

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«_____» червня 2022 р.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИВОДУ ТА СУПОРТУ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА
16К20ДЛЯ ВИКОНАННЯ ФРЕЗЕРНИХ ОПЕРАЦІЙ**

Кваліфікаційна робота (проєкт) бакалавра

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма – «Металорізальні верстати та системи»

Студент

Андрій ДУДАРЬ

Керівник

Андрій ДОВГОПОЛОВ

Нормоконтроль

Артем ЄВТУХОВ

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра 59 с , рис, 2 табл, 19 джерел.

В зазначеній роботі проведена модернізація приводу та супорту токарного верстата 16к20 для виконання фрезерних операцій

Для модернізації нам потрібно встановити супорт таким чином щоб різцетримач прийняв вертикальне положення для подальших дій с ним та розрахувати оберти шпинделя для фрезерної роботи та порахувати подачу для 4 кінцевої фрези.

Мета роботи - модернізація приводу та супорту токарного верстата 16к20 для виконання фрезерних операцій

Об'єкт дослідження – супорт 16К20

Предмет дослідження – операції технологічного процесу механічної обробки вузла «супорт»

ВЕРСТАТ 16К20, ТОЧІННЯ, ОБРОБКА, ФРЕЗЕРУВАННЯ, СУПОРТ

ЗМІСТ

С.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗОВУ МОДЕЛЬ ВЕРСТАТУ 16К20.. 5	
1.1 Основні технічні характеристики токарно-гвинторізного верстата 16к20..... 6	
1.2 Основні вузли верстата..... 9	
1.3 Схема кінематична токарно-гвинторізного верстата 16К20 12	
1.4 Короткий опис конструкції основних вузлів верстата 16К20 14	
1.5 Основні технічні характеристики фартуха 16Б20П.061 17	
1.6 Конструкція механізму фартуха 16Б20п.061 токарно-гвинторізного верстата 16К20..... 19	
1.7 Перелік елементів принципової схеми токарно-гвинторізного верстата 16К20 24	
2 КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРИВОДУ..... 29	
2.1 Вибір структурної формули приводу..... 29	
2.2 Визначення кількості валів у приводі..... 29	
2.3 Підрахування фактичних частот обертання шпинделя..... 29	
2.4 Розрахунок подачі..... 33	
2.5 Силовий розрахунок 34	
3 ІСНУЮЧІ ВАРІАНТИ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНОЇ ПРИСТАВКИ ДЛЯ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ 37	

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Модернізація приводу та супорту токарного верстата 16к20 для виконання фрезерних операцій	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Дударь						
Перевір.		Довгополов					3	
Н. контр.						СумДУ ВІ-81/1		
Затверд.								

4 РОЗРОБКА МОДЕРНІЗОВАНОЇ ФРЕЗЕРНОЇ ПРИСТАВКИ ДЛЯ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ 16K20.....	40
5 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРИЦІ ПРИ РОБОТІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ.....	45
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	54
Додаток А.....	57
Додаток Б.....	58
Додаток В.....	59

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗОВУ МОДЕЛЬ ВЕРСТАТУ 16К20

У 1972 році токарний верстат 16К20 замінив легендарний, але застарілий верстат 1К62. Верстат 16К20 перевершила модель 1К62 за всіма показниками якості (продуктивність, точність, довговічність, надійність тощо). У 1988 році машину 16к20 замінили на більш сучасні МК6056, МК6057, МК6758.

Універсальний токарний верстат 16К20 є найвдалішим продовженням серії середніх верстатів з висотою центру 200 мм, починаючи з 1932 року з першим верстатом серії DIP-200.

Токарний верстат 16К20 підходить для різних процесів токарної обробки та різання, таких як метричні, модульні, дюймові та пітчеві різьби. Оброблювані деталі монтуються в центрі або в патроні.

Передній кінець шпинделя виготовлений за ГОСТ 12593 (Фланці шпинделя для обертових прокладок і фланців затискних пристроїв) (DIN 55027, ISO 702-3-75), коротка конусність 1:4 ($7^{\circ}7'30''$):

Конструкція шпинделя токарного верстату 16К20 передбачає спеціальні точні підшипники кочення, які не потребують регулювання під час роботи та вимагають високої жорсткості та точності заготовки. Верстати токарні 16к20 відносяться до класу точності Н за ГОСТ 8-82. Забезпечує точність обробки навіть в режимі ударного навантаження.

Механізм коробки передач через праву рукоятку на шпиндельній головці верстата дозволяє отримати 4 ряди обертів шпинделя: 1:32, 1:8, 1:2, 1,25:1. У кожному діапазоні ліва ручка може вибрати одну з шести швидкостей: таким чином, шпиндель отримує $4 \times 6 = 24$ швидкості, дві з яких повторюють 500 і 630 об/хв.

Відкриття і закриття, а також реверс і гальмування головного валу під час роботи без зупинки двигуна через фрикційну муфту. Управління фрикційною муфтою здійснюється двома фіксуєчими важелями з трьома положеннями:

Ліве положення - шпиндель включено в прямому напрямку;

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нейтраль - гальмо головного валу з гальмівним елементом, від'єднаним від вхідного валу;

Праве положення - шпindel ь перевертається, а шпindel ь обертається в протилежному напрямку;

Двигун крутиться в одному напрямку, не зупиняючись. Вихідний вал коробки передач з'єднаний з коробкою передач змінними шестернями, які забезпечують рух супорта в широкому діапазоні подачі від ведучого валу при повороті і від ведучого гвинта при нарізанні різьблення. Для нарізання різьблення передбачений спосіб підключення ходового гвинта безпосередньо до вхідного валу коробки передач. Супорти мають великі дроти з козирками для легкого визначення величини руху різців і бічних повзунків під час роботи. Нова конструкція тримача ножа покращує стабільність фіксації.

Фартух верстата оснащений оригінальним опорним (опускаючим черв'яком) що забезпечує високу точність на жорстких упорах.

Витонченість пристроїв закриття та блокування гарантує безпечну роботу на верстаті. Ідеально підходить для інструментальних та ремонтних послуг у дрібних, одновиробничих умовах для фінішної та напівфінішної обробки.

Клас точності верстата 16K20 - Н. Шорсткість поверхні $\sqrt{6}$ детальна обробка фінішної конструкційної сталі. Відхилення циліндричності 7 мкм, відхилення конусності 20 мкм при довжині 300 мм і відхилення прямолінійності торця від 300 мм до 16 мкм в діаметрі.

1.1 Основні технічні характеристики токарно-гвинторізного верстата 16к20

Основні параметри верстата – відповідно до ГОСТ 18097-93. Верстати токарно-гвинторізні та токарні. Основні розміри. Норми точності.

Найбільший діаметр заготовки типу Диск, що обробляється над станиною - Ø 400 мм.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільший діаметр заготовки типу Вал, що обробляється над супортом - Ø 220 мм.

Відстань між центрами – 710, 1000, 1400, 2000 мм

Висота центрів – 215 мм

Допустима маса виробу, що встановлюється в центрах - 460, 650, 900, 1300 кг

Допустима маса виробу, що встановлюється в патроні – 200 кг

Потужність електродвигуна – 11 кВт

Вага верстата повний – 2,8; 3,0; 3,2; 3,6 т

Шпиндель токарно-гвинторізного верстата 16к20

Кінець шпинделя - по ГОСТ 12593 (Кінці шпинделів фланцеві під поворотну шайбу та фланці затискних пристроїв)

Номинальний діаметр конуса D = 106,375 мм, умовний розмір кінця шпинделя – 6

Внутрішній (інструментальний) конус шпинделя - Морзе 6

Діаметр наскрізного отвору в шпинделі - Ø 52 мм

Найбільший діаметр прутка, що обробляється - Ø 50 мм

Межі чисел прямих оборотів шпинделя за хвилину (22 ступенів) - 12,5.. 1600 об/хв

Межі чисел зворотних оборотів шпинделя за хвилину (11 ступенів) - 19.. 1900 об/хв

Діаметр стандартного патрона - Ø 200, 250 мм

Подачі та різьблення токарно-гвинторізного верстата 16к20

Межі поздовжніх подач - 0,05.. 2,8 мм/об

Межі поперечних подач - 0,025.. 1,4 мм/об

Межі кроків різьба метричних - 0,5.. 112 мм

Межі кроків різьба модульних - 0,5.. 112 модулів

Межі кроків різьба дюймових - 56.. 0,5 ниток на дюйм

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Межі кроків різьба пітчових - 56.. 0,5 пітчей

Габарити робочого простору токарного верстата 16К20 Ескіз супорта показані на рисунку 1.1.

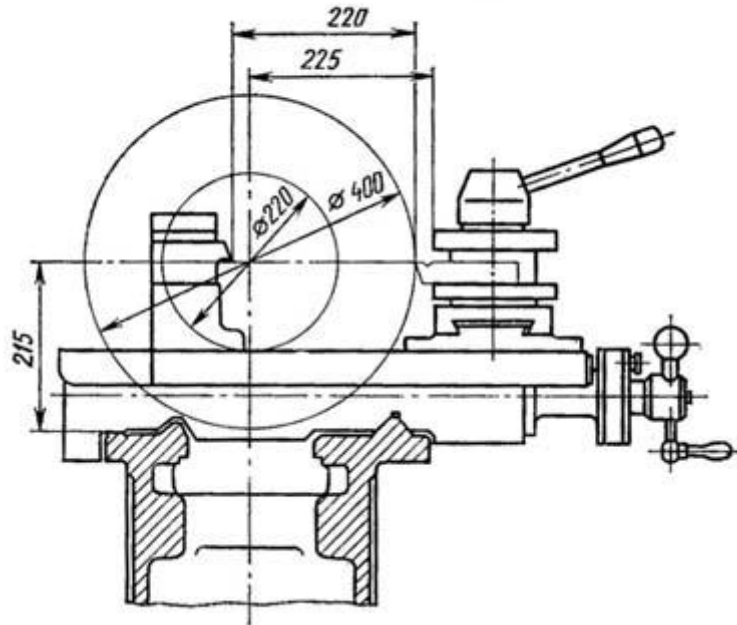


Рисунок 1-Креслення робочого простору токарного верстата 16к20

Креслення шпинделя токарно-гвинторізного верстата 16К20 наведені в Додатку А

Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата 16К20 показаний на рисунку 1.2.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



Рисунок 1.2 - Фото токарно-гвинторізного верстата 16к20

1.2 Основні вузли верстата

Розташування органів управління токарно-гвинторізним верстатом 16К20 показані на рисунку 1.3.

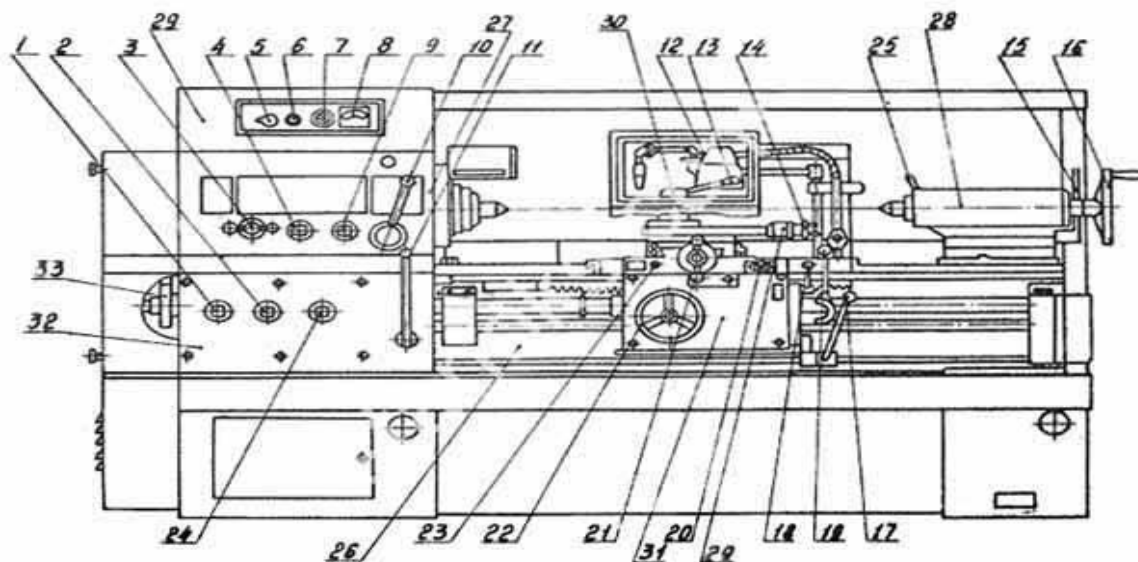


Рисунок 1.3-Схема розташування органів керування токарним верстатом 16к20

Перелік органів управління токарно-гвинторізним верстатом 16К20

						Ві 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			9

1. Рукоятка установки величини подачі та кроку різьблення
2. Рукоятка встановлення виду робіт: подачі та типу нарізаного різьблення
3. Рукоятка установки числа обертів шпинделя
4. Рукоятка установки нормального, збільшеного кроку різьблення та положення при розподілі багатозахідних різьб
5. Вступний автоматичний вимикач
6. Сигнальна лампа
7. Вимикач електронасоса подачі охолоджувальної рідини
8. Показчик навантаження верстата
9. Рукоятка встановлення правого та лівого різьблення
10. Рукоятка встановлення ряду чисел оборотів шпинделя
11. Рукоятка управління фрикційною муфтою головного приводу (зблокована з рукояткою 17)
12. Вимикач лампи місцевого освітлення
13. Рукоятка повороту та закріплення індексованої різцевої головки
14. Рукоятка ручного переміщення різцевих санчат супорта
15. Рукоятка кріплення пінолі задньої бабки до станини
16. Маховик переміщення пінолі задньої бабки
17. Рукоятка управління фрикційною муфтою головного приводу (зблокована з рукояткою 11)
18. Рукоятка увімкнення та вимкнення гайки ходового гвинта
19. Рукоятка управління механічними переміщеннями каретки та поперечних санок супорта
20. Кнопкова станція включення та вимкнення електродвигуна головного приводу
21. Рукоятка ручного переміщення поперечних санчат супорта
22. Маховик ручного переміщення каретки

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Кнопка золотника мастила направляючих каретки та поперечних санок супорта

24. Рукоятка установки величини подачі та кроку різьблення та відключення механізму коробки подач при нарізанні різьблення безпосередньо

25. Рукоятка затискача пінолі задньої бабки

Таблиця зображена для основного виконання верстатів з межами числа обертів шпинделя за хвилину 12,5.. 1600 обертів шпинделя в хвилину. Стіл розміщується на шпиндельній головці верстата.

Ручки 1 і 2 слугує для вибору швидкості шпинделя від 12,5 до 1600 об/хв. 4 положення для рукоятки 1 і 6 позицій для рукоятки 2 дозволяють встановити 24 значення швидкості.

Як видно з таблиці, значення обертів для 500 і 630 об/хв повторюються Ланка керування ручкою 3 збільшує крок подачі або різьбу в шпиндельній головці на 1:2, 1:8, 1:32, залежно від кількості обертів шпинделя.

Ручка 4 керує валом у шпиндельній головці і визначає напрямок обертання приводного валу або приводного гвинта.

Таблиця різьби та подач токарно-гвинторізного верстата 16к20 наведені в Додатку Б

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Схема кінематична токарно-гвинторізного верстата 16К20

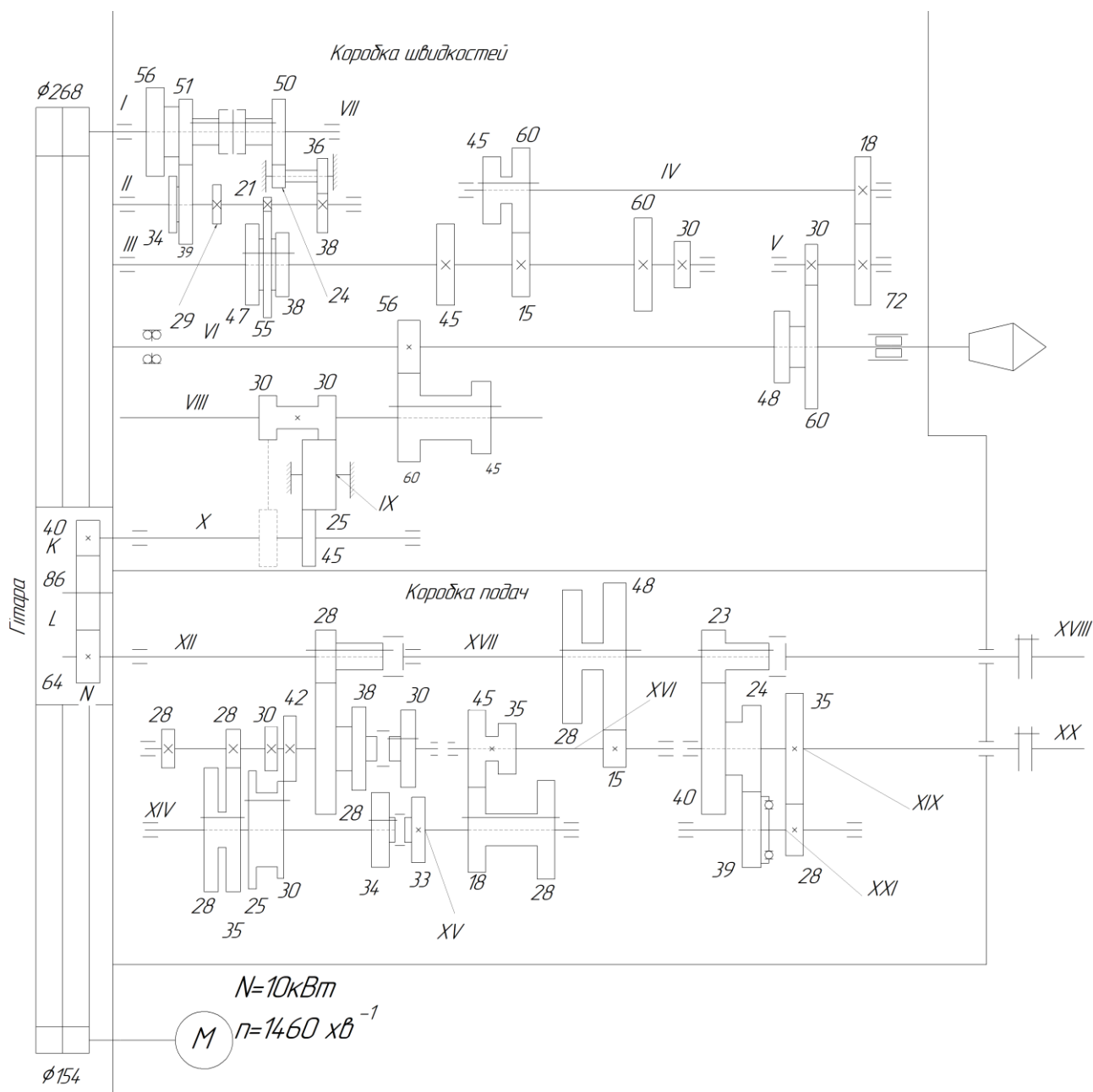


Рисунок 1.4-Кінематична схема верстата 16к20

Кінематичну схему показано на рисунку 1.4, щоб зрозуміти зв'язки та взаємодії основних елементів верстата. Кількість зубів (z) шестерні зазначається на рисунку 1.4.

Головний привід складається з одношвидкісного асинхронного трифазного двигуна і крокової механічної коробки передач. Від двигуна M_1 з $n_{\text{дв}} = 1460$ об/хв (рис. 1.4) через клинопасову передачу з діаметрами шківів 140 і 268 мм обертається вал I коробки передач, на якому встановлені вільно обертові

									Арк.
									12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ВІ 18510186 – 00 ПЗ

шестерні з числом зубів $z = 56$ і $z = 51$ для прямого обертання шпинделя (за годинниковою стрілкою), $z = 50$ для зворотного обертання (проти годинникової стрілки).

Активація прямого або зворотного обертання шпинделя досягається за допомогою фрикційних муфт Мф1 і Мф2. Вісь III отримує дві швидкості обертання з колесами $z = 34$ або $z = 39$. Потім за допомогою шестерень $z = 29$, $z = 21$ або $z = 38$ з'єднуються з одним із відповідних вінців $z = 47$, $z = 55$ або $z = 38$ і утворюють трійку, що обертається віссю IV. З цієї осі можна передати обертання безпосередньо на головний вал: через шестерні $z = 60$ або $z = 30$ на агрегат на $z = 48$, $z = 60$ або через осі V і VI, які разом із шестернями утворюють група передач. У цьому випадку обертання передається шестернями $z = 45$ або $z = 15$ (по осі IV), зчепленими з вінцем і парою коліс 18 в блоках $z = 45$, $z = 60$ (по осі V) /72 і 30 /60.

У шпindelній бабці, крім коробки швидкостей, змонтований перебір. Під перебором розуміється додаткова зубчаста передача, з якої досягається збільшення кількості швидкостей шпинделя. Крім того, наявність перебору дозволяє отримувати низькі числа обертів і відповідно високі значення моментів, що крутять, на вихідному валу коробки.

Залежно від варіантів включення зубчастих коліс у коробці швидкостей можна отримати значення 22 частот обертання шпинделя.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Короткий опис конструкції основних вузлів верстата 16К20

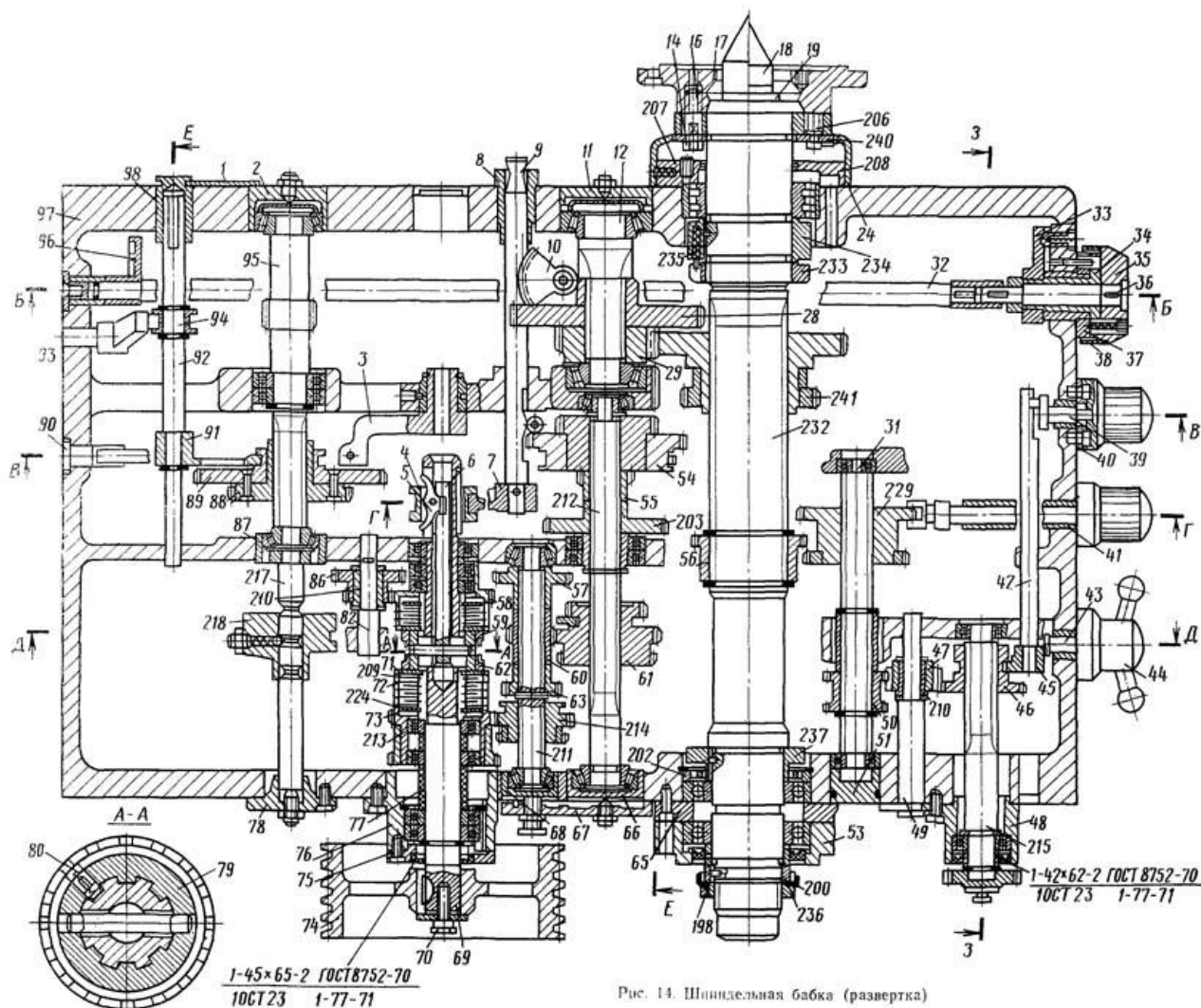


Рис. 14. Шпиндельная бабка (развертка)

Рисунок 1.5- Шпиндельна бабка токарно-гвинторізного верстата 16к20

Всі вали коробки передач і головні вали обертаються на підшипниках кочення, які примусово змащуються розпиленням за допомогою насосів. Рух подачі від шпинделя передається на вісь вала і далі на механізм подачі.

Обороти шпинделя - прямий (22): 12,5-16-20-25-31,5-40-50-63-80-100-125-160-200-250-315-400-500-630-800-1000-1250-1600.

Обороти шпинделя - реверс (11): 19-30-48-75-120-190-300-476-753-1200-1900.

Основний вал і всі вали встановлені на підшипниках кочення. На передній опорі основного валу є радіальний дворядний роликовий підшипник, який

									Арк.
									14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ВІ 18510186 – 00 ПЗ

попередньо натягується шляхом встановлення внутрішнього кільця на конічній шийці головного валу. Якщо натиснути на гайкове кільце на конусі, воно розширюється і тисне на ролики.

У задній опорі головного валу є два радіальних кулькових підшипника, які несуть радіальне та осьове навантаження відповідно; попереднє натягування регулюється затягуванням гайки внутрішнього кільця.

Коробки передач осі II...V встановлені на конічних роликів підшипниках для легкого монтажу та розбирання; попереднє натягування регулюється притискним гвинтом 3. Оскільки осі III і IV дуже довгі, вони мають середню опору.

У лівій частині фрикційної муфти 13, яка переміщує головний вал у зворотному напрямку, є велика кількість дисків, оскільки при обертанні вперед необхідний великий крутний момент. Зубчастий блок має клейове з'єднання вінців зі маточами.

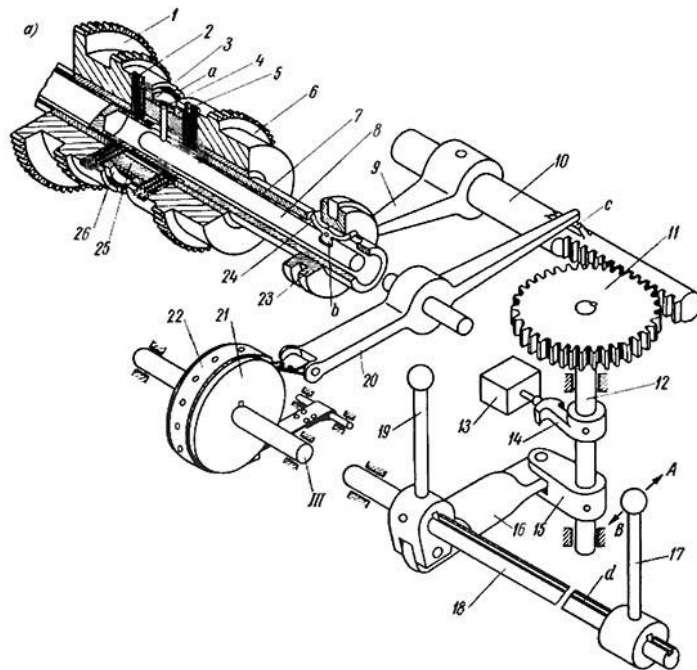


Рисунок 1.6 – Управління фрикційною муфтою та гальмом верстата 16к20
 Маточина $Z = 60$ на осі III — стрічковий гальмівний диск, важіль механізму керування, що встановлює нейтральне положення зчеплення, включаючи гальмо (через притискний ролик 1).

									Арк.
									15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВІ 18510186 – 00 ПЗ				

Конструкція коробки подач токарно-гвинторізного верстата 16К20

Коробка передач верстата являє собою уніфікований агрегат **16Б20П.070** типової закритої коробкової конструкції з рухомими агрегатами.

З'єднання шпинделя і супортів верстата досягається за допомогою механізму подачі, що складається з реверсивного пристрою (валу) і гітари, яка змінює напрям і швидкість руху супортів, щоб забезпечити оптимальні схеми різання.

Коробка передач встановлена на рамі під передньою бабкою головного валу і має кілька валів, на яких перемикаються рухомий редуктор і шестерні. У правому положенні муфти отримує обертання ходовий гвинт, а лівому її положенні (як показано на рисунку) через муфту обгону обертається ходовий вал.

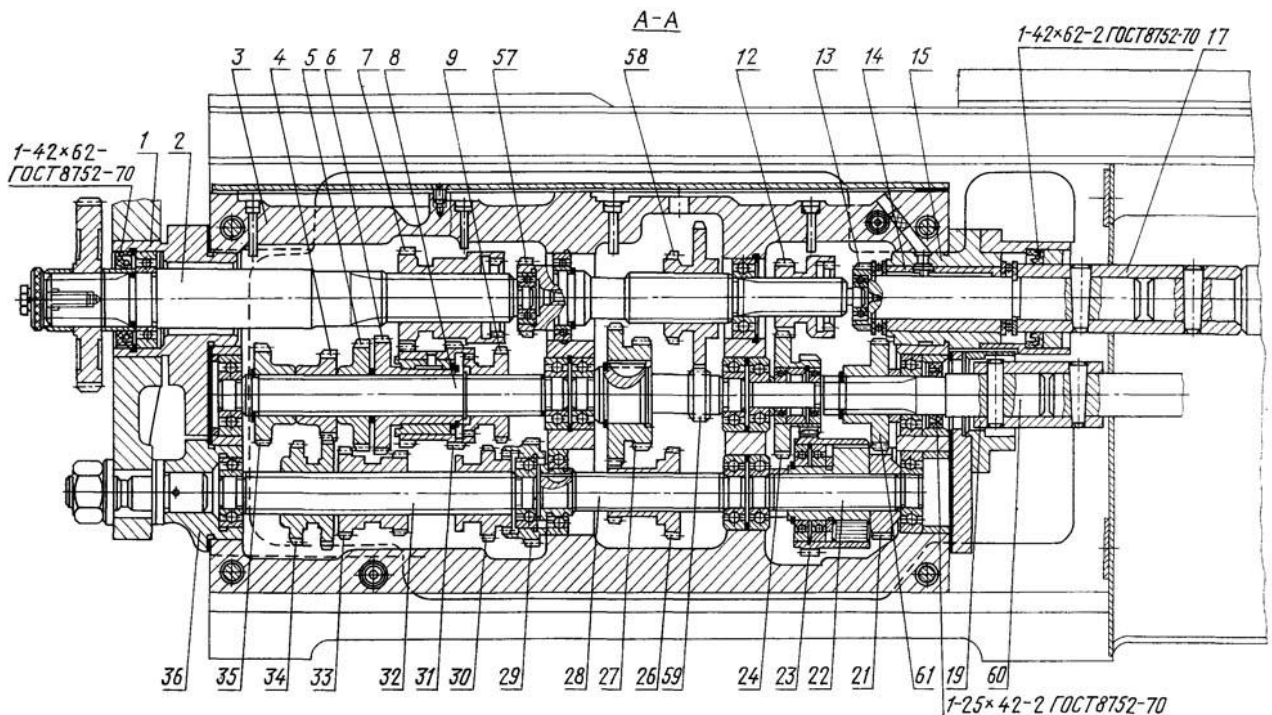


Рис. 20. Коробка подач

Рисунок 1.7- Креслення коробки подач токарного верстата 16к20

Регулювання коробки передач верстата 16К20

При обслуговуванні машини особливу увагу слід звернути на правильну установку механізму перемикування передач, встановленого на пластині 38, яка

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кріпиться до корпусу 3 коробки передач. Небезпека з'єднання шестерень 51 і 52 необхідна, щоб уникнути порушення послідовності зачеплення шестерень коробки передач під час складання.

Фартух для токарного верстата 16Б20П.061

Фартух 16Б20П.061 - Уніфікований вузол, призначений для перетворення обертального руху гвинта і приводного валу в поздовжнє переміщення каретки і поперечне переміщення супорта, а також для ручного керування цими рухами під час роботи токарного верстату фартух 16Б20П.061 дозволяє проводити роботи з акцентом на автоматичній вимкненням подачі.

1.5 Основні технічні характеристики фартуха 16Б20П.061 .

Відстань від привалкової площини під каретку до осі ходового валу -
177+0,05 мм

Відстань від привалкової площини під каретку до осі рейкової шестерні -
65,2+0,05 мм

Величина поздовжнього переміщення за один оборот ходового валу – 4 мм.

Ціна поділу лімбу - 0,1 мм

Найбільше тягове зусилля, що передається механізмом фартуха:
16Б20П.061, 067.0000.000 - 10 кН, (800 кгс)

Потужність приводу прискореного переміщення фартуха 067.0000.000 -
0,37 кВт

Габаритні розміри (LxВxН) фартуха 16Б20П.061, не більше - 650x330x390
мм

Габаритні розміри (LxВxН) фартуха 067.0000.000, не більше -
630x330x450 мм

Маса (нетто/брутто) фартуха 16Б20П.061, не більше - 93/120 кг

Маса (нетто/брутто) фартуху 067.0000.000, не більше - 112/125 кг

Загальний вигляд фартуху 16Б20П.061 показаний на рисунку 1.8

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

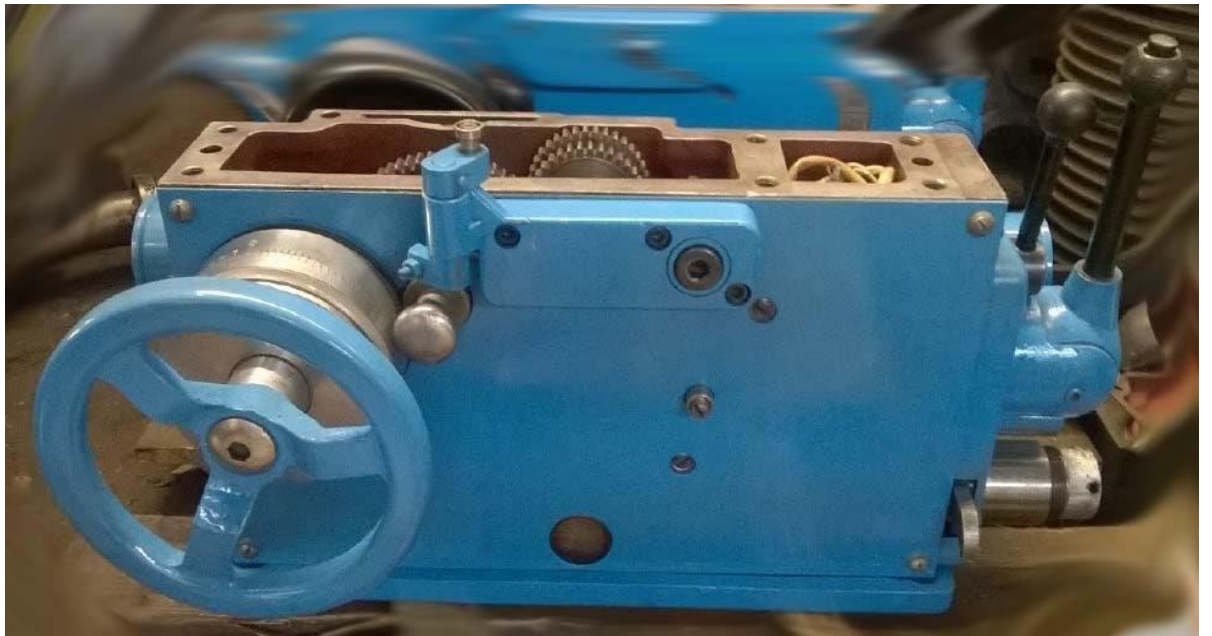


Рисунок 1.8 - Фартух 16Б20П.061

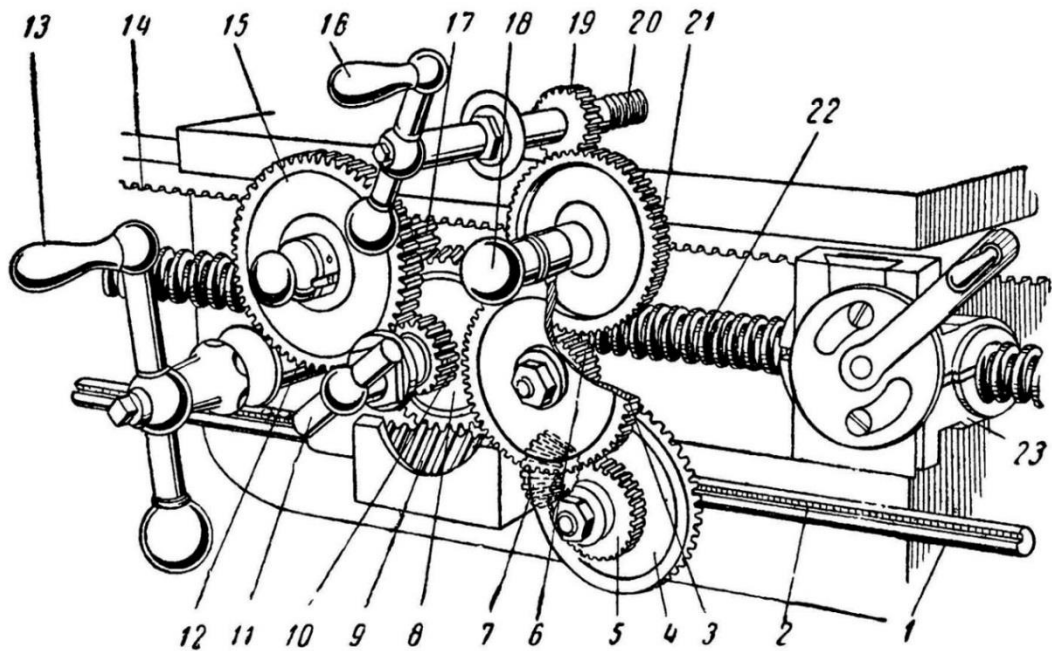


Рисунок 1.9 -Схема фартуха токарно-гвинторізного верстата

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ВІ 18510186 – 00 ПЗ

Арк.
18

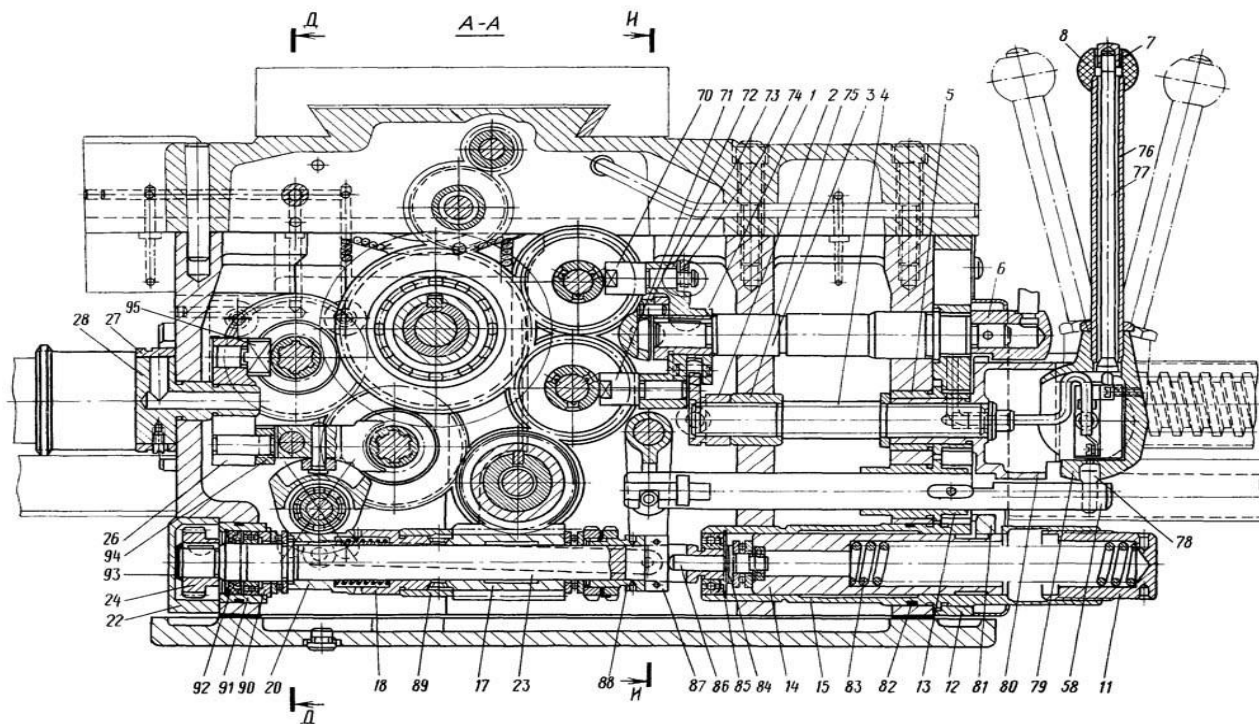


Рисунок 1.10 - Креслення фартуха токарного верстата 16Б20п.061

1.6 Конструкція механізму фартуха 16Б20п.061 токарно-гвинторізного верстата 16К20

Механізм фартуха розташований в корпусі, кріпиться на кронштейні супорта. Черв'ячна передача і пов'язані з нею колеса отримують обертання від ведучого валу через ряд передач. Обидва колеса вільно сидять на осі. Звідси обертання передається на колеса, які вільно встановлені на валу. На цих валах побудовані муфти з торцевими зубами, що включають опору в одному з чотирьох напрямків.

Поздовжнє переміщення підставки (ліворуч або праворуч) здійснюється колесами, які надалі здійснюються колесами, закріпленими на втулці. Активний шпонковий паз останнього прикріплений до гусеничного колеса, яке передає рух через гусеницю супорта (не показано). Колеса можуть бути кнопками, що не відповідають колії. Бічне переміщення кронштейна (вперед або назад) здійснюється з включенням муфти. Потім рух шестерень передається на колеса, які вільно закріплені на втулках, а потім на різьбові штанги подаючих супортів.

									Арк.
									19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВІ 18510186 – 00 ПЗ				

Вал 1 (рис. 1.9) несе зубчасте колесо, яке через колеса повідомляє обертання диска і через нього – лімбу. Ручне поздовжнє переміщення супорта здійснюється штурвалом через колеса, втулку та рейкове колесо.

Перегородка перетворює обертальний рух ходового гвинта або ролика в поздовжній поступальний рух каретки супорта. Рух від роликів також використовується для механічного переміщення поперечини та борту.

Ходовий гвинт обертає коробку передач і використовується при нарізуванні різьблення. Обертальний рух ходового гвинта перетворюється на поступальний рух супорта знімною (маткової) гайкою. Тип різьби, що нарізається (метрична, дюймова, модульна, пітчева) і її крок визначаються взаємодією шпинделя, гітари та редуктора.

Привідний вал також отримує обертання від коробки передач і використовується для всіх інших токарних робіт. Обертальний рух ходового валу перетворюється в поступальний рух (рух подачі) супорта черв'яком на ковзанні шпонки і стійки, закріпленої на рамі, і з'єднується з нею шестірнею. Швидкість руху визначається одним обертом шпинделя (мм/об) в міліметрах.

Кінематика фартуха та супортної групи токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20

Ланцюг поздовжньої подачі регулюється за умови, що супорт повинен рухатися зі швидкістю подачі ($S_{\text{прод}}$, мм/об) на швидкість шпинделя.

Для передачі руху заслінкового механізму є ходова вісь. На ньому просуньте по шпонковому пазу шестерню $z = 30$, вона передає обертання через колеса 30/30, 32/32, 32/30, включаючи запобіжну муфту $M_п$ і черв'ячну пару 4/21.

Подача супорта та його реверсування здійснюються шляхом відкриття однієї з кулачкових муфт (M_6 або M_7). Потім обертання валу черв'ячної передачі $z = 21$ передається шестернею 36/41 · (через включене зчеплення M_6) · 17/66 · 3,14 · 10 · 3, а потім колійним колесом $z = 10$, яке закріплюється прокочуючи з машиною рейкову раму $m = 3$, виконати поздовжнє переміщення супорта. Для зворотного руху супорта в ланцюг входить додаткове колесо $z = 41$. Зворотний

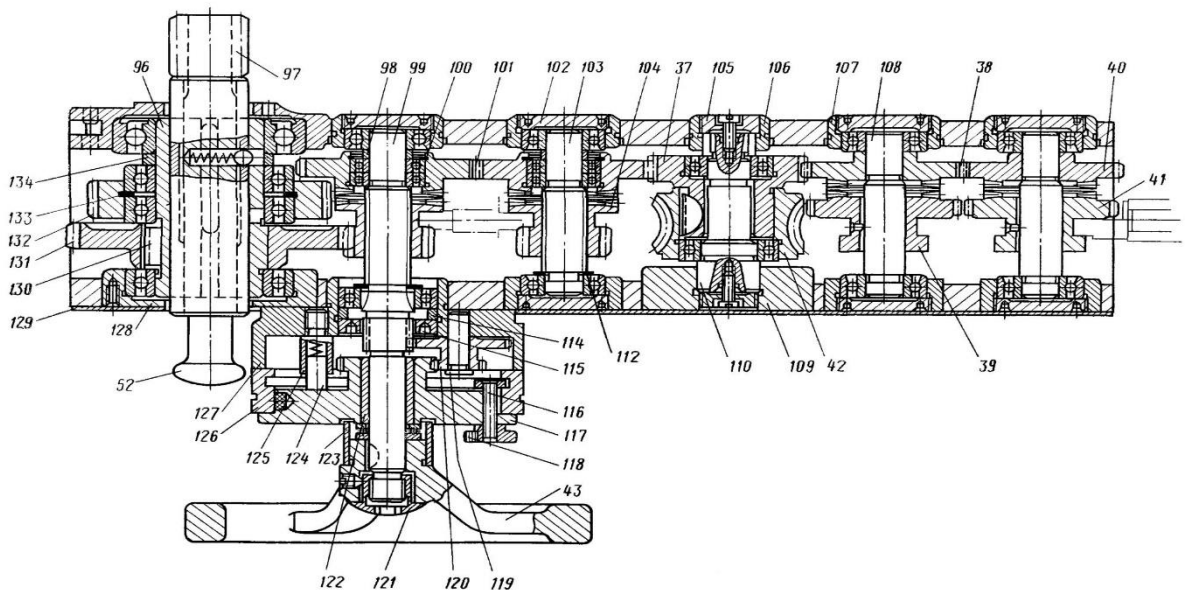
					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ланцюг поздовжньої подачі: $36/41 \cdot (41/41) \cdot (\text{через муфту М7, що постачається}) \cdot 41/17 \cdot 17/66 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 3$

Поперечна подача та її реверсування здійснюються включенням муфт М8 чи М9. В цьому випадку від валу черв'ячного колеса $z=21$ через передачі $36/36$ (через включену муфту М8) та $34/55 \cdot 55/29 \cdot 29/16$ обертання передається гвинту (крок = 5 мм), який повідомляє рух поперечної каретки супорта. Для протилежного переміщення поперечної каретки супорта ланцюг включає додаткове колесо $z=36$. Ланцюг реверсу поздовжньої подачі: $36/41 \cdot (36/36) \cdot (\text{через включену муфту М9}) \cdot 34/55 \cdot 55/29 \cdot 29/16$

Швидке переміщення супорта здійснюється коли кнопка вмикає двигун (0,75 кВт, 1450 об/хв), супорти роблять швидкий рух і повідомляють карданному валу через клиноремений перемикач 85/127, щоб він швидко обертався. Механізм подачі супортів в коробці передач не міг бути закритий, оскільки в ланцюгу приводу приводного валу була встановлена обгінна муфта.

Верстат може бути оснащена механічним приводом саней. У цьому випадку з'єднайте колесо $z = 18$ від ходової осі через стопорний механізм, а потім перенесіть рух на гвинтові (крок= 5 мм) санчата.



						ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк. 21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Рисунок 1.11 - Конструкція механізму фартуха токарно-гвинторізного верстата 16K20

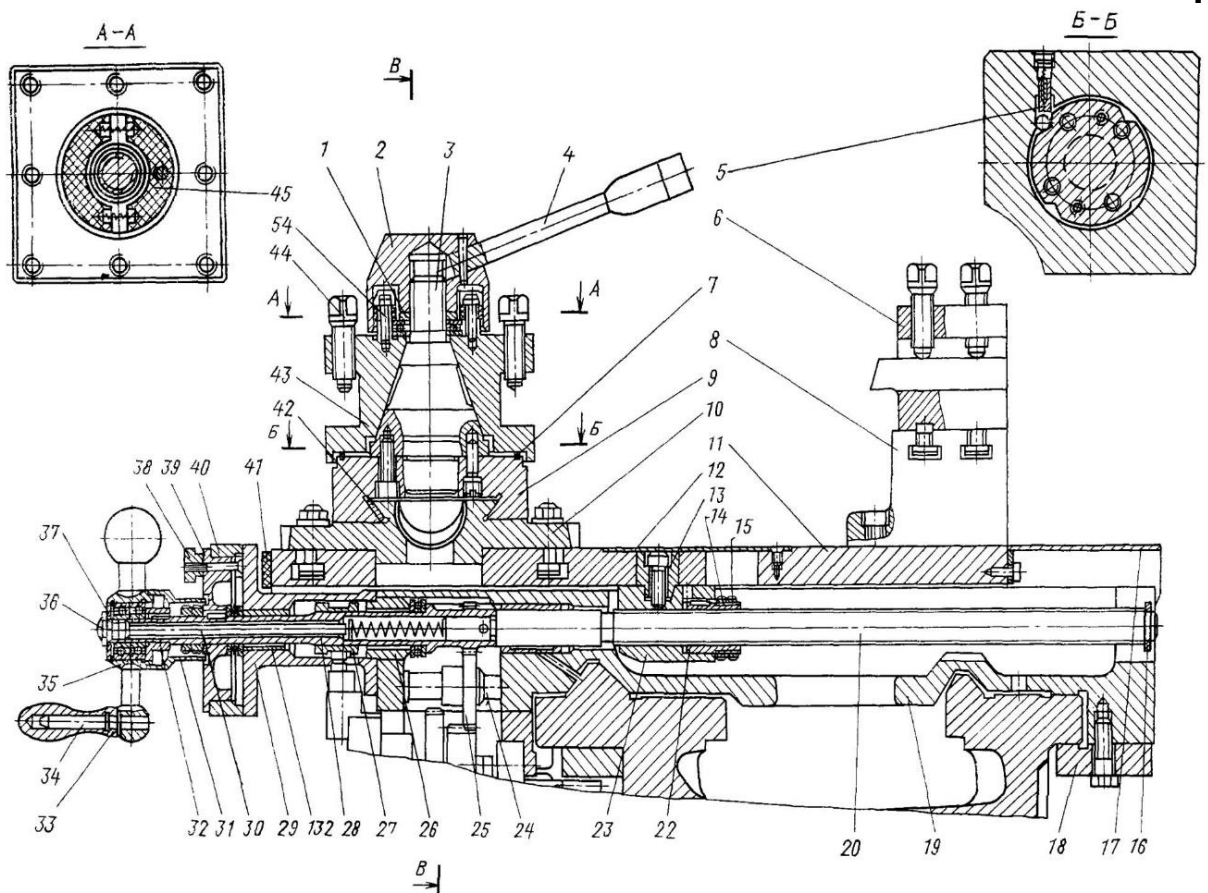


Рисунок 1.12 - Супорт токарно-гвинторізного верстата 16K20

Модель машини 16K20 комплектується механізмом автоматично (механічно), забезпечуючи механізм для підтримки верхніх саней супорта. Конічна шестерня $z=20$ верхньої направляючої рейки отримує обертання від шестерні $z=29$ перегородки через шестерню $z=18$, конічну шестерню $z=20$, 20, шестерню $z=20$, 23, 30, 28, 36 та конічний передача $z=20$. За допомогою цього обладнання ви можете обробляти конус під будь-яким похилим кутом і

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ВІ 18510186 – 00 ПЗ

автоматично подавати верхній полоз.

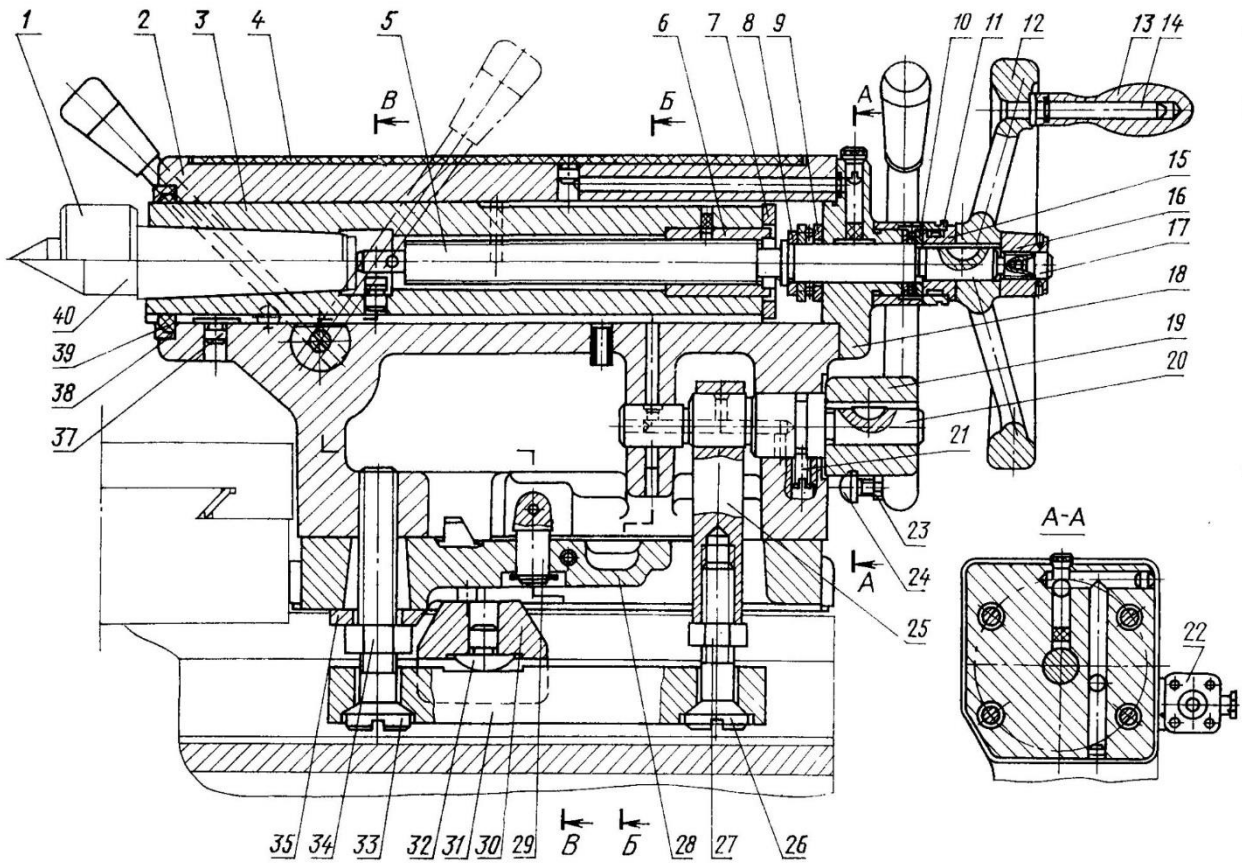
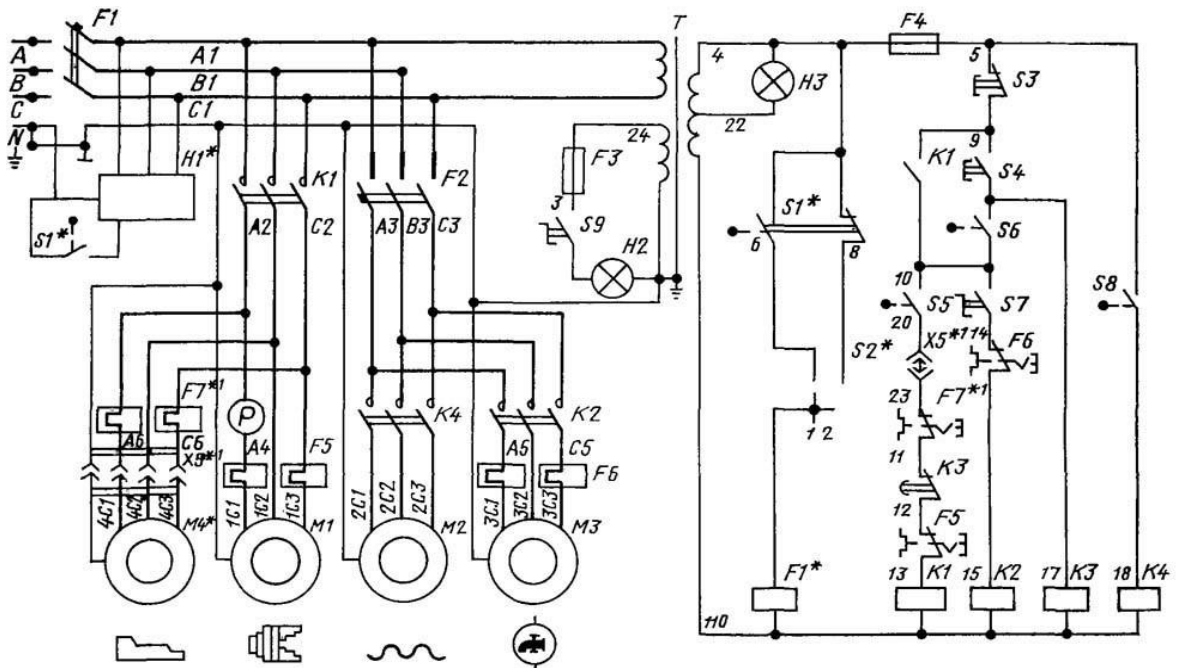


Рисунок 1.13 -Задня бабка токарно-гвинторізного верстата 16К20



									Арк.
									23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВІ 18510186 – 00 ПЗ				

Рисунок 1.14 -Схема електрична принципова токарно-гвинторізного
верстата 16К20

**1.7 Перелік елементів принципової схеми токарно-гвинторізного
верстата 16К20**

Р - Показчик навантаження Е38022 на номінальний струм 20 А - 1 шт.

F1 - Вимикач автоматичний АЕ-2043-12, ІРОО, розчіплювач 32 А, з
котушкою незалежного розчіплювача 110 В 50 Гц, відсікання 12 (Ag -9,489 г) -
1 шт.

F2 - Вимикач автоматичний АЕ-2033-10, 1Р10, розчіплювач 3,2 А,
відсікання 12 - 1 шт.

F3, F4 - Запобіжник Е27ПФ-25 з плавкою вставкою Е2782-6/380 ГОСТ
1138-72 - 2 шт.

F5 - Реле теплове ТРН-40 (20 А) - 1 шт.

F6 - Реле теплове ТРН-10 (0,32 А) (Ag -0,638 г) - 1 шт.

F7 - Реле теплове ТРН-10 (2,5 А) - 1 шт.

H1 - Пристрій УПС-2УЗ - 1 шт.

H2 - Лампа розжарювання С24-25 Світильник НКСО1Х100/П00-09 - 1 шт.

H3 - Лампа розжарювання комутаторна КМ24-90, ГОСТ 6940-69 - 1 шт.

K1 - Пускач магнітний ПАЕ-312 (Ag -16,121 г) (110/50-Р-20-23 + 2р) - 1
шт.

K2 - Пускач магнітний ПМЕ-012 (Ag -4,298 г) (110/50-Р-0,32-13) - 1 шт.

K3 - Реле часу пневматичне РВП72-3121-00У4 110В, 50 Гц ТУ16-523.472-
74 - 1 шт.

K4 - Реле проміжне РПК-1-111 (110-23+5р) ТУ16-523.474-78 - 1 шт.

M1 - Електродвигун 4А132 М4, виконання М301, 11 кВт (14,7 л. с), 1460
об/хв, 220/380, ГОСТ 19523-74 - 1 шт.

M2 - Електродвигун 4А71В4, виконання М301, 0,75 кВт (1 л. с), 1370,
об/хв, 220/380, ГОСТ 19523-74 - 1 шт.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

М3 - Електронасос типу ПА-22, 0,12 кВт (0,17 л.с), 2800 об/хв, 220/380 В - 1 шт.

М4 - Електродвигун асинхронний 4А80А4УЗ виконання М301, 1,1 кВт (1,47 л. с), 1400 об/хв, 220/380 В - 1 шт.

S1 - Вимикач колійний ВПК-4240, виконання 4 - 1 шт.

S2 - Перемикач ПЕ-041 УЗ, виконання 2 - 1 шт.

S3, S4 - Пост управління ПKE-622-2 - 1 шт.

S5 - Мікроперемикач МП-1203, виконання 3 (Ag -1,051 г) - 1 шт.

S6 - Вимикач колійний ВПК-2111 - 1 шт.

S7 - Перемикач ПЕ-011 УЗ, виконання 2 - 1 шт.

S8 - Вимикач колійний ВПК-2010 (Ag -1,228 г) - 1 шт.

Т - Трансформатор однофазний ТБСЗ-0,16, виконання 1,380/110/24, ГОСТ 5.1360-72) - 1 шт.

Опис електросхеми токарно-гвинторізного верстата 16К20

Головний привід М1 і електродвигун ГЕС М4 запускаються натисканням кнопки S4 (рис. 1.16), яка замикає ланцюг котушки контактора К1, передаючи її на сам джерело живлення.

Зупиніть двигун головного приводу М1, натиснувши кнопку S3.

Двигуни, які керують швидким рухом каретки і супорта М2, натискаючи кнопку, вбудовану в ручку клапана, і впливаючи на кінцевий вимикач S8.

Електричний насос охолодження М3 запускається і зупиняється перемикачем S7.

Робота електронасоса блокується двигуном головного приводу М1, який можна включити тільки після замикання контактів стартера К1.

Для обмеження холостого ходу електродвигуна головного приводу у схемі є реле часу КЗ. У середніх (нейтральних) положеннях рукояток включення фрикційної муфти головного приводу замикається нормально закритий контакт кінцевого вимикача S6 і включається реле часу КЗ, яке через встановлену

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витримку часу відключить електродвигун головного приводу. Перебудову витримки часу в робочому стані реле категорично забороняється.

Захист двигунів (крім двигунів М2) від тривалих навантажень здійснюється тепловими реле. Номінальні дані приладу наведені в таблиці і відрізняються залежно від напруги живлення..

Нульовий захист електросхеми верстата, що оберігає від мимовільного включення електроприводу при відновленні подачі електроенергії після раптового відключення, здійснюється котушками магнітних пускачів.

Блокувальні пристрої токарно-гвинторізного верстата 16К20

На схемі підключення передбачено блокування для відключення ввідного вимикача при відкритті дверцят шафи керування. При замиканні вхідного вимикача відкрийте дверцята шафи, щоб спрацювати колійний вимикач S1 (рисунок 1.14), щоб котушка дистанційного розчіплювача F1 була збуджена, а вимикач відключив електрообладнання машини від джерела живлення. . Коли кришка редуктора відкрита, активуйте мікроперемикач S5, вимкнувши двигун головного приводу. Колійний перемикач S1 встановлений в шафі управління, а мікроперемикач S5 - на корпусі коробки передач.

Для перевірки та регулювання обладнання під напругою (дверцята шафи відкриваються) в схемі передбачений вимикач розблокування S2, встановлений у шафі керування. Цим перемикачем повинен користуватися тільки електрик. Перемикач S2 слід встановити в положення 1 до того, як вхідний вимикач можна буде замкнути і почати роботу з введення в експлуатацію. Після введення в експлуатацію або робіт з технічного обслуговування переключіть S2 у вихідне положення 2, інакше закриття дверцят шафи призведе до автоматичного вимикання вимикача. У верстатах з гідравлічними супортами при відключенні роз'єму X5, що з'єднує двигун гідростанції, двигун головного приводу вимикається. Якщо ви використовуєте цю машину без гідравлічних супортів, ви повинні встановити спеціальний штекер, який постачається разом із машиною, замість того, щоб вставляти його в штекерний роз'єм.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - технічна характеристика станка 16К20

Назва параметру	Значення
Діаметр обробки над станиною, мм	400
Діаметр обробки над супортом, мм	220
Відстань між центрами	1000/150
Клас точності згідно з ГОСТ 8-82	Н
Розмір внутрішнього конуса у шпинделі	Морзе 6 М80
Кінець шпинделя за ГОСТ 12593-72	6К
Діаметр наскрізного отвору в шпинделі, мм	55
Максимальна маса заготовки, закріпленої в патроні, кг	300
Максимальна маса деталі, закріпленої у центрах, кг	1300
Число ступенів обертання шпинделя, шт.	23
Число ступенів частот зворотного обертання шпинделя	12
Межі частот прямого обертання шпинделя, мін-1	12,5-2000
Межі частот зворотного обертання шпинделя, мін-1	19-2420
Число ступенів робочих подач - поздовжніх	42
Число ступенів робочих подач - поперечних	42
Межі робочих подач - поздовжніх, мм/про	0,7-4,16
Межі робочих подач - поперечних, мм/про	0,035-2,08
Число нарізаних метричних різьб	45
Число нарізаних дюймових різьб	28
Число нарізаних модульних різьб	38
Число нарізаних пітчових різьб	37
Число нарізаних різьблень - архімедової спіралі	5
Найбільший крутний момент, кНм	2
Найбільше переміщення пінолі, мм	200
Поперечне зсув корпусу, мм	+ -15

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Найбільший переріз різця, мм	25
Потужність електродвигуна головного приводу	10 кВт
Потужність електродвигуна приводу швидких переміщень супорта, кВт	0,75 або 1,1
Потужність насоса охолодження, кВт	0,12
Габаритні розміри верстата (Д x Ш x В), мм	2812/3200x1166x1324
Маса верстата, кг	3035

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРИВОДУ

Розрахунок коробки швидкостей 16К20 : $n_{дв} = 1460 \text{ хв}^{-1}$, $n_{min} = 12,5 \text{ хв}^{-1}$ ·
 $Z = 24$

2.1 Вибір структурної формули приводу

Структурна формула приводу має такий вигляд:

$$Z = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot \dots \cdot P_i, \quad (1.1)$$

де Z – кількість швидкісних щаблів коробки швидкостей;

i – порядок розміщення деякої групи у напрямку передачі руху;

P – кількість передач у групі.

Для кількості передач $Z = 24$ можуть бути такі структурні формули:

$Z = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2$; , та деякі інші варіанти. Слід зазначити, що з точки зору математики формули рівнозначні, тому що відповідають вимогам $Z = 24$. Формули є рівнозначними з математичної точки зору, тому що відповідають вимогам $Z = 24$, але з точки зору механіки вони зовсім різні. Найбільш оптимальним варіантом з усіх представлених є варіант $Z = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2$.

2.2 Визначення кількості валів у приводі

У приводі станка можливість визначення валів пов'язана із структурною формулою. За формулою означимо цю залежність, яка є дуже простою.

$$B = m + 1 \quad (1.2)$$

де m - Кількість груп передач приводу.

Для обраної оптимальної структурної формули $Z = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2$, $m = 6$, тоді за формулою кількість валів $B = 7$.

2.3 Підрахування фактичних частот обертання шпинделя

Шляхом складання відповідних рівнянь кінематичного балансу, можна визначити фактичні частоти обертання шпинделя, якщо прораховані всі передані

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відношення приводу. Користуючись графіком частот обертання можна скласти такі рівняння. Якщо перемножити передатні відношення можна отримати першу або найменшу частоту. Потрібно записати так:

$$n_1 = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{60}{48} = 1547 \text{ хВ}^{-1},$$

$$n_2 = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{30}{60} = 619 \text{ хВ}^{-1},$$

$$n_3 = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 155 \text{ хВ}^{-1},$$

$$n_4 = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 39 \text{ хВ}^{-1},$$

$$n_5 = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{29}{47} \cdot \frac{60}{48} = 954 \text{ хВ}^{-1},$$

$$n_6 = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{29}{47} \cdot \frac{30}{60} = 382 \text{ хВ}^{-1},$$

$$n_7 = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{29}{47} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 95 \text{ хВ}^{-1},$$

$$n_8 = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{29}{47} \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 24 \text{ хВ}^{-1},$$

$$n_9 = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{64} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{60}{48} = 314 \text{ хВ}^{-1},$$

$$n_{10} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{30}{60} = 236 \text{ хВ}^{-1},$$

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$n_{11} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 59 \text{ XB}^{-1},$$

$$n_{12} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 15 \text{ XB}^{-1},$$

$$n_{13} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{60}{48} = 1228 \text{ XB}^{-1},$$

$$n_{14} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{30}{60} = 491 \text{ XB}^{-1},$$

$$n_{15} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 123 \text{ XB}^{-1},$$

$$n_{16} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 31 \text{ XB}^{-1},$$

$$n_{17} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{29}{47} \cdot \frac{60}{48} = 757 \text{ XB}^{-1},$$

$$n_{18} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{29}{47} \cdot \frac{30}{60} = 303 \text{ XB}^{-1},$$

$$n_{19} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{29}{47} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 76 \text{ XB}^{-1},$$

$$n_{20} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{29}{47} \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 19 \text{ XB}^{-1},$$

$$n_{21} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{60}{48} = 469 \text{ XB}^{-1},$$

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$n_{22} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{30}{60} = 188 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{23} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 47 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{24} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 12 \text{ хв}^{-1},$$

Також нам потрібно порахувати коробку подач для нашого пристрою з урахування того, що ми будемо використовувати 4 кінцева фреза.

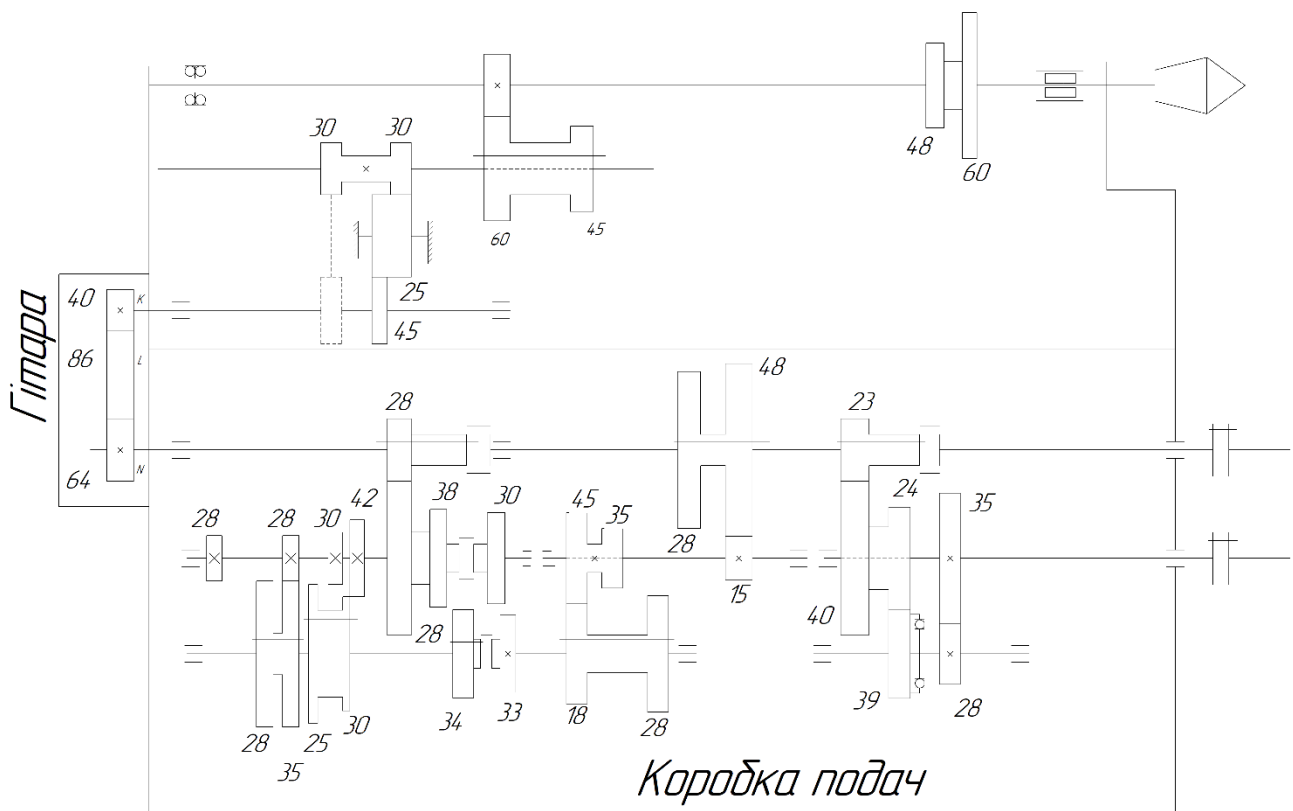
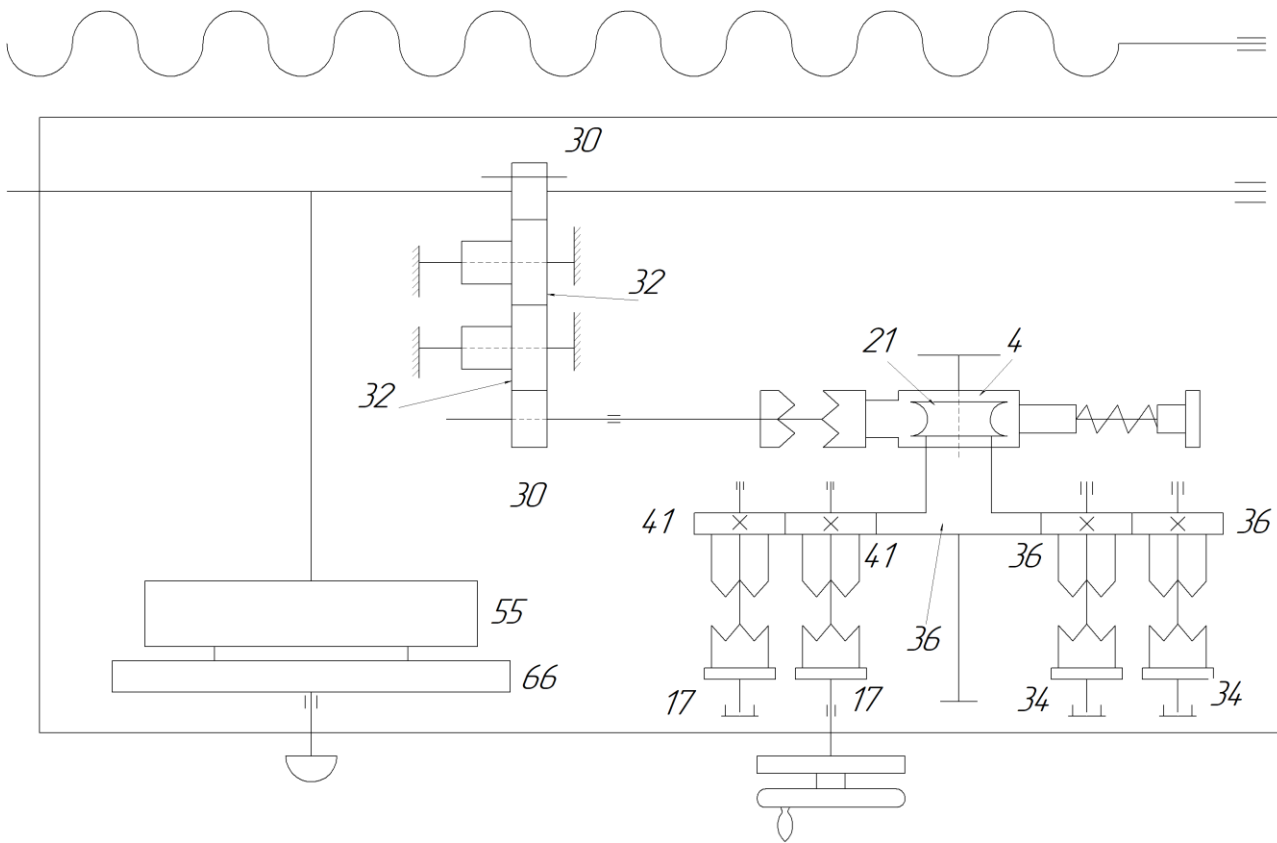


Рисунок 2.1- Кінематична схема коробки подач 16К20

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Органи управління фартухом токарно-гвинторізного верстата 16К20

Рисунок 2.2- Органі управління фартухом токарно-гвинторізного станка
16К20

2.4 Розрахунок подачі

$$S = 1 \text{ об. хв} \times \frac{60}{60} \times \frac{30}{45} \times \frac{40}{86} \times \frac{86}{64} \times \frac{28}{28} \times \frac{28}{35} \times \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} \times \frac{23}{40} \times \frac{24}{39} \times \frac{28}{35} \times \frac{30}{30} \\ \times \frac{4}{21} \times \frac{36}{41} \times \frac{41}{41} \times \frac{17}{66} \times 3.14 \times 3 \times 10 = 0.05 \frac{\text{мм}}{\text{обр.}}$$

Для нашої роботи цього недостатньо нам потрібно як мінімум 2 мм/обр.

Для цього ми беремо змінюємо гітару на рисунок 1.6 .

$$S = 1 \text{ об. хв} \times \frac{60}{60} \times \frac{30}{45} \times \frac{60}{60} \times \frac{127}{80} \times \frac{28}{28} \times \frac{42}{25} \times \frac{18}{45} \times \frac{35}{28} \times \frac{23}{40} \times \frac{30}{30} \times \frac{4}{21} \times \frac{36}{41} \\ \times \frac{41}{41} \times \frac{17}{66} \times 3.14 \times 3 \times 10 = 2 \frac{\text{мм}}{\text{обр.}}$$

Таким чином нам вдалося розрахувати подачу для нашої 4 кінцевої фрези.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк. 33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Силовий розрахунок

Силові розрахунки зубчастих коліс

Силові розрахунки зубчастих коліс виконують: -

- На контактну міцність;
- на згинання.

Розрахунок зубів коліс на контактну міцність.

Допустимі контактні напруження підраховують за формулою:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimd} * K_{HL}}{S_H} * Z_r * Z_v * K_L * K_{ХН}, \quad (1)$$

де σ_{Hlimd} – межа контактної міцності поверхневих шарів зубів;

для вуглецевих сталей із твердістю поверхонь зубів менше НВ 350:

$$\sigma_{Hlimd} = 2H + 70 \quad (2)$$

Де K_{HL} – коефіцієнт довговічності, для верстатів дорівнює 1

S_H – коефіцієнт безпеки, при однорідній структурі матеріалу 1,1;

Z_r – коефіцієнт шорсткості;

Z_v – коефіцієнт швидкості;

K_L – коефіцієнт змащування;

$K_{ХН}$ – коефіцієнт розміру коліс.

З практичних міркувань

$$Z_r * Z_v * K_L * K_{ХН} = 0,9$$

$$\text{тоді } [\sigma_{H1,2}] = \frac{2 * 230 + 70}{1,1} * 0,9 \sim 434 \text{ Мпа}$$

За наявності розрахованих допустимих контактних напружень можна уточнити значення міжцентрової відстані за формулою

$$a_w = (u + 1) \sqrt[3]{\frac{310^2 * T_H * K}{[\sigma_H]^2 * u^2 * \psi_a}}, \quad (3)$$

Де u – передатне число Z_2/Z_1 ;

T_H – момент на валу 2;

K – коефіцієнт навантаження, $K = 1,2$;

ψ_a – коефіцієнт ширини вінця колеса, $\psi_a = 0,2$.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a_{w1} = (1,57 + 1) \sqrt[3]{\frac{310^2 * 360,22 * 10^3 * 1,2}{434^2 * 1,57^2 * 0,2}} = 2,15 \text{ мм}$$

Конструкцію залишаємо без змін, так як розрахункове значення перевищує попереднє.

Розрахунок зубів зубчастих коліс на згинання

Допустимі контактні напруження на згинання

$$\sigma_{Hlimb} [\sigma_F] = \frac{\sigma_{Hlimb} * K_{FL}}{S_F} * K_{FC}, (4)$$

де σ_{Hlimb} – границя тривалості зуба на згинання, $\sigma_{Hlimb} = HB + 250$

K_{FL} – коефіцієнт довговічності, для верстатів $K_{FL} = 1$;

S_F – коефіцієнт безпеки, $S_F = 1,7$;

K_{FC} – коефіцієнт, що враховує одностороннє навантаження $K_{FC} = 1$;

$$[\sigma_F] = \frac{230 + 350}{1,7} * 1 = 282 \text{ МПа.}$$

Приймаємо значення $[\sigma_F] = 282 \text{ МПа}$.

Розрахунок зубів коліс на згинання виконують за формулою

$$\sigma_F = 2 * Y_F * Y_E * Y_\beta * \frac{T * K_F}{z * b * m^2} \leq [\sigma_F], (4)$$

де Y_F – коефіцієнт, що враховує форму зуба и залежить від еквівалентної кількості зубів, $Y_F = 4,25$;

Y_E – коефіцієнт, що враховує перекриття зубів. Для прямозубих коліс

$$Y_E = \frac{1}{E} = \frac{1}{[1,88 - 3,2(1/z_1 + 1/z_2)]} = \frac{1}{[1,88 - 3,2(\frac{1}{28} + \frac{1}{44})]} = 0,59$$

Де $Y_\beta = 1$ – для прямозубих коліс;

K_F – коефіцієнт, який складається з таких складових $K_F = K_{F\beta} * K_{FV}$,

$K_{F\beta}$ – коефіцієнт розподілу навантаження по ширині вінця, $K_{F\beta} = 1,00$;

K_{FV} – коефіцієнт, що враховує динамічні навантаження, $K_{F\beta} = 1,25$.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Тоді

$$\sigma_F = 2 * 4,25 * 0,59 * 1 * \frac{18,4 * 10^3 * 1,25}{14 * 25 * 4^2} = 20,6 \leq 282 \text{ Мпа}$$

Розрахункові напруження значно менші допустимих, що визначає працездатність зубчастих коліс за напруженнями на згинання.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ІСНУЮЧІ ВАРІАНТИ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНОЇ ПРИСТАВКИ ДЛЯ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Всього відомо три типи фрезерного обладнання для токарного верстату.

Перший тип пристроїв – спеціалізовані, що забезпечують збільшення функціональних можливостей оснащення



Рисунок 3.1- Фрезерний стіл УСП 235x180x30 приставка (фрезерний стіл, фрезерувальний)

Переваги

Висока точність

Можна встановити додаткове обладнання

Просте встановлення на верстат

Недоліки

Висока вартість

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Має 2 площини обробки

У другому варіанті пристроїв можливе закріплення інструментів для обробки рисунок 3.2.



Рисунок 3.2- Закріплення граверу в різцетримач (підходить для м'яких металів та пластику)

Переваги

Можна виготовити з мінімальним набором інструментів

Легке в використанні

Недоліки

Підходить для м'яких металів (також пластику)

Низька точність

Невеликий спектр фрезерних робіт

Третій варіант використовується для фіксації виробів, які піддаються обробці на зазначених верстатах рисунок 3.3.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

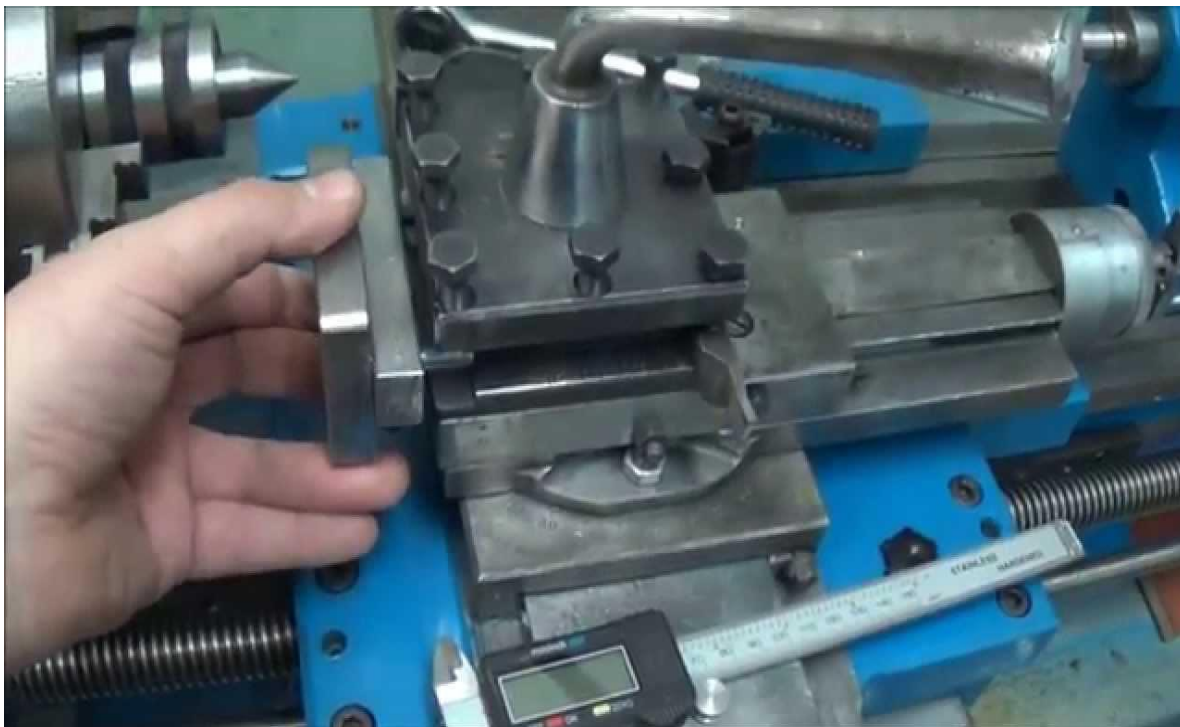


Рисунок 3.3- Різцетримач облаштований затискним механізмом для фіксації деталі

Переваги

Швидкість зміни режиму

Недорого у виготовленні

Недоліки

Підходить для (не точних робіт)

Низька точність

Дає можливість обробляти дві площини деталі

На великих підприємствах часто не використовують вироби 2 та 3 типу так як вони не задають тієї точності як той самий фрезерний верстат або стіл який представлений на рисунку 3.1.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

4 РОЗРОБКА МОДЕРНІЗОВАНОЇ ФРЕЗЕРНОЇ ПРИСТАВКИ ДЛЯ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ 16К20

Модернізований варіант виробу схожий з 3 типом фіксації деталі за допомогою різцетримача але має свої конструктивні особливості. Для початку розробки ми знімаємо станину та заміряємо розміри там де знаходяться болті

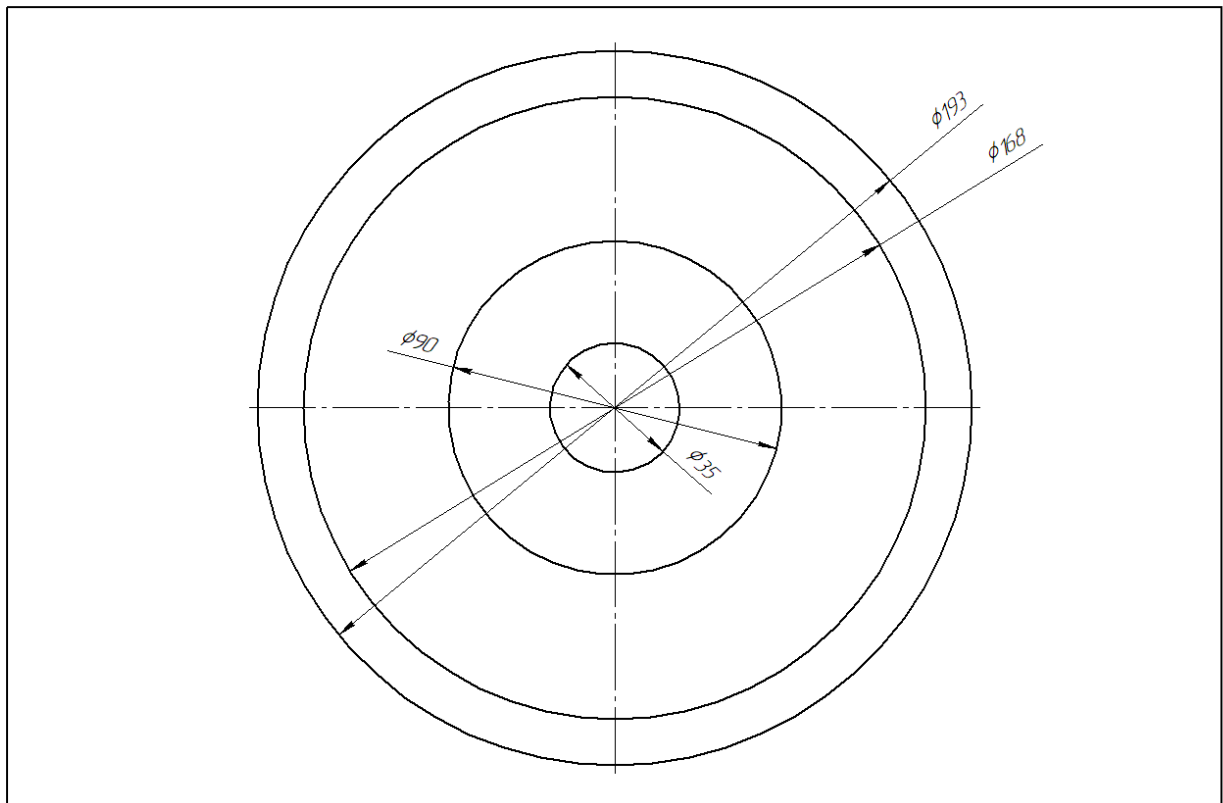
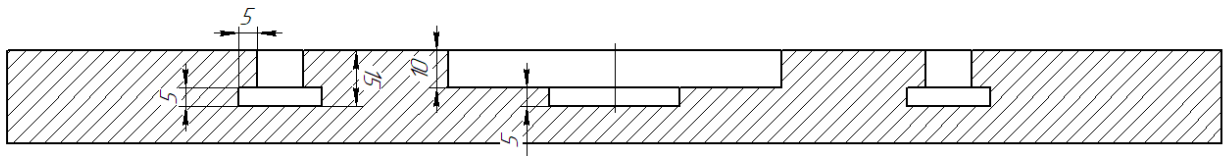


Рисунок 4.1- Ескіз плити для встановлення на супорт верстату 16К20

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

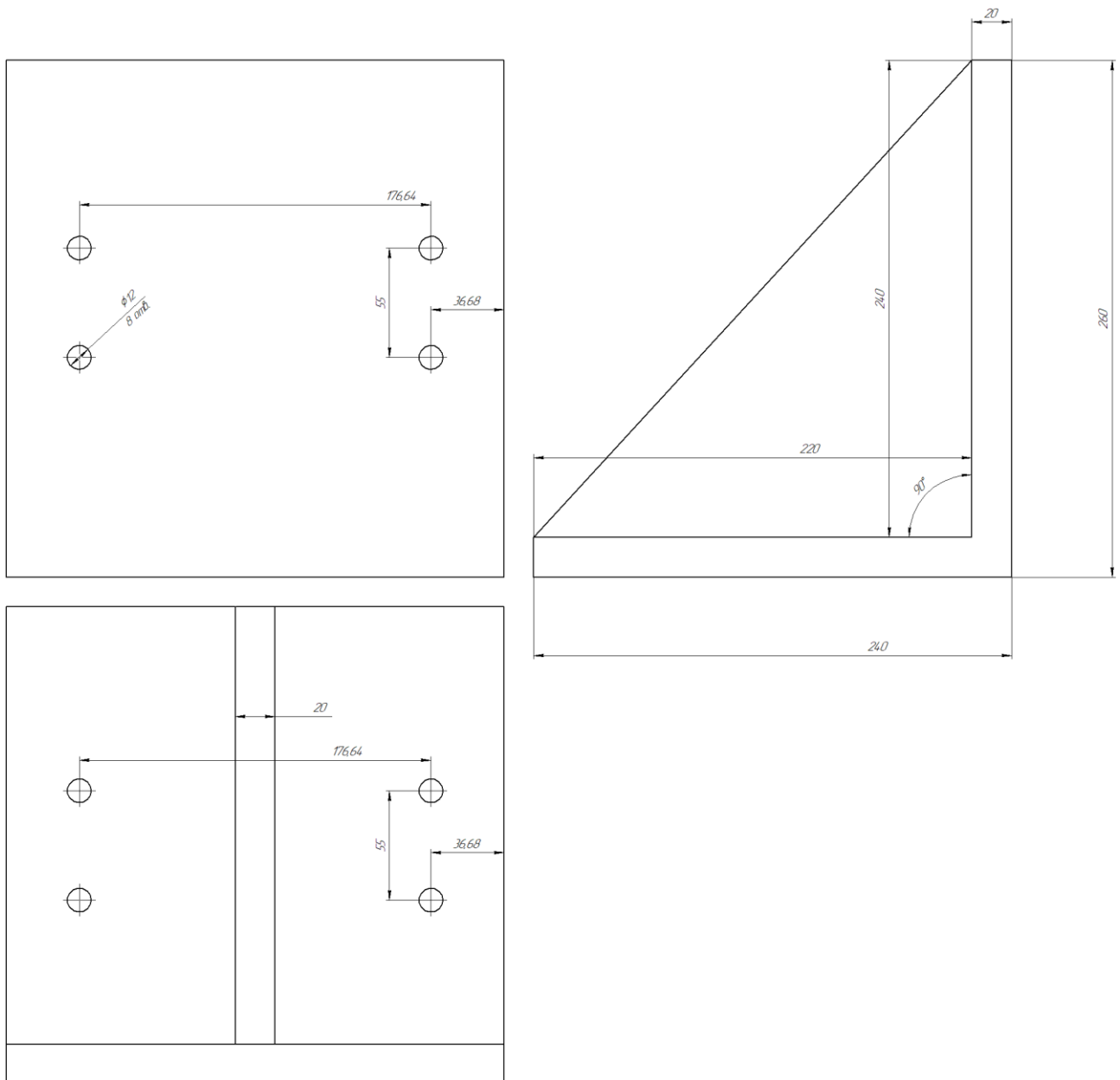


Рисунок 4.2- Ескіз перехідника для встановлення фрезерної приставки

На рисунку 4.2 показаний ескіз перехідника за допомогою нього можна встановити станину у вертикальне положення. Але перед цим нам потрібно зняти різцетримач та виштовхнути болт який там запресований.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

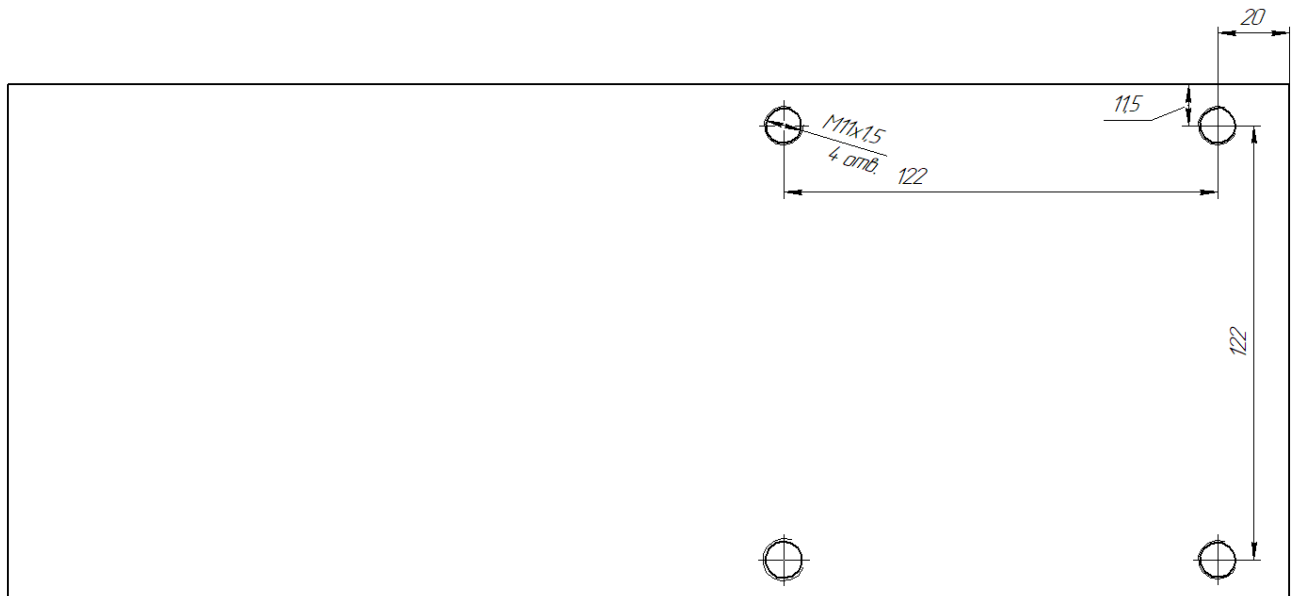


Рисунок 4.3-Супорт

Також ми робимо 4 отвори з різьбою для того щоб встановити туди під лещата SV -75 які добре підійдуть для встановлення.

