійснює контакт із заготовкою (після її устанавлення на основних опорах) за допомогою переміщення клина 1 із кутом скосу 8° [2]. Після цього опорний штир 3 фіксують за допомогою обертання гвинта 5, водночас кульки розсовують затискні кулачки.

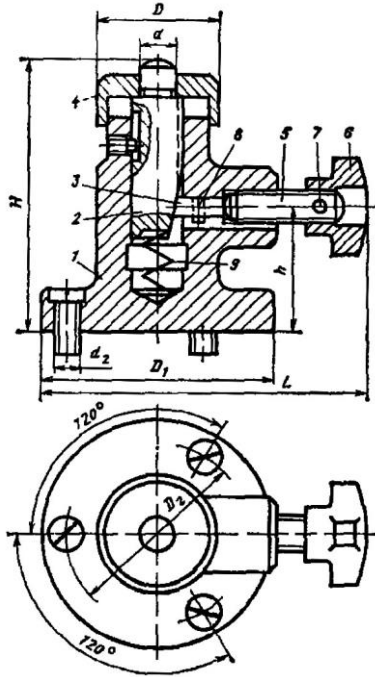


Рисунок 2.1 – Самоустановлювана опора згідно з [1–3]

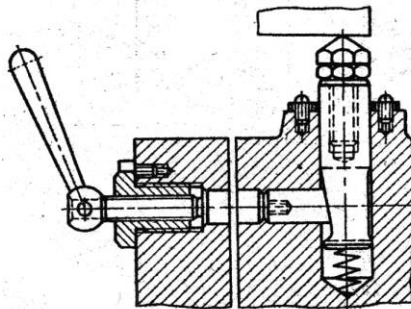


Рисунок 2.2 – Варіант виконання самоустановлюваної опори згідно з [4]

Наявні опори мають загальний недолік: їхній опорний штир може здійснювати тільки вертикальні переміщення (вгору-вниз). Форма ж заготовок може бути досить різноманітною. Можливі випадки, коли поверхні, до яких необхідно підводити опори, можуть мати нахил (наприклад, після литва). Саме для таких випадків призначені *поворотні* підвідні опори, що дозволяють змінювати кут нахилу щодо заготовки і які використовують для підвищення жорсткості технологічної системи під час оброблення великогабаритних заготовок. Тобто для встановлення заготовок, що мають криволінійні, похилі та важкодоступні опорні поверхні, найбільш ефективними можуть бути допоміжні підвідні опори саме такого поворотного типу.

На рисунку 2.5 подано поворотну допоміжну підвідну опору, що дозволяє здійснювати поворот опорного штиря на кут до 90° [5].

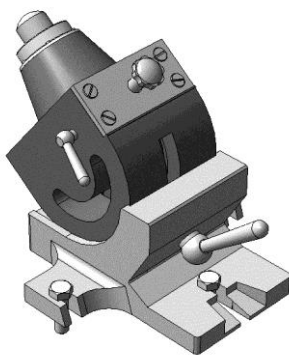


Рисунок 2.5 – Поворотна допоміжна підвідна опора [5]

Двоповоротна допоміжна підвідна опора згідно з [6] (рис. 2.6) дозволяє не тільки змінювати кут нахилу опорного штиря в межах $0-90$, але ще й здійснювати поворот опори навколо своєї осі на кут 360° .

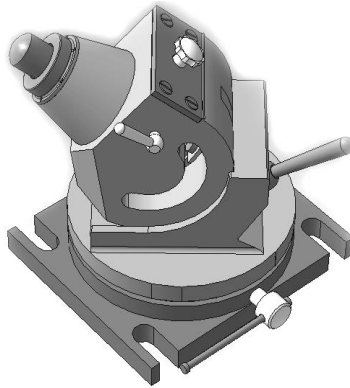


Рисунок 2.6 – Двоповоротна допоміжна підвідна опора [6]

Отже, завдяки здатності опори повертатися на певний кут, на неї може встановлюватися більш широке коло різноманітних за формою заготовок із похилими поверхнями включно.

Розглянемо *методику дослідження жорсткості* допоміжних опор верстатних пристроїв. Експериментальне дослідження жорсткості проводимо для двох видів допоміжних опор – самоустановлюваної та підвідної. Зазначені опори є складовою пристрою, призначеного для установа великогабаритних заготовок, наприклад, столів паперорізальних машин, на поздовжньо-стругальних і поздовжньо-фрезерних верстатах (рис. 2.7).

Навантаження опор силою (P), що імітує силу різання (наприклад, складову сили різання P_y) під час оброблення заготовки, проводимо в діапазоні від 1 000 Н до 4 000 Н. Контроль величини пружної деформації (y) опори здійснюємо індикатором годинникового типу з ціною поділки 0,001 мм.

На рисунку 2.8 наведена схема налагодження експериментального дослідження жорсткості допоміжних опор.

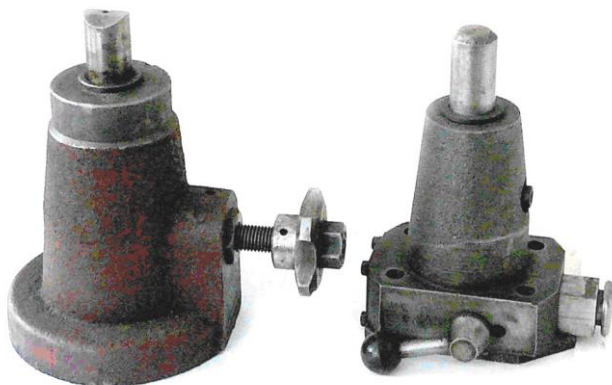


Рисунок 2.7 – Допоміжні опори – самоустановлювана та підвідна

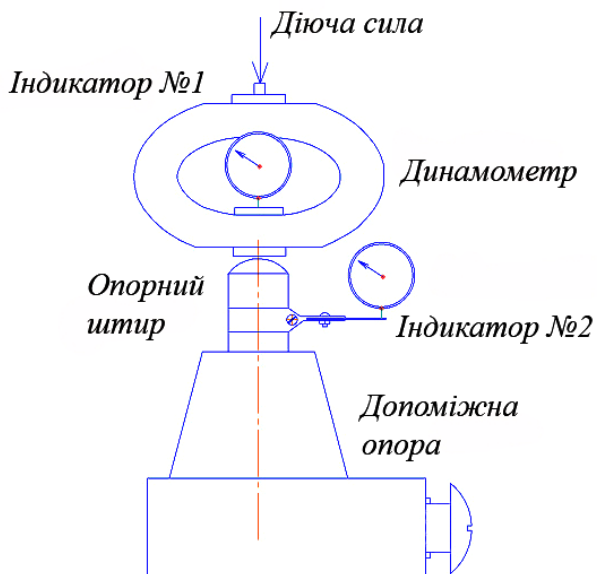


Рисунок 2.8 – Схема налагодження експериментального дослідження жорсткості допоміжних опор

Проводимо 3 експерименти: один експеримент із самоустановлюваною опорою та два експерименти з підвідною опорою (у початковому і кінцевому положенні клина).

Для визначення жорсткості розміщуємо самоустановлювану опору на площині столу, а потім здійснюємо силовий вплив через динамометр на опорний штир. Динамометр має пружинну конструкцію і за величиною його пружної деформації можна визначати величину діючої сили.

Вказану силу знаходимо за допомогою зчитування показань індикатора № 1 (переміщень у мікрометрах) і перерахунку величин цих переміщень у величину сили (у ньютонках) згідно з таруванням динамометра. Безпосередньо величину пружної деформації опори визначаємо за показаннями індикатора № 2 (у мікрометрах). Для зручності зчитування показань ніжка індикатора № 2 підводиться до бічної пелюстки, жорстко з'єднаної з опорним штирем (рис. 2.8–2.9).



Рисунок 2.9 – Експериментальне дослідження жорсткості допоміжної самоустановлюваної опори

Отримані під час експерименту результати заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Експериментальні дані навантаження самоустановлюваної опори

Навантаження P , Н	Деформації y , мкм
1 000	35
1 200	40
2 000	55
2 400	65
2 800	75
3 200	85
3 800	116
4 000	125

Згідно з отриманими даними будемо графік залежності пружних деформацій самоустановлюваної опори від величини навантаження (рис. 2.10).

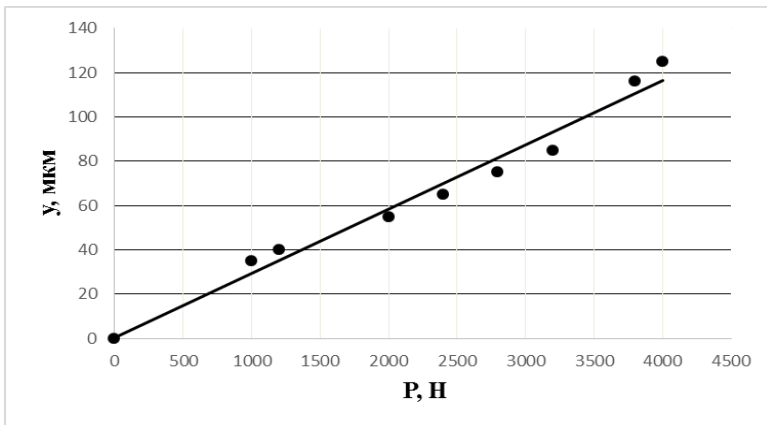


Рисунок 2.10 – Залежність деформації самоустановлюваної опори від навантаження

Оскільки отримана залежність є лінійною (графік – пряма лінія), то відповідно до закону Гука можна визначити *коефіцієнт жорсткості* розглянутої системи (самоустановлюваної опори)

$$J = P/y \text{ (Н/мм)}.$$

Отримано таке середнє значення коефіцієнта жорсткості самоустановлюваної опори

$$J = 35 \text{ Н/мм}.$$

За аналогічною методикою проводимо експериментальні дослідження жорсткості допоміжної підвідної опори в початковому і кінцевому положенні клина (рис. 2.11).



Рисунок 2.11 – Експериментальне дослідження жорсткості допоміжної підвідної опори

Результати відповідних вимірювань наведені в таблицях 2.2–2.3.

Таблиця 2.2 – Експериментальні дані навантаження підвідної опори (початкове положення клина, тобто клин практично весь захований у корпусі опори)

Навантаження P , Н	Деформації y , мкм
1 000	2,5
1 200	3,5
1 800	4
3 200	8,5
4 000	10

Залежність деформації підвідної опори від навантаження наведена на рисунках 2.12–2.13.

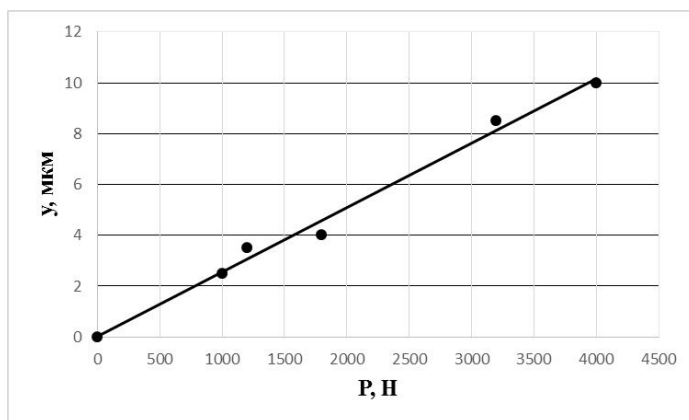


Рисунок 2.12 – Залежність деформації підвідної опори від навантаження (початкове положення клина, тобто клин практично весь захований у корпусі опори)

Отримано таке значення коефіцієнта жорсткості підвідної опори

$$J = 385 \text{ Н/мкм.}$$

Таблиця 2.3 – Експериментальні дані навантаження підвідної опори (кінцеве положення клина, клин висунуто назовні)

Навантаження P , Н	Деформації y , мкм
1 000	8,5
1 200	28
1 600	39
2 000	41
2 400	51
2 800	53
3 200	61
3 600	66
4 000	67

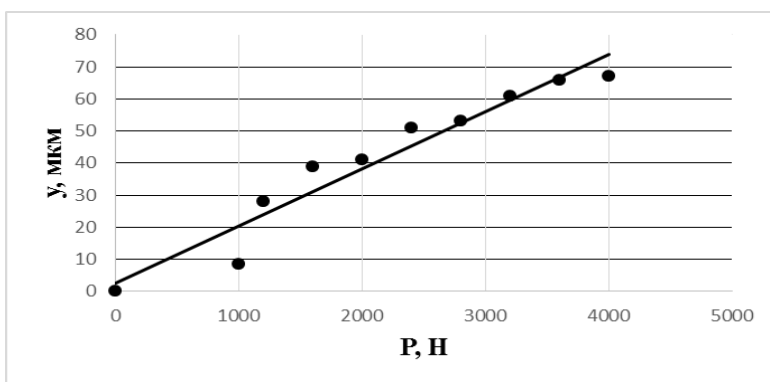


Рисунок 2.13 – Залежність деформації підвідної опори від навантаження (кінцеве положення клина, клин висунуто назовні)

Маємо коефіцієнт жорсткості підвідної опори

$$J = 55 \text{ Н/мкм.}$$

Також було проведено моделювання статичних переміщень, напружень і деформацій підвідної опори за допомогою програми *SolidWorks*. Навантаження здійснювалися від 1 000 Н до 4 000 Н з інтервалом у 500 Н (у першому випадку – із закріпленим клином, у другому – з незакріпленим). На рисунку 2.14 подано результати розрахунків.

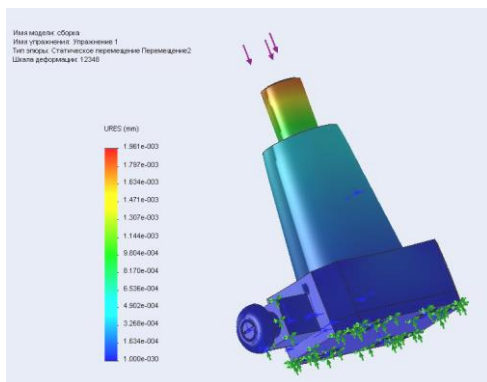


Рисунок 2.14 – Моделювання статичних переміщень у програмі *SolidWorks* (опора із закріпленим клином)

Таблиця 2.4 – Дані, отримані внаслідок розрахунку програми *SolidWorks* (опора із закріпленим клином)

Навантаження P , Н	Деформації u , мкм
1 000	0,72
1 500	1,09
2 000	1,31
2 500	1,81
3 000	1,96
3 500	2,54
4 000	2,62

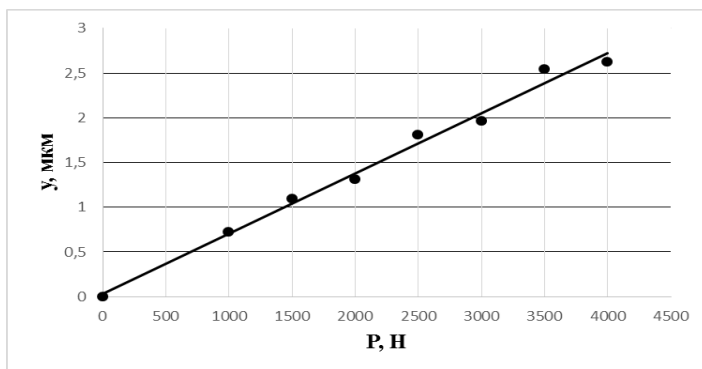


Рисунок 2.15 – Залежність деформації підвідної опори від навантаження за результатами розрахунку програми *SolidWorks* (опора із закріпленим клином)

$J = 1380 \text{ Н/мкм}$ – коефіцієнт жорсткості підвідної опори за результатами розрахунку програми *SolidWorks* (опора із закріпленим клином).

За результатами проведених досліджень можна зробити такі *висновки*:

1. Розглянута *допоміжна самоустановлювана* опора має певні конструктивні недоліки, що не дозволяє їй мати достатню жорсткість (не більше ніж 35 Н/мкм), а також має досить великі габарити та масу, що ускладнює її обслуговування.

2. Розглянута *допоміжна підвідна* опора дозволяє поряд із компактністю виконання досягти більш високої жорсткості системи (більше ніж 385 Н/мкм), та, як результат, забезпечити беззоровий контакт опорної поверхні штиря із заготовкою, знизити вібрації під час оброблення і, відповідно, підвищити якість і точність оброблення.

3. Рівномірне розвантаження тіла заготовки за площиною на опорах, що мають високу жорсткість (більше ніж 385 Н/мкм), дозволяє підвищити загальну жорсткість всієї заготовки та ефективно використовувати прогресивні високопродуктивні режими оброблення.

2.3 Обладнання, інструмент, матеріали

Допоміжні самоустановлювана та підвідна опори верстатних пристроїв.

Динамометр.

Пристрій для силового навантаження опор.

Стіл слюсарний або стіл верстата (наприклад, мод. 2Н135).

Індикатор годинникового типу із ціною поділки 0,001 мм (наприклад, типу ІМІГ ГОСТ 9696-82).

Стояк магнітний для індикатора.

2.4 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися із загальними положеннями лабораторної роботи та законспектувати їх.

2. Згідно зі схемою наладки експериментального дослідження жорсткості допоміжних опор (див. рис. 2.8, 2.9, 2.11) провести дослідження жорсткості *самоустановлюваної* опори, зробивши не менш ніж 8 навантажень опорного штиря з відповідними вимірюваннями пружних деформацій опори. Під час проведення досліджень робити записи показань індикаторів у робочий зошит.

3. Провести ті ж самі дії, що викладено в п. 2, тільки вже для *підвідної* опори.

4. Показання індикатора № 1 (у мкм) перевести в значення сили (у Н).

5. Побудувати графіки залежності деформацій *самоустановлюваної* та *підвідної* опор від навантаження.

6. Зробити розрахунки відповідних середніх коефіцієнтів жорсткості *самоустановлюваної* та *підвідної* опор.

7. Зробити висновки про жорсткості *самоустановлюваної* та *підвідної* опор, порівнявши отримані значення коефіцієнтів жорсткості.

Таблиця 2.5 – Результати вимірювань

Опора	Показання індикатора № 1, мкм	Сила P , Н	Показання індикатора № 2, мкм	№ вимірювання									
				1	2	3	4	5	6	7	8		
Самоустановлювана													
Підвідна													

2.5 Зміст звіту

- назва та мета роботи;
- загальні положення;
- схема налагодження експериментального дослідження жорсткості допоміжних опор;
- результати вимірювань (табл. 2.5): експериментальні дані навантаження та деформацій самоустановлюваної та підвідної опори;
- графіки залежності деформацій самоустановлюваної та підвідної опори від навантаження;
- розрахунки відповідних коефіцієнтів жорсткості опор;
- моделювання статичних переміщень, напружень та деформацій опори у програмі *SolidWorks* (за вказівкою викладача);
- висновки.



Питання для самоперевірки

1. Навіщо застосовують допоміжні опори верстатних пристроїв?

2. Описати типову конструкцію та принцип дії самоустановлюваної допоміжної опори. Вказати переваги та недоліки цієї опори.

3. Описати конструкцію та принцип дії підвідної допоміжної опори. Вказати переваги та недоліки цієї опори.

4. Які ще різновиди конструкцій допоміжних опор, крім розглянутих самоустановлюваної та підвідної, ви знаєте?

5. Методика визначення жорсткості допоміжних опор.

6. Які прилади та засоби вимірювань були використані в цій лабораторній роботі?

7. Що являє собою графік залежності деформації підвідної опори від навантаження? Як його було побудовано?

8. Що таке «коефіцієнт жорсткості» та як його знайти?

9. Які б ви могли надати рекомендації щодо підвищення жорсткості конструкцій допоміжних опор верстатних пристроїв?

Список використаної літератури

1. Опоры самоустанавливающиеся для станочных приспособлений. Конструкция (Adjustable jacks for machine retaining devices. Design) : ГОСТ 13159-67. [Введен 1968-07-01]. Москва : Изд-во стандартов. Переиздание, май 1990. 12 с. (Государственный стандарт Союза ССР).

2. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. 4-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1975. 656 с.

3. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. Москва : Машиностроение, 1984. Т. 1. 592 с.

4. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений. Москва : Высшая школа, 1980. 240 с.

5. Пат. 73454 U Україна, МПК (2006.01) В23Q 3/06. Поворотна допоміжна підвідна опора / П. В. Кушніров, В. В. Лук'яненко, Я. Ю. Ніколаєв ; заявник та патентовласник Сумський держ. ун-т. № u2012 02628 ; заявл. 05.03.2012 ; опубл. 25.09.2012, Бюл. № 18.

6. Пат. 97627 U Україна, МПК (2006.01) В23Q 3/06. Поворотна допоміжна підвідна опора / П. В. Кушніров, В. І. Савчук, О. С. Мальцев ; заявник та патентовласник Сумський держ. ун-т. № u2014 10845 ; заявл. 06.10.2014 ; опубл. 25.03.2015, Бюл. № 6.

7. А. с. 1696252 СССР, М. Кл.3 В23Q 3/06. Вспомогательная подводимая опора / О. А. Топоров, П. В. Кушніров, В. Н. Червяков ; заявитель Сумский филиал Харьковского политехнического института им. В. И. Ленина. № 4777271/08 ; заявлено 02.01.1990 ; опубл. 07.12.1991, Бюл. № 45.

8. Кушніров П. В., Ступин Б. А., Васюточкин И. В. Экспериментальные исследования жесткости вспомогательных опор / Технології ХХІ сторіччя : збірник тез за матеріалами 24-ї Міжнародної науково-практичної конференції (10–15 вересня 2018 р.). Суми : СНАУ, 2018. Ч. 1. С. 149–150.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ НАЛАШТУВАННЯ РІЗАЛЬНИХ ВСТАВОК РЕГУЛЬОВАНОЇ ТОРЦЕВОЇ ФРЕЗИ У СПЕЦІАЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ

3.1 Мета роботи

Набути навичок налаштування та контролю різальних вставок торцевої фрези у спеціальному пристрої.

3.2 Загальні положення

Плоскі поверхні заготовок зазвичай обробляють торцевими фрезами. Якість оброблення, а також стійкість різального інструменту безпосередньо залежить від того, наскільки точно розташовані різальні кромки фрези, тобто торцеве і радіальне биття зазначених кромок має бути мінімальним. Сьогодні більшість сучасних конструкцій фрез не передбачає можливості настроювання положення різальних елементів щодо корпусу інструмента.

Наприклад, у торцевих фрез вставні ножі часто заточують прямо в збірці (у корпусі інструмента) по задніми поверхнями [1].

Якщо фрези містять багатогранні непереточувані різальні пластини, то зазначені пластини базуються своїми встановлювальними поверхнями на заздалегідь передбачених поверхнях у корпусі фрези. Отримана водночас похибка положення різальної кромки буде залежати від точності виготовлення базових поверхонь корпусу інструмента, а також від точності виготовлення та установлення самих непереточуваних пластин. Оскільки багатогранні пластини переустановлюються на нові грані після зносу або сколювання відпрацьованої різальної кромки, причому часто це робиться прямо на тимчасово зупиненому під час оброблення верстаті, то існує велика ймовірність потрапляння на базові поверхні пилу, стружки, бруду. Це також додає додаткових ризиків підвищення похибки установлення різальної пластини, зокрема похибку її закріплення від затискного зусилля. Звідси випливає, що ця

похибка зазвичай коливається в діапазоні декількох сотих часток міліметра і більше (зазвичай – 0,025–0,13 мм), залежно від форми і розмірів різальної пластини.

Під час чистового фрезерування такі великі величини биття різальних кромок можуть привести до погіршення якості оброблення – більш грубої шорсткості оброблених поверхонь. Також це призводить і до підвищеного зносу різальних кромок, що найбільше виступають, які працюють на зняття збільшених припусків.

Щоб уникнути таких наслідків і якщо це необхідно, то можна передбачати можливість додаткового настроювання положення різальних кромок щодо корпусу інструмента.

Сучасні зарубіжні фірми-розробники інструменту пропонують різні конструкції торцевих регульованих фрез. Наприклад, торцева регульована фреза фірми *Heinlein (Widia GmbH, Німеччина)* містить уніфіковані базові касети, що затискаються в корпусі клином за допомогою гвинта [2]. Величина торцевого і радіального биття касет регулюється гвинтами за допомогою клинового механізму. Точне регулювання також забезпечує торцева фреза *CoroMill Century*, розроблена компанією *Sandvik Coromant* [3]. У корпусі фрези 1 встановлюються різальні вставки 2 (рис. 3.1). Регулювання виконують у два етапи: спочатку поворотом ексцентрика 3 здійснюють переміщення всієї різальної вставки на величину до 1 мм, потім за допомогою ексцентрика 4 різальну пластину переміщують більш точно на величину до 0,1 мм.

Недоліком цієї фрези можна вважати складність конструкції, наявність великої кількості деталей, що вмонтовуються в корпусі інструмента. Це призводить до зниження надійності фрези, ускладнює експлуатацію, зокрема регулювання биття різальних кромок, підвищує вартість інструмента.

Низка розробників торцевих фрез для підвищення якості оброблення пропонує використовувати допоміжну різальну кромку, що зачищає, зазвичай шириною 1–2 мм, паралельну оброблюваній поверхні. Фактично це є тією ж самою фаскою, яку запропонував свого часу для токарного різця токар-новатор В. Колесов – для точіння з великими подачами.

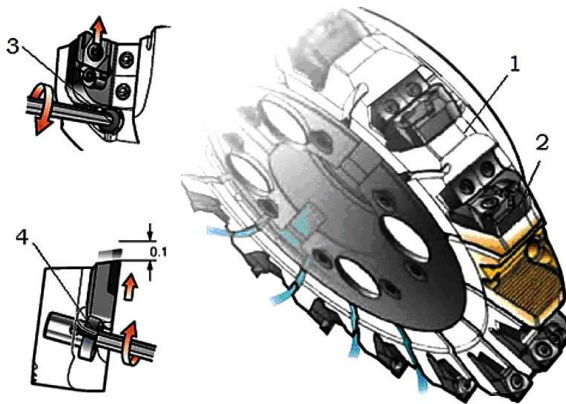


Рисунок 3.1 – Регульована торцева фреза *CoroMill Century*, розроблена компанією *Sandvik Coromant* [3]

Так, фірма *Mitsubishi Materials* застосовує допоміжну різальну кромку шириною 1,4 мм, яка встановлюється паралельно до торця фрези [4]. Компанія *Sandvik Coromant* запропонувала для торцевих фрез спеціальну пластину *Wiper*, що зачищає, яка виступає приблизно на 0,05 мм над іншими різальними пластинами [3]. Як вказують розробники, завдяки виступанню ці пластини піддаються більш високим навантаженням порівняно зі звичайними пластинами, тому їх потрібно використовувати для легких умов оброблення з помірною глибиною різання і в обмеженій кількості.

Торцевими фрезами, досить вдалимими з погляду конструктивного виконання та технологічності виготовлення, є фрези з циліндричними різальними вставками. На сьогодні розроблено значну кількість різних конструкцій таких торцевих

фрез [5]. Зокрема можливість регулювання передбачена в торцевій фрезі з циліндричними різальними вставками, оснащеними надтвердими матеріалами [6, с. 345, рис. 9.8]. Водночас різальні вставки 2, що містять різальні елементи 3, закріплені на бічних плоских лисках гвинтами 6, встановленими в різьбових отворах корпусу 1 фрези (рис. 3.2).

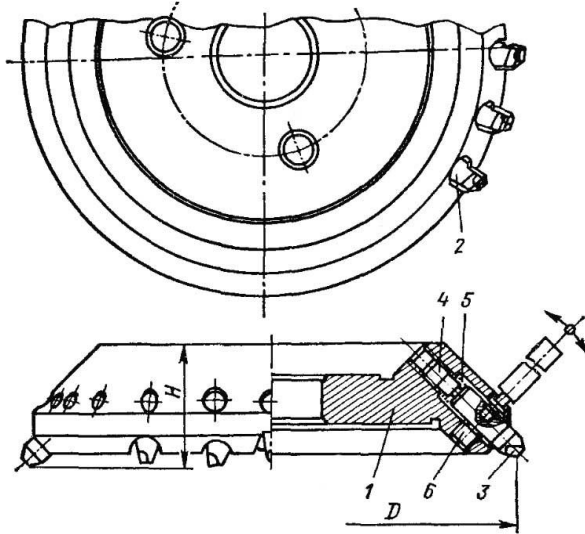


Рисунок 3.2 – Торцева фреза ступінчаста регульована [6]

Корпус 1 також містить упорний гвинт 4 та пружину 5. Кожна вставка 2 містить радіальний отвір, вісь якого перпендикулярна осі вставки. Навпроти радіального отвору вставки в корпусі фрези виконано відповідний отвір, який призначається для взаємодії із зовнішнім важелем для регулювання осьового положення вставки щодо корпусу фрези.

Конструкції регульованих торцевих фрез із циліндричними різальними вставками дозволяють підвищити точність положення різальних елементів щодо корпусу інструмента, що сприяє зниженню торцевого або радіального биття різальних кромки і, відповідно, поліпшенню якості оброблення, а також підвищенню стійкості фрез.

Для торцевих фрез із циліндричними різальними вставками зазвичай застосовують метод настроювання вставок за допомогою жорсткого упора в спеціальних пристроях. Один із таких пристроїв містить корпус 1, на якому встановлені оправка 8 і стійка 2 з упором-шаблоном 4 в шарі діелектрика 3 (рис. 3.3). Торцева фреза 6 містить різальні вставки 7 [7].

Під час налаштування величини «вильоту» (виступання над корпусом) різальних вставок торцевої фрези з метою зниження похибок настроювання (щоб не було зазору між різальною кромкою вставки фрези та поверхнею упора-шаблона) у конструкцію пристрою може вводиться додатковий елемент – електричний контрольний пристрій (ЕКП), що подає сигнал робітнику-наладнику (наприклад, звуковий або світловий). Фрезу 6, що налаштовують, встановлюють на оправку 8. Один контакт електричного ланцюга, що містить ЕКП 5, приєднується до упора-шаблона 4, а інший контакт – до різальної вставки 7. Різальна вставка 7, що налаштовується, висувається до торкання зі шаблоном 4, водночас електричний ланцюг замикається і ЕКП сигналізує про відсутність зазору. Після цього вставка 7 фіксується, і так само налаштовуються всі інші різальні вставки фрези.

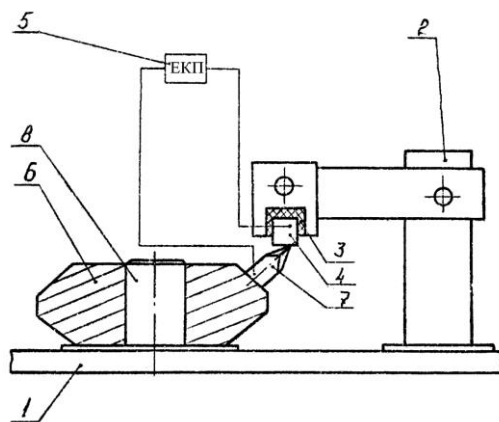
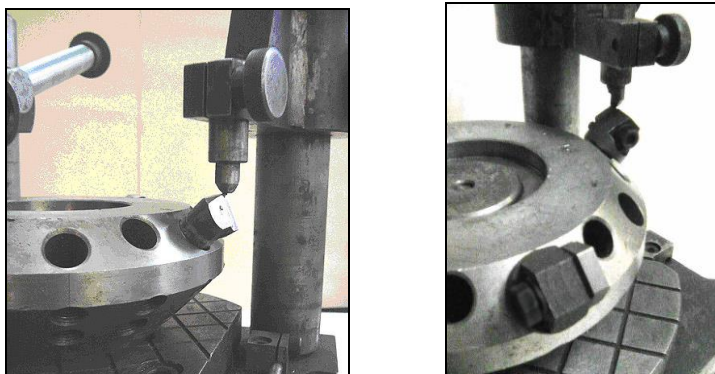


Рисунок 3.3 – Схема одного з варіантів пристрою для контролю настроювання торцевої фрези, що містить ЕКП

Під час виконання *лабораторної роботи* настроювання положення різальних вставок торцевої фрези щодо корпусу фрези за допомогою жорсткого упора та контроль точності настроювання зазначених вставок здійснюється в спеціальному пристрої (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Спеціальний пристрій для настроювання та контролю різальних вставок торцевої фрези



а

б

Рисунок 3.5 – Настроювання положення різальних вставок торцевої фрези щодо корпусу фрези в спеціальному пристрої за допомогою жорсткого упора: а) напайних різальних вставок; б) різальних вставок із непереточуваними пластинами

Розбиваємо поле розсіювання на 9 інтервалів, встановлюємо межі вимірювання інтервалів і їхні середні значення x_i . Результати заносимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.1 – Обсяг вибірки вимірних значень

Обсяг вибірки вимірних значень	Номер вимірювання	Результати вимірювань
	1	63
	2	63,03
	3	63,03
	4	63,07
	5	63,02
	6	63,01
	7	63,03
	8	63,06
	9	63,05
	10	63,04
	11	63,04
	12	63,09
	13	63,05
	14	63,07
	15	63,04
	16	63,04
	17	63,06
	18	63,08
	19	63,09
	20	63,08
	21	63,07
	22	63,05
	23	63,06
	24	63,05
	25	63,05
	26	63,04
	27	63,03
	28	63,05
	29	63,06
30	63,05	

Таблиця 3.2 – Результати розрахунків

Інтервал		Xi	mi*
від	до (вкл.)		
63	63,01	63,005	1
63,01	63,02	63,015	2
63,02	63,03	63,025	4
63,03	63,04	63,035	5
63,04	63,05	63,045	7
63,05	63,06	63,055	4
63,06	63,07	63,065	3
63,07	63,08	63,075	2
63,08	63,09	63,085	2
			Σ 30

* m_i – частота стрічання розмірів у кожному інтервалі.

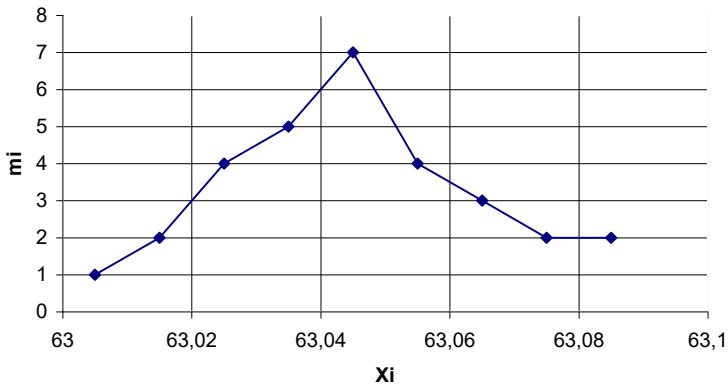


Рисунок 3.7 – Полігон розсіювання розмірів вимірних значень

Необхідно визначити статистичні параметри емпіричного закону розподілу: математичне очікування X та середньоквадратичне відхилення σ за формулами [8, с. 47–48]:

$$X = \sum x_i \cdot m_i / N. \quad (3.1)$$

$$\sigma = \sqrt{\sum (x_i - X)^2 \cdot m_i / N}, \quad (3.2)$$

де N – значення обсягу вибірки.

За досить великих значень вибірок ($N > 25$) розподіл отриманих розмірів підпорядковується нормальному закону Гауса, диференціальна функція якого має вигляд

$$\varphi(x_i) = e^{-(x_i - X)^2 / 2\sigma^2} / \sigma\sqrt{2\pi}. \quad (3.3)$$

Як бачимо, зазначений закон двопараметричний (X і σ), тобто $r = 2$. Для зручності обчислень X і σ заповнимо таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунків

x_i	m_i	$x_i - m_i$	$x_i - X$	$(x_i - X)^2 \cdot m_i$	t	$\varphi(t)$	$(h/\sigma) \varphi(t)$	m_i'
63,005	1	63,005	-0,04	0,0016	-1,99	0,0540	0,2687	0,81
63,015	2	126,03	-0,03	0,0018	-1,49	0,1295	0,6443	1,93
63,025	4	252,1	-0,02	0,0016	-0,1	0,3926	1,9532	5,86
63,035	5	315,175	-0,01	0,0005	-0,5	0,35	1,7413	5,22
63,045	7	441,315	0	0	0	0,3989	1,9846	5,95
63,055	4	252,22	0,01	0,0004	0,5	0,3444	1,7134	5,22
63,065	3	189,195	0,02	0,0012	0,1	0,3944	1,9622	5,86
63,075	2	126,15	0,03	0,0018	1,49	0,1295	0,6443	1,93
63,085	2	126,17	0,04	0,0032	1,99	0,0540	0,2687	0,81
Σ	30	1891,36		0,0121				

Тоді за формулами (3.1) та (3.2) отримаємо

$$X = 1891,36 / 30 = 63,045 \text{ (мм)},$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,0121}{30}} = 0,0201.$$

Визначимо теоретичні частоти m_i' . Оскільки емпірична крива за зовнішнім виглядом наближається до теоретичної, то можна вважати, що

$$\varphi(x_i) \approx m_i/(N \cdot h), \quad (3.4)$$

де $h = 0,01$ мм.
Зробимо заміну

$$(x_i - X)/\sigma = t. \quad (3.5)$$

З рівнянь (3.4) і (3.5) отримаємо

$$m_i' = N \cdot h \cdot e^{-t^2/2}/(\sigma\sqrt{2\pi}) \quad (3.6)$$

або

$$m_i' = N \cdot h \cdot \varphi(t)/\sigma, \quad (3.7)$$

де $\varphi(t)$ – нормована функція, значення якої подані в додатку 3 [8].

$$\varphi(t) = e^{-t^2/2}/\sqrt{2\pi}. \quad (3.8)$$

У послідовності з таблиці 3.3 визначимо значення частот теоретичної кривої m_i' .

Визначимо характерні точки теоретичної кривої розсіювання вимірюваних розмірів.

$$x_i = X,$$

$$m_{iX} = 0,4 \cdot N \cdot h/\sigma, \quad (3.9)$$

$$x_i = 63,05 \text{ мм},$$

$$m_{iX} = 0,4 \cdot 30 \cdot 0,01/0,0201 = 5,97 \text{ (мм)}.$$

$$x_i = X \pm \sigma,$$

$$m_i \pm \sigma = 0,242 \cdot N \cdot h/\sigma. \quad (3.10)$$

$$x_i = 63,045 \pm 0,0201 = 63,07 \div 63,02 \text{ (мм)},$$

$$m_i \pm \sigma = 0,242 \cdot 30 \cdot 0,01/0,0201 = 3,61 \text{ (мм)},$$

$$x_i = X \pm 2\sigma,$$

$$m_i \pm 2\sigma = 0,054 \cdot N \cdot h/\sigma, \quad (3.11)$$

$$x_i = 63,045 \pm 2 \cdot 0,0201 = 63,09 \div 63,00 \text{ (мм)},$$

$$m_i \pm \sigma = 0,054 \cdot 30 \cdot 0,01/0,0201 = 0,81 \text{ (мм)},$$

$$x_i = X \pm 3\sigma,$$

$$m_i \approx 0,$$

$$x_i = 63,045 \pm 3 \cdot 0,0201 = 63,11 \div 62,98 \text{ (мм)},$$

$$m_i \approx 0.$$

За отриманими значеннями m_i та x_i будемо теоретичну криву розсіювання вимірюваних розмірів (рис. 3.8).

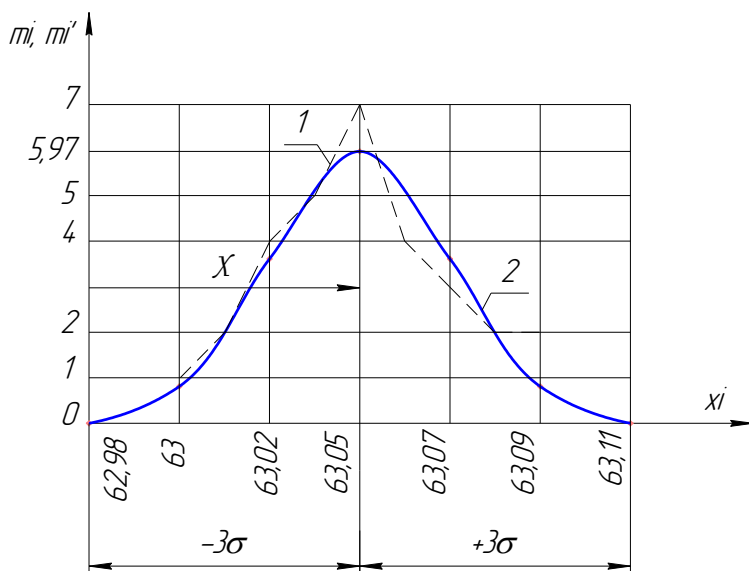


Рисунок 3.8 – Теоретична крива розсіювання вимірюваних розмірів

Порівняємо емпіричні та теоретичні функції розподілу частот за критеріями згоди.

З метою перевірки відповідності досліджуваної емпіричної кривої заданого теоретичного закону можна використовувати критерій узгодженості Пірсона λ^2 . Криві узгоджуються, якщо ймовірність згоди більше ніж 0,05.

Послідовність обчислення – відповідно до таблиці 3.4.

$$\lambda^2 = \sum(m_i - m_i')^2/m_i' = 1,086. \quad (3.12)$$

Визначимо число ступенів свободи

$$K = n_{об} - r - 1, \quad (3.13)$$

де $n_{об}$ – число узагальнених інтервалів;
 r – число параметрів теоретичної функції розподілу.

$$K = 4 - 2 - 1 = 1.$$

Таблиця 3.4 – Обчислення критерію Пірсона

m_i	m_i'	$m_i - m_i'$	$(m_i - m_i')^2$	$(m_i - m_i')^2/m_i'$
1 } 2 } 4 } 7	0,8 } 1,9 } 5,8 } 8,5	-1,5	2,25	0,32
5	5,2	-0,2	0,04	0,008
7	6	1	1	0,143
4 } 3 } 2 } 2 } 11	5,1 } 5,8 } 1,9 } 0,8 } 13,6	2,6	6,76	0,615
				$\Sigma 1,086$

З додатка 2 [8] знаходимо, що при $\lambda^2 = 1,086$ і $K = 1$ $P\lambda^2 = 0,3173$, що значно більше прийнятого рівня 0,05, тобто криві узгоджуються.

Отже, похибка налаштування за допомогою жорсткого упора різальних вставок є величиною випадковою і підпорядковується нормальному закону розподілу. Абсолютна величина похибки настроювання в прикладі, що розглядався, коливається в діапазоні $0,05 \pm 0,04$ мм.

3.3 Обладнання, інструмент, матеріали

Спеціальний пристрій для настроювання та контролю торцевих фрез.

Індикатор годинникового типу із ціною поділки 0,01 мм (наприклад, типу ИЧ 10 ГОСТ 577-68).

Стояк для індикатора.

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

3.4 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися із загальними положеннями лабораторної роботи та законспектувати їх.

2. У спеціальному пристрої здійснити попереднє настроювання висоти упора, що відповідає висоті корпусу фрези разом із різальною вставкою.

3. Встановити торцеву фрезу на робочій плиті спеціального пристрою.

4. Розкріпити кріпильні гвинти різальної вставки і висунути різальну вставку до торкання з поверхнею упора.

5. Закріпити різальну вставку.

6. Повернути фрезу на кут розташування наступної різальної вставки фрези.

7. Повторити дії пунктів (4, 5, 6) до тих пір, поки всі різальні вставки не будуть налаштовані.

8. Здійснити перевірку торцевого і радіального биття різальних кромek вставок фрези за допомогою індикатора. Отримані дані занести в таблицю 3.6 і записати в зошиті. Порівняти отримані дані з даними таблиці 3.5.

9. Знайти найбільше Δ_{max} та найменше Δ_{min} значення величини биття (окремо – торцевого і радіального).

10. Визначити значення Δ похибки настроювання, яка дорівнює різниці $\Delta = \Delta_{max} - \Delta_{min}$, а саме:

– похибка настроювання в торцевому напрямку дорівнює

$$\Delta_{торц} = \Delta_{торц,max} - \Delta_{торц,min};$$

– похибка настроювання в радіальному напрямку дорівнює

$$\Delta_{рад} = \Delta_{рад,max} - \Delta_{рад,min}.$$

11. Зробити висновки щодо точності настроювання різальних вставок торцевої фрези за допомогою жорсткого упора та можливостей для її підвищення.

Таблиця 3.5 – Допустимі величини торцевого та радіального биття різальної кромки фрези

Торцева фреза для чистового оброблення		Торцева фреза для чорнового оброблення	
торцеве биття, мм	радіальне биття, мм	торцеве биття, мм	радіальне биття, мм
0,025	0,05	0,05	0,10

Таблиця 3.6 – Результати вимірювань

	Параметр, що перевіряється	Різальна вставка №				
		1	2	3	...	Δ
		Результат вимірювання, мм				
Торцева фреза для чистового оброблення	торцеве биття					$\Delta_{торц}$
	радіальне биття					$\Delta_{рад}$
Торцева фреза для чорнового оброблення	торцеве биття					$\Delta_{торц}$
	радіальне биття					$\Delta_{рад}$

3.5 Зміст звіту

- назва та мета роботи;
- загальні положення;
- схема пристрою для контролю настроювання торцевої фрези;
- результати вимірювань (див. табл. 3.6);
- розрахунки $\Delta_{\text{торц}}$ та $\Delta_{\text{рад}}$;
- висновки.



Питання для самоперевірки

1. Чи всі торцеві фрези мають можливість регулювання положення різальних елементів?
2. Особливості конструкцій фрез фірм *Heinlein (Widia GmbH)*, *Sandvik Coromant*, *Mitsubishi Materials*.
3. Особливості конструкції регульованих торцевих фрез із циліндричними різальними вставками.
4. Принцип роботи пристрою для настроювання фрез за допомогою жорсткого упора.
5. Принцип контролю точності настроювання різальних вставок торцевої фрези в спеціальному пристрої.
6. Методика статистичного аналізу результатів вимірювання биття різальних кромek згідно з нормальним законом розподілу випадкових величин.
7. Які допустимі величини торцевого та радіального биття різальних кромek торцевих фрез?
8. Переваги та недоліки методу настроювання фрез у спеціальному пристрої за допомогою жорсткого упора.

