

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«Металорізальні верстати та системи»

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 015 «Професійна освіта. Машинобудування»
(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри

машинобудування та

прикладної механіки

Протокол № 8 від 14.04.2021 р.

Сєвєродонецьк

2021

УДК 621.9.06(075.8)

Конспект лекцій з дисципліни «Металорізальні верстати та системи» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта. Машинобудування» (Електронне видання)) / Уклад.: В. М. Алтухов. – Сєвєродонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. – 120 с.

Конспект лекцій з курсу «Металорізальні верстати та системи». містить основні програмні положення курсу. Викладені основні теоретичні відомості та розрахунок різних елементів верстатів. Дані визначення технічних термінів, що полегшує засвоєння матеріалу.

Розглянуті основні механічні перетворення руху та навантажень, типові та стандартні деталі, що забезпечують роботу передач, типові та стандартні вироби, що служать для з'єднання між собою деталей та вузлів конструкції.

Методичні вказівки містять теми лекцій, теоретичні матеріали по вирішенню поставлених задач, приклади. Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 015 «Професійна освіта. Машинобудування».

Укладач:

Алтухов В. М., к.т.н., доц.

Рецензент:

Боровік П. В., к.т.н., доц.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	5
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	6
1 ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	7
1.1 Характеристика дисципліни.....	7
1.2 Історичний аспект розвитку верстатобудування.....	8
1.3 Основні техніко-економічні показники верстатів та систем.....	11
2 ТЕМА 2. МЕТАЛОРІЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	17
2.1 Класифікація та нумерація металорізальних верстатів.....	17
2.2 Класифікація рухів в металорізальних верстатах.....	19
2.3 Схеми обробки.....	20
2.4 Кінематика верстатів.....	23
3 ТЕМА 3. КОМПОНУВАННЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ.....	31
3.1 Загальні принципи.....	31
3.2 Основні вузли верстатів.....	32
3.3 Компонування багатопозиційних верстатів.....	33
4 ТЕМА 4. ВЕРСТАТИ ТОКАРНОЇ ГРУПИ.....	40
4.1 Токарні та токарно-гвинторізні верстати.....	40
4.2 Обробка заготовок на токарно-револьверних верстатах.....	44
4.3 Обробка заготовок на токарно-карусельних верстатах.....	46
4.4 Токарні автомати і напівавтомати.....	47
4.5 Верстати 1Д118, 1К62, 16К20, 1525.....	50
5 ТЕМА 5. ВЕРСТАТИ СВЕРДЛИЛЬНО-РОЗТОЧУВАЛЬНОЇ ГРУПИ.....	53
5.1 Обробка заготовок на свердлильних верстатах.....	53
5.2 Обробка заготовок на розточувальних верстатах.....	56
5.3 Верстати 2М55, 2Н135, 2620ВФ.....	59
6 ТЕМА 6. ФРЕЗЕРНА ГРУПА ВЕРСТАТІВ.....	61
6.1 Характеристика методу фрезерування.....	61
6.2 Види фрезерних верстатів.....	61

6.3 Горизонтально-фрезерні верстати.....	64
6.4. Вертикально-фрезерні верстати.....	65
6.5 Поздовжньо-фрезерні верстати.....	66
6.6 Фрезерні верстати 6P13, 6M82, MILL 1500 Cormak.....	68
7 ТЕМА 7. СТРУГАЛЬНІ, ДОВБАЛЬНІ І ПРОТЯЖНІ ВЕРСТАТИ.....	71
7.1. Призначення і види оброблюваних поверхонь.....	71
7.2. Стругальні і довбальні верстати.....	71
7.3. Протяжні верстати.....	76
8 ТЕМА 8. ГРУПА ШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ.....	79
8.1 Призначення і види оброблюваних поверхонь.....	79
8.2 Призначення шліфувальних верстатів.....	80
8.3 Шліфувальні верстати 3Б12, 372Б, LUREN LWT-3080.....	84
9 ТЕМА 9. АВТОМАТИЧНІ ЛІНІЇ.....	87
9.1 Типи автоматичних ліній та їх класифікація.....	87
9.2. Транспортні пристрої.....	89
9.3. Механізми затиску і фіксації деталей.....	92
10 ТЕМА 10. ПРОМИСЛОВІ РОБОТИ.....	102
10.1 Загальні відомості, призначення і класифікація промислових роботів..	102
10.2 Основні види компоновок промислових роботів.....	106
10.3 Захватні пристрої.....	110
10.4 Приводи.....	113
10.5 Використання ПР для обслуговування верстатів.....	115
10.6 Використання ПР на складальних роботах.....	116
ВИСНОВКИ.....	118
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	119

ВСТУП

Машинобудування є технічною основою розвитку суспільного виробництва. Тільки в результаті насичення всіх галузей промисловості високопродуктивними машинами можна досягти такого підвищення виробництва, щоб задовольнити всі матеріальні та культурні потреби суспільства.

Конструкції металорізальних верстатів та систем неперервно вдосконалюються згідно з вимогами експлуатації та виробництва, а також на основі можливостей, що виявляються з розвитком науково-технічних досліджень, з появою нових матеріалів і способів надання їм потрібних форм і властивостей.

Основна література [1-6], додаткова література [7-9].

Конспект лекцій відповідає навчальній програмі дисципліни: "Металорізальні верстати та системи".

Незважаючи на те, що в сучасному заготівельному виробництві створені технологічні способи, які забезпечують отримання заготовок досить високої точності (лиття за моделями, що витоплюються, лиття в оболонкові форми, лиття під тиском, об'ємне штампування тощо), обробка заготовок різанням на металорізальних верстатах різальними інструментами ще залишається (в більшості випадків) єдиним способом виготовлення деталей потрібних форми, розмірів і якості поверхонь.

У конспекті лекцій розглядаються фізико-механічні основи обробки металів, металорізальні верстати та системи, особливості обробки на них. Зокрема, розглядається обробка заготовок на токарних, свердлильних, розточувальних, фрезерних, протяжних, стругальних та шліфувальних верстатах. Також розглянуті автоматичні лінії і промислові роботи.

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ВПД – верстат-пристрій-інструмент-деталь;

МОР – мастильно-охолоджуюча рідина;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

М – металоємність;

ЧПК – числове програмне керування;

АЛ – автоматичні лінії;

СГ – силові головки;

ТрП – транспортні пристрої;

МЗФ – механізми пристроїв для затискування і фіксації деталей;

ПР – промисловий робот;

ПК – програмне керування;

РТК – роботизований технологічний комплекс.

1 ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Характеристика дисципліни

Курс «Металорізальні верстати та системи» базується на загальнонаукових і загальнотехнічних дисциплінах: математика, фізика, теоретична механіка, теорія різання та різальний інструмент, деталі машин, технологія машинобудування тощо.

Особливість курсу – великий типаж досліджуваних механізмів, пристроїв і устаткування, що розширюють професійні знання студентів в області застосування технологічного обладнання та його використання у виробництві.

Мета викладання дисципліни.

Найважливішими видами технологічного устаткування механоскладального виробництва в машинобудуванні є металорізальні верстати, металорізальні верстати з числовим управлінням, автомати і автоматичні лінії, гнучкі верстатні системи, промислові роботи.

Метою викладання дисципліни є докладне ознайомлення з цими видами устаткування і особливостями проектування приводів коробок швидкостей та подач, ознайомлення з принципами формоутворення і експлуатації. Крім того викладання вказаної дисципліни повинне розкрити взаємозв'язок різних галузей науки і техніки і показати вплив новітніх досягнень на формування і розвиток металорізального устаткування.

Задачі вивчення дисципліни.

Необхідно викласти загальні відомості по основних видах промислового устаткування для виготовлення деталей, а також дати відомості з основ проектування і експлуатації цих видів устаткування. Студенти повинні знати пристрій машин, верстатів, а також їх найважливіших вузлів.

Основним завданням вивчення курсу є засвоєння системного підходу при аналізі і синтезі об'єктів металорізального устаткування, розрахунку сіток і графіків коробок швидкостей та подач, а також розвиток вміння проведення

кінематичного аналізу, конструювання вузлів тощо, в рамках майбутньої спеціальності.

В результаті освоєння дисципліни студент повинен:

знати: техніко-економічні показники і критерії працездатності верстатів; формоутворення поверхні на верстатах; кінематичну структуру верстатів; компоновку і рухи робочих органів для верстатів різних груп; основні вузли і механізми верстатних систем; засоби для контролю, діагностики та адаптивного управління верстатним устаткуванням; способи відновлення і ремонту деталей і вузлів верстатів; автоматичні лінії; промислові роботи;

вміти: здійснювати вибір обладнання для реалізації конкретного технологічного процесу механічної обробки деталі; виконувати розрахунок настройки універсального верстата при відомих параметрах режимів обробки; вирішувати розмірні ланцюги системи верстат-пристрій-інструмент-деталь (ВПІД); виробляти перевірку геометричної та кінематичної точності верстата;

володіти: методами розрахунку коробок швидкостей металорізальних верстатів різних типів.

1.2 Історичний аспект розвитку верстатобудування

Верстатобудування – провідна галузь машинобудування, що створює для всіх галузей народного господарства металообробні і деревообробні верстати; автоматичні і напівавтоматичні лінії комплексно-автоматичного виробництва для виготовлення машин, устаткування і виробів з металу та інших конструкційних матеріалів; ковальсько-пресове, ливарне і деревообробне обладнання.

У XIV-XV ст. стали поширюватися токарні верстати з ножним приводом, який складався з очепа – пружною жердини, консольно закріпленої над верстатом, до неї кріпилася мотузка, яка була загорнута на один оборот навколо заготовки, а своїм нижнім кінцем кріпилася до педалі. При натисканні на педаль мотузка натягалася, змушуючи заготовку зробити один-два оберти, а жердину – зігнути. При відпуску педалі – жердина випрямлялася, тягнула вгору мотузку, при цьому

заготовка робила ті ж оберти в іншу сторону. Приблизно у 1430 р. замість очепи стали застосовувати механізм, що включає педаль, шатун і кривошип. Так отримали привід.

З цього часу заготовка на токарному верстаті стала обертатися тільки в одну сторону протягом всього процесу точіння. У 1500 р. токарний верстат вже мав сталеві центри і люнет, який міг бути укріплений у будь-якому місці між центрами. На таких верстатах обробляли досить складні деталі, що представляють собою тіла обертання. Але привід існуючих на той час верстатів був занадто малопотужним для обробки металу, а зусилля руки, що тримає різець, недостатніми, тому обробка металу була малоефективною.

В середині XVI ст. Жак Бессон винайшов токарний верстат для нарізки циліндричних і конічних гвинтів. У XVII ст. в токарних верстатах оброблюваний виріб приводився в рух вже не мускульною силою токаря, а за допомогою водяного колеса, але різець, як і раніше, токар тримав в руці.

На початку XVIII ст. токарні верстати все частіше використовували для різання металів, а не дерева, тому стала дуже актуальною проблема жорсткого кріплення різця і переміщення його уздовж оброблюваної поверхні. У 1712 р. А. К. Нартов винаходить оригінальний токарно-копіювальний і гвинторізний верстат, в якому була блискуче вирішена проблема самохідного супорта. Таким чином, було забезпечено автоматичне переміщення супорта уздовж осі оброблюваної заготовки. Друга половина XVIII ст. в верстатобудуванні ознаменувалася різким збільшенням сфери застосування металорізальних верстатів і пошуками конструкції універсального токарного верстата для різних цілей.

У 1751 р Ж. Вокансон у Франції побудував верстат, який за своїми технічними даними вже був схожий на універсальний: виконаний з металу, він мав потужну станину, два металевих центру, дві напрямні V-подібної форми, мідний супорт, який забезпечував механізоване переміщення інструменту в поздовжньому і поперечному напрямках. У той же час в цьому верстаті була відсутня система затиску заготовки в патроні, існуюча в інших конструкціях верстатів, кріпилася заготовка тільки в центрах. У 1778 р. англієць Д. Рамедон розробив два типи

верстатів для нарізування різі. В одному верстаті уздовж обертання заготовки по паралельних напрямних пересувався алмазний ріжучий інструмент, швидкість переміщення якого задавалася обертанням еталонного гвинта. Змінні шестерні дозволяли отримувати різьблення з різним кроком.

Накопичений досвід дозволив до кінця XVIII ст. створити універсальний токарний верстат, що став основою машинобудування. Його автором став Генрі Модсли, що заснував в 1798 р. власну майстерню з виробництва верстатів, де в результаті відпрацювання кількох експериментальних зразків він прийшов до створення універсального токарного верстата, що містить всі елементи, які мають токарно-гвинторізні верстати сьогодні. Модсли першим став впроваджувати стандартизацію різі на гвинтах і гайках.

Р. Робертс поліпшив токарний верстат, розташувавши ходовий гвинт перед станиною, додав зубчастий перебір, ручки управління виніс на передню панель верстата для більш зручного управління. Д. Клемент створив лоботокарний верстат для обробки деталей великого діаметру. Він врахував, що при постійній швидкості обертання деталі і постійній швидкості подачі в міру руху різця від периферії до центра, швидкість різання падатиме, тому створив систему збільшення швидкості. У 1835 р Д. Вітворт винайшов автоматичну подачу в поперечному напрямку, яка була пов'язана з механізмом поздовжньої подачі. Цим було завершено принципове вдосконалення токарного обладнання. На заводі Вітворта були вперше реалізовані принципи стандартизації та взаємозамінності різі на гвинтах, що знайшли згодом широке застосування в машинобудуванні і стали основою створення уніфікованих і стандартних деталей і вузлів машин.

Наступний етап – автоматизація токарних верстатів. У другій половині XIX ст. були введені елементи, що забезпечують повну механізацію обробки – блок автоматичної подачі по обох координатах, досконала система кріплення різця і деталі. Режими різання змінювалися швидко і без значних зусиль. У токарних верстатах були елементи автоматики – автоматичний останов верстата при досягненні певного розміру, система автоматичного регулювання швидкості лобового точіння тощо. У зв'язку з необхідністю виготовлення нової стрілецької

зброї (револьверів) С. Фітч в 1845 р. розробив і побудував револьверний верстат з вісьмома ріжучими інструментами у револьверної голівці. Швидкість зміни інструменту різко підвищила продуктивність верстата при виготовленні серійної продукції. Це був серйозний крок до створення верстатів-автоматів.

В 1-й половині XIX ст. американець Е. Уїтні розробив для збройових заводів Кольта кілька конструкцій фрезерних верстатів. В 1829 р. патент на фрезерний верстат був виданий на ім'я Дж. Несміта, власника великих англійських машинобудівних заводів. До 2-й половині XIX ст. були в основному розроблені моделі фрезерних, револьверних, стругальних, довбальних та інших верстатів. Верстати здобули популярність. Виготовляли їх машинобудівні фірми: «Вітворт», «Несміт», «Селлерс», «Пратт» тощо. Один з перших металорізальних автоматів створив американець Х. Спенсер в 1873 р. на базі револьверного верстата. В якості керуючого пристрою в цьому автоматі використані кулачки і розподільний вал. Технічний прогрес верстатобудування привів до створення в 90-х роках XIX ст. багатошпиндельних верстатів-автоматів; їх поява була викликана прагненням максимально збільшити число одночасно працюючих інструментів і тим самим підвищити продуктивність верстата за допомогою поєднання операцій. Таким чином, період XIV-XVII століть характеризується появою, в основному, всіх прототипів сучасних верстатів. XVII-XIX століття – початок механізації обробки на верстатах. XIX-XX століття – автоматизація процесу механічної обробки, що триває до теперішнього часу.

На Україні центрами верстатобудування є Краматорськ, Київ, Харків, Одеса, Запоріжжя, Житомир, Мелітополь, Лубни, Корсунь-Шевченківський.

1.3 Основні техніко-економічні показники верстатів та систем

Максимальна продуктивність при забезпеченні заданої точності.

Продуктивність верстата може бути оцінена кількістю деталей, що оброблюються в одиницю часу. Для підвищення продуктивності слід знизити як

основний час, необхідний на різання, так і допоміжний, на установку і зняття заготовки, управління верстатом, контроль оброблюваної деталі тощо.

Основний час зменшується за рахунок покращення режимів різання і числа одночасно працюючих інструментів, поліпшення конструкції, інструментів тощо.

Допоміжний час зменшується з автоматизацією роботи верстата, суміщенням з робочим часом тощо.

На універсальних верстатах з ручним керуванням підвищення продуктивності досягається за рахунок раціонального та зручного розташування органів управління.

Точність роботи верстата.

Це стабільність отримання заданої геометричної форми оброблюваної деталі, якості її поверхні і точності розмірів, що визначають основні параметри форми. Точність роботи залежить від геометричної і кінематичної точності верстата, температурних деформацій верстата, жорсткості деталей верстатів, зносу деталей, правильної установки і експлуатації верстата, конструкції і точності затискних пристосувань тощо.

Підвищення точності роботи верстатів досягається: вдосконаленням конструкцій окремих елементів і вузлів; підвищенням жорсткості і вібростійкості; зниженням теплових деформацій; підвищенням точності виготовлення деталей і якості збірки верстатів.

Геометрична точність верстатів регламентується відповідними стандартами. Нормаль верстатобудування Н70-11 ділить всі верстати на п'ять класів точності: Н – нормальної точності; П – підвищеної точності; В – високої точності; А – особливо високої точності; С – особливо точні.

Геометрична точність є необхідною, але недостатньою умовою забезпечення необхідної точності роботи верстата, так як не враховує дії інших чинників, від яких залежить точність верстата під навантаженням – динамічна точність. Вона перевіряється шляхом виготовлення на верстаті контрольної деталі і її перевіркою – виміром.

Шорсткість оброблюваної деталі залежить від її матеріалу, ріжучого інструменту, режимів обробки, від ступеня вібрацій при різанні тощо.

Вібростійкість може бути підвищена за рахунок підвищення жорсткості системи ВПД і застосуванням демпфіруючих пристроїв.

Для підвищення жорсткості верстатів необхідно: створювати замкнуті рамні конструкції верстатів; застосовувати цільні литі станини, які мають коробчату форму з внутрішніми перегородками і діагональними ребрами; знизити число верстатів і підвищити якість їх обробки; раціонально розподілити навантаження в верстаті між вузлами; застосовувати попереднє навантаження (натяг) в сполученнях і опорах; застосовувати напрямні кочення з попереднім натягом; збільшувати діаметр шпинделя, зменшувати довжину його консолі; застосовувати в приводі подач кулькові і гідростатичні гвинтові пари; зменшувати кількість ланок в кінематичних ланцюгах; збільшувати жорсткість закріплення інструментів; застосовувати надійне закріплення рухомих вузлів в процесі обробки.

Для підвищення вібростійкості необхідно: проводити віброізоляцію верстатів з метою зменшення впливу зовнішніх збурень, що передаються через основу; застосовувати різні пристрої, що демпфірують; виносити з верстата джерела вібрацій – електродвигуни, насоси, системи змащення і охолодження тощо; застосовувати регульований електропривод для зменшення кількості зубчастих передач, які є джерелами вібрацій; застосовувати роздільний привід; застосовувати високоточні підшипники в опорах шпинделя; застосовувати косозубі колеса і шестерні замість прямозубих; підвищити точність виготовлення зубчастих коліс і шківів ремінних передач, застосовувати в ремінних передачах ремені високої якості; вибрати раціональні режими обробки і геометрію інструменту; проводити балансування швидкообертаючих частин верстата і електродвигуна; підвищити точність виготовлення деталей, якість збірки верстатів тощо.

Для зменшення теплових деформацій верстатів необхідно: створювати термосіметрічні конструкції вузлів верстатів; застосовувати конструкції, що

забезпечують компенсацію температурних деформацій; виносити з верстата джерела тепловиділення (електрообладнання, баки гідросистеми, емульсії); застосовувати інтенсивне охолодження вбудованих приводів; знижувати втрати на тертя в приводах; підбирати для сполучень матеріали з близькими або однаковими коефіцієнтами лінійного розширення; розміщувати гідроциліндр приводу столу поруч з верстатом, а не під ним; застосовувати пристрої для охолодження масла гідросистеми; штучно вирівнювати температурне поле верстата шляхом підігріву або охолодження окремих його частин; створювати термоконстантні цехи і ділянки.

Крім того, точність і якість роботи верстата забезпечуються: вибором раціонального компонування верстата; правильним вибором матеріалів і термообробки для відповідальних деталей; застосуванням напрямних кочення і гідростатичних напрямних; застосуванням в ланцюгах подач і інших вузлах зубчастих коліс з пристроями для вибору зазорів; застосуванням пристроїв для захисту напрямних; застосуванням пристроїв для тонкої очистки мастильно-охолоджуючої рідини (МОР) (для поліпшення чистоти обробки); застосуванням механізмів компенсації зносу шліфувального круга; застосуванням пристроїв для автоматичного контролю розмірів деталей в процесі обробки з автоподналадкою на розмір; загартуванням і шліфуванням напрямних; підвищенням загальної культури виробництва.

Надійність верстатів і верстатних систем.

Надійність – здатність верстата працювати безвідмовно і забезпечувати безперебійну обробку деталей в заданих умовах експлуатації.

Надійність обумовлюється безвідмовністю, ремонтпридатністю, довговічністю частин і верстата в цілому.

Безвідмовність – властивість верстата безупинно зберігати працездатність протягом деякого часу. Вона характеризується ймовірністю безвідмовної роботи і інтенсивністю відмов.

Довговічність — властивість виробу зберігати працездатність до настання граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування і

ремонту. Довговічність верстата в цілому пов'язана головним чином зі зношуванням рухомих сполук, втомою під дією змінних напруг тощо.

Ремонтопридатність – властивість об'єкта бути пристосованим до підтримання та відновлення стану, в якому він здатний виконувати потрібні функції за допомогою технічного обслуговування та ремонту. Ремонтопридатність характеризується або середнім проміжком часу простою для профілактики, відшукування місця пошкодження і його усунення, або ймовірністю виконання технічного обслуговування і ремонту протягом заданого часу. Високий ступінь ремонтпридатності досягається застосуванням в конструкціях елементів і вузлів, які легко замінюються.

Гнучкість верстатного обладнання.

Це здатність до швидкого переналагодження при виготовленні нових деталей. Гнучкість характеризується універсальністю і переналагоджуваністю.

Універсальність визначається числом різних деталей, що підлягають обробці на даному верстаті.

Переналагоджування визначається втратами часу і коштів на переналагодження верстату, при переході від однієї партії заготовок до іншої.

Зі збільшенням числа деталей в партії загальні витрати на переналагоджування зменшуються, але при цьому збільшуються витрати на зберігання деталей.

Простота, легкість і безпека обслуговування і ремонту.

Зменшення стомлюваності робітника і безпеки роботи на верстаті досягається максимальною автоматизацією, вдалим компонуванням верстату, раціональним розташуванням органів управління, забезпеченням малих зусиль на органах управління, а також легкодоступністю деталей і окремих механізмів при налагодженні та заміні, зниженням шуму, раціональним освітленням, забезпеченням можливості роботи сидячи, виконанням вимог техніки безпеки.

Низька собівартість виготовлення деталей на верстаті.

Для цього треба забезпечити максимальну продуктивність і ступінь автоматизації.

Малі витрати на виготовлення верстата і його експлуатацію.

Досягаються за рахунок підвищення технологічності верстату, застосування стандартних і нормалізованих деталей і вузлів, підвищенням коефіцієнту корисної дії (ККД), досконалою організацією виробництва на заводі-виробнику.

Мала металоємність і габаритні розміри.

Металоємність (М) характеризується кількістю металу, що припадає на одиницю потужності приводу головного руху верстата.

У сучасних верстатах загального призначення $M = 200 \div 1000$ кг/кВт. Вага деталей з чавунного лиття становить $\sim 80\%$ від загальної ваги верстату.

Вертикальна компоновка є більш вигідною з точки зору раціонального використання площ.

Технологічність конструкцій верстатів.

Характеризується ступенем складності виготовлення деталей і збірки вузлів, а також кількістю оригінальних, уніфікованих і стандартизованих деталей та вузлів.

Технологічність верстату залежить від кількості, розмірів, складності форми і необхідної точності виготовлення деталей верстата.

Патентоспроможність і патентна чистота.

Патентування проводиться з метою захисту пріоритету на окремі вузли верстату або всієї конструкції, попередження використання винаходів без згоди авторів. Для дотримання умов патентної чистоти необхідно знати всі винаходи в своїй області і бути в курсі всіх зареєстрованих іноземних винаходів.

Контрольні питання.

1. