

Міністерство освіти та науки України
Державний вищий навчальний заклад
Донецький національний технічний університет
Кафедра металорізальних верстатів і інструментів

Доц. Кочергін В.Г., доц. Полтавець В.В.

Обладнання і транспорт механооброблювальних цехів

Частина 1 «Металообробне обладнання»

(конспект лекцій)

Розглянуто на засіданні
кафедри, протокол № 5 від
13 листопада 2008 р.
Затверджено на засіданні
навчально-видавничої ради
ДонНТУ, протокол № 6 від
15 грудня 2008 р.

Донецьк 2008 р.

УДК 621.9.06

Обладнання і транспорт механооброблювальних цехів. Частина 1 «Металообробне обладнання»: Конспект лекцій для спеціальності 6.090202 "Технологія машинобудування"/ В.Г. Кочергін, В.В. Полтавець. – Донецьк: ДВНЗ ДонНТУ, 2008. – 39 с.

Конспект лекцій призначений для студентів 3-го курсу спеціальності 6.090202 "Технологія машинобудування". В лекціях надаються дані про основне технологічне обладнання, яке застосовується на машинобудівних підприємствах, наведені структура виробничої системи машинобудівного підприємства, форми організації виробничого процесу та принципи формування виробничих підрозділів.

Розглядається універсальне обладнання, яке використовується в різних типах виробництва, конструкція і технологічні можливості верстатів із числовим програмним керуванням.

Укладачі:

доц. В.Г. Кочергін

доц. В.В. Полтавець

Передмова

З метою створення в майбутньому інтегрованих виробництв, які забезпечують автоматизацію основних і допоміжних процесів у машинобудуванні при мінімальній участі людини у виробничому процесі, у наш час промисловість потребує вдосконалювання цих процесів. Це вдосконалення здійснюється в результаті узагальнення досвіду використання новітнього обладнання, впровадження комплексної автоматизації на базі застосування промислових роботів, автоматичних транспортних засобів, автоматизованих складальних пристроїв.

Інтенсивне розширення номенклатури виробничих виробів, збільшення загальної їх кількості, підвищення вимог до їх якості спричиняє необхідність підвищення точності технологічного обладнання, його потужності, швидкості, ступеню автоматизації і екологічної чистоти.

Таким чином, коло завдань ефективної експлуатації виробничих систем механоскладального виробництва досить широке, ці завдання складні й різноманітні і рішення їх вимагає від технолога широкого кругозору та глибоких знань різних дисциплін.

Розділ 1. Виробничі процеси в механоскладальному виробництві машинобудування

1.1. Виробничий і технологічний процес.

Упорядковану взаємодію між продуктом природи і працею, спрямовану на одержання заданого результату, називають терміном “процес”.

Будь-який процес має структуру, під якою розуміють певне сполучення складових елементів (вхід, вихід, перетворювач), пов'язаних між собою закономірною впорядкованою взаємодією.

Виробництво має два змістовних значення:

– перше співвідноситься з поняттям “підприємство”, “завод”, “фабрика”, “дільниця” та ін.

– друге – з поняттям виробничий процес або процес виробництва.

Виробничий процес – це сукупність дій, які необхідні для випуску готових виробів.

У вигляді моделі виробничий процес представлений на рис 1.1.

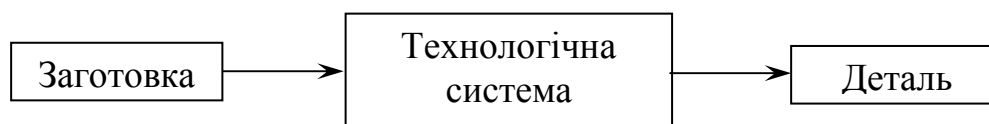


Рисунок 1.1 – Модель виробничого процесу

Технологічний процес – це сукупність дій, пов'язаних із забезпеченням необхідних вихідних параметрів даного процесу.

Для складального процесу кінцевим елементом є деталь, а елементарною технологічною дією – з'єднання пари деталей. Елементом верхнього рівня є складальна одиниця, тобто деяка локальна єдність деталей.

Технологічна операція – організаційно відокремлена частина технологічного процесу, реалізованого на певному технологічному обладнанні за участю або без участі людей, з усіма супутніми їй допоміжними елементами.

Маршрут – упорядкована послідовність якісних перетворень предметів праці в продукт праці.

Продуктивність характеризується обсягом придатної продукції певного найменування, яка виготовлена за одиницю часу (протягом години, зміни, дня, місяця і т.п.).

Продуктивність верстата можна оцінювати не тільки в кількості штук виробів, але й іншими показниками: наприклад, обсягом вилученого із заготовки матеріалу або площею обробленої поверхні із зазначенням умов обробки, що віднесені до одиниці часу. Продуктивність верстата залежить від потужності його привода, режимів (швидкість різання, подача, глибина різання), на яких обробляється заготовка.

Продуктивність виробничого процесу – це інтегральний показник діяльності всього колективу промислового підприємства, який бере участь у ви-

готовленні встановленої номенклатури виробів. Для виконання виробничого процесу повинні бути відповідним чином обладнані робочі позиції (місця), на яких можуть бути розташовані: технологічне обладнання, накопичувачі заготовок, засоби автоматичного завантаження і розвантаження встаткування (роботи, маніпулятори, завантажувальні агрегати), технологічне спорядження, різальний і вимірювальний інструмент, елементи системи керування, місце для оператора (рис. 1.2, 1.3).

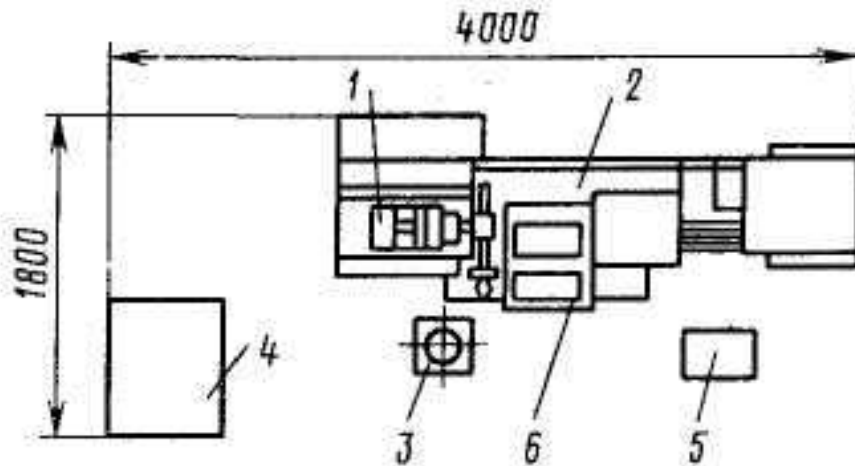


Рисунок 1.2 – Компоновка верстатного комплексу на базі токарно-гвинторізного верстата 1И611ПМФ3 із ЧПК

- 1 – промисловий робот вбудованого типу; 2 – токарно-гвинторізний верстат;
3 – вібробункер; 4 – система ЧПК; 5 – пристрій керування промисловим роботом; 6 – тара для заготовок або готових деталей

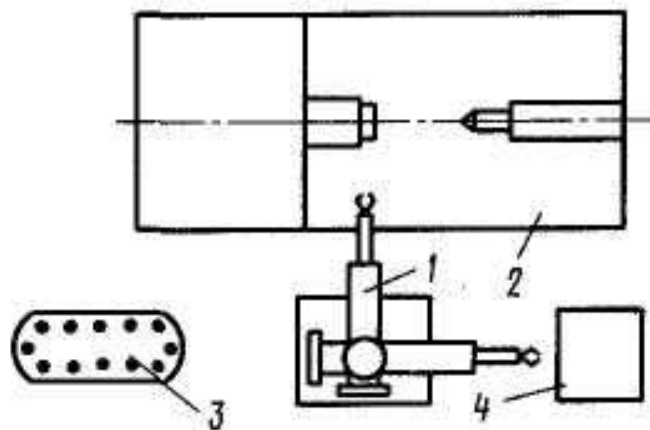


Рисунок 1.3 – Компоновка верстатного комплексу на базі токарного багаторізцевого верстата 1А730Ц

- 1 – промисловий робот напільного типу; 2 – токарний багато різцевий верстат; 3 – горизонтальний завантажувальний пристрій;
4 – накопичувач

У машинобудуванні використовують виробниче обладнання, яке за характером виконуваної роботи поділяють на основне (технологічне) і допоміжне. До основного відносять обладнання, що безпосередньо виконує операції технологічного процесу. Допоміжне устаткування – це обладнання, яке не бере участь безпосередньо в технологічному процесі виготовлення виробів, а виконує обслуговування основного обладнання.

Розділ 2. Структурні підрозділи машинобудівних підприємств

2.1. Структура виробничої системи машинобудівного підприємства

Основними виробничими цехами машинобудівних підприємств є заготівельні, обробні й складальні.

До заготівельних цехів відносять: ливарні, ковальські, пресові, розкрійно-заготівельні і лісопильні.

До обробних відносять цехи, які організовані за технологічною ознакою: механічні, термічні, металопокриттів і фарбувальні. Складальними цехами є: механоскладальні, складальні і зварноскладальні.

До складу допоміжного виробництва підприємства входять допоміжні цехи, які виконують функцію обслуговування основного виробництва або підприємства в цілому.

До допоміжних цехів відносять: інструментальні, інструментально-штампувальні, модельні, абразивні, ремонтно-механічні, експериментальні та ін. Допоміжні підрозділи створюють для обслуговування і забезпечення безперебійної роботи виробничих ділянок.

Дискретний характер протікання виробничого процесу виготовлення виробів змушує створювати складські системи для зберігання заготовок, напівфабрикатів і готових виробів. Переміщення заготовок і виробів у просторі здійснюється транспортною системою. При створенні автоматизованих цехів пред'являються певні вимоги до виробничих підприємств і обладнання, яке використовується в цих підрозділах.

Основні фактори, які змінюють умови виробництва, такі: широка і у ряді випадків нестабільна номенклатура виготовлених виробів, відмови виробничого обладнання, технологічного оснащення, інструмента і засобів керування, нерівномірне надходження заготовок, зміна фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу і т. ін.

Для здійснення виробничих процесів у механоскладальному виробництві використовується комплекс елементів і засобів з розвинутою ієрархією, які утворюють виробничу систему. Структура виробничої системи та її функціональних підсистем на різних рівнях ієрархії представлена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Елементи структур функціональних підсистем на різних рівнях ієрархії виробничої системи

Функціональні підсистеми	Системні рівні ієрархії		
	Робоча позиція	Дільниця	Цех
Основна	Основне обладнання (ОО)	Комплекс основного обладнання	Комплекс виробничих дільниць (ВД)
Допоміжна: Інструментально-го забезпечення	Засоби інструментального оснащення	Засоби доставки і зберігання інструмента на дільниці	Секція доставки інструмента, КПП, ІРК, секція складання і настроювання інструмента, відділення ремонту оснащення, відділення відновлення інструмента, секція розбирання інструмента
Контролю якості виробів	Контрольно-вимірвальні засоби ОО	Контрольні пункти	Контрольні і іспитові відділення, КПП
Складська	Накопичувачі	Система накопичувачів, склад на дільниці	Цеховий склад, Приймально-здавальні секції, відділення мийки і сушіння, відділення по підготовці транспортних партій
Охорона праці Персоналу	Засоби охорони праці на ОО	Засоби охорони праці на ВД	Засоби охорони праці в цеху
Транспортна	Пристрої орієнтації, завантаження і розвантаження ОО	Міжопераційний транспорт	Внутріцеховий транспорт
Технічне обслуговування	Засоби технічного обслуговування на ОО	Засоби технічного обслуговування на ВД	Секція енергозабезпечення, ЦРБ, дільниця готування і роздачі МОР і мастил, відділення по видаленню і переробці стружки, відділення очищення і регенерації МОР, вентиляційна секція, комора допоміжних матеріалів
Керування і підготовка виробництва	Засоби керування ОО	Засоби керування ВД	Відділення по управлінню виробництвом

2.2. Форми організації виробничого процесу

Для середнього рівня номенклатури виготовлених виробів доцільно використовувати спільність технологічних маршрутів, створюючи механо-складальні предметно-спеціалізовані виробництва, де зосереджене все обладнання, яке є необхідним для повного виготовлення складальної одиниці.

Формування дільниць за цим принципом провадиться залежно від конструкції виробу, наприклад дільниця корпусних деталей; дільниця валів; дільниця зубчастих коліс і т. ін.

Користуючись графіком (рис. 2.1), можна вибрати принципи формування виробничого підрозділу, якщо відомі кількість обладнання кожного типу і загальна його кількість у структурному виробничому підрозділі, а також виробничі маршрути виготовлення виробів.

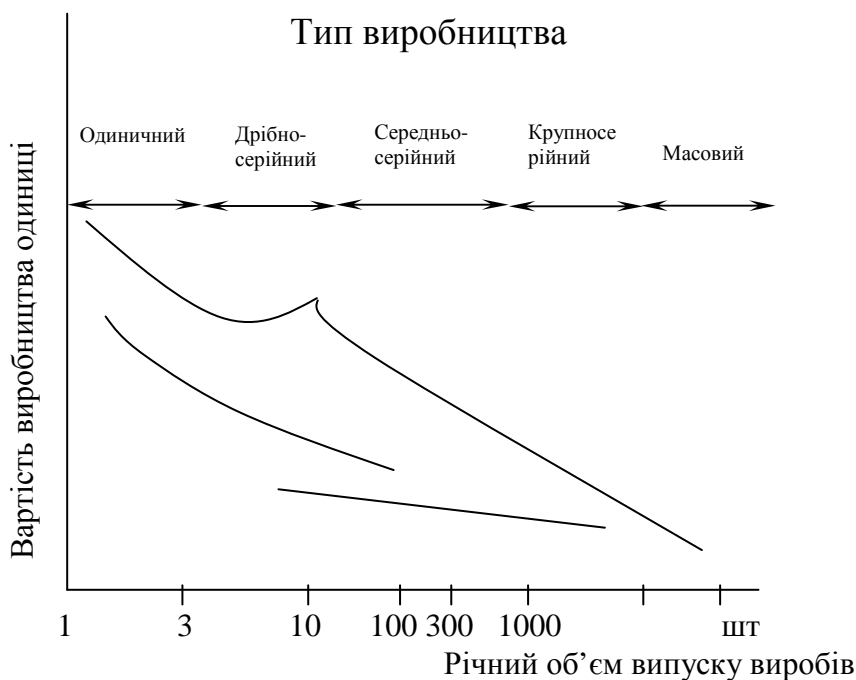


Рисунок 2.1 – Область застосування основного обладнання залежно від типу виробництва

Для вибору принципу формування виробничих підрозділів можна використовувати такий показник, як ступінь кооперації, який визначають виходячи із середнього числа матеріальних зв'язків між технологічним обладнанням:

$$\chi = \sum_{i=1}^N k_i / N,$$

де k_i – кількість матеріальних зв'язків, якими i -те обладнання пов'язане з іншим обладнанням;

N – кількість технологічного обладнання в структурному підрозділі.

На рис. 2.2 наведена схема розташування технологічного обладнання на виробничій дільниці. Матеріальні зв'язки між устаткуванням указані відповідно до технологічних маршрутів виготовлення виробів.

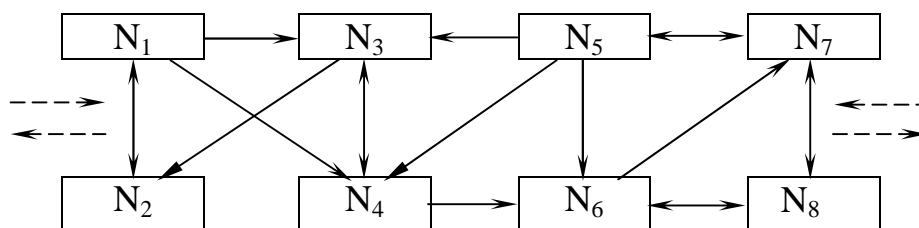


Рисунок 2.2 – Схема розташування технологічного обладнання для середнього рівня номенклатури виробів, що виготовляються

При визначенні числа матеріальних зв'язків враховують напрямок вантажопотоку між технологічним обладнанням (дублюючі зв'язки враховують однократно).

Для схеми розташування обладнання, яка наведена на рис. 2.2, показник ступеня кооперації визначають у такий спосіб:

$$\sum k_i = 2 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 5 \cdot 3 + 6 \cdot 1 = 3,3; \quad \chi = \frac{\sum k_i}{N};$$

$$\chi = \frac{3,3}{8} = 4,1.$$

Користуючись рис. 2.2, вибираємо у якості принципу формування виробничих підрозділів предметний принцип. При цьому характерним є те, що ряд технологічних переходів виконується одночасно, а інші послідовно. Основний час одночасно виконуваних декількох переходів буде визначатися за часом найбільш тривалого переходу $t_{0\max}$.

Прикладом подібної структури служить робота багатоцільових верстатів ИР320ПМФИ, ИР500МФИ, ИР800МФИ, які дозволяють вести обробку з використанням багатоінструментальних і багатошпіндельних головок.

Існують також безперервні процеси обробки. До них відносять, наприклад, обробку на роторних машинах, у яких відбувається безперервне переміщення як заготовки, так і різального інструменту. Це значить, що всі інструменти на всіх позиціях (якщо їх небагато), працюють одночасно, а допоміжні процеси сполучають із часом формоутворення.

Продуктивність технологічного обладнання залежить не тільки від оперативного часу, але і від часу, який затрачується на переналагодження при переході з обробки деталей одного типорозміру на обробку деталей іншого типорозміру. Зі збільшенням номенклатури виготовлених виробів відбувається ріст частини часу, який затрачується на переналагодження техно-

логічного обладнання, тому що зростає частота переналагоджень, причому цей час залежить від конструктивно-технологічних особливостей самого встаткування. Час, який затрачується на переналагодження верстата, значною мірою визначається складністю його конструкції і рівнем автоматизації процесу переналагодження. Розрізняють кінематичне і розмірне переналагодження верстатів.

Створення верстатів зі ЧПК дозволило вирішити питання автоматизації кінематичного переналагодження технологічного обладнання шляхом впливу на траєкторію руху виконавчих органів верстата в просторі, залежно від форми і параметрів заготовки.

У випадку, якщо для переналагодження потрібне втручання налагоджувальника або використання систем автоматичного розмірного настроювання, завданням яких є установка необхідного відносного положення баз верстата, які несуть заготовку і інструмент, то застосовується розмірне переналагодження.

Технологічний процес, який протікає в автоматичній складальній системі у випадку складання двох деталей на одній позиції, містить у собі наступні прийоми: прийом базової і комплектуючої деталей і завантаження їх у робочу зону; установку базової деталі і відносну координацію комплектуючої деталі; відносну орієнтацію базової і комплектуючої деталей; з'єднання комплектуючої деталі з базовою; забезпечення необхідного взаємного розташування зібраних комплектуючої і базової деталей; звільнення робочої позиції.

Для реалізації цього технологічного процесу автоматичне складальне обладнання повинне мати наступні елементи: пристрій для установки на ньому базової деталі; транспортуючу одиницю, необхідну для завантаження базової і комплектуючої деталей, а також транспортування складальної одиниці з робочої зони; складальної агрегат, який приймає комплектуючу деталь і її складання з базовою.

Структура виконання складальних операцій може бути паралельна, паралельно-послідовна і послідовна.

Технологічні процеси автоматичного складання реалізують на складальному обладнанні, до якого відносять одно- і багатопозиційні машини дискретної, безперервної і комбінованої дії; складальні роботи; обладнання підготовче (для складання); заправне та мастильне.

2.3. Вибір основного технологічного обладнання

При виборі технологічного обладнання в першу чергу враховують серійність випуску виробів і їх собівартість (див. рис. 2.1).

Для основного обладнання ЭНИМС пропонує класифікацію верстатів, яка наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Класифікація металорізальних верстатів

Верстати	Група	Типи верстатів					
		0	1	2	3	4	
Токарні	1	Автомати й напівавтомати спеціалізовані		одношпиндельні	багатошпиндельні	Токарно-револьверні	Токарно-револьверні напівавтомати
Свердлильні і розточувальні	2		Настільно- і вертикально-свердлильні	Напівавтомати одношпиндельні		багатошпиндельні	Координатно-розточувальні
Шліфувальні, полірувальні, доводочні, заточувальні	3		Круглошліфувальні, безцентровошліфувальні	Внутрішшліфувальні, координатношліфувальні	Обдирковошліфувальні		Спеціалізовані шліфувальні
Електрофізичні і електрохімічні	4			Світлопроменеві			Електрохімічні
Зубо- і різьбооброблювальні	5	Різьбонарізні	Зубодовбальні для циліндричних коліс	Зуборізні для конічних коліс	Зубофрезерні для циліндричних коліс і шлицевих валів		Для нарізування черв'ячних коліс
Фрезерні	6	Барабанно-фрезерні	Вертикально-фрезерні консольні	Фрезерні безперервної дії	Поздовжні одностойкові		Копіювальні й гравірувальні
Стругальні, довбальні, протяжні	7		Одностойкові	Поздовжні двохстойкові	Поперечно-стругальні		Довбальні
Розрізні	8		Відрізні, працюючі: різцем	абразивним кругом	гладким або насиченим диском		Правильно-відрізні
Різні	9		Трубо- і муфтооброблювальні	Пилонасічні	Правильно- і безцентровооброблювальні		

Продовження табл. 3.1

Верстати	Група	Типи верстатів				
		5	6	7	8	9
Токарні	1	Карусельні	Токарні і лоботокарні	Багаторізцеві і копіювальні	Спеціалізовані	Різні токарні
Свердлильні і розточувальні	2	Радіально- і координатно-свердлильні	Розточувальні	Викінчувально-розточувальні	Горизонтально-свердлильні	Різні свердлильні
Шліфувальні, полірувальні, доводочні, заточувальні	3	Поздовжно-шліфувальні	Заточувальні	Плоскошліфувальні	Притирочні, полірувальні, хонингувальні, доводочні	Різні верстати, що працюють абразивом
Електрофізичні і електрохімічні	4			Електроерозійні, ультразвукові, прошивальні	Анодно-механічні відрізні	
Зубо- і різьбооброблювальні	5	Для обробки торців зубців коліс	Різьбофрезерні	Зубовикінчувальні, перевірочні і обкатні	Зубо- і різьбошліфувальні	Різні зубо- і різьбооброблювальні
Фрезерні	6	Вертикально-фрезерні безконсольні	Поздовжні двохстойкові	Консольно-фрезерні операційні	Горизонтально-фрезерні консольні	Різні фрезерні
Стругальні, довбальні, протяжні	7	Протяжні горизонтальні	Протяжні вертикальні для протягання: внутрішнього зовнішнього			Різні стругальні верстати
Розрізні	8	стрічковопилісні	Відрізні з дисковою пилкою	Відрізні ножівкові		
Різні	9	Для випробування інструментів	Ділильні машини	Балансувальні		

При цьому перевага віддається обладнанню, побудованому за агрегатно-модульним принципом, що дозволяє впливати на гнучкість комплексів, а також на скорочення обсягу і строків розробки конструкторської документації.