Список використаної літератури

1. Орлов П. Н., Скороходова Е. А. Краткий справочник металлиста. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1986. 960 с.
2. Гречишников В. А., Исаков А. И. Торцевые регулируемые фрезы. URL: <https://mirprom.ru/public/torcevye-reguliruemye-frezy.html>.
3. Металлорежущие инструменты / Каталог Sandvik Coromant. *Вращающиеся инструменты*. 2017. C2900:10 RUS.
4. Общий каталог C006R: Технические данные – Технические характеристики торцевых фрез / Чистовая обработка поверхности / Повышение качества поверхности. Каталог Mitsubishi Carbide Corporation, 2014.
5. Кушников П. В. Регулируемые торцевые фрезы, содержащие цилиндрические режущие вставки. *Современные материалы, техника и технология*: материалы 3-й Международной научно-практической конференции (27 декабря 2013 года) / редкол.: А. А. Горохов (отв. ред.); Юго-Зап. гос. ун-т : в 3-х томах. Том 1. Курск, 2013. С. 212–215.
6. Справочник инструментальщика / под. общ. ред. И. А. Ординарцева. Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. 846 с.
7. Кушников П. В. К вопросу о повторяемости технических решений и технических ошибках / Развитие технологий будущего : монография / [авт. кол.: В. А. Балашов, М. В. Князева, И. Я. Львович, В. С. Осадчук, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров, В. А. Шарагов и др.]. Одесса : КУПРИЕНКО СВ, 2018. С. 62–68. (DOI: 10.30888/978-617-7414-44-4.0-022).
8. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. 496 с.

9. Настройка инструментов на металлорежущих станках / М. И. Лещенко, Г. Д. Василюк, Г. Э. Таурит, А. А. Оганян ; под общ. ред. Г. Э. Таурита. Киев : Техніка, 1983. 111 с.

10. Методичні вказівки до практичних робіт із курсів «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин» та «Технологія машинобудування» : для студ. напряму 6.0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання / В. Г. Євтухов, О. У. Захаркін. Суми : СумДУ, 2004. 75 с.

11. Нестеренко А. А., Ермолов А. Н. Настройка многолезвийных режущих инструментов. *Станки и инструмент*. № 10. 1982. С. 16–17.

12. Регулирование положения режущих вставок в сборных торцовых фрезах / П. В. Кушніров, И. М. Дегтярев, Б. А. Ступин и др. *Компрессорное и энергетическое машиностроение*. 2019. № 3 сентябрь. С. 9–13.

13. Пат. 87397 С2 Україна, МПК9 В23С 5/02. Торцева фреза / П. В. Кушніров, Д. М. Самардак ; заявник та патенто-власник Сумський держ. ун-т. № а200714526 ; заявл. 24.12.2007 ; опубл. 10.07.2009, бюл. № 13.

14. Пат. 49871 U Україна, МПК9 В23С 5/02. Різальний інструмент / П. В. Кушніров, П. П. Пампуха, М. Ю. Думанчук ; заявник та патентовласник Сумський держ. ун-т. № u200912993 ; заявл. 14.12.2009 ; опубл. 11.05.2010, бюл. № 9.

4 ВИВЧЕННЯ СВЕРДЛИЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ІЗ КОНДУКТОРНИМИ ВТУЛКАМИ

4.1 Мета роботи

Вивчення особливостей конструкції та параметрів точності пристроїв для свердлильних операцій, що містять кондукторні втулки.

4.2 Загальні положення

Під час оброблення отворів на свердлильних або розточувальних верстатах часто використовують пристрої, що містять *кондукторні плити*. Зазначені плити призначені для кріплення в них так званих *кондукторних втулок*. Пристрої для свердлильних операцій, у яких використовуються кондукторні втулки, також коротко називають *кондукторами*.

4.2.1 Конструкції кондукторних втулок

Кондукторні втулки використовують для напряму різального інструменту (свердел, зенкерів, розверток) під час оброблення отворів у заготовках.

Кондукторні втулки поділяють на *постійні* без буртика та з буртиком, *змінні* та *швидкозмінні* [1–3]. Конструкція та розміри цих кондукторних втулок стандартизовані.

Постійні кондукторні втулки запресовують в отвори корпусу кондуктора або в кондукторну плиту за посадкою H7/n6 (рис. 4.1). Ці втулки застосовуються під час оброблення свердлом або зенкером у дрібносерійному типі виробництва.

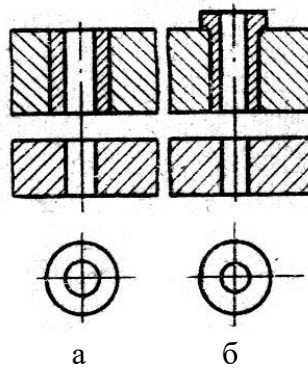


Рисунок 4.1 – Постійні кондукторні втулки:
без буртика (а) та з буртиком (б)

Змінні втулки встановлюють із зазором у постійні втулки, що попередньо запресовані в отвори корпусу (рис. 4.2). Для запобігання провертанню та підніманню змінні втулки закріплюють ступінчастим гвинтом або фланцем. Заміна зношених змінних втулок відбувається значно швидше, ніж постійних. Змінні втулки застосовують у масовому та великосерійному виробництвах.

Швидкозмінні кондукторні втулки мають наскрізний зріз на буртику (рис. 4.3). Ці втулки використовують під час послідовного оброблення одного отвору кількома інструментами (свердлом, зенкером, розгорткою). Напрямок кожного інструмента – окремою втулкою. Застосовують швидкозмінні втулки в серійному виробництві.

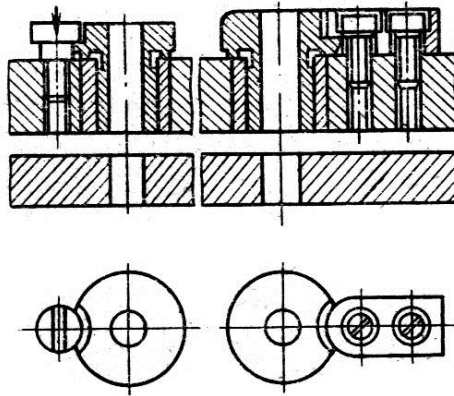


Рисунок 4.2 – Змінні кондукторні втулки з буртиком

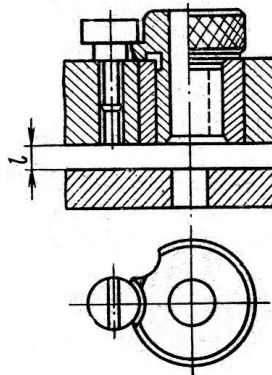


Рисунок 4.3 – Швидкозмінні кондукторні втулки зі зрізом на буртику

Розмір l від нижнього торця втулки до поверхні оброблюваної заготовки (див. рис. 4.3) беруть таким:

- $(1/3 \dots 1)$ від діаметра отвору втулки – під час свердління;
- $0,3$ від діаметра отвору втулки – під час зенкерування.

Крім стандартних, застосовують ще і *спеціальні* кондукторні втулки [3, 6] (рис. 4.4). Втулка, що зображена на рисунку (рис. 4.4, а), має подовжені розміри для оброблення отворів у пазах і в поглибленнях. Втулку (рис. 4.4, б) можна використовувати для свердління заготовки на похилій поверхні. Але, як свідчить практичний досвід, така ідея не є досить вдалою: перш ніж починати свердлити по похилій поверхні, рекомендується попередньо підготувати для цього перпендикулярну до осі свердла плоску ділянку. Це можна зробити (без кондукторної втулки) вертикальним врізанням шпонкової фрези, або горизонтальним врізанням кінцевої або шпонкової фрези. В іншому разі під час використання кондукторної втулки згідно з рисунком неминучим є відведення свердла убік із подальшим підвищеним зносом як стінки самої втулки, так і різального інструмента (або навіть полумки свердла, – залежно від кута нахилу оброблюваної поверхні, оброблюваного матеріалу та ін.).

Зрізані (рис. 4.4, в) та здвоєні (рис. 4.4, г) втулки застосовують під час оброблення близько розташованих отворів.

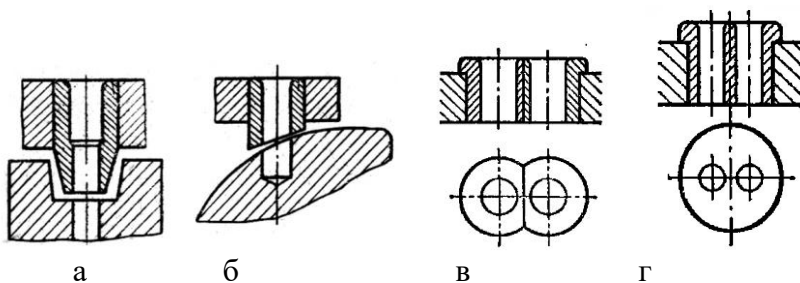


Рисунок 4.4 – Спеціальні кондукторні втулки

Матеріал кондукторних втулок [2]:

- з діаметром отвору до 10 мм – зі сталі 9ХС;
- з діаметром отвору більше ніж 10 мм до 26 мм – зі сталі У10 (можливі У10А, У12А та ін. [3]);
- за діаметра більш ніж 26 мм – зі сталі 20Х із цементациєю.

Твердість втулок – не менш ніж 61 HRC.

Умовне позначення втулок має містити [2]:

– індекс найменування втулки (постійна – П, постійна з буртиком – ПБ, проміжна – Пр, проміжна з буртиком – ПРБ, змінна – Зм, швидкозмінна – Ш/зм, те ж саме з отвором під штифт – Ш/зм. Ш);

– розмір d_1 (діаметр отвору);

– розмір довжини втулки L (для втулок «П» або «Пр») або L_4 (для втулок «Зм» або «Ш/зм»);

– позначення стандарту.

Приклад умовного позначення швидкозмінної кондукторної втулки з розмірами $d_1 = 4$ мм та $L_4 = 10$ мм

Ш/зм 4×10 ГОСТ 26238-93.

Приблизний термін служби кондукторних втулок – 12000...16000 просвердлених отворів. Середній знос кондукторних втулок під час свердління отворів діаметром 10–20 мм на 10 м шляху під час оброблення заготовок із сірого чавуну середньої твердості дорівнює 3–5 мкм, заготовок зі сталі 40 – приблизно 4–6 мкм, алюмінієвих заготовок – 1–2 мкм.

4.2.2 Розміри кондукторних втулок згідно з ГОСТ 30086-93 (ISO 4247-77)

Стандарт ГОСТ 30086-93 (ISO 4247-77) встановлює розміри кондукторних втулок, призначених для направлення спіральних свердел і проміжних втулок, що застосовуються в кондукторах, а також елементів кріплення змінних і швидкозмінних кондукторних втулок [1]. Стандарт поширюється:

– на постійні кондукторні втулки з буртиком або без буртика;

– на проміжні втулки з буртиком або без буртика;

– на змінні та швидкозмінні кондукторні втулки;

– на стопорні пристрої змінних і швидкозмінних кондукторних втулок;

– на елементи стопорних пристроїв (гвинти, фланці).

Стандарт не поширюється на кондукторні та проміжні втулки до пристроїв металорізальних верстатів, розроблених до 01.01.86.

Конструкція, а також розміри постійних кондукторних втулок і проміжних втулок *із буртиком* повинні відповідати зазначеним на рисунку 4.5 та в таблицях 1 і 2 [1].

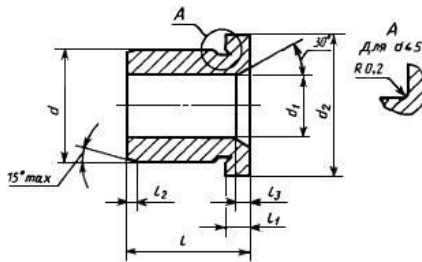


Рисунок 4.5 – Розміри постійних кондукторних втулок і проміжних втулок *із буртиком*

Розміри постійних кондукторних втулок і проміжних втулок *без буртика* повинні відповідати зазначеним на рисунку 4.6 і в таблицях 1 і 2 [1].

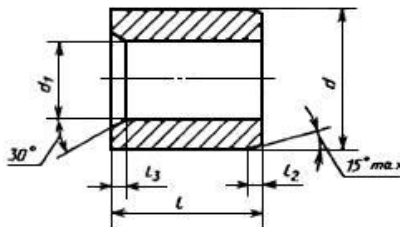


Рисунок 4.6 – Розміри постійних кондукторних втулок і проміжних втулок *без буртика*

Розміри змінних і швидкозмінних кондукторних втулок повинні відповідати зазначеним на рисунку 4.7 і в таблиці 3 [1].

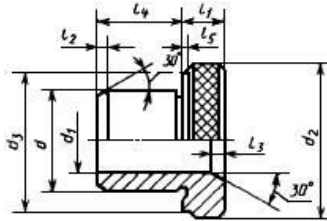


Рисунок 4.7 – Розміри змінних і швидкозмінних кондукторних втулок

Розміри елементів буртиків змінної та швидкозмінної кондукторних втулок повинні відповідати зазначеним на рисунку 4.8 і в таблиці 4 [1].

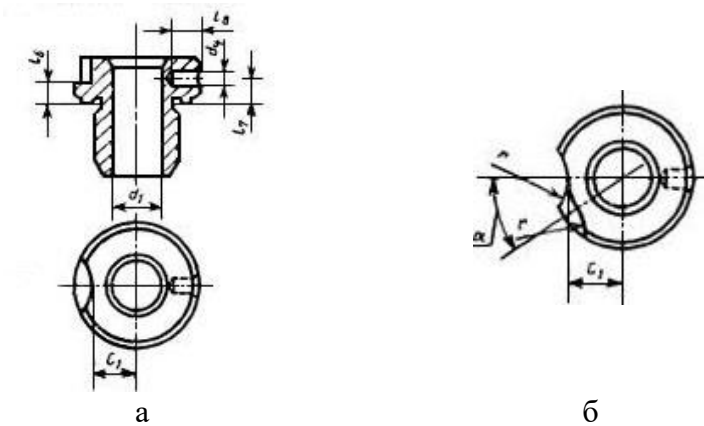


Рисунок 4.8 – Розміри елементів буртиків змінної (а) та швидкозмінної (б) кондукторних втулок

Кріплення змінних кондукторних втулок фланцем має відповідати зазначеним на рисунках 4.9 та 4.10.

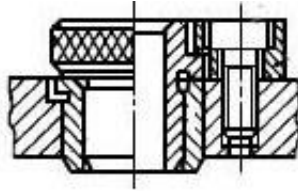


Рисунок 4.9 – Кріплення змінних кондукторних втулок фланцем (проміжна втулка з буртиком або без буртика з нормальним фланцем)

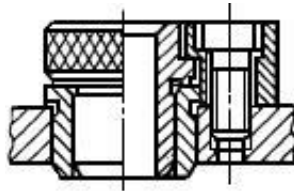


Рисунок 4.10 – Кріплення змінних кондукторних втулок фланцем (проміжна втулка з подовженим фланцем)

Кріплення змінних кондукторних втулок ступінчастим гвинтом має відповідати зазначеним на рисунках 4.11 та 4.12.

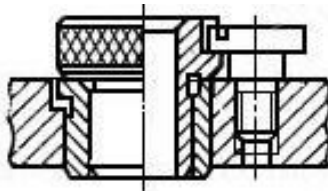


Рисунок 4.11 – Проміжна втулка з буртиком або без буртика з нормальним ступінчастим гвинтом

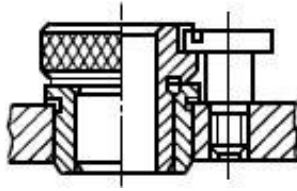


Рисунок 4.12 – Проміжна втулка з подовженим ступінчастим гвинтом

Розміри міжцентрових відстаней стопорних пристроїв змінних і швидкозмінних кондукторних втулок повинні відповідати вказаним на рисунках 4.13 та 4.14 і в таблиці 5 [1].

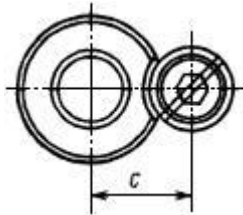


Рисунок 4.13 – Змінна кондукторна втулка з фланцем або ступінчастим гвинтом

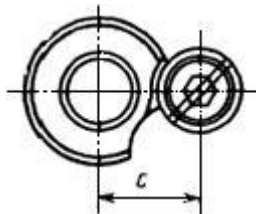


Рисунок 4.14 – Швидкозмінна кондукторна втулка з фланцем або ступінчастим гвинтом

Кріплення швидкозмінних кондукторних втулок штифтом і ступінчастим гвинтом повинні відповідати зазначеним на рисунку 4.15 і в таблиці 5 [1].

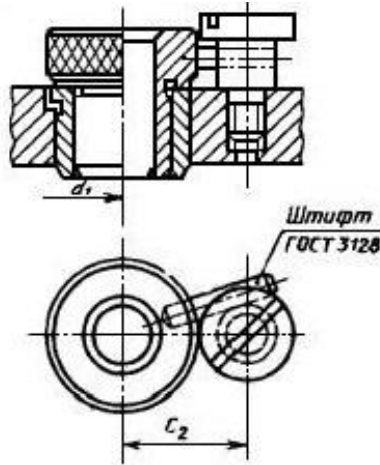


Рисунок 4.15 – Кріплення швидкозмінних кондукторних втулок штифтом і ступінчастим гвинтом

Стопорні елементи: розміри фланця та ступінчастого гвинта повинні відповідати зазначеним у таблицях 6 та 7 [1] відповідно.

4.2.3 Конструкції кондукторів

Кондуктори, що містять кондукторні втулки, мають різні конструкції. Зокрема вони бувають накладні, стаціонарні, пересувні, поворотні, скальчасті тощо.

Так, *скальчасті кондуктори* бувають консольного або порталного типу. Вони складаються із:

- постійних нормалізованих вузлів і деталей;
- змінних вузлів (налагоджень).

Постійними вузлами і деталями скальчастого кондуктора є корпус, дві або три скалки, встановлені в корпусі для закріплення постійної кондукторної плити, та механізм для переміщення скалок із кондукторною плитою за умови закріплення або розкріплення оброблюваної заготовки.

Змінні ж налагодження призначені для встановлення конкретних оброблюваних заготовок, водночас кондукторні втулки монтують у змінних кондукторних плитах.

Накладні кондуктори безпосередньо накладаються на оброблювану заготовку, здійснюючи базування за нею. Прикладом накладного кондуктора є УЗКНК – універсально-збірний круглий накладний кондуктор [4], що відносять до системи універсально-збірних пристроїв (рис. 4.16).

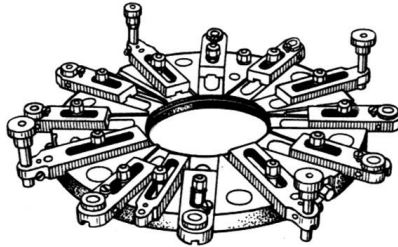


Рисунок 4.16 – УЗКНК (універсально-збірний круглий накладний кондуктор)

У зв'язку з великим різноманіттям конструкцій кондукторів їх можна класифікувати за характером зв'язку встановлювальних елементів із кондукторними втулками [7] (рис. 4.17). Так, на цьому рисунку зображено кондуктори, на яких встановлені швидкозмінні кондукторні втулки з нерухомою кондукторною плитою (рис. 4.17, а–д); накладні (рис. 4.17, е, ж); ті, що перекидаються (рис. 4.17, з); із знімною кондукторною плитою (рис. 4.17, і); самоцентрувальні (рис. 4.17, к); поворотні з нерухомою плитою (рис. 4.17, л); поворотні з відкидною плитою (рис. 4.17, в); скальчасті з нижнім центруванням заготовки (рис. 4.17, м); з відкидною плитою (рис. 4.17, н, о).

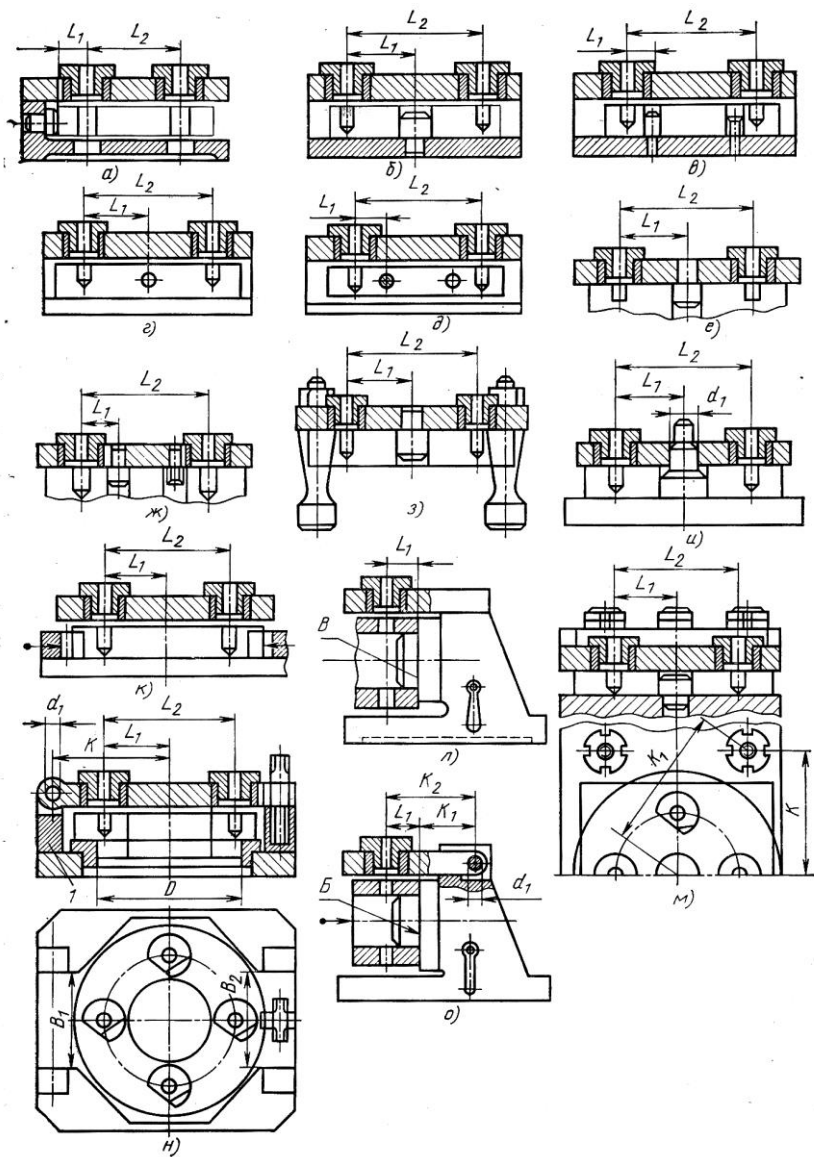


Рисунок 4.17 – Типи кондукторів згідно з [7]

4.2.4 Розрахунки похибки перекоосу інструменту

Похибка перекоосу інструмента позначається ε_n . Являє собою зсув осі одержуваного під час оброблення отвору внаслідок перекоосу осі інструменту (свердла, зенкера, розгортки) щодо осі напрямного отвору кондукторної втулки (рис. 4.18). Може бути визначена за формулою (4.1) [7, с. 103] або [11, с. 39].

$$\varepsilon_n = S_{\max} \left(0,5 + \frac{l+H}{L} \right), \quad (4.1)$$

де S_{\max} – найбільший зазор між інструментом і втулкою;
 L – довжина напрямної частини втулки;
 H – довжина оброблюваного отвору;
 l – зазор між торцем втулки та заготовкою.

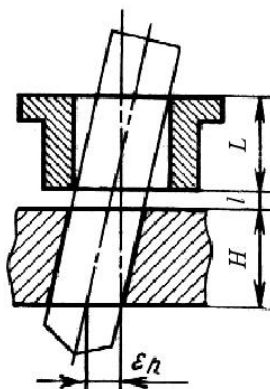


Рисунок 4.18 – Похибка перекоосу інструменту

Якщо під час оброблення отворів постійні або змінні напрямні втулки відсутні, то похибка ε_n береться такою, що дорівнює нулю.

4.3 Обладнання, інструмент, матеріали

Спеціальний верстатний пристрій, що містить кондукторну плиту.

Швидкозмінна втулка для кондукторної плити пристрою.

Стіл слюсарний для експериментальних дослідів.

Спеціальний верстатний пристрій із відкидною кондукторною плитою.

Набір кондукторних втулок – постійних, змінних, швидкозмінних.

Довідкові матеріали з таблицями допусків і посадок.

Стіл для навчальних занять.

Робочий зошит, ручка, олівці, лінійка.

4.4 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися із загальними положеннями лабораторної роботи, вивчити різновиди конструкцій кондукторних втулок і кондукторів.

2. Вивчити конструкцію спеціального верстатного пристрою з відкидною кондукторною плитою (рис. 4.19–4.21).

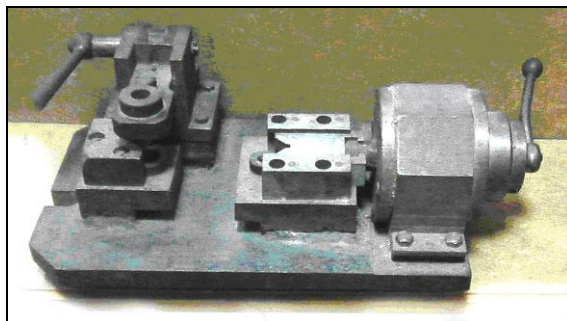
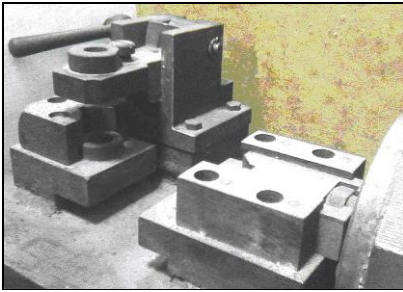
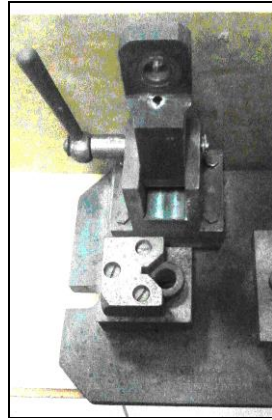


Рисунок 4.19 – Спеціальний верстатний пристрій із відкидною кондукторною плитою



а



б

Рисунок 4.20 – Кондукторна плита пристрою:
а – опущена (робоче положення плити під час свердління заготовки); б – піднята (положення плити під час установлення-зняття заготовки)

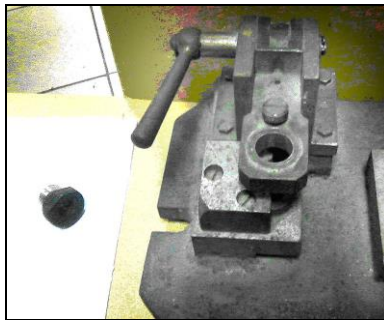


Рисунок 4.21 – Швидкозмінна втулка, вийнята з кондукторної плити пристрою

3. Вивчити конструкції заданих викладачем кондукторних втулок (рис. 4.22).

4. Виконати задачі 4.1 та 4.2.

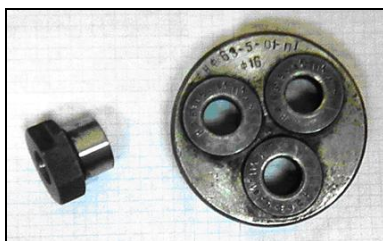


Рисунок 4.22 – Приклади кондукторних втулок

Задача 4.1

Згідно із заданим варіантом (табл. 4.1) обчислити:

– діаметр отвору постійної кондукторної втулки (без буртика) та допуск на неї для виконання заданого оброблення отвору в заготовці;

– посадки з'єднання постійної кондукторної втулки із кондукторною плитою.

Нарисувати ескіз установаження постійної кондукторної втулки в кондукторній плиті.

Приклад виконання задачі 4.1

Вихідні дані:

- 1) метод оброблення – свердління;
- 2) діаметр оброблюваного отвору, мм – $\varnothing 20H11$.

Роз'язання

Номинальний діаметр отвору постійної кондукторної втулки згідно із завданням дорівнює 20 мм. Згідно з табл. 1 [1] для заданого отвору ($d_1 = 20$ мм) маємо поле допуску $F7$. За таблицею допусків знаходимо граничні відхилення $\varnothing 20F7 \left(\begin{smallmatrix} +0,041 \\ +0,020 \end{smallmatrix} \right)$. Згідно з таблицею 1 [1] для діапазону отворів (d_1) від 18 мм до 22 мм маємо зовнішній діаметр втулки $d = \varnothing 30n6$. Втулку встановлюємо в кондукторній плиті з полем допуску $H7$, тобто з посадкою $\varnothing 30H7/n6$ [2, с. 2]. За таблицею допусків знаходимо граничні відхилення

$$\varnothing 30 \frac{H7}{h6} \left(\begin{array}{c} +0,021 \\ +0,028 \\ +0,015 \end{array} \right).$$

Таблиця 4.1 – Варіанти завдань

№ варіанта	Метод оброблення	Діаметр оброблюваного отвору, мм
1	Свердління	Ø4H11
2	Свердління	Ø6H11
3	Свердління	Ø8H11
4	Свердління	Ø10H11
5	Свердління	Ø12H11
6	Свердління	Ø13H11
7	Свердління	Ø14H11
8	Свердління	Ø15H11
9	Свердління	Ø16H11
10	Свердління	Ø18H11
11	Свердління	Ø22H11
12	Свердління	Ø24H11
13	Свердління	Ø25H11
14	Свердління	Ø26H11
15	Свердління	Ø28H11

Виконуємо ескіз установлення постійної кондукторної втулки в кондукторній плиті (рис. 4.23).

Примітка. У наявній довідковій і технічній літературі можна знайти інші значення як розмірів втулок, так і рекомендованих посадок. Наприклад, у джерелі [9, с. 258] верхнє і нижнє граничні відхилення отвору постійної кондукторної втулки для діапазону 18–30 мм становлять відповідно +0,05 мм та +0,02 мм, а граничне відхилення діаметра отвору кондукторної плити для установлення постійної кондукторної втулки рекомендується +0,023 або +0,027 (для діаметрів отворів 28 та 32 відповідно). Посадковий зовнішній діаметр

кондукторної втулки рекомендується виконувати з полем допуску по пб (так само, як і в нас), проте згідно з [9, с. 275] допускається виготовляти втулки і з полем допуску по рб. Тут необхідно звернути увагу, що згідно з [2, с. 2], допускається застосування постійних втулок з іншими полями допусків діаметра втулки d , а також те, що чинний стандарт [1] є більш новим і не поширюється на кондукторні втулки до пристроїв металорізальних верстатів, розроблених до 01.01.86.

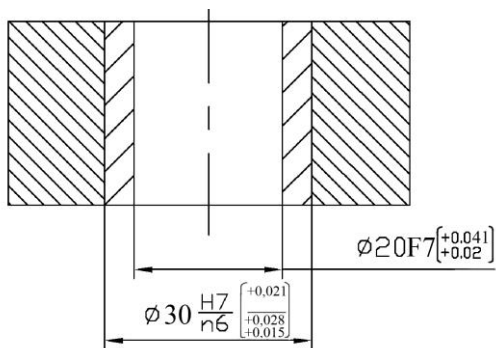


Рисунок 4.23 – Ескіз установлення постійної кондукторної втулки в кондукторній плиті

Задача 4.2

Згідно із заданим варіантом (табл. 4.2) обчислити:

– діаметри отворів швидкозмінних кондукторних втулок та допуски на них для виконання заданого оброблення набором інструментів отвору в заготовці;

– посадки з'єднання швидкозмінних кондукторних втулок з проміжною втулкою;

– посадку з'єднання проміжної втулки із кондукторною плитою.

Зробити ескіз установлення швидкозмінних кондукторних втулок у проміжній втулці та останньої – у кондукторній плиті.

Таблиця 4.2 – Варіанти завдань

№ варіанта	Набір інструментів під час оброблення в суцільному матеріалі	Діаметр оброблюваного отвору, мм
1	Свердло, розвертка	Ø6H7
2	Свердло, розвертка, розвертка	Ø8H7
3	Свердло, розвертка, розвертка	Ø10H7
4	Свердло, зенкер, розвертка, розвертка	Ø14H7
5	Свердло, зенкер, розвертка, розвертка	Ø18H7
6	Свердло, зенкер, розвертка, розвертка	Ø22H7
7	Свердло, зенкер, розвертка, розвертка	Ø28H7
8	Свердло, розвертка	Ø5H8
9	Свердло, розвертка	Ø13H9
10	Свердло, зенкер, розвертка	Ø18H8
11	Свердло, зенкер, розвертка	Ø22H9
12	Свердло, зенкер, розвертка	Ø24H9
13	Свердло, зенкер, розвертка	Ø25H8
14	Свердло, зенкер, розвертка	Ø26H9
15	Свердло, зенкер, розвертка	Ø28H8

Приклад виконання задачі 4.2

Вихідні дані:

1) набір інструментів під час оброблення в суцільному матеріалі – свердло, зенкер, розвертка;

2) діаметр оброблюваного отвору, мм – Ø20H8.

Розв'язання

Оскільки оброблюваний отвір має поле допуску H8, то працюємо з таблицею А.2 додатка А (можна також використовувати матеріали [1]).

Для діаметра оброблюваного отвору Ø20 мм маємо такі рекомендовані діаметри інструментів:

– свердло Ø18 мм;

– зенкер Ø19,8 мм;

– розвертка $\varnothing 20$ мм.

Для кожного з цих трьох інструментів буде використана своя окрема швидкозмінна кондукторна втулка. Номінальний діаметр отвору швидкозмінної кондукторної втулки (для направлення інструменту) буде дорівнювати:

- для направлення свердла – $\varnothing 18$ мм;
- для направлення зенкера – $\varnothing 19,8$ мм;
- для направлення розвертки – $\varnothing 20$.

Згідно з таблицею 3 [1] для всіх отворів (d_I) швидкозмінних кондукторних втулок маємо поле допуску $F7$. За таблицею допусків знаходимо граничні відхилення

$$\varnothing 18F7 \left(\begin{matrix} +0,034 \\ +0,016 \end{matrix} \right),$$

$$\varnothing 19,8F7 \left(\begin{matrix} +0,041 \\ +0,020 \end{matrix} \right),$$

$$\varnothing 20F7 \left(\begin{matrix} +0,041 \\ +0,020 \end{matrix} \right).$$

Знайдемо зовнішні посадкові діаметри кожної втулки.

Для швидкозмінної кондукторної втулки під *свердло* згідно з таблицею 3 [1] для діапазону отворів (d_I) від 15 мм до 18 мм включно (у нас – $\varnothing 18$) маємо зовнішній діаметр втулки $d = \varnothing 26m6$. Зовнішній діаметр буртика втулки – 39 мм.

Для швидкозмінної кондукторної втулки під *зенкер* згідно з таблицею 3 [1] для діапазону отворів (d_I) від 18 мм до 22 мм (у нас – $\varnothing 19,8$) маємо зовнішній діаметр втулки $d = \varnothing 30m6$. Зовнішній діаметр буртика втулки – 46 мм.

Для швидкозмінної кондукторної втулки під *розвертку* згідно з таблицею 3 [1] для діапазону отворів (d_I) від 18 мм до 22 мм (у нас – $\varnothing 20$) маємо зовнішній діаметр втулки $d = \varnothing 30m6$. Зовнішній діаметр буртика втулки – 46 мм.

Знайдені зовнішні посадкові діаметри швидкозмінних кондукторних втулок повинні відповідати діаметрам отворів проміжних втулок, у які будуть встановлюватися швидкозмінні кондукторні втулки. Оскільки в нас планується тільки одна

проміжна втулка, що буде запресована в кондукторну плиту, то її отвір вибираємо як найбільший із трьох знайдених зовнішніх посадкових діаметрів швидкозмінних кондукторних втулок, а саме – $\varnothing 30$ мм. Тому коректуємо зовнішній діаметр швидкозмінної кондукторної втулки під *свердло*: замість $\varnothing 26$ беремо $\varnothing 30$: $d = \varnothing 30m6$ (тобто всі три швидкозмінні втулки матимуть однаковий зовнішній посадковий діаметр у отвір проміжної втулки).

Згідно з таблицею 2 [1] отвір (d_1) проміжної втулки виконують із полем допуску $F7$. Тоді маємо шуканий отвір проміжної втулки – $\varnothing 30F7$. З урахуванням поля допуску $m6$ зовнішнього посадкового діаметра швидкозмінних кондукторних втулок маємо посадку з'єднання швидкозмінних кондукторних втулок із проміжною втулкою – $\varnothing 30F7/m6$. За таблицею допусків знаходимо граничні відхилення

$$\varnothing 30 \frac{F7}{m6} \begin{pmatrix} +0,041 \\ +0,020 \\ +0,021 \\ +0,008 \end{pmatrix}.$$

Примітка. Згідно з [2, с. 2] допускають застосування інших посадок швидкозмінних втулок у проміжні втулки.

З таблиці 2 [1] маємо зовнішній діаметр проміжної втулки – $d = \varnothing 42n6$. Тоді проміжну втулку встановлюємо в кондукторній плиті з полем допуску $H7$, тобто з посадкою $\varnothing 42H7/n6$ [2, с. 2]. За таблицею допусків знаходимо граничні відхилення

$$\varnothing 42 \frac{H7}{n6} \begin{pmatrix} +0,025 \\ +0,033 \\ +0,017 \end{pmatrix}.$$

Примітка. Згідно з [2, с. 2], допускають застосування проміжних втулок з іншими полями допусків діаметра втулки d .

Робимо ескіз установаження швидкозмінних кондукторних втулок у проміжній втулці та останньої – у кондукторній плиті (рис. 4.24).

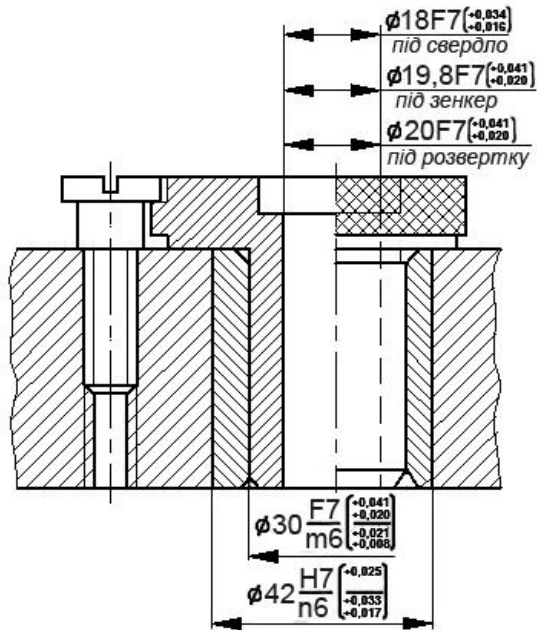


Рисунок 4.24 – Ескіз установавання швидкозмінних кондукторних втулок у проміжній втулці та останньої – у кондукторній плиті

4.5 Зміст звіту

- назва та мета роботи;
- різновиди конструкцій кондукторних втулок;
- опис типів кондукторів;
- розрахунки похибки перекосу інструменту (за вимогою викладача);
- розв’язання задачі 4.1;
- розв’язання задачі 4.2;
- висновки.



Питання для самоперевірки

1. Що називають кондуктором?
2. Що таке кондукторні плити?
3. Для чого використовують кондукторні втулки?
4. Особливості конструкції та встановлення постійних кондукторних втулок.
5. Особливості конструкції та встановлення змінних кондукторних втулок.
6. Особливості конструкції та встановлення швидкозмінних кондукторних втулок.
7. Приклади спеціальних кондукторних втулок.
8. Матеріал кондукторних втулок.
9. Умовні позначення (текстовий запис у технічних документах) кондукторних втулок згідно з ГОСТ 26238-93.
10. Типи кондукторів.
11. Особливості конструкції скальчастих кондукторів.
12. Особливості конструкції накладних кондукторів.
13. Похибка перекосу інструменту та її розрахунок.
14. Особливості конструкції досліджуваного спеціального верстатного пристрою з відкидною кондукторною плитою.
15. Як знайти діаметр отвору постійної або швидкозмінної кондукторної втулки?
16. Як знайти діаметр і посадку з'єднання постійної кондукторної втулки із кондукторною плитою?
17. Як знайти діаметри отворів швидкозмінних кондукторних втулок і допуски на них для виконання заданого оброблення набором інструментів отвору в заготовці?
18. Як знайти діаметри та посадки з'єднання швидкозмінних кондукторних втулок із проміжною втулкою?
19. Як знайти діаметр і посадку з'єднання проміжної втулки із кондукторною плитою?

Список використаної літератури

1. Втулки кондукторные и элементы их крепления. Размеры (Jig bushes and accessories for drilling purposes. Dimensions) : ГОСТ 30086-93 (ИСО 4247-77). [Введен 1996-07-01]. Минск : ИПК Изд-во стандартов, 1995. 14 с. (Межгосударственный стандарт).
2. Втулки кондукторные. Общие технические требования (Jib bushes. Specifications) : ГОСТ 26238-93. [Введен 1996-06-30]. Минск : ИПК Изд-во стандартов, 1995. 6 с. (Межгосударственный стандарт).
3. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений. Москва : Высшая школа, 1980. 240 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1986. Т. 2. 496 с.
5. Горошкин А. К. Приспособления для металло-режущих станков : справочник. 7-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1979. 303 с.
6. Терликова Т. Ф., Мельников А. С., Баталов В. И. Основы конструирования приспособлений : учеб. пособие для машино-строительных вузов. Москва : Машиностроение, 1988. 119 с.
7. Микитянский В. В. Точность приспособлений в машиностроении. Москва : Машиностроение, 1984. 128 с.
8. Мартыненко О. В. Практикум по дисциплине «Технологическая оснастка» : учеб. пособие. Волгоград : ВолгГТУ, 2008. 52 с.
9. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. Москва : Машиностроение, 1984. Т. 1. 592 с.
10. Справочник металлиста : в 5 т. / под ред. А. Н. Малова. Москва : Машиностроение, 1977. Т.3. 748 с.
11. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологічна оснастка». Частина 1 / укладач П. В. Кушніров. Суми : Вид-во СумДУ, 2009. 52 с.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМО- ТА ГІДРОПРИВОДІВ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

5.1 Мета роботи

Метою роботи є вивчення методики визначення основних параметрів пневмо- та гідроприводів верстатних пристроїв.

5.2 Загальні положення

Верстатні пристрої можуть містити механізований привод, призначений для створення вихідної сили для закріплення оброблюваних заготовок. За типом робочого середовища (типом енергоносія) приводи поділяють на пневматичний (пневмопривод), гідравлічний (гідропривод) та ін.

Найбільш поширеними є приводи у вигляді поршневих циліндрів або діафрагмових (мембранних) камер.

Основними параметрами привода є: тиск робочого середовища (стисненого повітря для пневмоприводів, масла під тиском для гідроприводів), діаметр поршня (для поршневих приводів), діаметр діафрагми або мембрани (для діафрагмових приводів), діаметр штока, величина робочого ходу штока. Ці параметри можна визначати, використовуючи довідкову літературу, або розрахунковим способом за допомогою спеціальних методик. У довідковій літературі зазвичай наведено інформацію з основних параметрів стандартних пневмо- та гідроприводів [2–7].

Під час проектування верстатного пристрою тип привода вибирають на підставі порівняння переваг і недоліків різних можливих варіантів для конкретних умов роботи. Так, під час вибору типу привода керуються потрібною величиною сили закріплення оброблюваної заготовки (W), необхідною величиною робочого ходу штока або вихідної ланки (S), довговічністю привода. Привод повинен бути безпечним і надійним у роботі, забезпечувати найменші витрати часу та

енергії на закріплення і розкріплення заготовки, мати просте керування. Конструкція привода також повинна бути компактною і технологічною у виготовленні та монтажі.

Відповідно до класифікації згідно з ГОСТом 17752-81 визначають параметри приводів, зважаючи на такі умови:

– типу привода за видом робочого середовища (пневмо- або гідропривод);

– типу привода за видом робочої ланки (поршневий, діафрагмовий або мембранний);

– типу привода за напрямком дії робочого середовища (одно- або двосторонньої дії);

– типу циліндра за кількістю штоків (з одно- або двостороннім штоком);

– типу циліндра за кількістю положень вихідної ланки (дво- або багатопозиційний);

– типу циліндра за характером ходу вихідної ланки (одноступінчастий або телескопічний);

– типу циліндра за можливістю гальмування (без гальмування або з гальмуванням).

Тиск робочого середовища забезпечує утворення на штоку вихідної сили Q . Закріплення ж заготовки у пристрої здійснюється силою W , що може відрізнятись від Q за наявності передатних механізмів (важіль, клин тощо).

Значення тиску робочого середовища, використовуваного в приводах:

– стисненого повітря для пневмоприводів

$$p = 0,4\text{--}0,63 \text{ (до 1) МПа};$$

– масла під тиском для гідроприводів

$$p = 6,3\text{--}17 \text{ (і більше) МПа}.$$

Величина ходу поршня (S) для поршневого привода визначається зі стандартного ряду згідно з ГОСТом 6540-68 [15].

Основний ряд (мм):

4; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1 000; 1 250; 1 600; 2 000; 2 500; 3 150; 4 000; 5 000; 6 300; 8 000; 10 000.

Додатковий ряд (мм):

56; 70; 90; 110; 140; 180; 220; 280; 360; 450; 560; 710; 900; 1 400; 1 800; 2 240; 2 800; 3 000; 3 350; 3 550; 3 750; 4 250; 4 500; 4 750; 5 300; 5 600; 6 000; 6 700; 7 100; 7 500; 8 500; 9 000; 9 500.

Величина ходу штока діафрагми (S) для діафрагмового (мембранного) привода визначається з розрахункового діапазону [2; 3; 5].

Оптимальна довжина ходу штока діафрагми дорівнює:

- $0,3D$ – для тарілчастих діафрагм (мембран);
- $0,07D$ – для плоских діафрагм (мембран) із прогумованої тканини;
- $0,22D$ – для гумових діафрагм (мембран).

Визначення за довідковою літературою основних параметрів пневмо- та гідروприводів верстатних пристроїв можна здійснювати згідно з [2, с. 77–115; 5, с. 425–488; 7, с. 90–93; 13; 14; 15] та ін.

За напрямком дії робочого середовища поршневі циліндри поділяють на циліндри двосторонньої дії (рис. 5.1) та циліндри односторонньої дії (рис. 5.2).

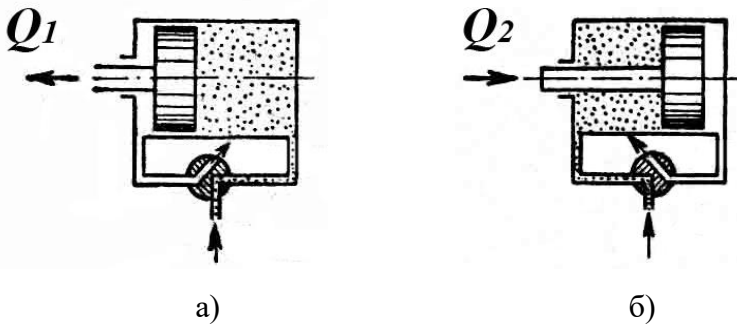


Рисунок 5.1 – Поршневі циліндри двосторонньої дії:
 а) із безштоковою робочою порожниною та силою Q_1 на штоку;
 б) зі штоковою робочою порожниною і силою Q_2 на штоку

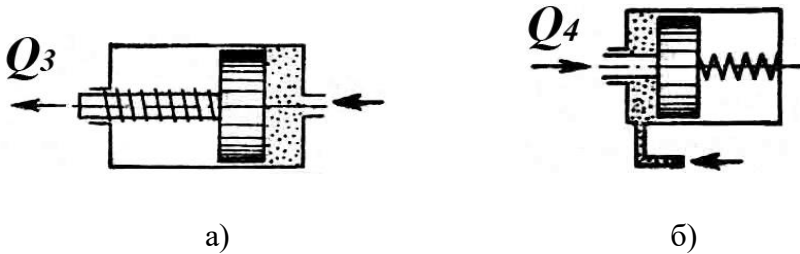


Рисунок 5.2 – Поршневі циліндри односторонньої дії:
 а) із безштоковою робочою порожниною та силою Q_3 на штоку;
 б) зі штоковою робочою порожниною і силою Q_4 на штоку

Формули для розрахунку сили Q на штоку поршневого пневмопривода визначають за таблицею 5.1.

Ці самі формули використовують і для розрахунку сили на штоку поршневого гідропривода (з урахуванням відповідних значень тиску масла).

Основні параметри стаціонарних поршневих пневмоциліндрів наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.1 – Формули для визначення сили Q на штоку поршневого привода

Тип пневмоциліндра	Із безштоковою робочою порожниною	Зі штоковою робочою порожниною
Пневмоциліндр двосторонньої дії	$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4}$	$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4}$
Пневмоциліндр односторонньої дії	$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} - q$	$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4} - q$

Примітка

Q – сила на штоку, Н;

D – діаметр пневмоциліндра (поршня), мм;

d – діаметр штока, мм;

p – тиск стисненого повітря, МПа;

$\eta = 0,85-0,9$ – к. к. д., що враховує втрати в пневмоциліндрі;

q – сила опору поворотної пружини, Н.

Таблиця 5.2 – Основні параметри стаціонарних поршневих пневмоциліндрів

Діаметр, мм		Хід поршня S_{\max} , мм	Статична сила (Н) на штоку, не менше ніж		
пневмоциліндра (поршня)	штока		тиск, МПа		
D	d		0,4	0,63	1
1	2	3	4	5	6
25	12	250	160/ 130	240/ 200	380/ 300
32		320	250/ 220	340/ 330	620/ 530
40	14	400	400/ 350	620/ 560	1 020/ 900
50	18	500	640/ 550	1 000/ 840	1 590/ 1 300
63		630	1 000/ 900	1 550/ 1 450	2 600/ 2 350
80	25	800	1 750/ 1 500	2 750/ 2 460	4 300/ 3 900

Продовження таблиці 5.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
100	25	1 000	$\frac{2\,700}{2\,550}$	$\frac{4\,300}{4\,000}$	$\frac{6\,750}{6\,350}$
125	32	1 250	$\frac{4\,200}{4\,000}$	$\frac{6\,700}{6\,200}$	$\frac{10\,600}{9\,900}$
160	40	1 600	$\frac{7\,200}{6\,800}$	$\frac{11\,400}{10\,700}$	$\frac{18\,100}{17\,000}$
200		2 000	$\frac{11\,400}{10\,800}$	$\frac{17\,800}{17\,100}$	$\frac{28\,400}{27\,200}$
250	63	2 500	$\frac{17\,700}{16\,500}$	$\frac{27\,800}{26\,100}$	$\frac{44\,200}{41\,400}$
320	80		$\frac{30\,000}{28\,000}$	$\frac{47\,000}{44\,100}$	$\frac{74\,800}{70\,100}$

Примітка. У чисельнику дроби наведена штовхальна сила, а у знаменнику – тягова.

Діафрагмові (мембранні) камери також поділяють за напрямком дії робочого середовища на камери двосторонньої дії (рис. 5.3) та камери односторонньої дії (рис. 5.4).

Під час розрахунків параметрів діафрагмового типу привода враховують матеріал діафрагми (мембрани) – прогумована тканина або гума, а також форма – тарілчаста або плоска.

Розрахунок параметрів мембранного (діафрагмового) пневмопривода здійснюють для оптимальної довжини ходу штока пневмокамери:

– на довжині $0,3D$ для тарілчастих і $0,07D$ для плоских діафрагм із прогумованої тканини;

– на довжині $0,22D$ для гумових діафрагм.

Формули для розрахунку сили Q на штоку діафрагмового (мембранного) привода визначають за таблицею 5.3.

Сили Q на штоку діафрагмового (мембранного) пневмопривода для $p = 0,4$ МПа наведено в таблиці 5.4.

Пневмокамери порівняно із пневмоциліндрами мають такі *переваги*:

1) більш прості за конструкцією і коштують дешевше;

2) вимагають меншої точності виготовлення та чистоти оброблюваних поверхонь деталей (робочі поверхні камери часто механічно взагалі не обробляються, їх можна одержувати, наприклад, штампуванням із листового металу);

3) за нормальних умовах експлуатації діафрагмові пневмокамери витримують до зношування більше ніж 600 000 увімкнень, а ущільнення деталей пневмоциліндрів – значно менше.

Недоліками пневмокамер є невелика величина переміщення діафрагми зі штоком і зменшення зусилля на штоку пневмокамери під час його переміщення з вихідного в кінцеве положення.

Пневмокамери зазвичай застосовують у тих випадках, якщо потрібен невеликий хід штока.

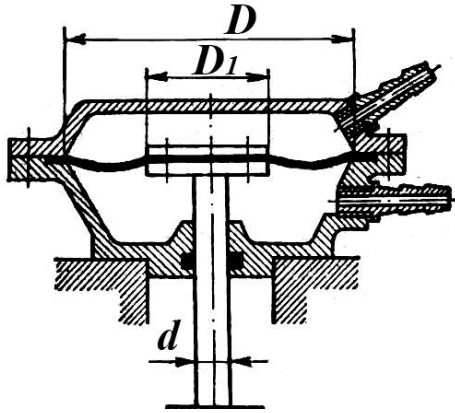


Рисунок 5.3 – Діафрагмова (мембранна) камера двосторонньої дії

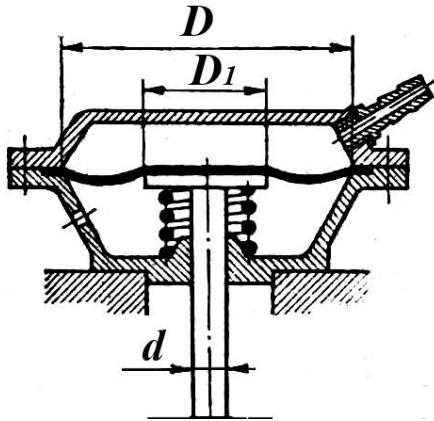


Рисунок 5.4 – Діафрагмова (мембранна) камера односторонньої дії

Гідроприводи рекомендують використовувати, якщо необхідно забезпечити значні сили на штоку, а також якщо потрібна компактність конструкції затискного пристрою.

Як вже зазначалося, для розрахунку сили на штоку поршневого гідропривода використовують ті самі формули, що і для пневмопривода (див. табл. 5.1).

Таблиця 5.3 – Формули для визначення сили Q на штоку діафрагмового (мембранного) привода

Тип діафрагми (мембрани)	Положення діафрагми (мембрани)	Сила на штоку Q , Н	
		Із безштоковою робочою порожниною	Зі штоковою робочою порожниною
Із прогумованої тканини	Близьке до вихідного	$\frac{\pi \cdot (D + D_1)^2 \cdot p}{16} - q \approx$ $\approx 0,196 \cdot (D + D_1)^2 \cdot p - q$	$\frac{\pi \cdot [(D + D_1)^2 - d^2] \cdot p}{16} - q$
	<i>За ходом:</i> 0,3 D – для тарілчастої; 0,07 D – для плоскої	$\frac{0,75 \cdot \pi \cdot (D + D_1)^2 \cdot p}{16} - q \approx$ $\approx 0,147 \cdot (D + D_1)^2 \cdot p - q$	$\frac{0,75 \cdot \pi [(D + D_1)^2 - d^2] \cdot p}{16} - q$
Гумова	Близьке до вихідного	$\frac{\pi \cdot D_1^2 \cdot p}{4} - q \approx$ $\approx 0,785 \cdot D_1^2 \cdot p - q$	–
	<i>За ходом:</i> 0,22 D	$\frac{0,9 \cdot \pi \cdot D_1^2 \cdot p}{4} - q \approx$ $\approx 0,706 \cdot D_1^2 \cdot p - q$	–

Примітка

D – робочий діаметр діафрагми (мембрани), мм;

D_1 – зовнішній діаметр опорної шайби (опорного диска), мм;

d – діаметр штока, мм;

p – тиск стисненого повітря, МПа;

q – сила опору поворотної пружини, Н (для привода двосторонньої дії $q = 0$).

Величина зовнішнього діаметра (мм) опорної шайби (опорного диска) дорівнює:

$D_1 = 0,7D$ – для діафрагм (мембран) із прогумованої тканини;

$D_1 = D - 2c - (2-4)$ – для гумових діафрагм (мембран), де $c = (4-8)$ мм – товщина діафрагми (мембрани) залежно від її діаметра.

Таблиця 5.4 – Сила (Н) на штоку діафрагмового (мембранного) пневмопривода для $p = 0,4$ МПа

Діаметр D діафрагми (мембрани), мм	Діаметр d штока, мм	Діафрагми (мембрани)			
		із прогумованої тканини		гумові	
		у положенні, близькому до вихідного	за ходом: $0,3D$ – для тарілчастої; $0,07D$ – для плоскої	у положенні, близькому до вихідного	за ходом: $0,22D$
125	16	3 500	2 700	4 750	3 750
160	20	5 700	4 350	7 200	6 150
200	25	9 000	6 800	11 000	8 750
250	25	14 000	11 000	17 300	15 500
320	32	23 000	17 500	29 000	25 000
400	40	36 000	27 000	46 500	42 000

5.3 Обладнання, інструмент, матеріали

Стіл лабораторний.

Зразки приводів (поршневий, діафрагмовий пневмопривод або гідропривод).

Калькулятор для розрахунків.

Стіл для навчальних занять.

Робочий зошит, ручка, олівці, лінійка.

5.4 Порядок виконання роботи

1. Вивчити методика розрахунку та визначення за довідковою літературою основних параметрів пневмо- та гідроприводів верстатних пристроїв.

2. Одержати від викладача варіант завдання згідно з даними таблиці 5.5 та зробити відповідні розрахунки параметрів привода.

3. Виконати розрахунки параметрів привода спеціального пристрою, що проектує студент згідно з наданим індивідуальним завданням.

4. Проаналізувати одержані результати. Зробити висновки.

5.5 Зміст звіту

- назва та мета роботи;
- рисунок привода згідно з варіантом завдання;
- розрахунки параметрів привода згідно з варіантом завдання;
- розрахунки параметрів привода спеціального пристрою, що проектує студент згідно з наданим індивідуальним завданням (розділ кваліфікаційної роботи бакалавра);
- висновки.

Таблиця 5.5 – Вихідні дані

Номер варіанта	Привод поршневий двосторонньої дії із безштоковою робочою порожниною		Привод пневматичний мембранний односторонньої дії зі штоковою робочою порожниною, тиск у мережі $p = 0,4$ МПа		
	пневматичний, тиск у мережі $p = 0,63$ МПа	гідравлічний, тиск у мережі $p = 6,3$ МПа	сила закріплення W , Н	передатне відношення сил I_c	сила опору пружини q , Н
	сила на штоку Q , Н				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	490	–	73 000	2	85
2	970	–	70 200	1,5	85
3	1 800	–	61 420	1,2	85
4	3 200	–	59 050	1,1	85
5	5 100	–	56 680	1,4	80
6	6 200	–	45 890	1,5	80
7	7 400	–	41 360	1,1	80
8	8 900	–	38 215	1,2	80
9	9 050	–	36 260	1,2	80

Продовження таблиці 5.5

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
10	10 700	–	30 100	1,3	70
11	11 020	–	28 410	1,3	65
12	17 500	–	25 750	1,4	65
13	20 200	–	23 290	1,4	60
14	31 500	–	18 420	1,5	60
15	40 200	–	16 280	1,1	60
16	–	2 200	15 990	1,1	60
17	–	4 070	14 100	0,9	60
18	–	5 800	11 670	0,5	55
19	–	8 300	10 915	1,2	55
20	–	9 900	9 810	1,1	55
21	–	15 400	9 050	1,8	55
22	–	20 600	7 520	1,1	50
23	–	25 500	7 480	1,2	50
24	–	32 100	7 038	0,8	50
25	–	40 380	6 520	1,1	50
26	–	42 700	6 150	1,3	45
27	–	50 200	5 900	1,2	45
28	–	82 400	4 500	1,4	50
29	–	160 100	4 170	1,1	45
30	–	990 000	3 520	1,2	50



Питання для самоперевірки

1. Які ви знаєте типи приводів за видом робочого середовища, у чому їхні особливості?
2. Сфера застосування, переваги і недоліки поршневого і діафрагмового (мембранного) приводів.
3. Порівняйте пневматичний і гідравлічний приводи, відзначте їхні переваги і недоліки.
4. Особливості конструкцій, переваги і недоліки приводів односторонньої та двосторонньої дії.
5. За якими ознаками класифікують циліндри поршневих приводів?
6. Яку форму можуть мати діафрагми (мембрани) пневмокамер? З яких матеріалів ці діафрагми (мембрани) виготовляють?
7. У чому розходження понять «сила закріплення W » і «сила на штоку Q »?
8. Назвіть найбільш поширені величини тиску стисненого повітря і робочої рідини у приводах.
9. Необхідно збільшити величину сили закріплення W . Як (змінюючи які параметри привода) можна це зробити?
10. Який із двох мембранних приводів двосторонньої дії – зі штоковою робочою порожниною чи з безштоковою робочою порожниною – забезпечує більшу за величиною силу закріплення, якщо діаметри мембран в обох випадках однакові?
11. Який мінімальний діаметр стандартної діафрагми (мембрани)?
12. Якщо конструкція затискного пристрою містить самогальмівну ланку (наприклад, клиновий механізм), то який необхідно використати тип привода: одно- чи двосторонньої дії?
13. Навести формулу, за допомогою якої можна розрахувати силу на штоку пневматичного поршневого привода двосторонньої дії із безштоковою робочою порожниною.

14. Навести формулу, за допомогою якої можна розрахувати силу на штоку пневматичного поршневого привода двосторонньої дії зі штоковою робочою порожниною.

15. Навести формулу, за допомогою якої можна розрахувати силу на штоку пневматичного поршневого привода односторонньої дії із безштоковою робочою порожниною.

16. Навести формулу, за допомогою якої можна розрахувати силу на штоку пневматичного поршневого привода односторонньої дії зі штоковою робочою порожниною.

Список використаної літератури

1. Блюмберг В. А., Близнюк В. П. Переналаживаемые станочные приспособления. Ленинград : Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1978. 360 с.
2. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений. Москва : Высшая школа, 1980. 240 с.
3. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. 4-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1975. 656 с.
4. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков : справочник. 7-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1979. 303 с.
5. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. Москва : Машиностроение, 1984. Т. 1. 592 с.
6. Блюменштейн В. Ю., Клепцов А. А. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург : Лань, 2011. 224 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1986. Т. 2. 496 с.
8. Терликова Т. Ф., Мельников А. С., Баталов В. И. Основы конструирования приспособлений : учеб. пособие для машиностроительных вузов. Москва : Машиностроение, 1988. 119 с.
9. Боровик А. І. Технологічна оснастка механо-складального виробництва : підручник. Київ : Кондор, 2008. 726 с.
10. Косов Н. П., Исаев А. Н., Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка : вопросы и ответы : учебное пособие для вузов. Москва : Машиностроение, 2007. 304 с.
11. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. Москва : Машиностроение, 1983. 277 с.

12. Гидропривод объемный и пневмопривод. Термины и определения : ГОСТ 17752-81. [Введен 1982-01-01]. Москва : Издательство стандартов, 1988. 73 с. (Государственный стандарт Союза ССР).

13. Пневмоцилиндры поршневые. Технические условия : ГОСТ 15608-81. [Введен 1983-01-01]. Москва : ИПК Издательство стандартов, 1997. 31 с. (Государственный стандарт Союза ССР).

14. Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров : ГОСТ 6540-68. [Введен 1969-07-01]. Москва : Издательство стандартов, 1991. 7 с. (Государственный стандарт Союза ССР).

15. Методичні вказівки до практичної роботи «Автоматизований розрахунок параметрів пневмо- та гідроприводів верстатних пристроїв» із курсу «Технологічна оснастка» для студентів спеціальності 7.090202 усіх форм навчання / укладач П. В. Кушніров. Суми : Вид-во СумДУ, 2003. 31 с.

16. 4352 Методичні вказівки до практичної роботи «Визначення параметрів пневмо- та гідроприводів верстатних пристроїв» із курсу «Верстатні пристрої: проектування та експлуатація» : для студ. спец. 6.05050301 та 6.05050302 усіх форм навчання / П. В. Кушніров. Суми : Сумський державний університет, 2018. 23 с.

6 РОЗРАХУНОК СИЛ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК У ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ ДЛЯ ЕОМ «СИЛА ЗАКРІПЛЕННЯ»

6.1 Мета роботи

Вивчення методики розрахунку сил закріплення заготовок у верстатних пристроях за допомогою програми для ЕОМ «Сила закріплення».

6.2 Загальні положення

6.2.1 Опис можливостей програми «Сила закріплення»

У процесі механічного оброблення заготовки закріплюються у верстатних пристроях за допомогою затискачів. Під час про'єктування конструкцій пристроїв виникає необхідність визначення величини сили закріплення заготовки, яка залежить від цілої низки чинників, зокрема від значень складових сил різання. Зазвичай зазначений розрахунок сил закріплення здійснюють за відомими методиками [1–3], користуючись різною довідковою літературою – довідниками з технологічного оснащення [4–7], навчальними посібниками [8–11], відповідними розділами з курсів опору матеріалів і деталей машин тощо.

Програма для ЕОМ «Сила закріплення», розроблена в СумДУ, дозволяє в режимі діалогу з користувачем здійснювати розрахунок сил закріплення заготовок у верстатних пристроях за таким алгоритмом.

Загальний процес роботи з програмою здійснюється у два етапи:

- вибір користувачем необхідної схеми закріплення;
- безпосередньо розрахунок величини сили закріплення.

Головна панель екрана програми містить шість вікон. Перше вікно містить перелік операцій механічного оброблення,

для яких проводиться розрахунок сил закріплення (токарна, фрезерна, свердлильна та ін.). Кожна з цих операцій за деревоподібною схемою зберігання інформації містить ряд підрівнів різних схем закріплення. За допомогою клавіш курсору здійснюється перегляд змісту заданих рівнів, інформація про які виводиться в наступні вікна панелі. В одному з цих вікон користувач може переглянути графічне зображення схеми закріплення. Інше вікно панелі містить розрахункові формули шуканих сил. Наступне вікно панелі містить опис зазначеної формули схеми закріплення і додаткову інформацію, необхідну для проведення розрахунків (наприклад, джерело літератури, з якого взято схему закріплення).

У рядку стану водночас відображається інформація для користувача, яка координує його подальші дії (підказки та рекомендації). Після вибору користувачем конкретної схеми закріплення програма переходить у режим розрахунку величини сили закріплення. Водночас на головній панелі з'являється вікно, працюючи в якому користувач вводить необхідну інформацію для розрахунку сил закріплення за запропонованою формулою (наприклад, значення коефіцієнтів сил тертя, геометричні розміри заготовки тощо). Зокрема на цьому етапі можна зробити розрахунок коефіцієнта запасу (K), що складається із семи складових. За невідомої заздалегідь величини складової сили різання (P_x, P_y, P_z) користувачеві надається можливість провести розрахунок її величини за окремою підпрограмою. База даних програми складається з більш ніж 40 схем закріплення з відповідною текстовою інформацією.

6.2.2 Робота з програмою «Сила закріплення»



Рисунок 6.1 – Заставка програми для ЕОМ «Сила закріплення»

6.2.2.1 Вибір необхідної схеми закріплення для токарної операції

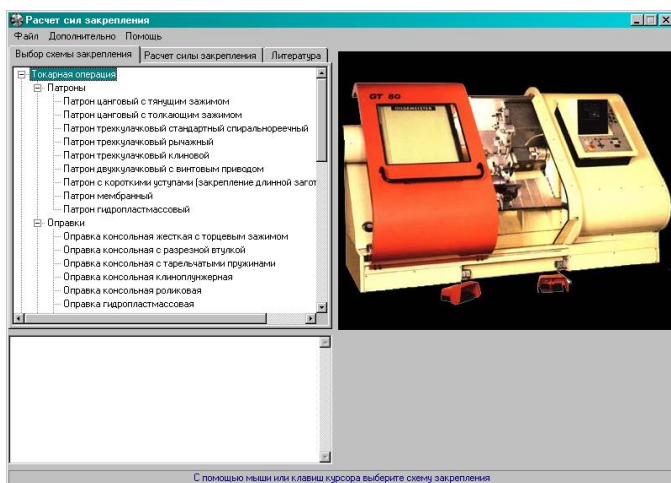


Рисунок 6.2 – Скріншот вибору необхідної схеми закріплення для токарної операції

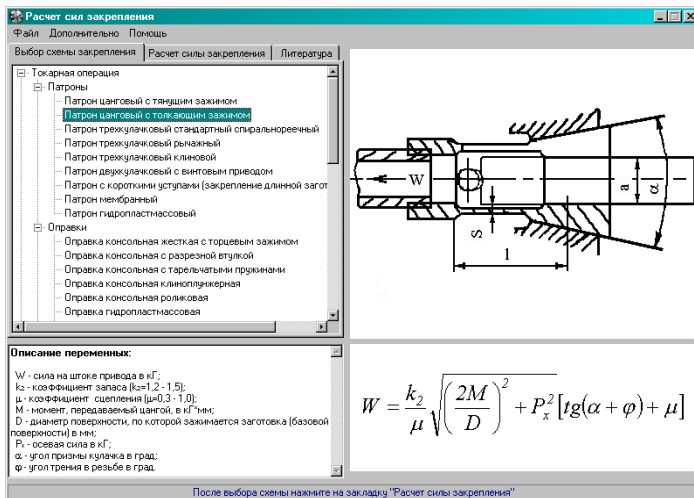


Рисунок 6.3 – Скріншот вибору закріплення в цапговому патроні з тяговим затискиачем

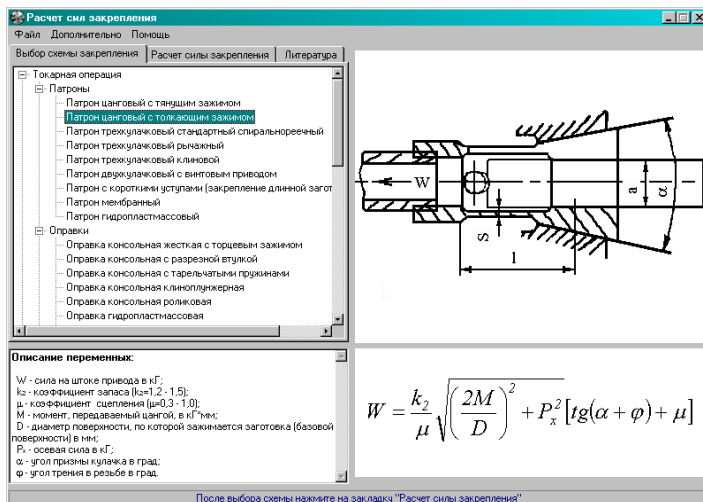


Рисунок 6.4 – Скріншот вибору закріплення в цапговому патроні зі штовхальним затискиачем

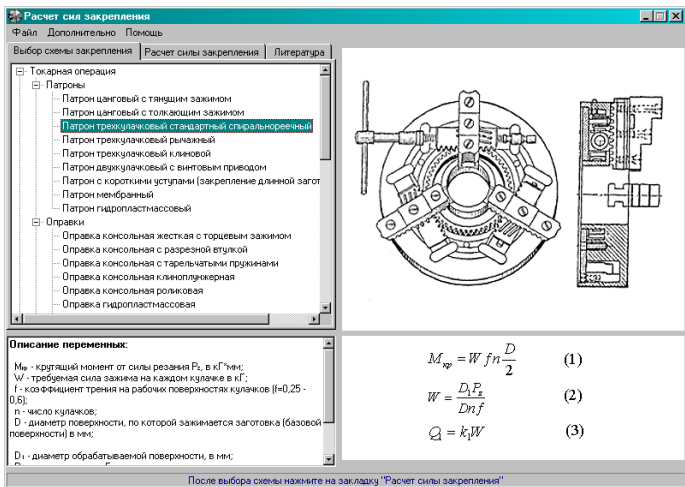


Рисунок 6.5 – Скріншот вибору закріплення в патроні трикулачковому спірално-рейковому

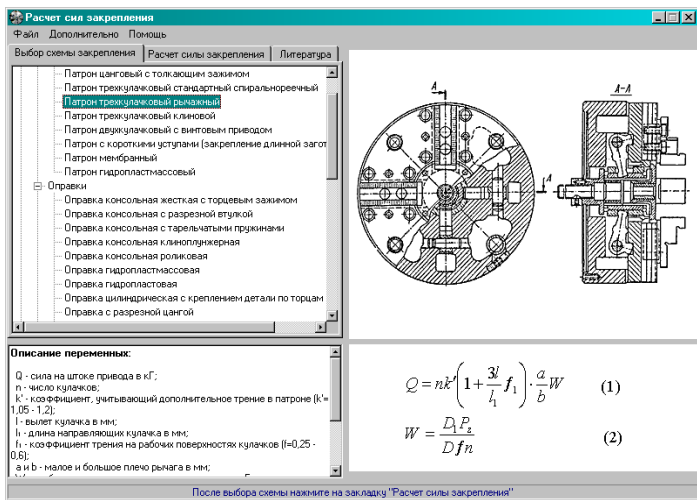


Рисунок 6.6 – Скріншот вибору закріплення в патроні трикулачковому важільному

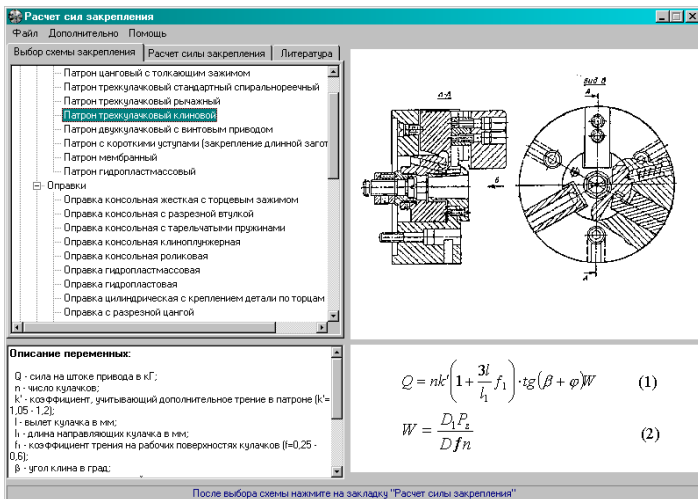


Рисунок 6.7 – Скріншот вибору закріплення в патроні трикулачковому клиновому

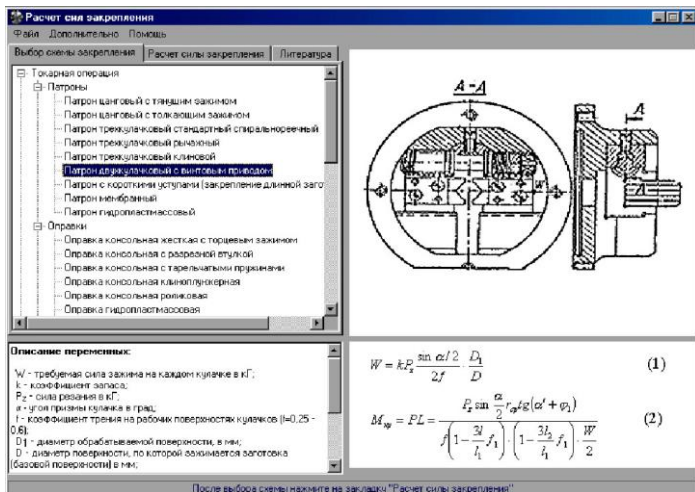


Рисунок 6.8 – Скріншот вибору закріплення в патроні двокулачковому з гвинтовим приводом

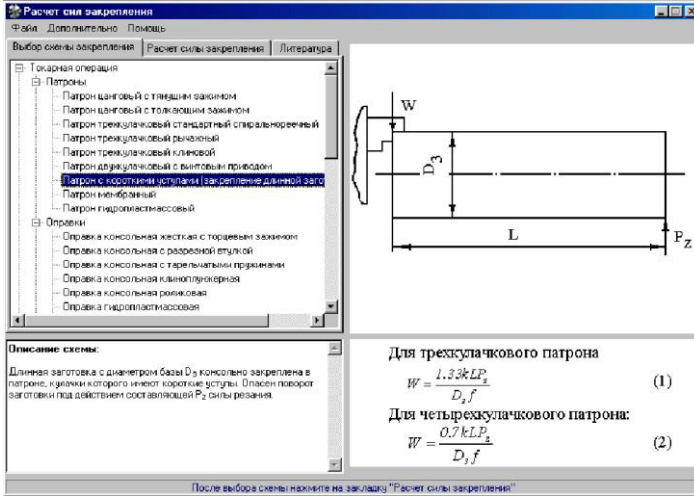


Рисунок 6.9 – Скріншот вибору закріплення в патроні з короткими уступами (закріплення довгої заготовки)

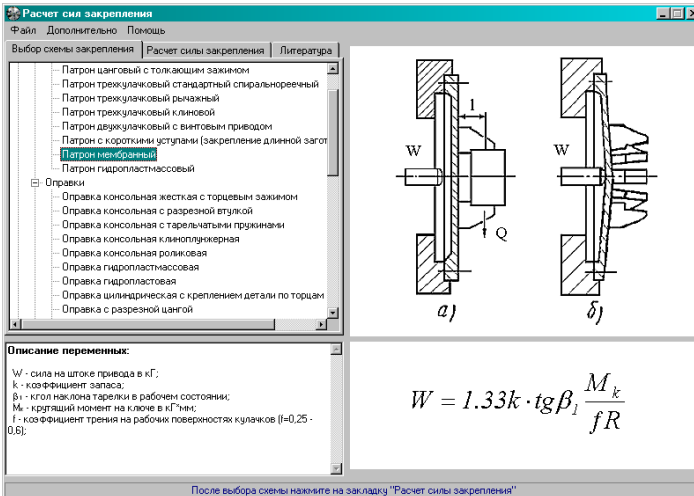


Рисунок 6.10 – Скріншот вибору закріплення в патроні мембранному

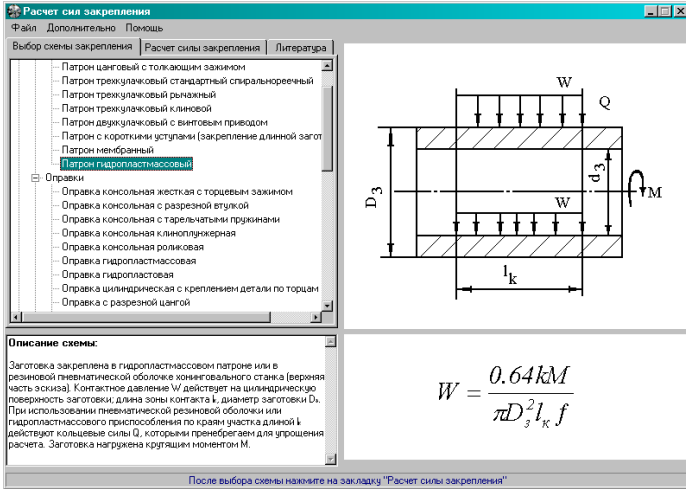


Рисунок 6.11 – Скріншот вибору закріплення в патроні гідропластмасовому

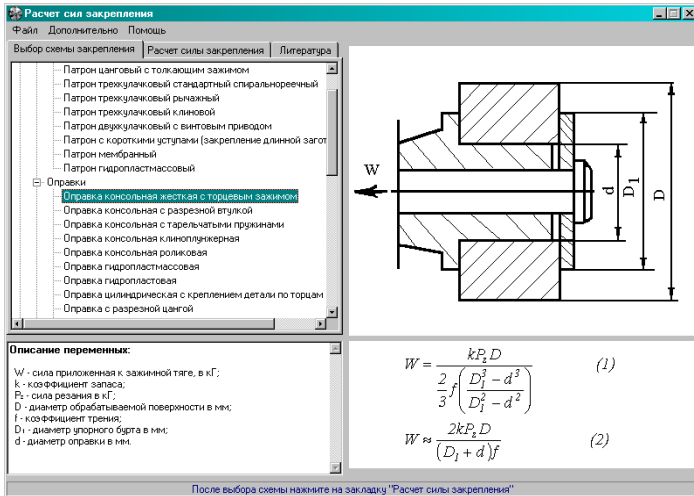


Рисунок 6.12 – Скріншот вибору закріплення на оправці консольній жорсткій із торцевим затискачем

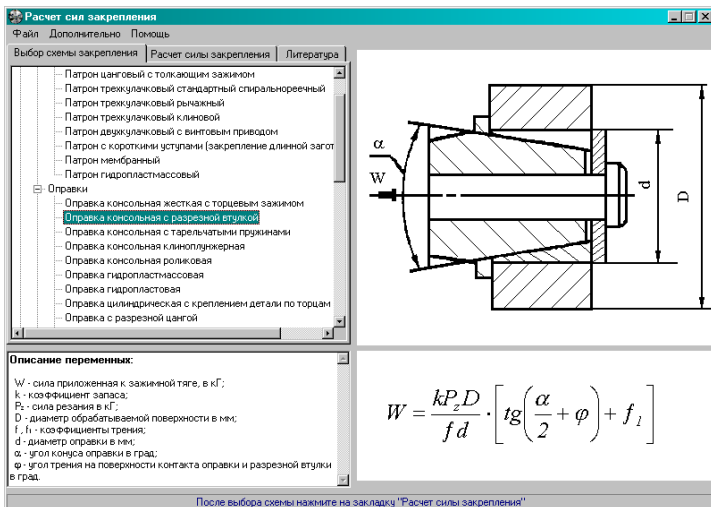


Рисунок 6.13 – Скріншот вибору закріплення на оправці консольній із розрізною втулкою

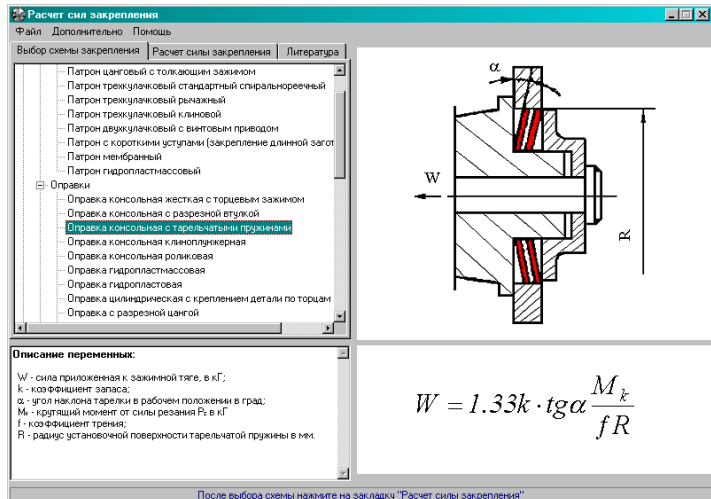


Рисунок 6.14 – Скріншот вибору закріплення на оправці консольній із тарілчастими пружинами

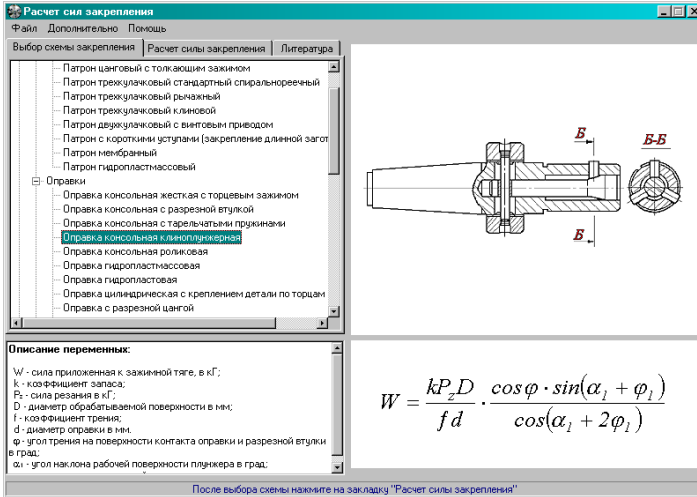


Рисунок 6.15 – Скріншот вибору закріплення на оправці консольній клиноплунжерній

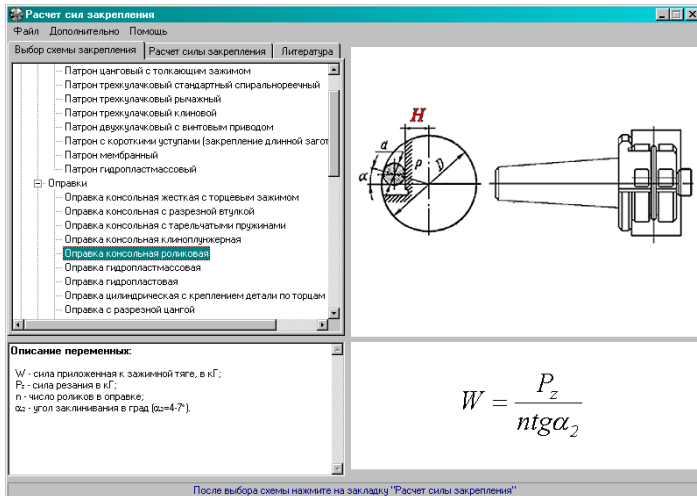


Рисунок 6.16 – Скріншот вибору закріплення на оправці консольній роликовій

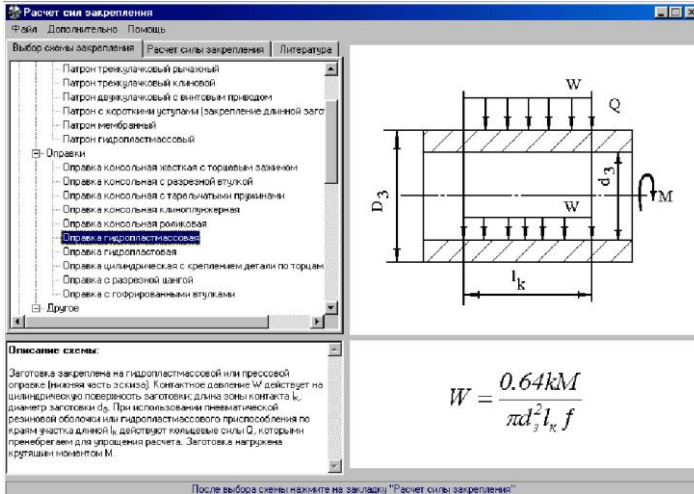


Рисунок 6.17 – Скріншот вибору закріплення на оправці гідропластмасовій

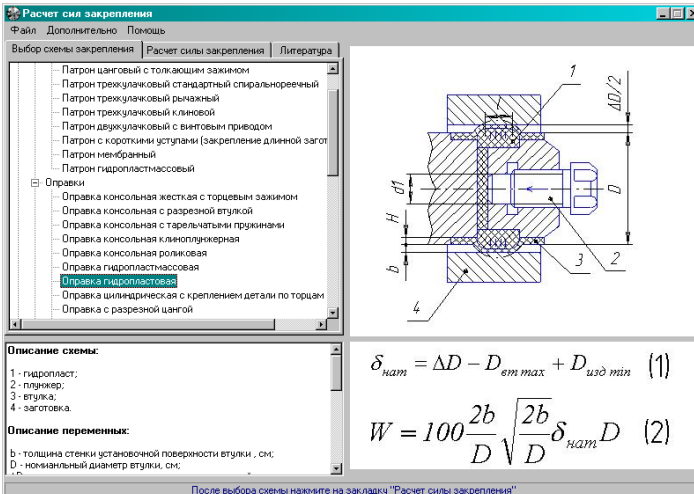


Рисунок 6.18 – Скріншот вибору закріплення на оправці гідропластовій

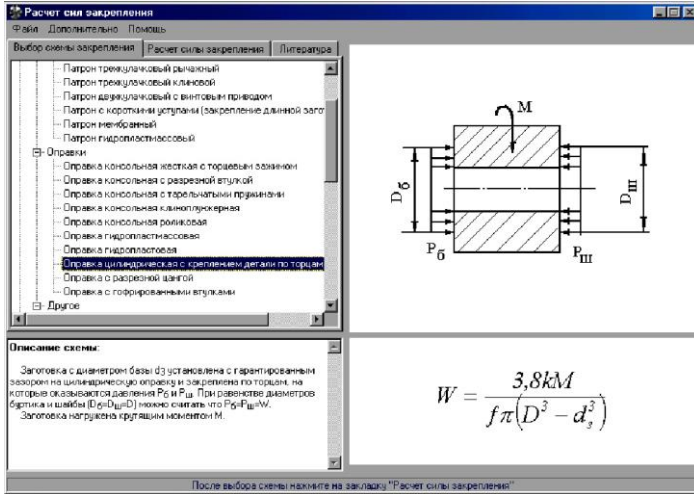


Рисунок 6.19 – Скріншот вибору закріплення на оправці циліндричній із кріпленням по торцях

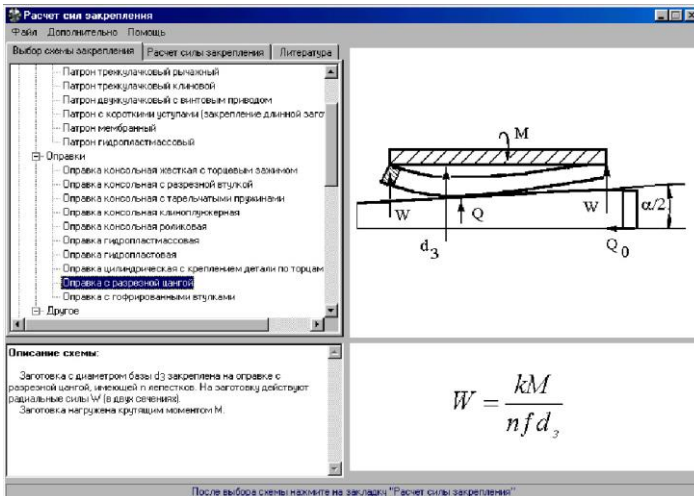


Рисунок 6.20 – Скріншот вибору закріплення на оправці з розрізною цапгою

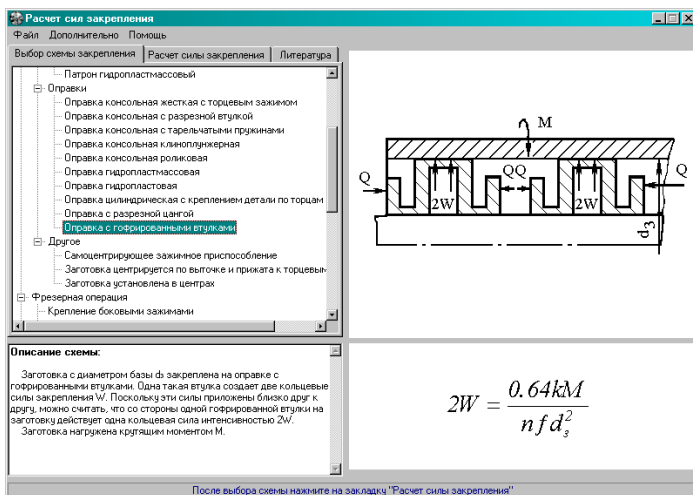


Рисунок 6.21 – Скріншот вибору закріплення на оправці з гофрованими втулками

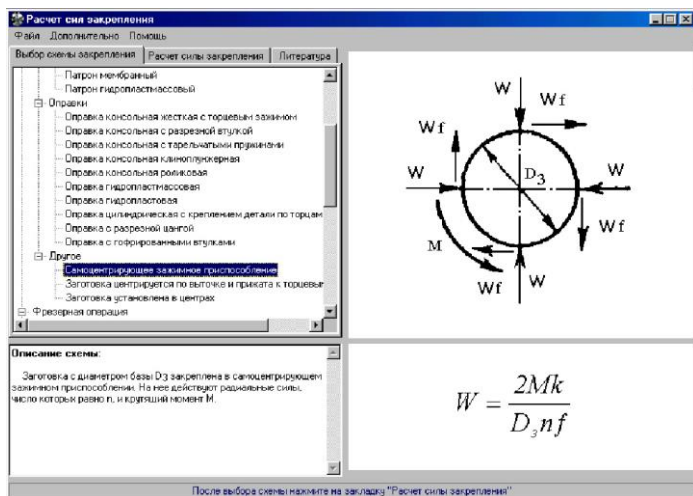


Рисунок 6.22 – Скріншот вибору закріплення в самоцентрувальному затискному пристрої

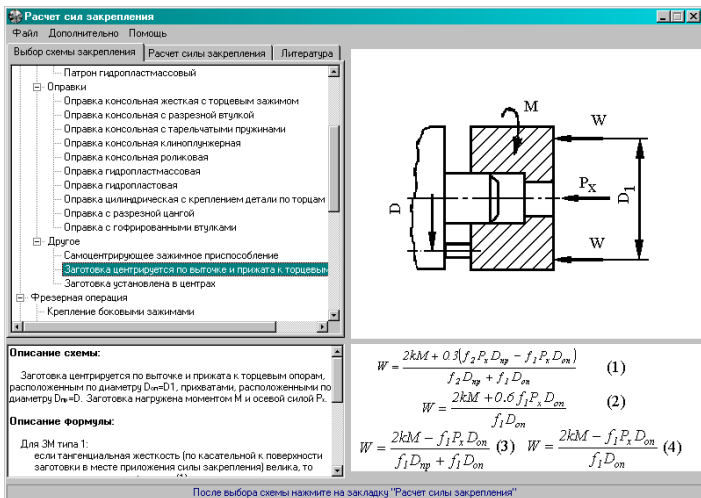


Рисунок 6.23 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка центрується за виточкою та притиснута до торця

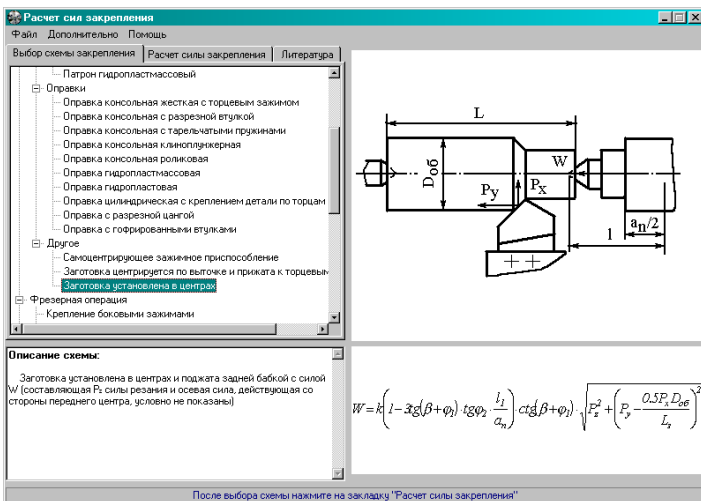


Рисунок 6.24 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка встановлена в центрах

6.2.2.2 Вибір необхідної схеми закріплення для фрезерної операції

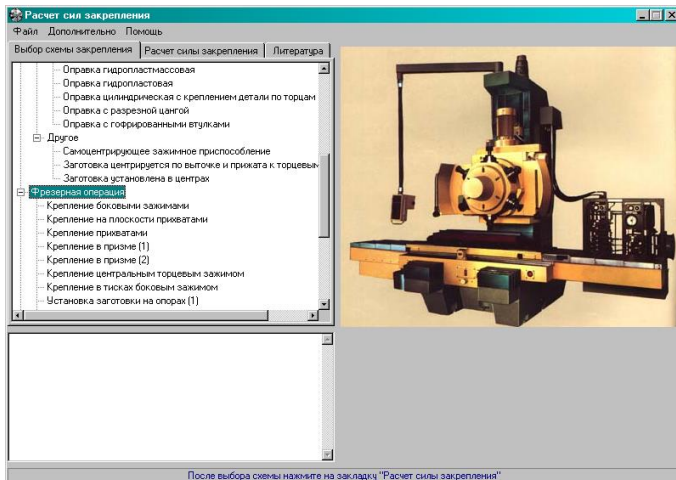


Рисунок 6.25 – Скріншот вибору необхідної схеми закріплення для фрезерної операції

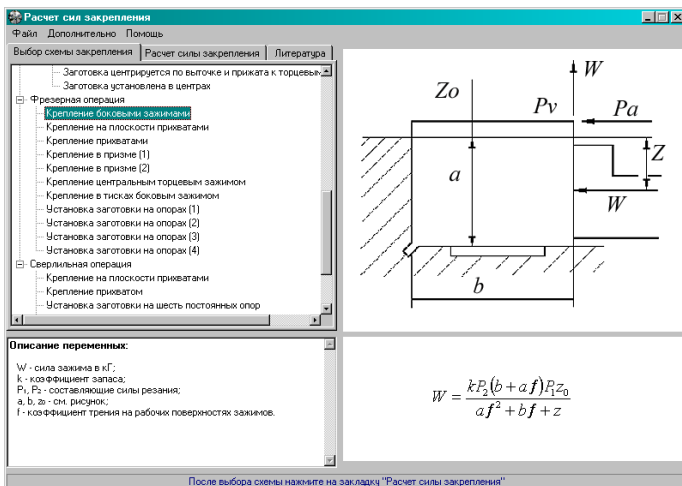


Рисунок 6.26 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена бічними затискачами

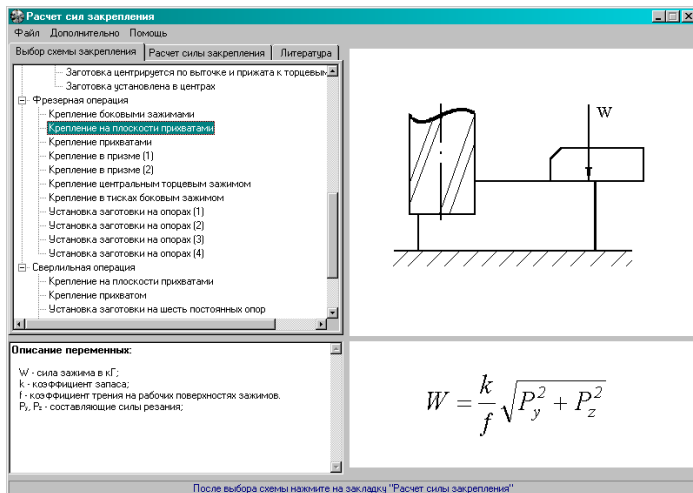


Рисунок 6.27 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена на площині прихватами

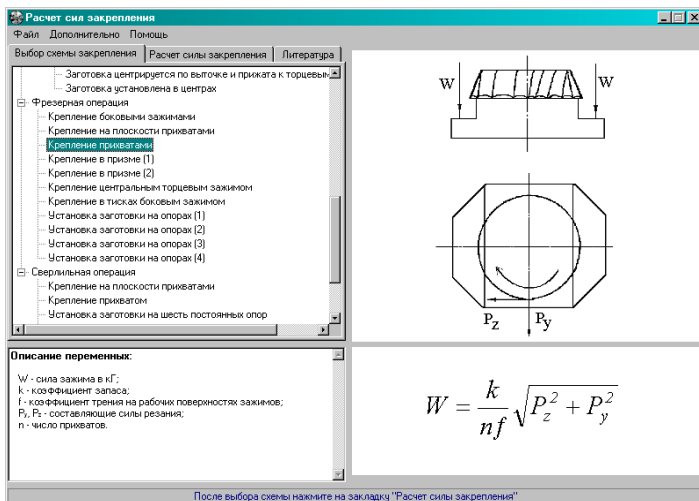


Рисунок 6.28 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена прихватами

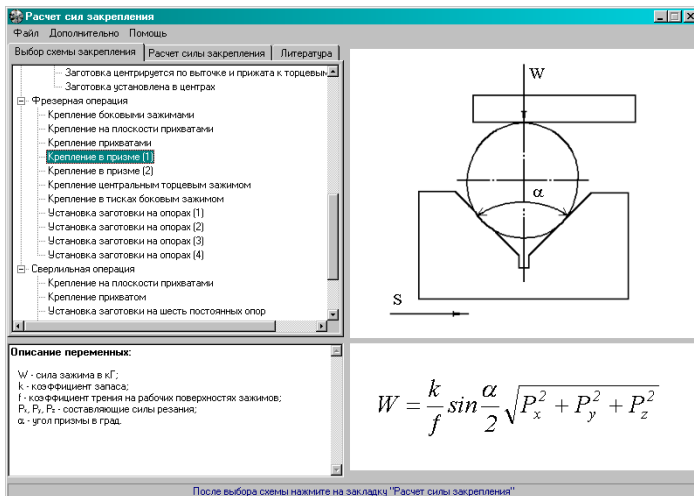


Рисунок 6.29 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена в призмі (1)

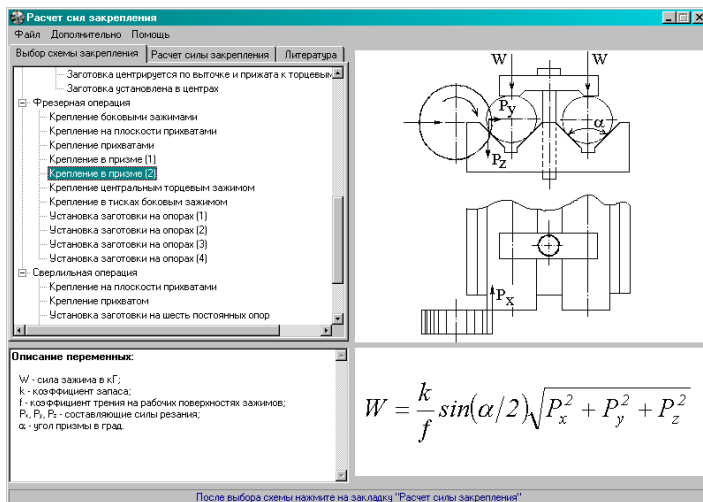


Рисунок 6.30 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена в призмі (2)

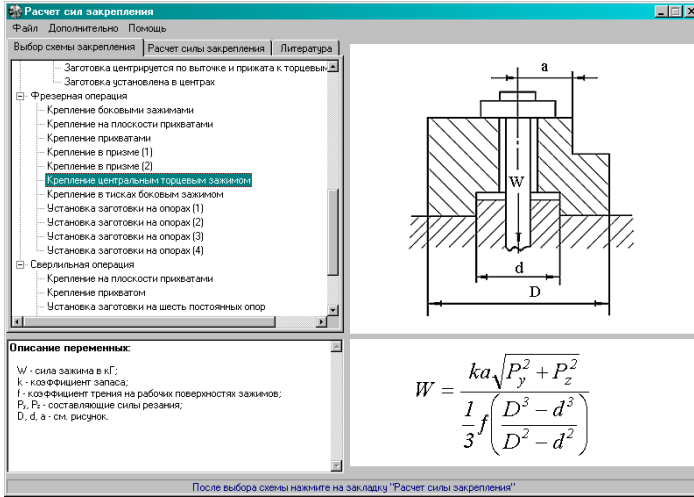


Рисунок 6.31 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена центральним торцевим затискачем

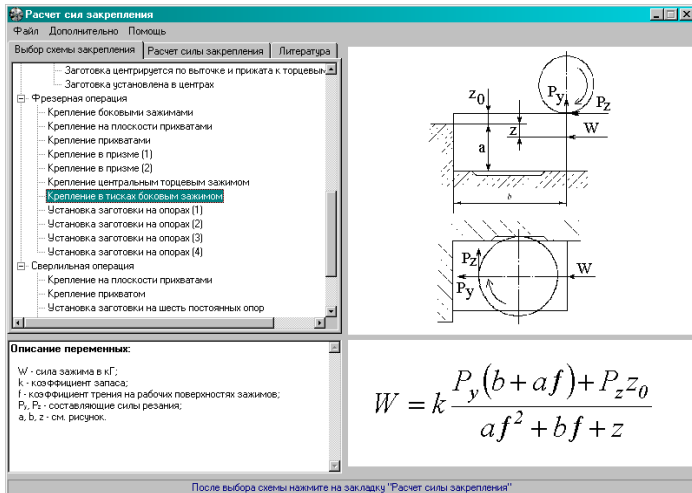


Рисунок 6.32 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена в лещатах бічним затискачем

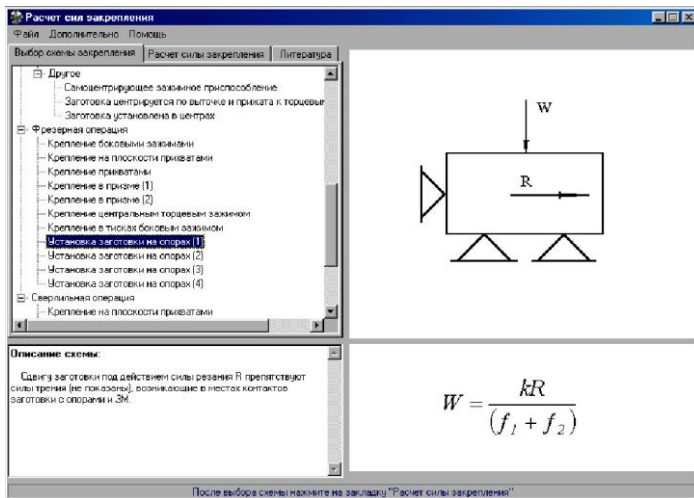


Рисунок 6.33 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка встановлена на опорах (1)

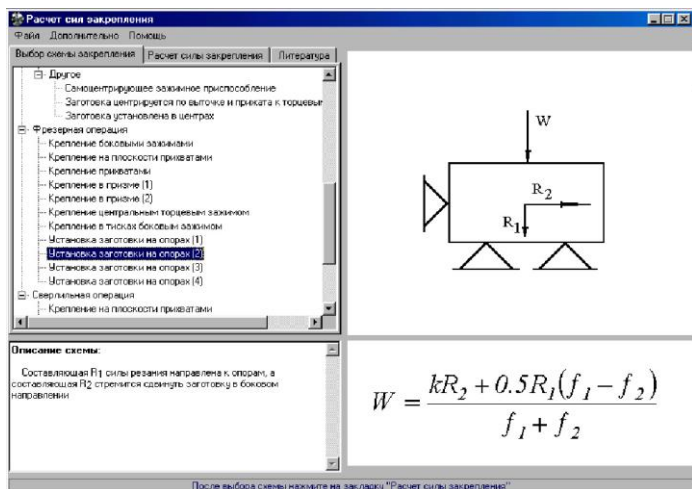


Рисунок 6.34 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка встановлена на опорах (2)

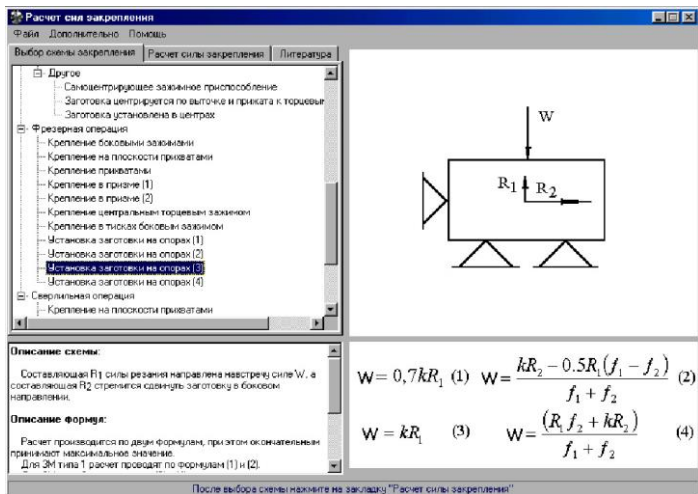


Рисунок 6.35 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка встановлена на опорах (3)

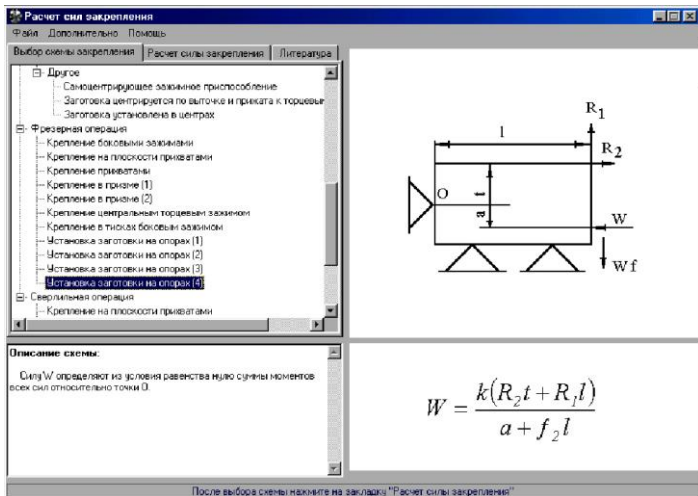


Рисунок 6.36 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка встановлена на опорах (4)

6.2.2.3 Вибір необхідної схеми закріплення для свердлильної операції

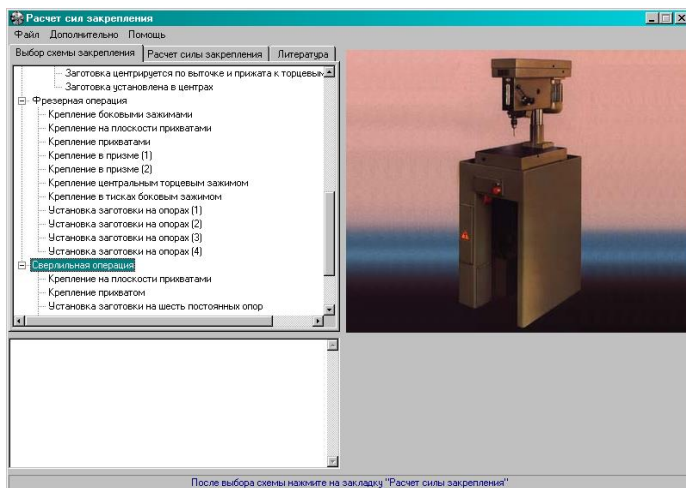


Рисунок 6.37 – Скріншот вибору необхідної схеми закріплення для свердлильної операції

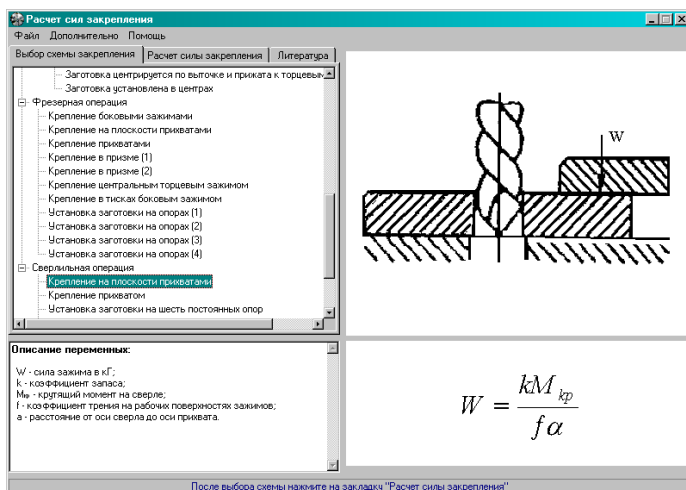


Рисунок 6.38 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена на площині прихватами

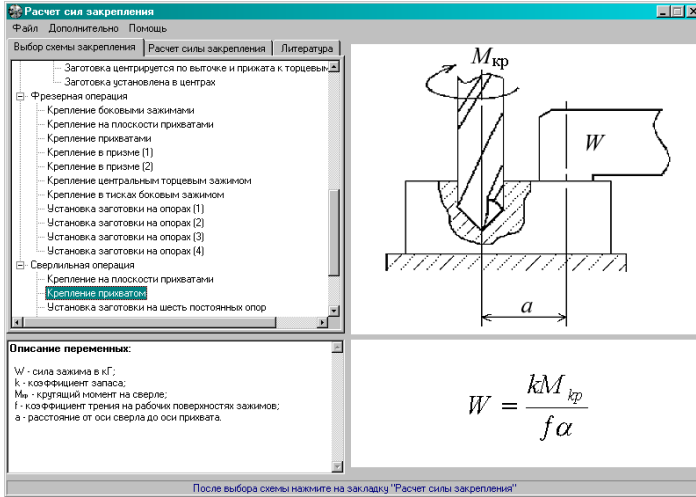


Рисунок 6.39 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена прихватом

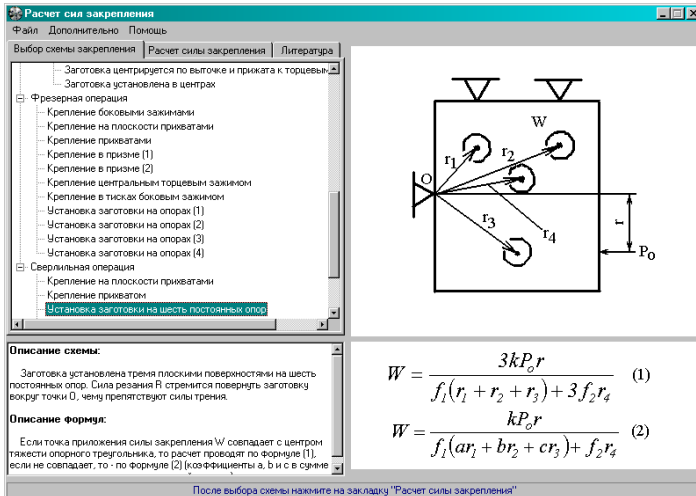


Рисунок 6.40 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка встановлена на шість постійних опор

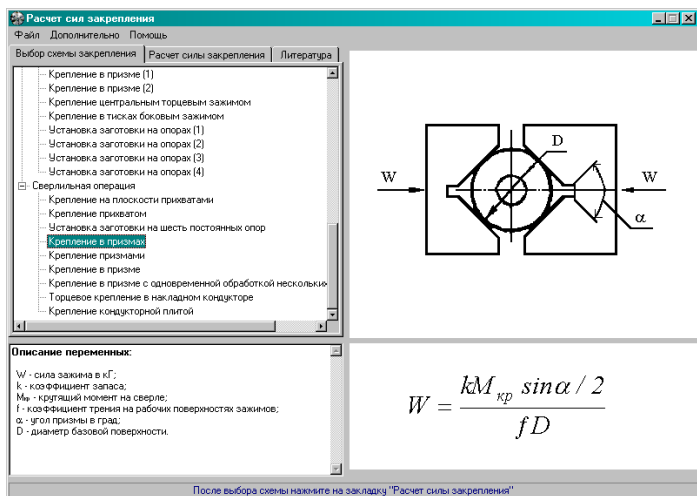


Рисунок 6.41 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка встановлена в призмах

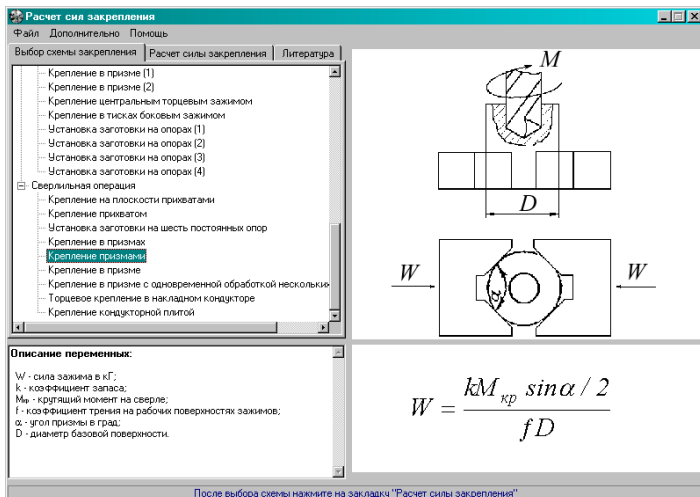


Рисунок 6.42 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена двома призмами

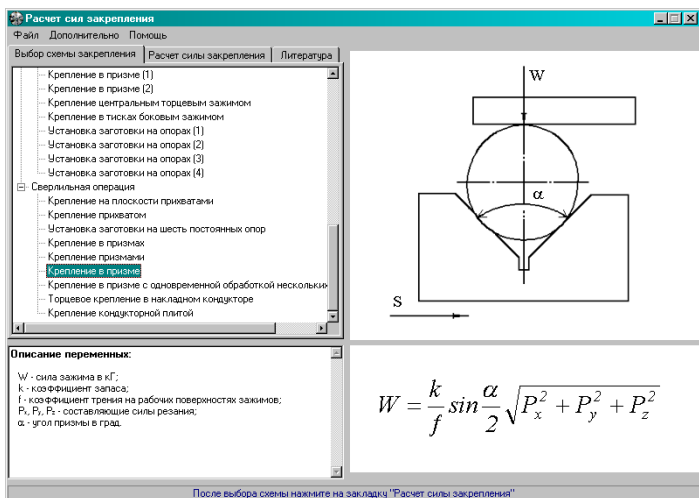


Рисунок 6.43 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена в призмі

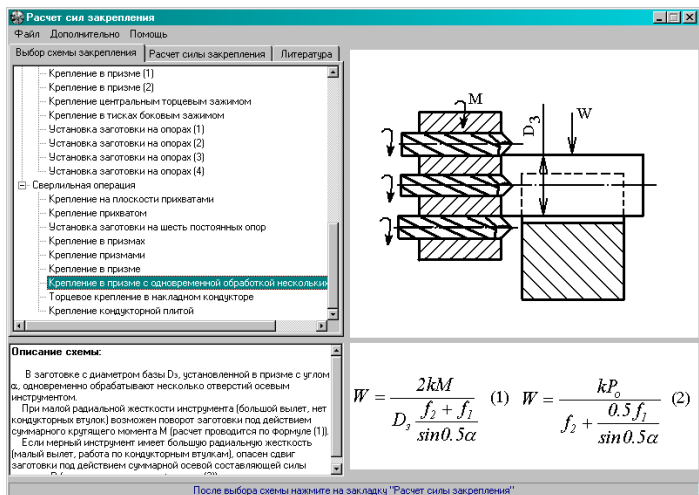


Рисунок 6.44 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена в призмі з одночасним обробленням декількома інструментами

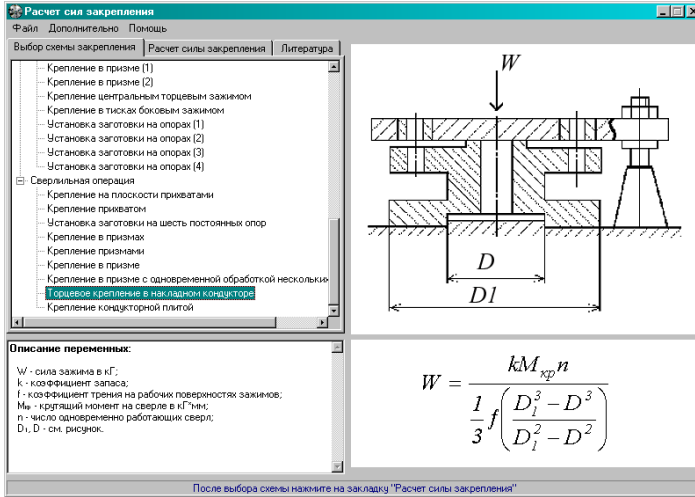


Рисунок 6.45 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка встановлена з торцевим кріпленням у накладному кондукторі

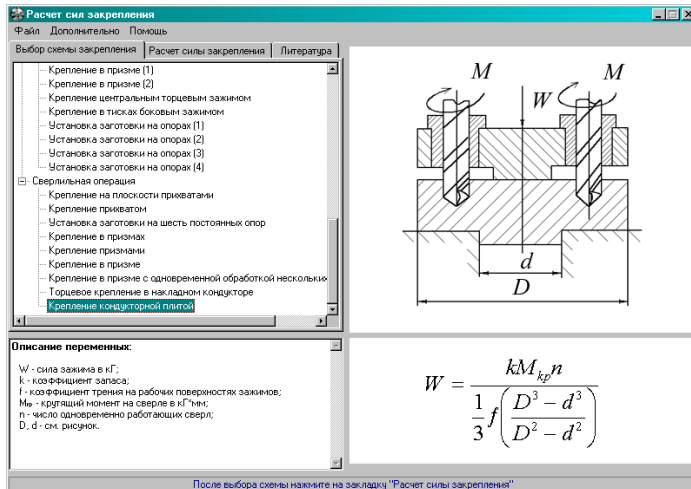
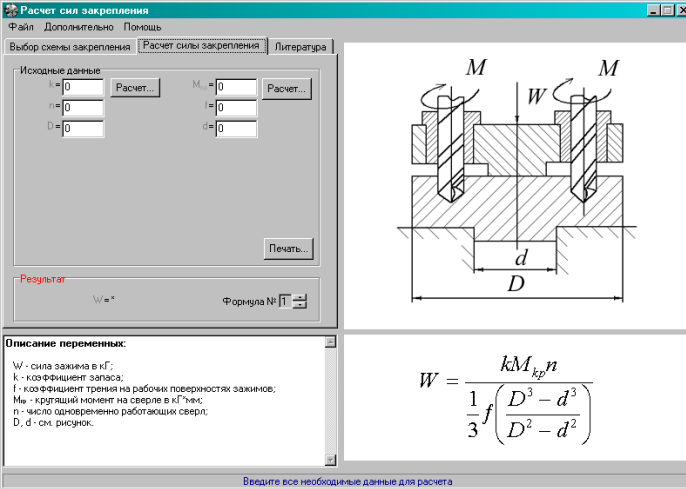


Рисунок 6.46 – Скріншот вибору закріплення, якщо заготовка закріплена кондукторною плитою

6.2.2.4 Приклад розрахунку величини сили закріплення



Исходные данные:

k = 0	Расчет...	M _к = 0	Расчет...
f = 0		M _н = 0	
n = 0		D = 0	

Результат: W = " Формула № П

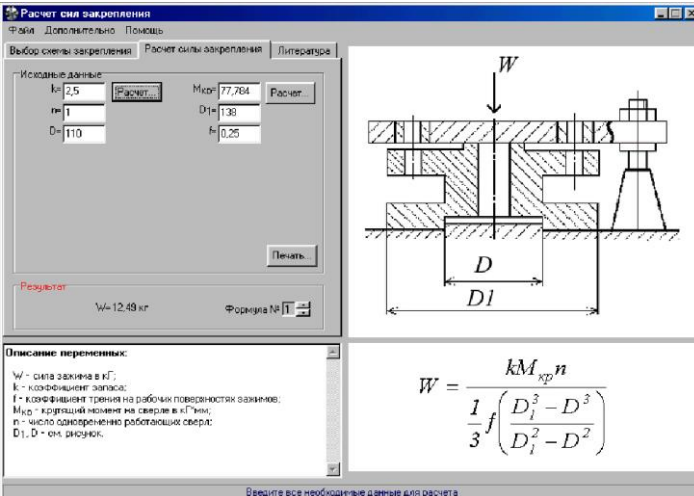
Описание переменных:

- W - сила зажима в кГ;
- k - коэффициент запаса;
- f - коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов;
- M_н - крутящий момент на сверле в кг*см;
- n - число одновременно работающих сверл;
- D, d - см, рисунок.

$$W = \frac{kM_{кр}n}{\frac{1}{3}f \left(\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)}$$

Введите все необходимые данные для расчета

Рисунок 6.47 – Скріншот розрахунку величини сили закріплення (приклад початку розрахунку)



Исходные данные:

k = 2,5	Расчет...	M _к = 77,764	Расчет...
f = 1		D _н = 1,38	
n = 110		f _н = 0,25	

Результат: W = 12,49 кг Формула № П

Описание переменных:

- W - сила зажима в кГ;
- k - коэффициент запаса;
- f - коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов;
- M_к - крутящий момент на сверле в кг*см;
- n - число одновременно работающих сверл;
- D, D_н - см, рисунок.

$$W = \frac{kM_{кр}n}{\frac{1}{3}f \left(\frac{D_i^3 - D^3}{D_i^2 - D^2} \right)}$$

Введите все необходимые данные для расчета

Рисунок 6.48 – Скріншот розрахунку величини сили закріплення (приклад кінця розрахунку)

6.2.2.5 Розрахунок коефіцієнта запасу

Расчет коэффициента запаса k

Коефициент гарантированного запаса (1.5) $k_0 = 1.50$

Коефициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях

Тип обработки:
 Черновая (1.2) $k_1 = 1.20$
 Чистовая (1.0)

Коефициент учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании

Тип процесса:
 Прерывистое точение или фрезерование (1.2) $k_3 = 1.20$
 Другое (1.0)

Коефициент характеризующий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента

Метод обработки:
 Сверление
 Предварительное зенкерование
 Чистовое зенкерование
 Предварительное точение и растачивание
 Чистовое точение и растачивание
 Другой (1.0)

Материал заготовки:
 Сталь
 Чугун
 Другой (1.0)

Составляющие силы резания:
 Крутящий момент $k_2 = 1.00$ *
 Осевая сила
Информация отсутствует

Коефициент характеризующий постоянство силы закрепления зажимного механизма (ЗМ)

Тип ЗМ:
 ЗМ с ручным приводом или с пневмо- и гидроцилиндрами одностороннего действия (1.3) $k_4 = 1.30$
 Пневмокамеры, пневморычажные системы, приспособления с упругими элементами (1.2)
 Пневмо- и гидроцилиндры двойного действия, электромеханические, магнитные, вакуумные (1.0)
 Другой (1.0)

Коефициент характеризующий эргономику ручных ЗМ

Угол поворота рукоятки:
 Более 90 градусов (неудобное расположение) (1.2) $k_5 = 1.20$
 Малый угол (удобное расположение) (1.0)
 ЗМ не ручного действия (1.0)

Коефициент учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры

Заготовка установлена:
 на штыри (1.0) $k_6 = 1.00$
 на опорные пластинки (1.5)
 другое (1.0)

Результат расчета: Коефициент запаса $k = k_0 * k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * k_5 * k_6 = 3.36$ * О.К.

Рисунок 6.49 – Скріншот розрахунку коефіцієнта запасу

6.2.2.6 Розрахунок сил різання для токарної операції

Расчет сил резания на токарную обработку Pz, Px, Py

Обрабатываемый материал

- Конструкционная углеродистая и легированная сталь, предел прочности до 600 МПа
- Конструкционная углеродистая и легированная сталь, предел прочности свыше 600 МПа
- Сталь жаропрочная 12Х18Н9Т, HB 141
- Серый чугун, HB 190
- Ковкий чугун, HB 150
- Медные гетерогенные сплавы, HB до 120
- Медные гетерогенные сплавы, HB>120
- Медные свинцовистые сплавы при основной гетерогенной структуре
- Медные свинцовистые сплавы с содержанием свинца 10% при основной гомогенной структуре
- Медные гомогенные сплавы
- Медь
- Медные сплавы с содержанием свинца > 15%
- Алюминий и силумин
- Дюралюминий, предел прочности до 250 МПа
- Дюралюминий, предел прочности до 350 МПа
- Дюралюминий, предел прочности свыше 350 МПа

Материал рабочей части реза

- Твердый сплав
- Быстрорежущая сталь

Главный угол в плане

- 30
- 45
- 60
- 90

Угол наклона главного лезвия

- 5
- 0
- 5
- 15

Передний угол

- 15
- 0
- 10

Радиус при вершине

- 0.5 мм
- 1.0 мм
- 2.0 мм
- 3.0 мм
- 4.0 мм

Вид обработки

- Наружное продольное и поперечное точение и растачивание
- Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием
- Отрезание и прорезание
- Нарезание резьбы

$K_{мм} = 0$ $K_{Ф} = 1,08$ $K_{Ф1} = 1,25$ $K_{Ф2} = 1$ $K_{Ф3} = 0,87$ $\alpha = 0$ МПа $K_p = K_{Ф1} \cdot K_{Ф2} \cdot K_{Ф3} \cdot K_{Ф4} = 0$

$t = 0$ мм $s = 0$ мм/об $v = 0$ м/мин

$C_p = 300$ $x = 1$ $y = 0,75$ $n = 0,15$ $P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = * H$
 $C_p = 243$ $x = 0,9$ $y = 0,6$ $n = 0,3$ $P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = * H$
 $C_p = 339$ $x = 1$ $y = 0,5$ $n = 0,4$ $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = * H$

OK

Рисунок 6.50 – Скріншот розрахунку сил різання для токарної операції

6.2.2.7 Розрахунок сил різання для фрезерної операції

Расчет окружной силы фрезерования Pz

Обрабатываемый материал:

- Конструкционная углеродистая сталь, предел прочности 750 МПа
- Жаропрочная сталь 12Х18Н9Т в состоянии поставки, НВ 141
- Серый чугун, НВ 190
- Ковкий чугун, НВ 150
- Медные гетерогенные сплавы, НВ до 120
- Медные гетерогенные сплавы, НВ > 120
- Медные свинцовистые сплавы при основной гетерогенной структуре
- Медные свинцовистые сплавы с содержанием свинца 10% при основной однородной структуре
- Медные однородные сплавы
- Медь
- Медные сплавы с содержанием свинца > 15%
- Алюминий и силумин
- Дюралюминий, предел прочности до 250 МПа
- Дюралюминий, предел прочности до 350 МПа
- Дюралюминий, предел прочности свыше 350 МПа

Фрезы:

- Торцовые
- Цилиндрические
- Дисковые, прорезные и отрезные
- Концевые
- Фасонные и угловые

Материал рабочей части реза:

- Твердый сплав
- Быстрорежущая сталь

К_{mp} = D = мм

t = мм s = мм/зуб

B = мм z = шт

n = об/мин σ_в = МПа

C_p = x =

y = u =

q = w =

k = * P_{ek}P_z = 0 Н

k = * P_{ek}P_z = 0 Н

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^z}{D^q \cdot n^w} K_{\Sigma P_z} = 0 \text{ Н}$$

OK

Рисунок 6.51 – Скріншот розрахунку сил різання для фрезерної операції

6.2.2.8 Розрахунок моменту різання і осьової сили для свердлильної операції

The screenshot shows a software window titled "Расчет крутящего момента $M_{кр}$ и осевой силы P_0 при сверлении". The interface is divided into several sections:

- Обрабатываемый материал:** A list of materials with radio buttons. The first option, "Конструкционная углеродистая и легированная сталь, предел прочности до 600 МПа", is selected.
- Материал рабочей части сверла:** A section with radio buttons. "Быстрорежущая сталь" is selected.
- Вид обработки:** Radio buttons for "Сверление" (selected), "Расверливание и зенкерование".
- Тип перемычки сверла:** Radio buttons for "Подточенная" (selected), "Неподточенная".
- Крутящий момент:** Input fields for $C_m = 0,0345$, $q = 2$, $x = 0$, and $y = 0,8$. Below them is the formula $M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^{2q} \cdot K_{кр} = \text{Н}\cdot\text{м}$.
- Осевая сила:** Input fields for $C_p = 68$, $q = 1$, $x = 0$, and $y = 0,7$. Below them is the formula $P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^{2q} \cdot K_{кр} = \text{Н}$.
- Bottom bar:** Input fields for $K_{кр} = 0$, $D = 0$ мм, $l = 0$ мм, $s = 0$ мм/об, and $\sigma_b = 0$ МПа. An "OK" button is on the right.

Рисунок 6.52 – Скріншот розрахунку моменту різання та осьової сили для свердлильної операції

6.2.2.9 Приклад роздруку результатів розрахунку

**РОЗРАХУНОК СИЛИ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ
У ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЯХ**
Версія 2.0
Кафедра технологій машинобудування СумДУ
Дисципліна: „Технологічна оснастка”

Студент: Іваненко М.П. Група: ТМ-77

Дата 06.11.2019

Вихідні дані :

Тип операції: << Свердлильна операція >>
Найменування схеми: << Торцеве кріплення в накладному кондукторі >>

Розрахункова формула:

$$W = \frac{kM_{кр}n}{\frac{1}{3}f \left(\frac{D_1^3 - D^3}{D_1^2 - D^2} \right)}$$

(Розрахунок проводився за формулою №1)

Задані параметри:

κ=2,5	M _{кр} =77,784	n=1
D ₁ =138	D=110	f=0,25

Схема закріплення:



Результат розрахунку:

W=12,49 кг
(122,5269 Н)

Література:
Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Изд-е 3, перераб. и доп. Т.2/ Под ред. А. М. Малова.
- М.: "Машиностроение". 1972. - 568 с.

КІНЕЦЬ РОЗРАХУНКУ

Рисунок 6.53 – Приклад роздруку результатів розрахунку

6.3 Обладнання, інструмент, матеріали

Робочий стіл.

Комп'ютер з ОС «Windows» та встановленою програмою «Сила закріплення».

Індивідуальні завдання для розрахунку сил закріплення заготовок у верстатних пристроях.

Пристрій для запису та зберігання даних (наприклад, USB-флеш-накопичувач).

Робочий зошит, ручка.

6.4 Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися із загальними положеннями лабораторної роботи, вивчити особливості та можливості програми «Сила закріплення».

2. Отримати індивідуальне завдання від викладача з розрахунку необхідної сили закріплення заготовки.

3. Працюючи з програмою «Сила закріплення», провести розрахунок необхідної сили закріплення заготовки.

4. Зберегти результати розрахунку на пристрої для запису та зберігання даних (наприклад, USB-флеш-накопичувачі).

5. Роздрук результатів розрахунку вкласти в зошит для лабораторних робіт.

6.5 Зміст звіту

- назва та мета роботи;
- короткий опис особливостей і можливостей програми «Сила закріплення»;
- роздрук результатів розрахунку;
- висновки.



Питання для самоперевірки

1. Які можливості у програми «Сила закріплення»?
2. Які схеми закріплення для токарної операції містить програма?
3. Які схеми закріплення для фрезерної операції містить програма?
4. Які схеми закріплення для свердлильної операції містить програма?
5. Як у програмі провести розрахунок коефіцієнта запасу?
6. Як порахувати в програмі режими різання для токарної операції?
7. Як порахувати в програмі режими різання для фрезерної операції?
8. Як порахувати в програмі режими різання для свердлильної операції?
9. Як зберегти результати розрахунку програми?
10. Які, на ваш погляд, переваги та недоліки програми «Сила закріплення»?

Список використаної літератури

1. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Ленинград : Машиностроение, 1975. 665 с.
2. Боровик А. І. Технологічна оснастка механо-складального виробництва : підручник. Київ : Кондор, 2008. 726 с.
3. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений. Москва : Высшая школа, 1980. 240 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1986. Т. 2. 496 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т. Изд. 3-е, перераб. и доп. / под ред. А. М. Малова. Москва : Машиностроение, 1972. Т. 2. 568 с.
6. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков : справочник. 7-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1979. 303 с.
7. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. Москва : Машиностроение, 1984. Т. 1. 592 с.
8. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. Москва : Машиностроение, 1983. 277 с.
9. Терликова Т. Ф., Мельников А. С., Баталов В. И. Основы конструирования приспособлений : учеб. пособие для машиностроительных вузов. Москва : Машиностроение, 1988. 119 с.
10. Чумаков Г. С. Технологическая оснастка : учебное пособие. Сумы : Изд-во СумГУ, 2001. 216 с.
11. ROHM GmbH. Зажимные устройства и приспособления. URL : http://catalog.exprocentr.ru/catalog.php?stand_id=61292&wyst_id=133.

ДОДАТОК А

Рекомендований

Таблиця А.1 – Рекомендації з діаметрів інструментів під час оброблення отворів у суцільному матеріалі, поле допуску Н7 (2 клас точності)

Діаметр оброблюваного отвору, мм	Діаметр, мм					
	Свердла		Після розточування різцем	Зенкера	Напівчистої розвертки	Чистої розвертки
	1-го	2-го				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
3	2,9	–	–	–	–	3Н7
4	3,9	–	–	–	–	4Н7
5	4,8	–	–	–	–	5Н7
6	5,8	–	–	–	–	6Н7
8	7,8	–	–	–	7,96	8Н7
10	9,8	–	–	–	9,96	10Н7
12	11,0	–	–	11,85	11,95	12Н7
13	12,0	–	–	12,85	12,95	13Н7
14	13,0	–	–	13,85	13,95	14Н7
15	14,0	–	–	14,85	14,95	15Н7

Продовження таблиці А.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
16	15,0	–	–	15,85	15,95	16H7
18	17,0	–	–	17,85	17,94	18H7
20	18,0	–	19,8	19,8	19,94	20H7
22	20,0	–	21,8	21,8	21,94	22H7
24	22,0	–	23,8	23,8	23,94	24H7
25	23,0	–	24,8	24,8	24,94	25H7
26	24,0	–	25,8	25,8	25,94	26H7
28	26,0	–	27,8	27,8	27,94	28H7
30	15,0	28,0	29,8	29,8	29,93	30H7
32	15,0	30,0	31,7	31,75	31,93	32H7
35	20,0	33,0	34,7	34,75	34,93	35H7
38	20,0	36,0	37,7	37,75	37,93	38H7
40	25,0	38,0	39,7	39,75	39,93	40H7
42	25,0	40,0	41,7	41,75	41,93	42H7
45	25,0	43,0	44,7	44,75	44,93	45H7
48	25,0	46,0	47,7	47,75	47,93	48H7
50	25,0	48,0	49,7	49,75	49,93	50H7

Таблиця А.2 – Рекомендації з діаметрів інструментів під час оброблення отворів у суцільному матеріалі, поле допуску Н8, Н9 (3 клас точності)

Діаметр оброблюваного отвору, мм	Діаметр, мм				
	Свердла		Після розточування різцем	Зенкера	Розвертки
	1-го	2-го			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
3	2,9	–	–	–	3Н8 або 3Н9
4	3,9	–	–	–	4Н8 або 4Н9
5	4,8	–	–	–	5Н8 або 5Н9
6	5,8	–	–	–	6Н8 або 6Н9
8	7,8	–	–	–	8Н8 або 8Н9
10	9,8	–	–	–	10Н8 або 10Н9
12	11,8	–	–	–	12Н8 або 12Н9
13	12,8	–	–	–	13Н8 або 13Н9
14	13,8	–	–	–	14Н8 або 14Н9
15	14,8	–	–	–	15Н8 або 15Н9
16	15,8	–	–	15,85	16Н8 або 16Н9
18	17,0	–	–	17,85	18Н8 або 18Н9
20	18,0	–	19,8	19,8	20Н8 або 20Н9

Продовження таблиці А.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
22	20,0	–	21,8	21,8	22H8 або 22H9
24	22,0	–	23,8	23,8	24H8 або 24H9
25	23,0	–	24,8	24,8	25H8 або 25H9
26	24,0	–	25,8	25,8	26H8 або 26H9
28	26,0	–	27,8	27,8	28H8 або 28H9
30	15,0	28,0	29,8	29,8	30H8 або 30H9
32	15,0	30,0	31,7	31,75	32H8 або 32H9
35	20,0	33,0	34,7	34,75	35H8 або 35H9
38	20,0	36,0	37,7	37,75	38H8 або 38H9
40	25,0	38,0	39,7	39,75	40H8 або 40H9
42	25,0	40,0	41,7	41,75	42H8 або 42H9
45	25,0	43,0	44,7	44,75	45H8 або 45H9
48	25,0	46,0	47,7	47,75	48H8 або 48H9
50	25,0	48,0	49,7	49,75	50H8 або 50H9

Навчальне видання

Кушніров Павло Васильович,
Євтухов Артем Віталійович,
Дегтярьов Іван Михайлович

ТЕХНОЛОГІЧНА ОСНАСТКА

Навчальний посібник

Художнє оформлення обкладинки А. В. Євтухова
Редактор І. О. Кругляк
Комп'ютерне верстання П. В. Кушнірова

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 8,14. Обл.-вид. арк. 8,75.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.