Таблиця 3.1 Таблиця технічна характеристика лещат SV -75

Ширина губок	75 мм
Висота губок	20 мм
Максимальне розкриття	70 мм
Висота лещат	48 мм
Відстань між центрами пазів	111 мм
Паз	11 мм
Ширина основи	142 мм
Довжина основи	157 мм
Вага	2 кг

Лещата верстатні свердлильні призначені для встановлення на свердлильних верстатах та для використання в автомайстернях, майстернях сервісних центрів, ремонтних підприємствах, а також у середніх та малих виробництвах (рисунок 4.4). Характеризуються простою та міцною конструкцією. В основі лещат є кріпильні пази для закріплення лещат на робочому столі верстата. Тиски виготовлені із чавуну.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

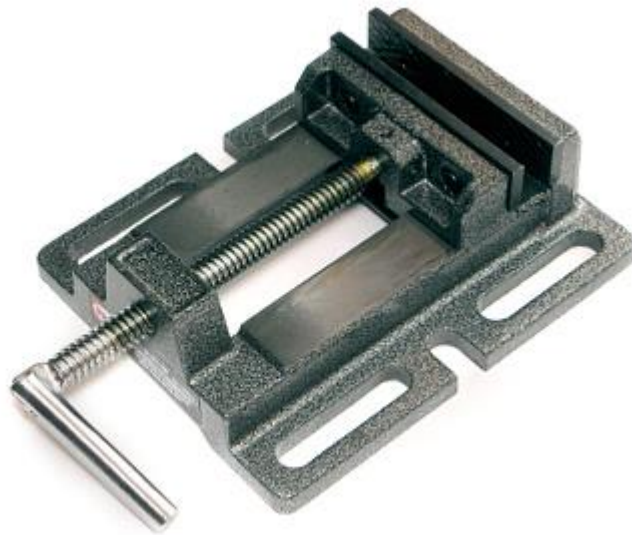


Рисунок 4.4- Лещата верстатні моделі SV-75
У зібраному вигляді модель пристрою показана на рисунку 4.5.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

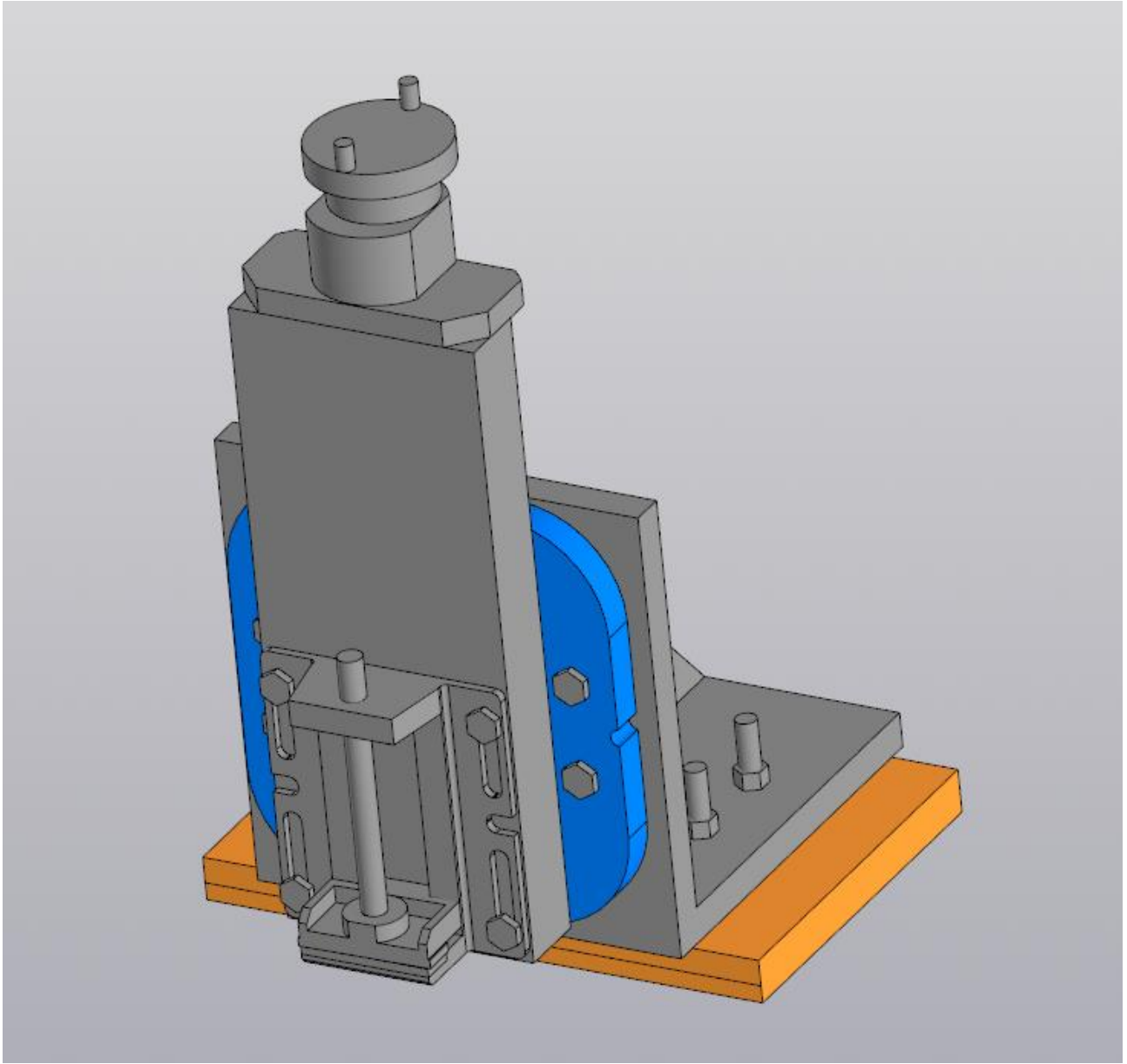


Рисунок 4.5- Модель пристрою для виконання фрезерних операцій на токарно-гвинторізальному верстаті 16К20

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ВІ 18510186 – 00 ПЗ

Арк.

44

5 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРИЦІ ПРИ РОБОТІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

Наявність небезпечних зон може бути пов'язана з ризиком ураження електричним струмом, впливу тепла, електромагнітного та іонізуючого випромінювання, шуму, вібрації, ультразвукових хвиль, шкідливих парів і газів. Заготовка пошкоджена або пошкоджена через погане кріплення / 30 /. Розмір небезпечної зони в просторі може бути постійним (площа між ременями і шківками, площа між роликками тощо) або змінним (поле кочення, зона різання при зміні способів обробки та властивостей, зміна ріжучих інструментів (Зачекайте). д.). При проектуванні та експлуатації технічного обладнання необхідно використовувати пристрої, що виключають можливість контакту людини з небезпечними зонами або знижують ризик опромінення (захист працівників). Засоби захисту працівників за характером використання поділяються на дві категорії: колективні та індивідуальні. Залежно від призначення колективні захисні заходи поділяються на такі категорії: нормалізація повітряного середовища на виробничих і робочих місцях, нормалізація освітлення промислових об'єктів і робочих місць, захисні заходи від іонізуючого випромінювання, інфрачервоного випромінювання, ультрафіолетового випромінювання, електромагнітного випромінювання, електромагнітне випромінювання та електромагнітне випромінювання. Генератори фотонів, шум, вібрація, ультразвукові хвилі, ураження електричним струмом, електростатичні заряди, високі та низькі температури поверхонь обладнання, матеріалів, виробів, заготовок, а також механічні, хімічні та біологічні фактори від високих і низьких температур у робоча зона.

Залежно від використання засоби індивідуального захисту поділяються на такі категорії: ізоляційний одяг, засоби захисту органів дихання, спецодяг, спецвзуття, захист рук, голови, обличчя, очей, слуху, захист від падіння та інші подібні засоби, дерматологічні засоби захисту. Усі засоби колективного захисту, що використовуються в машинобудуванні, за принципом дії можна розділити на

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

огорожі, запобіжні, блокувальні, сигнальні, дистанційні та спеціального призначення. Як показано нижче, кожен з цих підкласів має кілька видів і підвидів.

Загальними вимогами до засобів захисту є: створення найбільш вигідних відносин між організмом людини і навколишнім середовищем, забезпечення оптимальних умов праці; високий рівень ефективності захисту; опис індивідуальних характеристик обладнання, інструментів, пристроїв чи технічних процесів; надійність, транспортних засобів і механізмів, довговічність, простота обслуговування, опис техніко-естетичних рекомендацій. Охорона запобігає знаходженню персоналу у небезпечних зонах. Застосовуються для ізоляції приводних систем машин і осередків, зон обробки рецептур, захисту струмоведучих частин, зон інтенсивного випромінювання (теплого, електромагнітного, іонізаційного), ділянок виділення шкідливих речовин, що забруднюють повітря, тощо. робоча зона (ліс тощо), розташована на висоті). Існують різні конструктивні рішення пристроїв захисту. Вони залежать від типу обладнання, розташування персоналу в робочій зоні, конкретних обставин небезпеки та небезпечних виробничих факторів, які супроводжують технічний процес. Існує три основні категорії обладнання для огорож: стаціонарне (нерухоме), мобільне (пересувне) і переносне. Регулярне зняття стаціонарних бар'єрів для допоміжних операцій (заміна робочого інструменту, змащення, контрольований вимір деталей тощо).

Вони виготовлені таким чином, щоб вони могли проходити крізь заготовку, але не пропускали руку робітника через невеликий розмір відповідного технологічного отвору. Така огорожа може бути повною, коли небезпечна зона забезпечена машиною, або частковою, коли ізольована тільки небезпечна зона машини. Прикладами повної огорожі є розподільні пристрої для електрообладнання, огорожі для пресувальних барабанів, вентиляторів, корпусів двигунів, насосів тощо. Пересувний шлагбаум — це пристрій, що з'єднується з робочим органом механізму або машини. У разі небезпечного моменту він

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

закриває доступ до робочої зони. У решту часу доступ до визначених місць відкритий. Такі огорожувальні пристрої знайшли широке застосування у виробництві верстатів. Переносні огорожі тимчасові. Використовуються для ремонтно-налагоджувальних робіт, наприклад, на постійних робочих місцях зварників, для захисту інших від електричних дуг та УФ-випромінювання (зварювальні стовпи). Зазвичай їх виготовляють у вигляді дощок висотою 1,7 м. Конструкція і матеріали пристрою огорожі визначаються особливостями обладнання та технологічного процесу. Огорожі виготовляють у вигляді зварних або литих оболонок, міцних жорстких щитів (щитів, ширм), решіток, сіток на жорстких каркасах. Розмір осередків в сітчастих і шпалерних огорожах розраховується за формулою $a = b / (6 + 5)$, де b - відстань від огорожі до небезпечної зони, а в якості матеріалів огорожі використовуються метал, пластик і дерево. Якщо необхідно стежити за робочою зоною, окрім сіток і решіток використовуйте безперервне огорожувальне обладнання з прозорих матеріалів (оргскло, тришарове тощо).

Щоб витримувати навантаження частинок, які відлітають під час обробки, і несподіваний вплив обслуговуючого персоналу, огорожа повинна бути достатньо міцною і добре з'єднана з фундаментом або частинами машини. При розрахунку на міцність огорож, що використовуються в метало- та деревообробці, необхідно враховувати можливість прогину та вплив на заготовки огорожі та ріжучий інструмент. Запобіжні пристрої призначені для автоматичного відключення обладнання та машин, коли будь-який параметр устаткування перевищує допустиме значення, таким чином виключаючи аварійний режим. В агрегатах, що працюють при атмосферному тиску, використовуються запобіжні клапани та мембрани. Поруч із обладнанням повинен бути встановлений стаціонарний автоматичний газоаналізатор, якщо є можливість виділення токсичних парів і газів або парів і газів, які можуть утворювати вибухонебезпечні та легкозаймисті суміші. Включати аварійну вентиляцію при утворенні токсичних речовин у концентраціях, рівних ГДК, і

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентраціях горючої суміші в межах 5-50% нижньої межі займання. Його основним функціональним блоком є датчик, в якому в залежності від складу проби газу формується вихідний сигнал, пропорційний концентрації аналізованого компонента. Вихідний сигнал датчика посилюється і надходить у вимірювальний прилад, де сигнал оцінюється і реєструється. Поряд з газоаналізаторами, які використовують електроенергію в машинобудуванні, можна використовувати прилади подібних цілей без джерела живлення. Ці газоаналізатори проводять аналіз за допомогою оптичної колориметрії, яка заснована на селективній реакції кольору між індикатором на розчині або стрічці та компонентами газоповітряної суміші; методи теплопровідності засновані на теплопровідності досліджуваної суміші як функція групи компонентів, що перевіряються, оптичні методи, що використовують явище зміни оптичних властивостей аналізованих парів і газів при зміні їх кількісних характеристик, методи іонізації, що визначають склад вмісту точок. Щоб запобігти вибуху ацетиленових генераторів і труб у полум'ї газових пальників, а також труб і арматури, заповнених горючим газом, при попаданні в них кисню або повітря використовуються водяні запобіжні клапани. За принципом роботи і тиском робочого газу розрізняють запобіжні клапани відкриті (низький тиск) і закриті (середній тиск). Щоб запобігти вибуху ресивера, використовуйте термореле, яке вимикає двигун компресора, коли температура стисненого повітря перевищує допустиме значення. Стиснене повітря широко використовується в різних машинах і пристроях, які використовують ексцентрикові затискачі для утримання заготовок. Такі агрегати повинні бути обладнані засобами, що запобігають випадковому вивільненню преса при відключенні тиску або на робочий орган устаткування (різак, різець і т.п.) піддаються великі зусилля. У електромагнітних плитах для закріплення оброблюваного матеріалу, підйому та перенесення різних виробів слід передбачати запасну проводку для живлення електромагнітів від запасного джерела, який повинен включатися автоматично при припиненні подачі електроенергії від основної мережі. Одним з видів

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запобіжних засобів, що забезпечують безпеку машин і підвищення техніки безпеки, є слабкі ланки в конструкціях технологічного обладнання, деталей та складальних одиниць, розраховані на руйнування (або неспрацьовування) при перевантаженнях; До слабких ланок відносяться: зрізні штифти і шпонки, що з'єднують вал з маховиком, шестірнею або шківом, фрикційні муфти, що не передають руху при надмірних крутних моментах, плавкі запобіжники в електрообладнанні, розривні мембрани в установках

Спрацьовування слабкої ланки призводить до зупинення машини на аварійних режимах. Слабкі ланки діляться на дві основні групи: системи з автоматичним відновленням кінематичного ланцюга після того, як контрольований параметр прийшов у норму (наприклад, муфтиення), і системи з відновленням кінематичного ланцюга шляхом заміни слабкої ланки (наприклад, запобіжники електроустановок). Застосування в цеху таких засобів, як блокувальні пристрої, виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону або усувають небезпечний фактор на час перебування людини в цій зоні. Велике значення цей вид засобів захисту має при огорожі небезпечних зон і там, де роботу можна виконувати при знятому або відкритому огорожі. За принципом дії блокувальні пристрої поділяють на механічні, електричні, фотоелектричні, радіаційні, гідравлічні, пневматичні, комбіновані. Механічна блокування є системою, що забезпечує зв'язок між огорожею і гальмівним (пусковим) пристроєм. Наприклад, для зняття огорожі кривошипношатунного механізму необхідно загальмувати та повністю зупинити привід механізму. Це здійснюється відключенням електродвигуна або переключенням ремня з робітника на холостий шків. При цьому важіль (напрямок руху якого показано стрілкою) дає можливість заперній планці вийти з напрямної. При знятій огорожі агрегат неможливо запустити у роботу. За таким принципом блокують двері в приміщеннях випробувальних стендів, а також в інших особливо небезпечних приміщеннях, в яких перебування людей під час роботи обладнання заборонено. Електричне блокування застосовують на електроустановках з напрямком від 500

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

В і вище, а також на різних видах технологічного обладнання – з електроприводом. Вона забезпечує можливість включення обладнання лише за наявності огорожі.

Коли електричний замок знаходиться в огорожі, спорудити кінцевий вимикач, контакти якого включені в електричну ланцюг управління приладом при закритому паркані, і допускають включення двигуна. При знятті або неправильному монтажі огорожі контакти розмикаються і ланцюг, що приводить в дію систему, руйнується. РЧ електричні блокування також використовуються для запобігання потраплянню персоналу у небезпечні зони. У цьому випадку принцип блокування заснований на використанні високочастотних електромагнітних полів, що випромінюються в космос генераторами. Коли людина потрапляє у небезпечну зону, високочастотний генератор подає імпульси струму на електромагнітні підсилювачі та поляризовані реле. Контакти реле знеструмлюють ланцюг магнітного пускача, забезпечуючи електричне гальмування двигуна за десяту частку секунди. Час гальмування регулюється змінним резистором. Пристрої сигналізації надають інформацію про роботу технічного обладнання та виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів. За призначенням системи сигналізації розрізняють три групи: оперативна, попереджувальна та ідентифікаційна. Залежно від способу передачі інформації розрізняють акустичний, візуальний, комбінаторний (світло-звуковий) і запаховий (через запах), останній широко використовується в газовій промисловості. Джерела світла, світлові панелі, освітлення для ваг вимірювальних приладів, освітлення для мнемосхем, кольорове тонування, ручні сигналізації для візуальних сигналів. Сирени або дзвінки використовуються для звукової сигналізації. Операційні сигналізації використовуються в різних процесах, а також на випробувальних стендах. Більшість сигналів подаються автоматично. Для цього використовують різні прилади (вольтметри, амперметри, манометри тощо).

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забезпечені контактами, замикання яких відбувається при певних значеннях контрольованих параметрів. Застосовують також реле, спрацьовують відхилення робочих параметрів даного технологічного процесу (тиск, температура тощо. буд.). Включення червоних сигнальних ламп проводиться при подачі на обладнання цеху небезпечної напруги. При знятті напруги вмикаються зелені сигнальні лампи. Оперативну сигналізацію використовують також для узгодження дій працюючих, зокрема кранівників та стропальників. Двостороння сигналізація влаштовується між насосною станцією та гідромоніторами. Попереджувальна сигналізація призначена для попередження про небезпеку. Для цього використовують світлові та звукові сигнали, одоризатори, що приводяться в дію від різних приладів, що реєструють хід технологічного процесу. Підвидом попереджувальної сигналізації є газосигналізатори - прилади, що здійснюють звукову або світлову сигналізацію про досягнення заздалегідь встановлюваного значення концентрації аналізованого компонента (або суми компонентів) і не призначені для кількісної оцінки фактичного значення концентрації до або після моменту спрацьовування сигналізації. Налаштування газоаналізаторів проводиться аналогічно до налаштування автоматичних газоаналізаторів у системах, що включають аварійну вентиляцію. Велике застосування знаходить сигналізація, що випереджає включення обладнання або подачу високої напруги. Вона передбачається на виробництвах, де перед початком роботи в небезпечній зоні можуть бути люди (дільниці випробувань, автоматичні лінії складальних цехів, ливарні цехи тощо). Попереджувальну сигналізацію слід передбачати при проектуванні вентиляції в пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях, при роботі з радіоактивними речовинами тощо. До попереджувальної сигналізації відносяться вказівники, плакати («Не включати — працюють люди», «Не входити», «Не відкривати — висока напруга»)

Вказівники бажано виконувати у вигляді світлових табло зі змінним за часом (миготливим) підсвічуванням. Наочні плакати є засобом, що допомагає

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

безпечного обслуговування обладнання. Вказівники та написи із зазначенням допустимого навантаження необхідно розташовувати безпосередньо у зоні обслуговування машин та агрегатів. Розпізнавальна сигналізація служить виділення окремих видів технологічного устаткування, його найнебезпечніших вузлів і механізмів, і навіть зон. Для цих цілей застосовують систему сигнальних кольорів та знаків безпеки за ДСТУ EN ISO 7010:2019. Прикладом розпізнавальної сигналізації є забарвлення у відповідні кольори балонів зі стислими, зрідженими та розчиненими газами, трубопроводів, електричних проводів, рукояток та кнопок управління. Так, забороняючі знаки виконують у вигляді кола червоного кольору з білим полем усередині, білою за контуром знака облямівкою та символічним зображенням чорного кольору на внутрішньому білому полі, перекресленим похилою смугою червоного кольору. Сигнальні лампочки, що сповіщають про порушення умов безпеки, внутрішні поверхні дверей ніш та інших огорожувальних пристроїв, в яких розташовані механізми передач верстатів і машин, що вимагають періодичного доступу при налагодженні і здатні при експлуатації нанести травму працюючому, фарбуються в червоний колір. У жовтий колір забарвлюються елементи будівельних конструкцій, які можуть бути причиною отримання травм працюючих, виробничого обладнання, необережне поводження з якими становить небезпеку для працюючих; внутрішньоцехового та між цехового транспорту, підйомно-транспортних машин, огорож, що встановлюються на межах небезпечних зон; рухомі монтажні пристрої або їх елементи та елементи вантажозахоплювальних пристроїв, рухомих частин кантувачів, траверс, підйомників; межі підходів до евакуаційних або запасних виходів

Попереджувальні знаки являють собою рівносторонній жовтого кольору трикутник із закругленими кутами, звернений вершиною вгору, з облямівкою чорного кольору та символічним зображенням чорного кольору. Приписуючі знаки, що дозволяють певні дії працюючих тільки при виконанні конкретних вимог охорони (обов'язкове застосування засобів захисту працюючих, вжиття

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заходів щодо забезпечення безпеки праці), вимог пожежної безпеки або вказують шляхи евакуації, є квадрат зеленого кольору з білою облямівкою за контуром і білим полем квадратної форми всередині нього, на яке повинні бути нанесені чорним кольором символічне зображення або пояснює напис. На знаках пожежної безпеки пояснювальні написи виконують червоним кольором. Вказівні знаки мають бути такими: синій прямокутник, окантований білою облямівкою по контуру, з білим квадратом усередині. Усередині білого квадрата повинні бути нанесені символічне зображення або пояснює напис чорного кольору, за винятком символів і пояснюючих написів пожежної безпеки, які виконують червоним кольором. Такими є основні положення, що відображають техніку безпеки та екологію на підприємстві машинобудування.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. **Ефремова, А.И.** Токарно-винторезные станки 16к20, 16к20п, 16к20г, 16к25. Руководство по эксплуатации / А.И. Ефремова. – М. : Машиностроение, 1976. – 19 с.
2. **Фатеев, И.С.** Ремонт токарно-винторезного станка 16к20. часть 1, часть 2, часть 3 / А.И. Фатеев. – Т. : Станкосервис, 1988. – 362 с.
3. **Ачеркан, Н.С.** Металлорежущие станки, Том 1 / Н.С. Ачеркан, С.Г. Ананьин, Б.Л. Богуславский, В.В. Ермаков, Н.В. Игнатъев, А. А. Кудряшов, В.Э. Пуш, А.А. Федотенок, А.Н. Хрыков – М. : Машиностроение, 1965. – 757 с.
4. **Батов, В.П.** Токарные станки / В.П. Батов. – М. : Машиностроение, 1978. – 78 с.
5. **Белецкий, Д.Г.** Справочник токаря-универсала / Д.Г. Белецкий, В.Г. Моисеев, М.Г. Шеметов. – М. : Машиностроение, 1987. – 560 с.
6. **Денежный, П.М.** Токарное дело, 1972. (1к62) / М.П. Денежный, Г.М. Стискин, И.Е. Тхор – М. : Высш. Школа, 1976. – 235 с.
7. **Денежный, П.М.** Токарное дело, 1979. (16к20) / П.М. Денежный, Г.М. Стискин, И.Е. Тхор – М. : Высшая школа, 1979. – 196 с.
8. **Модзелевский, А. А.** Токарные станки, 1973 / А.А. Модзелевский, А.А. Муцинкии, С.С. Кедров, А.М. Соболев, Ю.П. Завгородний – М. : Машиностроение, 1973. – 282 с.
9. **Оглоблин, А.Н.** Основы токарного дела / А.Н Оглоблин. – Л. : Машиностроение, 1967. – 383 с.
10. **Пикус, М.Ю.** Справочник слесаря по ремонту станков / М.Ю. Пикус. – М. : Высшэйшая школа, 1987. – 312 с.
11. **Схиртладзе, А.Г.** Технологическое оборудование машиностроительных производств / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков – М. : Высш. Шк, 2001. – 407 с.
12. **Тепинкичиев, В.К.** Металлорежущие станки / В.К. Тепинкичиев. – М. : Машиностроение, 1973. – 472 с.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. **Чернов, Н.Н.** Металлорежущие станки / Н.Н. Чернов. – М. : Машиностроение, 1988. – 416 с.

14. Makin Lathe MILLING Attachment Канал Made in Poland – Режим доступу <https://www.youtube.com/>

15. Какие есть приспособления для фрезерования на токарном станке ? – Режим доступу: <https://vseostankah.com>

16. Приспособления для фрезерования на токарном станке – Режим доступу <https://stroy-podskazka.ru>

17. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи “Кінематичний розрахунок привода металорізальних верстатів” /Укладач **М.М.Коротун.** – Суми: Вид – во СумДУ, 2009. – 23 с.

18. Деталі машин. Енерго-кінематичний розрахунок приводу: Методичні вказівки до проведення практичних занять, виконання контрольних робіт і курсового проекту для бакалаврів галузі знань «Машинобудування та матеріалоброка» напрямів підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» і 6.050504 «Зварювання» усіх форм навчання / Уклад.: **О.П. Полешко.** –К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 27 с.

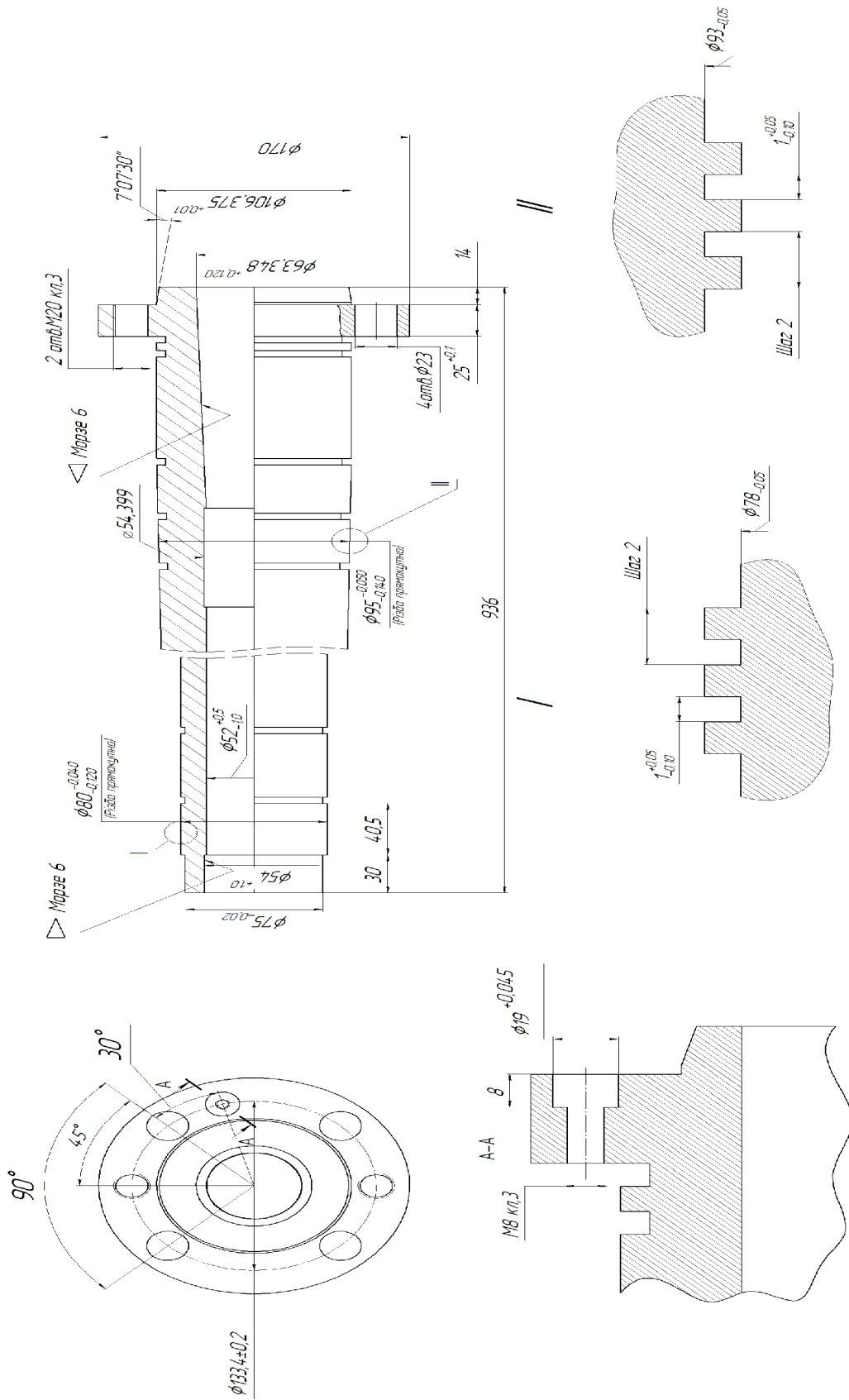
19.Металорізальні інструменти: навчальний посібник / **С. В. Швець.** – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 272 с.

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ВІ 18510186 – 00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Додаток А

(Креслення шпинделя)



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

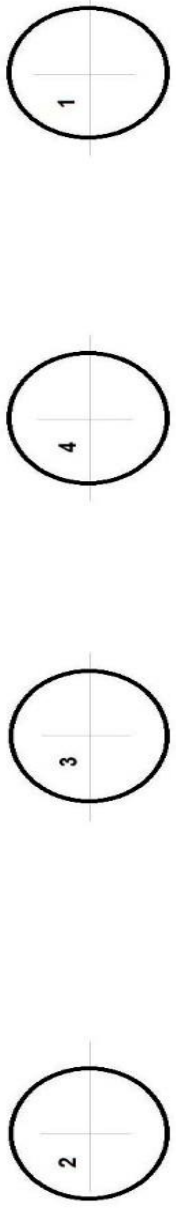
ВІ 18510186 – 00 ПЗ

Арк.
57

Додаток Б

(Таблиця різьб та подач на верстаті)

O	K	L	M	N	mm/D	mm/min	A				B				C				D				/min																																																														
							I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	1:32	1:8	1:2	1,25:1																																																											
4,5 5,5	35 44	40 47	45 54	50 60	1:32 1:8	12,5-1600	0,05	0,06	0,075	0,09	0,1	0,125	0,15	0,175	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,5	5	5,6	6,3	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	360	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600



1: Рукоятка встановлення ряду чисел оборотів шпинделя Чотири фіксовані положення 1:32, 1:8, 1:2, 1,25:1

2: Рукоятка установки оборотів шпинделя Шість фіксованих положень

3: Рукоятка установки нормального та збільшеного кроку різьблення -нормальний шаг 1:1 (12,5..1600) -проміжне положення -збільшений крок 1:6, 1:8, 1:32

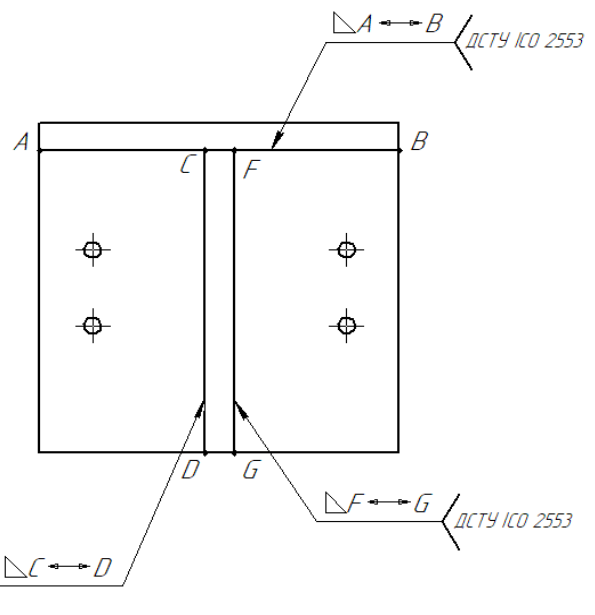
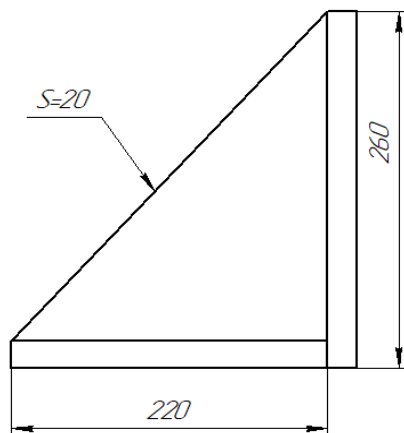
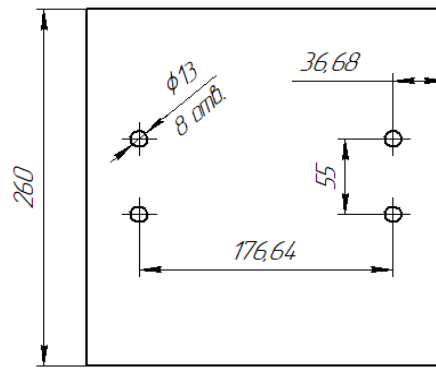
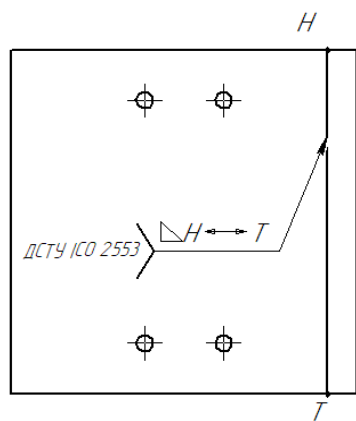
4: Рукоятка встановлення правого та лівого різьблення -ліве різьба - нормальний крок права різьба-збільшений крок -права різь - нормальний крок -ліве різьба-збільшений крок

Проміжні положення відключать шпиндель

Додаток В

(креслення деталі)

ВІ-18510186-00 ПЗ



1. Не вказані граничні відхилення розмірів Н14, н14, ± IT14/2
2. Не вказані шорсткість поверхні Ra 6,3

Лист №	Лист
Склад №	Лист
Лист №	Лист
Лист №	Лист
Лист №	Лист
Лист №	Лист
Лист №	Лист
Лист №	Лист

				ВІ-18510186-00 ПЗ		
Изм./Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Дударь					1:3
Проб.				Лист	Листов	1
Т.контр.				Сталь 45 ДСТУ 7809:2015		
Н.контр.				Копіравал		
Утв.				Формат А3		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ВІ 18510186 – 00 ПЗ

Арк.
59