Все основне обладнання на автоматизованому виробництві повинне забезпечувати повну автоматизацію циклу обробки або складання; надійну установку заготовок у робочій зоні; своєчасне видалення стружки із зони різання і з верстата; можливість збереження сталості границь робочої зони, що дозволяє застосовувати промислові роботи; безпеку обслуговування.

При виборі складу технологічного обладнання для гнучких виробничих систем (ГВС) необхідно враховувати можливість вбудовування його в автоматичному комплексі з урахуванням як автоматизації завантаження і розвантаження, так і стикування системи керування обладнанням із централізованою ЕОМ. У складі гнучких систем використовують багатоцільові верстати зі ЧПК, мікропроцесорні обчислювально-керуючі засоби, контрольно-вимірювальні пристрої в комплексі із промисловими роботами (ПР) і транспортно-накопичувальними пристроями.

Залежно від типу системи ЧПК для верстатів (див. табл. 3.1) прийняті наступні додаткові позначення: Ф1 – цифрова індикація і попередній набір координат; Ф2 – позиційні і прямокутні системи ЧПК; Ф3 – контурні системи ЧПК; Ф4 – комбіновані системи ЧПК; М – наявність інструментального магазину і автоматичної зміни інструмента (АЗІ); Р – револьверна інструментальна головка і АЗІ; РМ – револьверна головка, інструментальний магазин і АЗІ.

Наприклад, модель верстата 1А512МФ3 розшифровують так: 1 – група токарних верстатів; А – модернізація моделі; 5 – тип карусельних верстатів; 12 – умовний або характерний розмір верстата (у цій моделі це відповідає розміру планшайби 1250 мм); М – з інструментальним магазином і автоматичною зміною інструмента; Ф3 – оснащений контурною системою ЧПК.

Оскільки деяким верстатобудівним підприємствам Росії й України дозволено було при зазначенні моделі керуватися галузевими стандартами, то в кодуванні моделі також зустрічаються наступні літерні позначення заводів:

БРСК – Бердичівський верстатобудівний (Україна);

КТ – Средневожский верстатобудівний (м. Самара, Росія);

РТ – Рязанський верстатобудівний (Росія);

ИР – Іванівський важкого верстатобудування (Росія);

ОФ – Одеський фрезерних верстатів (Україна);

ОП – Одеський прецизійних верстатів (Україна);

ЛР – Ленінградське верстатобудівне виробниче об'єднання (Росія);

МЕ – Московський завод автоматичних ліній (Росія).

Наприклад модель верстата РТ-724Ф3РМ – розшифровується так: РТ – Рязанський верстатобудівний завод; 724 – порядковий номер моделі; Ф3 – з контурною системою ЧПК.

Модель ИР320ПМФ4 розшифровують у такий спосіб: ИР – Іванівський завод важкого верстатобудування; 320 – характерний розмір (габарити стола 320 (320 мм)); П – підвищеної точності; М – з інструментальним магазином і АЗІ; Ф4 – комбінована система ЧПК.

Відповідно до ГОСТ 26228-85 гнучкою виробничою системою (ГВС) називають сукупність у різних сполученнях обладнання зі ЧПК, роботизованих технологічних комплексів (РТК); гнучких виробничих модулів (ГВМ) і систем забезпечення їх функціонування як в автономному режимі, так і з можливістю бути вбудованими в структуру більш високого рівня.

ГВМ – одиниця технологічного обладнання зі ЧПК, яка оснащена пристроями (ПР) завантаження заготовок і видалення деталей (або вузлів); подачі і заміни інструментів, системи контролю в процесі обробки (складання), а також має можливість діагностики неполадок і відмов. ГВМ може працювати як в автономному режимі, так і бути вбудованим в ГВС.

РТК являє собою сукупність одиниці технологічного обладнання, ПР і засобів оснащення, яка автономно функціонує і здійснює багаторазові цикли. РТК, який призначений для роботи в ГВС, повинен мати автоматизоване переналагодження і можливість вбудовування в цю систему.

Розділ 3. Металорізальні верстати

3.1. Загальні відомості

Металорізальним верстатом називають обладнання, яке призначене для обробки заготовок певної форми відповідно до робочого креслення деталі шляхом видалення припуску на обробку. За технологічним призначенням всі верстати, які випускаються серійно, поділяють на десять груп (див. табл. 3.1).

За точністю верстати підрозділяють на:

- нормальної точності (Н);
- підвищеної точності (П);
- високої точності (В);
- особливо високої точності (А);
- майстер-верстати (прецизійні) (С).

За ступенем спеціалізації розрізняють верстати:

1. Універсальні;
2. Спеціалізовані, які призначені для обробки однотипних деталей;
3. Спеціальні (застосовувані для обробки одного типорозміру).

За масою верстати поділяють на легкі (масою до 1 т), середні (масою до 10 т) і важкі – понад 10 т. Останні, у свою чергу, поділяють на великі – від 10 до 30 т, важкі – від 30 до 100 т, особливо важкі – масою більше 100 т.

3.2. Токарні верстати

Ці верстати призначені для обробки зовнішніх, внутрішніх, циліндричних, конічних, торцевих і фасонних поверхонь, а також для нарізування різьб. Частка верстатів токарної групи в загальному парку верстатів становить 40%. Діаметри оброблюваних заготовок – до 5000 мм при довжині заготовок до 24000 мм.

3.2.1. Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр установлюваної на верстаті заготовки – 400мм;

найбільша довжина заготовки – 710, 1000, 1400, 2000 мм;

отвір шпинделя – 50 мм;

межі частот обертання шпинделя 12,5 - 1600 об/хв;

межі поздовжніх подач 0,05 - 2,8 мм/об;

межі поперечних подач 0,025 - 1,4 мм/об;

межі кроків різьб, що нарізаються:

метричних 0,5 - 112 мм;

дюймових 56 - 0,5 ниток на 1";

модульних 0,5 - 112 мм;

пітчевих 56 - 0,5 пітч.

Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20 наведений на рис. 3.1.

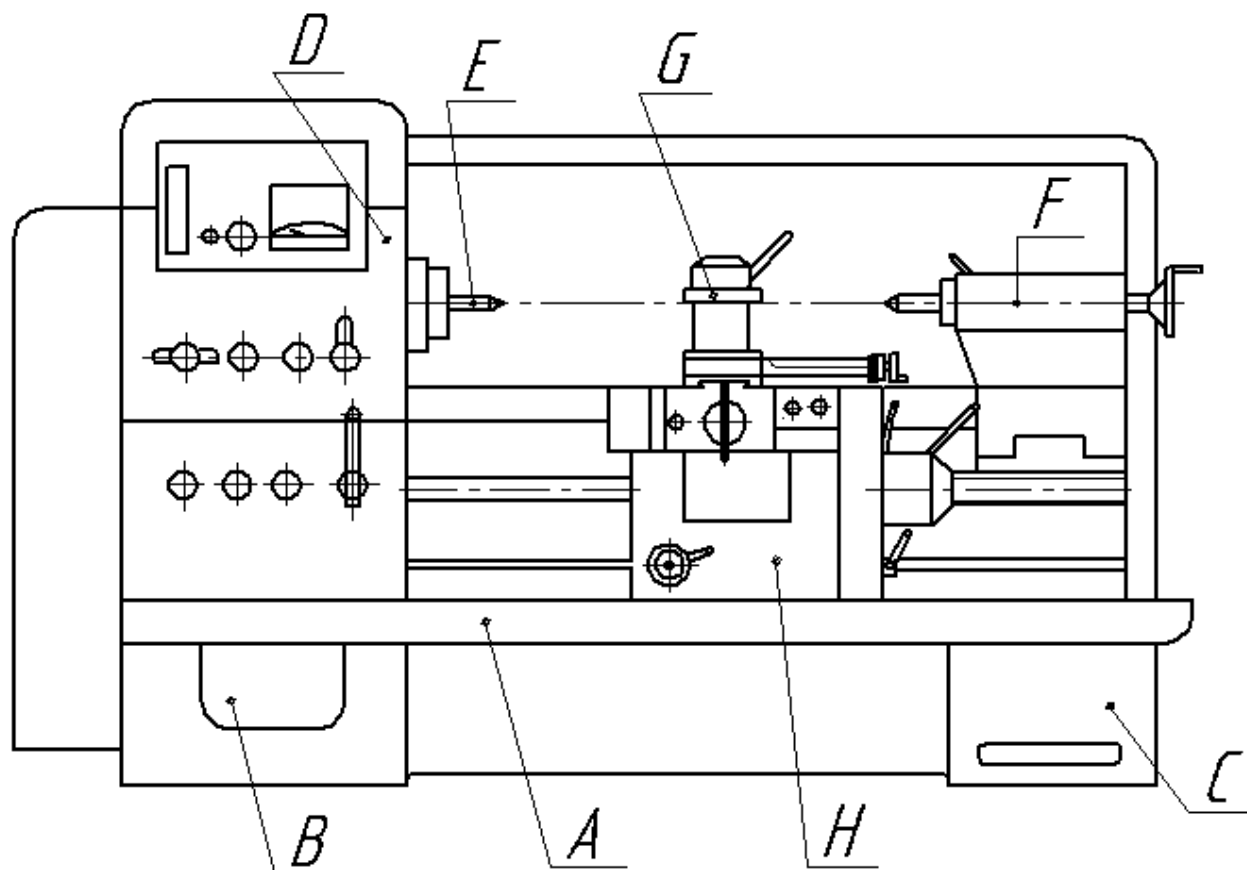


Рисунок 3.1 – Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20

Станина А (див. рис. 3.1), яка установлена на передній В и задній С тумбах, несе на собі всі інші вузли верстата. Ліворуч на станині розміщена передня бабка D. У ній розташована коробка швидкостей зі шпинделем E, на передньому конусі якого закріплюється патрон. Праворуч установлена задня бабка F. Її можна переміщати уздовж напрямної станини і закріплювати залежно від довжини оброблюваної деталі на необхідній відстані від передньої бабки.

Різальний інструмент закріплюють у різцетримачі супорта G.

Поздовжня і поперечна подачі супорта здійснюються за допомогою механізмів, розташованих у фартуху H, які отримують обертання від ходового вала або ходового гвинта. Перший використовується при точінні, другий – при нарізуванні різьб. Величину подачі супорта встановлюють настроюванням коробки подач. У нижній частині станини є корито, куди збирається стружка і стікає охолоджувальна рідина.

3.3. Карусельні верстати

На цих верстатах можна виконувати майже всі токарні роботи, а при наявності спеціальних пристроїв також фрезерні, шліфувальні і довбальні роботи.

За компонуванням карусельні верстати підрозділяють на одностойкові (для обробки деталей діаметром до 2000 мм) і двохстойкові, на яких можна обробляти деталі діаметром до 5000 мм.

3.3.1. Одностойковий карусельний верстат моделі 1512

Верстат призначений для обточування і розточування циліндричних і конічних поверхонь, свердління, зенкерування, розвертання, прорізання канавок, обточування плоских торцевих поверхонь, а при наявності спеціальних пристроїв – для нарізування різьб, оброблення по копію і т.ін.

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр оброблюваного виробу – 1250 мм;

найбільша висота виробу – 1000 мм;

межі частот обертання планшайби 5,0 - 250 об/хв;

межі подач бічного і вертикального супортів 0,035 - 12,5 мм/об.

3.4. Токарно-револьверні верстати

Призначені для обробки деталей складної форми в серійному виробництві.

Інструмент кріплять у гніздах револьверної головки і різцетримачі поперечного супорта. За видом оброблюваної заготовки верстати поділяються на призначені для обробки пруткового матеріалу і для обробки окремих заготовок.

Залежно від розташування осі обертання револьверної головки РГ розрізняють револьверні верстати: з вертикальною віссю (верстат 1А365), з горизонтальною віссю (верстат 1341). Перші з них призначені для установки в гнізда РГ до 8 інструментів, другі – до 16.

3.4.1. Токарно-револьверний верстат моделі 1А365

Верстат призначений для обробки в серійному виробництві штучних заготовок, але можлива обробка і пруткового матеріалу. На верстаті можливе виконання всіх видів токарних робіт, включаючи нарізування різьб мітчиками, плашками і у спеціальних пристроях. Верстат оснащений командоапаратом, автоматичним перемикачем швидкості і подачі в момент перемикання РГ.

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр оброблюваної деталі в патроні – 500 мм;

найбільший діаметр прутка – 65 мм;

межі частот обертання шпинделя 34 – 1500 об/хв;

межі подач:

поздовжніх 0,09 - 2,7 мм/об;

поперечних 0,045 - 1,35 мм/об.

3.5. Токарні автомати і напівавтомати

Верстати цих типів розділяють за наступними ознаками:

- а) за видом заготовки – на пруткові і патронні;
- б) за призначенням – на універсальні і спеціалізовані;
- в) за розташуванням шпинделя – на горизонтальні і вертикальні;
- г) за кількістю шпинделів – на одно- і багатошпиндельні.

Одношпиндельні пруткові автомати підрозділяють на фасонно-відрізні, поздовжнього точіння і токарно-револьверні.

Фасонно-відрізні автомати застосовують для обробки деталей малого діаметра і простої форми. Вони оснащені двома-чотирма супортами, які переміщуються тільки в поперечному напрямку і несуть фасонні та відрізні різці.

Автомати поздовжнього точіння застосовують при обробці із прутка довгих і точних деталей. Заготовка в момент обробки має поздовжню подачу, а супорти (у кількості двох або чотирьох) нерухомі або мають поперечну подачу.

Токарно-револьверні автомати слугують для обробки складних за конфігурацією деталей.

Галуззю застосування автоматів є крупносерійне і масове виробництво, напівавтоматів – середньо- і крупносерійне.

Для керування робочими і холостими ходами на автоматах і напівавтоматах установлені розподільні вали (від 1 до 5), на яких закріплені кулачки. За один оберт розподільного вала звичайно виготовляють одну деталь (виконується повністю весь цикл обробки).

3.5.1. Токарний багаторізцево-копіювальний напівавтомат моделі 1713

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр установлюваної деталі – 400 мм;

найбільша довжина деталі – 710 мм;

межі частот обертання шпинделя 125 - 1250 об/хв;

межі подач копіювального супорта 0,08 - 1 мм/об;

межі подач підрізного супорта 10 - 630 мм/хв;

швидкість швидкого переміщення копіювального супорта:

у поздовжньому напрямку – 3,65 м/хв,

у поперечному напрямку – 1,75 м/хв,

підрізного супорта – 1,75 м/хв.

3.5.2. Одношпиндельний токарно-револьверний автомат моделі 1Б140

Верстат призначений для обробки складних за формою деталей із застосуванням декількох послідовно або паралельно працюючих інструментів.

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр оброблюваного прутка – 40 мм;

межі частот обертання шпинделя:

при лівому обертанні 160 - 2500 об/хв,
при правому обертанні 63 - 1000 об/хв;
число супортів – 5.

3.6. Багатошпindelьні токарні автомати і напівавтомати

Випускають ці верстати в горизонтальному і вертикальному виконанні, з обробкою із прутка і штучних заготовок. Обробка ведеться паралельним, послідовним і паралельно-послідовним методами.

3.6.1. Шестишпindelьний токарський прутковий автомат 1Б265-6К

Верстат призначений для виготовлення деталей з каліброваного прутка або труб в умовах масового і серійного виробництва. Клас точності верстата П.

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр оброблюваного прутка – 65 мм;
найбільша довжина обробки – 190 мм;
межі частот обертання шпинделя 73 - 1065 об/хв (у швидкохідному виконанні 73 - 1590 об/хв);
хід поздовжнього супорта – 200 мм;
хід поперечних супортів (верхніх і нижніх) – 80 мм;
число поперечних супортів – 6.

3.6.2. Токарний вертикальний восьмишпindelьний напівавтомат моделі 1К282

Напівавтомат застосовують для обробки литих і штампованих заготовок середніх і великих розмірів. Вертикальне компонування сприяє ощадливому використанню займаної верстатом площі, а також знижує згинаюче навантаження на шпинделі верстата.

Верстат працює за методом послідовної обробки деталей. При цьому одна позиція верстата є завантажувально-розвантажувальною.

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр оброблюваної деталі – 150 мм;
межі частот обертання шпинделя:
при силовому виконанні 42 - 628 об/хв,
при швидкісному виконанні 66 - 980 об/хв;
межі подач:
при силовому виконанні 0,064 - 4,05 мм/хв,
при швидкісному виконанні 0,04 - 3,44 мм/об.

3.7. Верстати свердлильно-розточувальної групи

Свердлильні верстати призначені для свердління, розсвердлювання, зенкерування, розвертання отворів, нарізування внутрішніх і зовнішніх різьб, цекування, зенкування і т. ін.

Основними параметрами свердлильних верстатів є найбільший умовний діаметр (D) свердління в сталевих деталях, розмір конуса шпинделя, виліт і найбільший хід шпинделя та ін.

Розточувальні верстати слугують для обробки великогабаритних деталей в умовах одиничного і серійного виробництва. На цих верстатах можна виконувати наступні види робіт: свердління, розточування, зенкерування, розвертання отворів, фрезерування поверхонь і пазів, підрізування торців різцями, нарізування різьб мітчиками, різцями і т. ін.

Промисловість випускає універсальні і спеціалізовані розточувальні верстати. Перші з них підрозділяють на горизонтально-розточувальні, координатно-розточувальні і алмазно-розточувальні.

Основним параметром, який характеризує цю групу верстатів, є діаметр розточувального шпинделя.

3.7.1. Вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н135

Верстат застосовують в одиничному і дрібносерійному виробництві.

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр свердління – 35мм;
 конус отвору шпинделя – Морзе 4;
 відстань від торця шпинделя до стола 30 - 750 мм;
 межі частот обертання шпинделя 31,5 - 1400 об/хв;
 межі подач 0,1 - 1,6 мм/об.

3.7.2. Радіально-свердлильний верстат моделі 2М55

Верстат призначений для виконання свердлильних робіт у великогабаритних деталях. При наявності спеціальних пристроїв – для розточувальних робіт.

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр свердління – 50 мм;
 виліт шпинделя від утворюючі колони в межах 375 - 1600 мм;
 межі частот обертання шпинделя 20 - 2000 об/хв;
 межі подач шпинделя 0,056 - 2,5 мм/об.

Загальний вигляд радіально-свердлильного верстата моделі 2М55 наведений на рис. 3.2.

На станині 1 змонтована кругла вертикальна колона 2 і стіл 3. Колона 2 скріплена зі станиною за рахунок затискування розрізного хомута 4 за допомогою електродвигуна 5. Електродвигун 6 призначений для переміщення

траверси 9 по колоні 2 на необхідну висоту. Це досягається за допомогою зубчастої передачі 7 і гвинта 8.

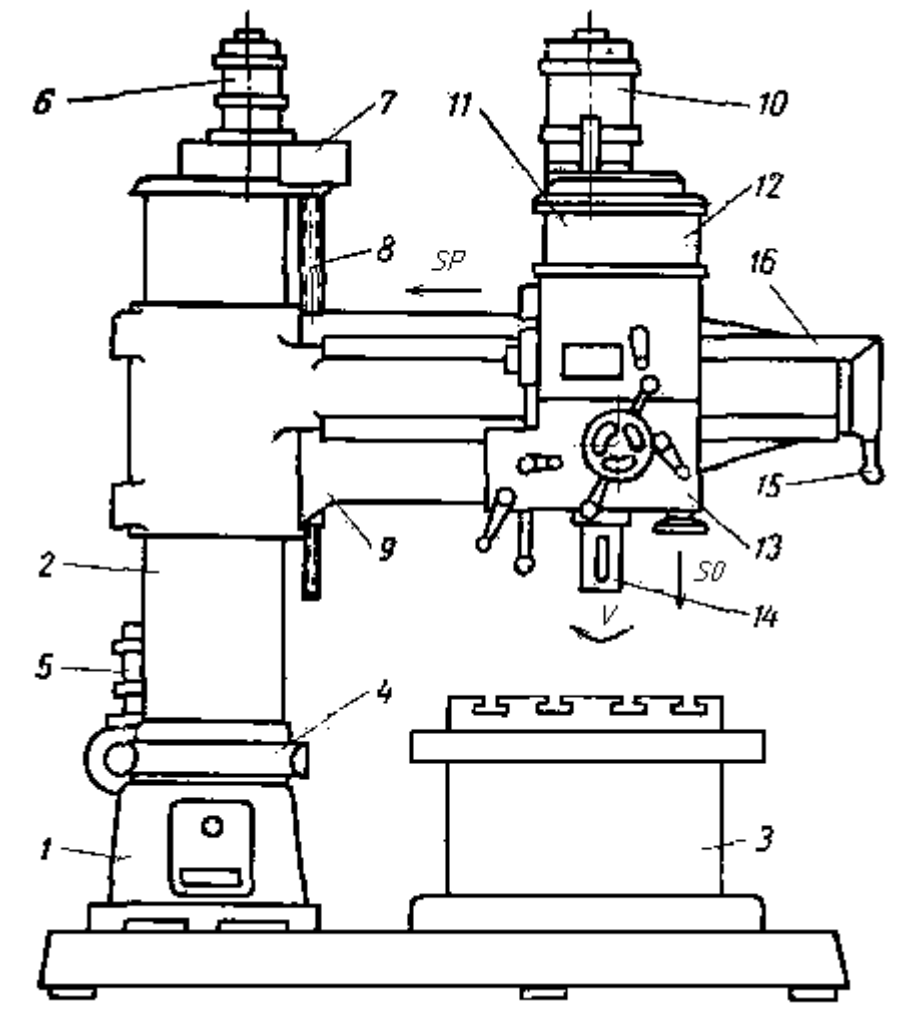


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд радіально-свердлильного верстата 2М55

Головний електродвигун 10 закріплений на свердлильному супорті 11 і забезпечує за допомогою коробки швидкостей 12 певну частоту обертання шпинделя 14, а через коробку подач 13 ведеться настроювання величини його подачі. Супорт 11 за рахунок ручного настроювання переміщують по напрямній 16 траверси 9. Це забезпечує установку шпинделя в потрібне положення.

Такі сполучення переміщення шпинделя і повороту траверси навколо колони в межах кута α забезпечують можливість свердлення отворів у будь-якій точці заштрихованої площі F .

3.7.3. Горизонтально-розточувальний верстат моделі 2А620-1

Верстат призначений для консольної обробки великих деталей, які мають точний отвір з підвищеними вимогами відносно міжцентрових відстаней.

Технічна характеристика верстата:

діаметр висувного шпинделя – 90 мм;

розміри робочої поверхні стола (L×B) – 1250×1120 мм;

межі частот обертання шпинделя 10 - 1600 об/хв;

межі частот обертання планшайби 6,3 - 160 об/хв;

межі подач:

шпиндельної бабки й стола 1,25 - 1250 мм/хв;

висувного шпинделя 2 - 2000 мм/хв;

радіального супорта 0,8 - 800 мм/хв.

Загальний вигляд горизонтально-розточувального верстата моделі 2А620-1 показаний на рис. 3.3.

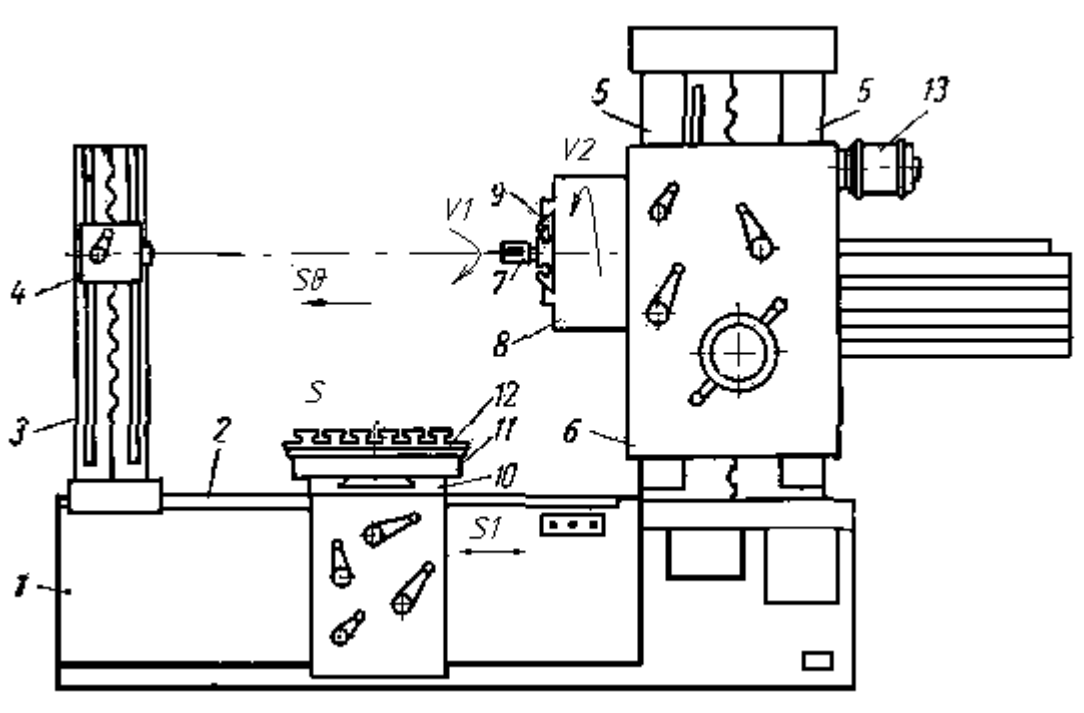


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд горизонтально-розточувального верстата моделі 2А620-1

На горизонтальних напрямних 2 станини 1 установлена задня стійка 3 з люнетом 4, який призначений для підтримки кінця розточувального оправлення (борштанги).

По вертикальних напрямних станини 5 переміщається шпиндельна бабка 6 з розташованими у ній коробками швидкостей і подач. У шпиндельній бабці шпиндель 7 і планшайба 8 (із супортом планшайби 9) здійснюють обертальний рух.

Заготовку встановлюють на круглому столі 12 (верхня частина), привод якого здійснюють вручну. Круглий стіл розташований на столі 10 поздовжнього переміщення, який переміщається по напрямних полозках 11.

Електродвигун 13 забезпечує обертання планшайби 8, а також обертання і осьову подачу шпинделя 7, поздовжню й поперечну подачу стола, радіальну подачу супорта планшайби 9.

Всередині станини 1 вбудований електродвигун для прискореного переміщення (на холостому ході) шпинделя 7, супорта планшайби 9, стола, шпиндельної бабки 6 і підшипника 4.

3.7.4. Координатно-розточувальні верстати

Призначені для обробки отворів у деталях, для яких потрібна висока точність взаємного розташування осей отвору (у межах 0,005 - 0,001)мм. Ці верстати можна використовувати також для вимірювання і контролю деталей та виконання точних розмічальних робіт.

Рухи в координатно-розточувальних верстатах залежать від їх компонування. В одностойкових верстатах шпиндель має обертовий рух і рух осьової подачі, а хрестовий стіл переміщається у двох взаємноперпендикулярних напрямках.

У двохстойкових верстатів стіл має переміщення в поздовжньому напрямку, а шпиндельна головка одержує поперечне переміщення. Для точного виміру відстаней між осями отворів на цих верстатах застосовують механічні, оптичні, оптико-механічні, електричні і інші системи:

- а) із твердими і регульованими кінцевими мірами в сполученні з індикаторними пристроями;
- б) з точними ходовими гвинтами, лімбами і конусами; для усунення помилок ходового гвинта часто застосовують корекційні пристрої;
- в) з точними масштабами й механічними приладами – при цьому масштабом служить дзеркальний сталевий вал з нанесеною на його поверхню гвинтовою рисою;
- г) з індуктивними прохідними гвинтовими датчиками.

3.8. Фрезерні верстати

Призначені для обробки плоских зовнішніх і внутрішніх, фасонних і гвинтових поверхонь різного профілю, нарізування зубчастих коліс і т.ін. Універсальні фрезерні верстати поділяють на консольно-фрезерні, безконсольно-фрезерні, поздовжньо-фрезерні і карусельно-фрезерні. Основним розміром, який характеризує ці верстати, є номер стола, у якому відображений розмір його робочої поверхні.

3.8.1. Горизонтальний консольно-фрезерний верстат моделі 6P82

Цей верстат застосовують в умовах одиничного і серійного виробництва. Він може працювати в напіваавтоматичному і автоматичному циклах.

Технічна характеристика верстата:

оснащений столом № 2, розміри якого (В×L) – 320×1250 мм;
найбільше переміщення стола:

 поздовжнє – 800 мм,
 поперечне – 240 мм,
 вертикальне – 360 мм;

межі частот обертання шпинделя 31,5 - 1600 об/хв;

межі подач:

 поздовжніх і поперечних 25 - 1250 мм/хв;
 вертикальних 8,3 - 416,6 мм/хв.

3.8.2. Вертикально-фрезерний безконсольний верстат моделі 6560

Призначений для фрезерування площин, які по-різному орієнтовані у просторі, пазів різного профілю, гвинтових канавок, зубчастих коліс, гранованих поверхонь (останні три вироби виготовляють за допомогою ділильних головок) торцевими, циліндричними і фасонними фрезами. Клас точності верстата – Н.

Технічна характеристика верстата:

розміри робочої поверхні стола (В×L) – 630×1600 мм;

межі частот обертання шпинделя 25 - 1250 об/хв;

межі подач стола:

 поздовжніх і поперечних 10 - 1500 мм/об,
 шпиндельної бабки 3 - 500 мм/хв;

швидкий хід стола (поздовжній і поперечний) – 2500 мм/хв;

швидкий хід шпиндельної бабки – 830 мм/хв.

Загальний вигляд вертикально-фрезерного безконсольного верстата моделі 6560 представлений на рис. 3.4.

На фундаментній плиті 1 установлена станина 2.

Вертикальний шпиндель одержує обертання від електродвигуна за допомогою коробки швидкостей у шпиндельній бабці 6.

Для здійснення вертикальної подачі шпиндельна бабка 6 переміщується по напрямних 2, для поперечного переміщення призначені полозки 3, які несуть на собі стіл поздовжнього переміщення 4.

Фрезерна бабка може розвертатися на кут до 45° і закріплюватися у потрібному положенні за допомогою кріплення 5.

Для керування рухами верстатних вузлів використовують пульт керування 7.

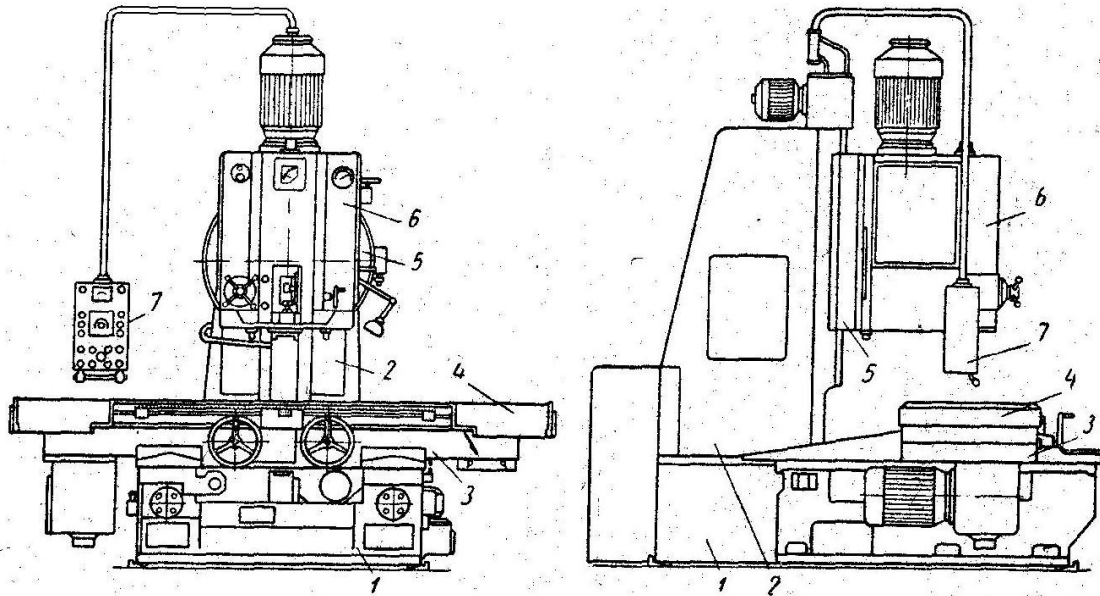


Рисунок 3.4 – Загальний вигляд вертикально-фрезерного безконсольного верстата моделі 6560

3.8.3. Поздовжньо-фрезерні верстати

Призначені для обробки великогабаритних деталей. Ці верстати випускають одно- і двохстійковими, одно- і багатошпindelними. Фрезерні головки бувають вертикальні і горизонтальні, поворотні і неповоротні. Головним рухом є обертання шпинделя. Стіл верстата має поздовжню подачу, а шпindelні бабки й шпинделі – вертикальну й поперечні подачі. Розміри столів поздовжньо-фрезерних верстатів перебувають у межах: ширина (320 - 5000) мм; довжина (1000 - 12500) мм.

Ці верстати забезпечують роботу з високими швидкостями різання. Наприклад, верстат моделі 6610 має два вертикальних і два горизонтальних шпинделі. Габарити стола 1000×4000 мм. Кожний зі шпинделів має частоти обертання від 25 до 800 про/хв. Подачі фрезерних головок змінюються від 20 до 1250 мм/хв; стола – від 20 до 2000 мм/хв.

Подачі змінюються безступенево.

3.9. Верстати стругальні, довбальні, протяжні

Стругальні і довбальні верстати призначені для обробки різцями горизонтальних, вертикальних і похилих поверхонь, а також пазів в умовах одиночного і дрібносерійного виробництва. Їх перевага перед фрезерними верстатами – одержання оброблених поверхонь із рівномірно розподіленими залишковими напруженнями, що сприяє високим показникам експлуатаційних характеристик цих поверхонь.

Основними параметрами поздовжньо-стругальних верстатів є хід стола і ширина стругання, а також найбільша висота підйому траверси.

У сучасних верстатах ці величини коливаються в таких межах:
 хід стола – 2000 - 12500 мм;
 ширина стругання – 600 - 5000 мм;
 висота підйому траверси – 700 - 4500 мм.

Для поперечно-стругальних верстатів хід повзуну перебуває в межах 200 - 2400 мм.

Довбальні верстати застосовують для обробки внутрішніх складних поверхонь. Найбільший хід повзуну їх перебуває в межах від 100 до 1600 мм; діаметр стола – від 240 до 1600 мм.

3.9.1. Двохстійковий поздовжньо-стругальний верстат моделі 7212

Верстат призначений для обробки великогабаритних деталей. Найбільші розміри оброблюваної деталі: ширина – 1250 мм; висота – 1120 мм.

Технічна характеристика верстата:

розміри стола (В×L) – 1120×4000 мм;
 швидкість ходу стола:
 робочий хід 4 - 80 м/хв,
 зворотний хід 12 - 80 м/хв;
 межі подач вертикальних супортів:
 горизонтальна подача 0,5 - 25 мм/дв. хід,
 вертикальна подача 0,25 - 12,5 мм/дв. хід;
 межі подач бічного супорта:
 горизонтальна подача 0,25 - 12,5 мм/дв. хід,
 вертикальна подача 0,25 - 12,5 мм/дв. хід.

3.9.2. Поперечно-стругальний верстат моделі 7Д37

Верстат застосовують в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва.

Технічна характеристика верстата:

найбільший хід повзуна – 1000 мм;
 розміри стола (В×L) – 560×1000 мм;
 найбільше горизонтальне переміщення повзуна (виліт) – 1140мм;
 межі швидкостей повзуна – 3 - 48 м/хв;
 межі поперечних подач стола – 0,2 - 5,0 мм/дв. хід;
 межі подач супорта – 0,15 - 1,05 мм/дв.хід.

3.9.3. Довбальний верстат моделі 7Д430

Цей верстат призначений для зовнішнього і внутрішнього довбання плоских та фасонних поверхонь, вирізів, канавок, а також довбання з піднутренням до 10°.

Технічна характеристика верстата:

найбільший хід інструмента – 320 мм;
 діаметр робочої поверхні стола – 630 мм;
 межі швидкостей інструмента – 3 - 38 м/хв;
 межі подач стола:

 поздовжніх 0,1 - 7,5 мм/дв.хід,
 поперечних 0,1 - 2,5 мм/дв.хід,
 кругових 0,1 - 1,4 мм/дв.хід.

3.9.4. Протяжні верстати

Призначені для обробки як внутрішніх, так і зовнішніх поверхонь різного профілю в умовах серійного й масового виробництва. Верстати класифікуються:

1. За ступенем універсальності – верстати загального призначення і спеціальні;
2. За напрямком і характером робочого руху – на горизонтальні, вертикальні, безперервного дії та ін.;
3. За призначенням – для внутрішнього і зовнішнього протягування.

У протяжних верстатах рухом різання є прямолінійне переміщення або заготовки, або інструмента. Рух подачі забезпечується підйомом зубів протяжки.

Основні характеристики протяжних верстатів:
 найбільша тягова сила 6,3 - 1470 кН;
 максимальна довжина ходу протягання 400 - 3200 мм.

3.10. Шліфувальні і доводочні верстати

На цих верстатах можна обробляти плоскі, зовнішні і внутрішні циліндричні, конічні і фасонні поверхні, шліфувати різьби і зубці зубчастих коліс, розрізати заготовки.

Головним рухом у всіх шліфувальних верстатів є обертання шліфувального кола ($V_{кр}$, м/с). Рухи подачі в різних типів верстатів різні.

3.10.1. Круглошліфувальний верстат моделі 3М151

На цьому верстаті можна здійснювати поздовжнє і врізне шліфування. Верстат призначений для обробки в центрах і патроні деталей циліндричної і конічної форми, а також їх торцевих поверхонь. Верстат оснащений приладами активного контролю. Клас точності верстата – П.

Технічна характеристика верстата:
 розміри оброблюваної деталі:

 діаметр – 200 мм,
 довжина – 700мм;

частота обертання круга – 1590 об/хв;
 швидкість переміщення столу 0,05 - 5 м/хв;

частота обертання деталі 50 - 500 об/хв;
 періодична подача шліфувальної бабки 0,001 - 0,05 мм/дв. хід;
 врізна подача 0,001 - 0,05 мм/дв. хід.

Загальний вигляд круглошліфувального верстата моделі 3М151 представлений на рис. 3.5.

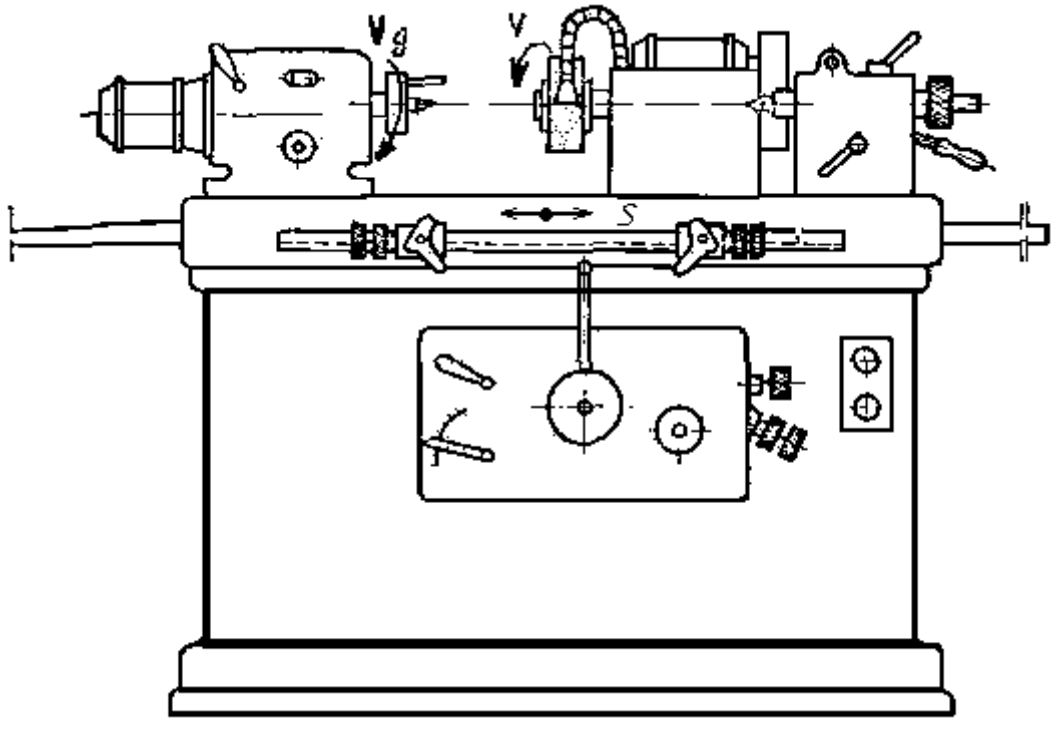


Рисунок 3.5 – Загальний вид круглошліфувального верстата моделі 3М151

По напрямних станини 1 робить поздовжній зворотно-поступальний рух стіл 2 з передньою бабкою 3 і задньою бабкою 4. Він має тільки поперечну періодичну подачу. Шліфувальна бабка 5 нерухома.

Обертання круга здійснюється електродвигуном 6 через пасову передачу. Електродвигун 7 приводить в обертання за допомогою коробки швидкостей, яка розташована в передній бабці 3 повідкову планшайбу 8, що забезпечує у свою чергу обертання оброблюваної деталі.

Зворотно-поступальний рух стола 2 здійснюється гідравлічним приводом.

3.10.2. Безцентрово-шліфувальний верстат моделі 3М182

Верстат призначений для роботи в крупносерійному і масовому виробництві. Обробка заготовок здійснюється методом поздовжнього і врізного шліфування.

Технічна характеристика верстата:

діапазон діаметрів установлюваної деталі 0,8 - 25 мм;
 максимальна довжина оброблюваної деталі – 170 мм;

частота обертання ведучого круга 17 - 150 об/хв.

3.10.3. Внутрішшліфувальний напівавтомат моделі 3К227Б

Верстат призначений для шліфування циліндричних і конічних глухих і наскрізних отворів, а також для шліфування торців в умовах серійного і масового виробництва. Клас точності верстата П. Контроль діаметра оброблюваного отвору і керування робочим циклом здійснюється від механізму поперечної подачі верстата.

Технічна характеристика верстата:
діапазон діаметрів отворів, що шліфуються, 20 - 100 мм;
найбільша довжина шліфування – 125 мм;
частота обертання шпинделя виробу 320 - 800 об/хв;
частота обертання внутрішшліфувального шпинделя: 9000, 12000, 18000, 24000 об/хв;
межі поперечних подач 0,13 - 1,3 мм/хв.

3.10.4. Плоскошліфувальні верстати

Класифікацію плоскошліфувальних верстатів здійснюють: за розташуванням шпинделя – на горизонтальні і вертикальні; за формою столу – із круглим і прямокутним столом.

Основним розміром, який характеризує плоскошліфувальні верстати, є розмір столу.

Плоскошліфувальний верстат моделі 3Е711У має клас точності В.

Технічна характеристика верстата:
розміри робочої поверхні столу: довжина 630 мм, ширина 200 мм;
швидкість поздовжнього переміщення столу 2 - 35 м/хв;
швидкість поперечного переміщення хрестового супорта 0,01 - 1,5 м/хв.

3.10.5. Доводочні верстати

Призначені для виправлення неточностей геометричної форми деталей і одержання поверхонь високої якості.

До них відносять:

- хонінгувальні верстати, які застосовують для обробки внутрішніх і дуже рідко зовнішніх поверхонь. На хонінгувальних верстатах обробляють деталі діаметром 3 - 1000 мм і довжиною до 30000 мм;
- притирочні верстати, які застосовують для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь;
- верстати для суперфінішування, застосовують для надчистої обробки (до $R_a = 0,1$ мкм) зовнішніх, внутрішніх поверхонь тіл обертання і плоских поверхонь.

Схема найпростішої хонінгувальної головки із шістьма брусками представлена на рис. 3.6.

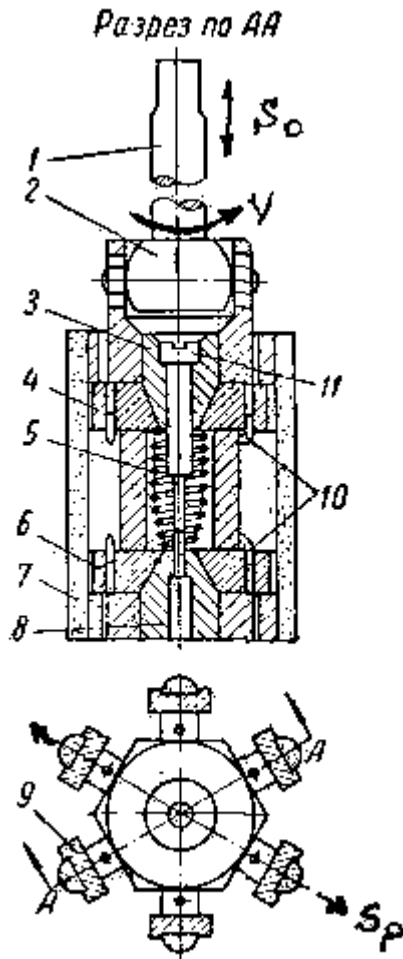


Рисунок 3.6 – Хонінгувальна головка із шістьма брусками

Хвостовик 1 через шарнір 2 з'єднаний з корпусом 4. Конуси 3 і 8 під впливом пружини 5 зближаються, розсовуючи при цьому планки 6 і бруски 7, які закріплені в обоймах 9. Гвинтом 11 регулюється відстань між конусами 3 і 8, а пружина 10 притискає планки 6 до зазначених конусів.

При хонінгуванні застосовують рясне охолодження (до 50 л/хв) емульсією, гасом з 10% машинного мастила і інших рідин.

Тонке доведення (суперфінішування) здійснюють шліфувальними брусками, змонтованими в спеціальній головці верстата (рис. 3.7).

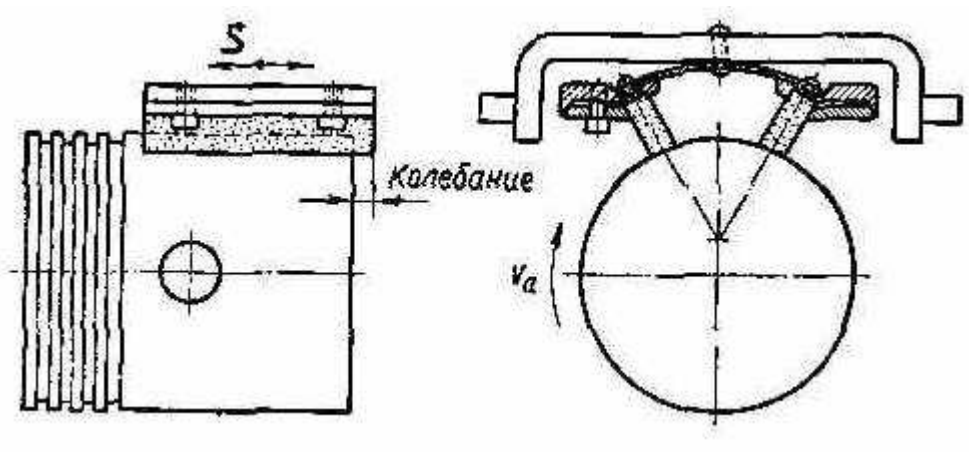


Рисунок 3.7 – Схема роботи на верстаті для суперфінішування

Шпиндель надає деталі обертальний рух навколо осі, а головці – зворотно-поступальний рух уздовж утворюючої деталі. При цьому головка робить коливальні (осцилюючі) рухи.

3.11. Зубообробні верстати

Призначені для нарізування зубців коліс різних видів або методом копіювання, або методом обкатування.

Верстати класифікують:

1. За видом обробки і інструменту: зубодовбальні, зубофрезерні, зубостругальні, зубопротяжні, зубошевінгувальні, зубошліфувальні;
2. За призначенням: для нарізування циліндричних коліс із прямими і гвинтовими зубцями; конічних коліс із прямими і криволінійними зубцями; для черв'ячних і шевронних коліс.

3.11.1. Зубофрезерний напівавтомат моделі 5Н32

Верстат призначений для фрезерування зубців циліндричних прямозубих і косозубих коліс, а також черв'ячних коліс в умовах одиничного і серійного виробництва.

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр оброблюваних зубчастих коліс – 800 мм;
 найбільший модуль зубчастого вінця, що нарізується, – 10 мм;
 межі частот обертання фрези 50 - 315 об/хв;
 межі подач:

вертикальної 0,8 - 5,0 мм/об столу,
 радіальної 0,15 - 1,5 мм/об столу,
 осьової 0,17 - 3,1 мм/об столу.

3.11.2. Зубостругальний верстат моделі 5А250

Верстат працює за методом обкатування і призначений для чорнового та чистового нарізування прямозубих конічних коліс в умовах серійного і ма-

сового виробництва. За допомогою спеціальних пристроїв (накладна головка) можна нарізати і дугові зубці.

Технічна характеристика верстата:

найбільший діаметр коліс, що нарізуються – 500 мм;

число зубців зубчастих коліс, що нарізуються, – 10 - 100;

межі торцевих модулів коліс, що нарізуються, – 1,5 - 8 мм;

число подвійних ходів у хвилину – 73 - 470;

тривалість нарізування одного зуба 8 – 123 с.

Розділ 4. Верстати із числовим програмним керуванням

4.1. Верстати зі ЧПК токарної групи

Найбільш часто в сучасних умовах застосовують наступні верстати з ЧПК токарної групи: токарно-гвинторізні, токарно-револьверні, токарно-карусельні, токарні обробні центри. Так наприклад, токарний верстат зі ЧПК мод. 16К20Ф3С32 (рис. 5.1, д) використовують для токарної обробки деталей типу тіл обертання, які закріплені у патроні та у центрах. Верстат оснащений регульованими двигунами головного руху і подач постійного струму або синхронних двигунів із частотним регулюванням.

Програма переміщення інструмента, керування головним приводом і допоміжними командами вводяться у пам'ять системи керування із клавіатури пульта керування і можуть коректуватися на екрані за її ж допомогою.

Верстати ж, які призначені для обробки більших деталей, наприклад верстат зі ЧПУ моделі 16К30Ф3 і його різні виконання: 16К30Ф305; 16К30Ф325; 16К30Ф335 призначені для виконання різноманітних робіт із замкнутого автоматичного циклу при закріпленні заготовки в центрах і в патроні. Причому верстати моделей 16К30Ф305 і 16К30Ф325 оснащені пристроєм ЧПК Н 22-1М, автоматичною коробкою швидкостей АКС-412 і механізованим патроном. Верстат моделі 16К30Ф335 оснащений пристроєм ЧПК Н 22-1М, коробкою швидкостей АСК-12, механізованим патроном і транспортером стружки. Поворотний різцетримач має поворотні блоки, де поворот на позицію здійснюється за командою. Конструкція різцетримача дозволяє встановлювати до восьми інструментів.

Технічні характеристики вищезгаданих верстатів наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні технічні характеристики патронно-центрових верстатів зі ЧПК

Найменування технічної характеристики	Модель верстата	
	16К20Ф3С32	16К30Ф3
Найбільший діаметр заготовки, мм над станиною	500	630
над супортом	220	320
Найбільша довжина заготовки, мм	870	1400
Діаметр прутка, що проходить через отвір шпинделя, мм	53	71
Число швидкостей шпинделя	Безступінчасте регулювання	24

Продовження табл. 4.1.

Діапазон регулювання шпинделя, об/хв	22,4 - 2240	6,3 - 1250
Поздовжня подача, мм/хв (мм/об)	(0,01 – 40)	1 – 1200
Поперечна подача, мм/хв (мм/об)	(0,005 – 20)	1 – 600
Потужність електродвигуна головно-го руху, кВт	11	22
Число керованих координат	2	2

4.2. Токарні гнучкі виробничі модулі на базі

багатошпindelних автоматів зі ЧПК і багатоцільових верстатів

Для токарної обробки деталей типу фланців масою до 10 кг застосовують ГВМ БРСК-01, який складається з верстата 1У340Ф30; промислового робота М20Ц вантажопідйомністю 20 кг і ділильно-поворотного столу УХ2034 (ДПС). Промисловий робот здійснює завантаження верстата заготовками, вивантаження деталей і укладання їх у накопичувач, обробляє деталі діаметром $d = 250$ мм і довжиною $L = 250$ мм.

На базі токарного верстата 1П765ДФЗ розроблений ГВМ РРТК-3Д31, який призначений для обробки деталей діаметром до 500 мм і довжиною до 150 мм, маса яких не перевищує 40 кг. Транспортно-завантажувальні операції верстата 1 (див. рис. 5.2.) виконуються автоматичним маніпулятором 2 порталного типу моделі МА80Ц25.09, накопичувачем 3 заготовок і деталей, який виконаний у вигляді тактового столу зі спеціалізованою тарою 4, складу-стелажа 5 для технологічного оснащення. Пристрій ЧПК 6 типу Електроніка МС-2101 обслуговує одночасно верстат і маніпулятор. Зміну інструмента роблять автоматично за допомогою двох револьверних головок. Маніпулятор призначений для транспортування заготовок і установки їх у патрон верстата, а також для захоплення, переміщення і установки деталей у накопичувачі. Маніпулятор оснащений елементами адаптації до розташування деталей і їх орієнтації. Це виключає необхідність у підготовці керуючих програм, забезпечуючи швидке переналагодження на інший типорозмір деталей. Конструкції тактового столу і контейнера для деталей дозволяє використовувати ГВМ у складі гнучкої виробничої системи з автоматичним складом. Оснащеність маніпулятора затискними елементами захоплювачів і змінними ячеюковими елементами контейнера дає можливість завантажувати ГВМ деталями різних конфігурацій, розмірів і маси.

Залежно від кількості шпindelів, частина їх призначена для обробки, а інша частина – для завантаження і вивантаження деталей.

Так, наприклад у чотирьохшпindelному токарному обробному центрі “Вермимат 500/4” (Німеччина) вертикального компонування (рис. 5.3.) два шпindelі призначені для обробки, а два інших – для завантаження-розвантаження деталей. Висока продуктивність верстата забезпечується за рахунок завантаження і розвантаження заготовок під час роботи, одночасної

обробки на двох шпинделях чотирма супортами коротких холостих ходів супортів і високих швидкостей швидких переміщень. Верстат має також додатковий пристрій для операцій свердління, фрезерування і нарізування різьб. Послідовність роботи: б) – знімання готової деталі; в) – знімання заготовки, оброблюваної з одного боку, перекантювання і установка її в сусідню позицію, що звільнилася; д) – поворот шпиндельного барабана за годинниковою стрілкою на 180° і обробка заготовок у двох позиціях, які є протилежними завантажувально-розвантажувальним позиціям.

4.3. Верстати зі ЧПК свердлильно-розточувальної групи

Для координатної обробки деталей без попередньої розмітки і використання кондукторів застосовують свердлильні верстати зі ЧПК. Для них характерні наступні види робіт: свердління, зенкерування, розвертання, нарізування різьби. Цьому сприяє наявність на верстаті хрестового столу; послідовної роботи декількома інструментами, установленими в револьверних головках; автоматизація позиціонування й робіт уздовж осі Z.

Для обробки отворів у корпусних деталях, а також у деталях типу кришок, кронштейнів, важелів, фланців і т. ін. в умовах серійного і дрібносерійного виробництва застосовують вертикально-свердлильний верстат зі ЧПК моделі 2P135Ф2 (рис. 5.2.), який оснащений хрестовим столом і шестипозиційною револьверною головкою, які значно розширюють його технологічні можливості.

Основні технічні характеристики деяких свердлильних верстатів зі ЧПК наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Основні технічні характеристики свердлильних верстатів зі ЧПУ

Параметри верстата	Модель			
	2P135Ф2	2P118Ф2	2H135Ф2	2H55ЦФ2
Найбільший діаметр свердління, мм	35	18	35	50
Хід свердлильної головки	250	300	250	300
Розміри стола (L×B)	400×630	450×280	400×630	630×800
Діапазон частот обертання шпинделя, хв	31,5...1400	45.....200	31,5...1400	20.....2000
Діапазон подач, мм/хв	10.....500	8.....600	31.....2240	0,056...2,5 (мм/про)
Розміри конуса шпинделя	Морзе 6		Морзе 1	
Число інструментів	6		1	
Потужність електродвигуна, кВт: гл. руху подач	4	2,2	4	4
	1,3	0,6	1,3	1,1
Маса верстата, кг	3500	1720	2600	7000

Розточувальні верстати застосовують для обробки корпусних деталей (розточування отворів, до точності положення яких висувають високі вимоги, свердлення отворів, зенкерування, розвертання, фрезерування і нарізування різьб).

Координатно-розточувальний багатоінструментальний верстат зі ЧПК моделі 243ВМФ2 (рис. 5.3.) знаходить широке застосування в дрібносерійному і серійному виробництві при виготовленні складних корпусних деталей.

Для обробки корпусних деталей вагою до 600 кг застосовують верстат моделі 2Е450АМФ4, який має клас точності А, що дозволяє робити також фрезерування торцевими і кінцевими фрезами з лінійною й круговою інтерполяцією.

Для обробки корпусних деталей вагою до 1600 кг використовують горизонтально-розточувальний верстат моделі 2П637МФ4, який дозволяє обробляти отвори (співвісні) консольним інструментом з поворотом столу. Основні характеристики цих верстатів наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Основні технічні характеристики розточувальних верстатів зі ЧПК

Параметри верстата	Модель		
	2П637МФ4	2Е450АМФ4	243ВМФ2
Робоча поверхня стола (L×B), мм	2000×1600	1120×630	560×320
Число інструментів	40	30	30
Найбільше переміщення шпинделя, мм	1000	500	235
Діапазони частот обертання шпинделя, хв ⁻¹	2.....1600	10.....2000	40.....2500
Діапазон подач, мм/хв	1.....5000	1.....1600	3,15...2500
Найбільший діаметр розточування, мм	400	600	160
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	36	7,3	2,2
Тип пристрою ЧПК	CNC	2С 42-61	Розмір-2М ¹
Маса верстата, кг	41900	10000	3500

4.4. Фрезерні верстати зі ЧПК

Із групи фрезерних верстатів системами ЧПК найчастіше оснащуються вертикально-, горизонтально- і поздовжньо-фрезерні верстати.

При цьому просторова обробка досягається сполученням переміщення столу верстата з деталлю по декількох координатах і вертикальному переміщенні шпиндельної головки (головок) з різальними інструментами. Так наприклад, заготовка, яка установлена на столі верстата 6Р13Ф3 при обробці переміщається в горизонтальній площині у двох взаємно перпендикулярних напрямках – поздовжньому і поперечному. Шпиндель верстата разом з повзуном може переміщатися по вертикалі. Ці три рухи здійснюються від трьох виконавчих механізмів верстата. Кожний виконавчий механізм (М₁; М₂; М₃)

оснащений кроковим двигуном, який керує гідродвигуном (Γ_2 ; Γ_3 ; Γ_4) а останній, у свою чергу, надає руху робочому органу верстата за допомогою гвинтової пари. Кожному імпульсу, який надходить у кроковий двигун, відповідає переміщення повзуну зі шпинделем або стола на 0,01 мм.

Коробка швидкостей звичайного типу, у якій може бути отримано 18 різних частот обертання ($40 \dots 2000 \text{ хв}^{-1}$). Джерелом головного руху є електродвигун потужністю $N = 7,5 \text{ кВт}$, з частотою обертання $n = 1450 \text{ хв}^{-1}$.

У верстаті передбачене і ручне переміщення його рухомих частин. Верстат призначений для обробки кінцевими і профільними фрезами плоских і просторових деталей складного профілю: штампів, прес-форм, кулачків у дрібносерійному і серійному виробництві.

Верстати зі ЧПК моделей 65A80Ф4 і 65A90Ф4 представляють гаму верстатних систем з різним ступенем автоматизації. Вони оснащені інструментальними магазинами і пристроями автоматичної зміни інструментами. На цих верстатах установлені безредукторні приводи подачі із високомоментними електродвигунами постійного струму через кульково-гвинтові передачі.

Технічні характеристики верстатів наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Основні технічні характеристики вертикально-фрезерних верстатів зі ЧПК

Параметри	Модель верстата	
	65A80Ф4	65A90Ф4
Розміри робочої поверхні стола (ширина × довжина), мм	800×1250	1000×1600
Найбільша маса оброблюваної деталі, кг	3000	4000
Хід стола, мм:	поздовжній	1250
	поперечний	800
Хід бабки, мм		1600
		1000
Точність позиціонування, мкм	775	875
Частота обертання шпинделя, хв^{-1}	60	80
Подача стола, мм/хв:	5.....2000	5.....2000
	поздовжня	1.....6000
поперечна	1.....6000	
Сумарна потужність електродвигунів, кВт	38,4	38,4
Маса верстата, кг	17000	19950
Тип системи керування	2В 32-61	2С 42-61

Поздовжньо-фрезерні розточувальні верстати зі ЧПК моделей 6М610МФ4; 6М612МФ4 і 6М616МФ4 використовують для комплексної обробки корпусних деталей фрезеруванням, свердлінням і розточуванням з п'яти сторін за одну установку деталі. Верстати випускають із різними довжинами столів: 1600; 3150; 4000; 5000 і 6300 мм.

Технічні характеристики цих верстатів наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Основні технічні характеристики
 поздовжньо-фрезерно-розточувальних верстатів зі ЧПК

Параметри	Модель верстата		
	6М610МФ4	6М612МФ4	6М616МФ4
Розміри столу (L×B) мм	3150×1000	4000×1250	5000×1600
Хід столу, мм	500	600	600
Найбільша маса оброблюваної деталі на 1 погонний метр столу, кг	2500	2500	4000
Кількість інструментів у магазині	40	40	40
Найбільший діаметр інструмента, який установлений в магазині, мм: без пропуску гнізд (з пропуском гнізд)	100(250)	100(250)	100(250)
Найбільша довжина робочої частини оправки, мм	300	300	300
Потужність електродвигуна привода головного руху, кВт	30	30	30
Маса верстата, тонн	41,5	59	70

4.5. Свердлильно-фрезерно-розточувальні системи

Такого типу обладнання випускається у вертикальному і горизонтальному виконаннях. Вертикальний багатоцільовий верстат зі ЧПУ моделі 21504П7Ф4 (рис. 5.4.) призначений для високопродуктивної обробки деталей складної конфігурації, розміри яких не входять за межі розмірів столу (630×400 мм).

Верстат оснащений автоматичним пристроєм зміни столів супутників на дві позиції. Завантаження заготовки відбувається у вільну позицію під час роботи верстата. На верстаті можна виконувати наступні види робіт: свердління, зенкерування, розвертання, розточування, нарізування різьб мітчиками і фрезерування по контуру.

Найбільший діаметр інструмента при свердлінні – 40 мм; при розточуванні – 160 мм. Потужність електродвигуна привода головного руху – 6,3 кВт. На верстаті встановлений пристрій ЧПК типу 2СЧ2.

Для однобічної комплексної обробки плоских деталей розміром (L×B) 1000×630 мм, застосовують вертикальний свердлильно-фрезерно-розточувальний верстат моделі 2256ВМФ4 (рис. 5.2.).

На верстаті здійснюють напівчистове і чистове фрезерування площин, пазів і криволінійних поверхонь фрезами різних типів, а так само розточування, свердління, зенкерування, розвертання, нарізування різьб мітчиками в деталях із чавуну, сталі, кольорових металів і пластмас.

Найбільший діаметр інструмента при свердлінні – 20 мм; при розточуванні – 100 мм. Потужність електродвигуна привода головного руху – 15 кВт; пристрій ЧПК – 2С42.

Свердлильно-фрезерно-розточувальні верстати горизонтальної компоновки преважують серед багатоцільових верстатів (рис. 5.5.) Близько 80 %

цих верстатів оснащені поворотними столами із пристроями-супутниками для автоматичної зміни заготовок. Це дозволяє обробляти деталі в автоматичному режимі із чотирьох-п'яти сторін. Вказані верстати звичайно мають нерухому стійку і хрестовий стіл з поворотною частиною, або поперечно рухому стійку і поздовжньо-рухомий поворотний стіл. Інструментальні магазини барабанного типу розміщуються на стійці, а магазини ланцюгового типу – поруч із верстатом або на стійці збоку. Місткість магазинів – 16...90 інструментів.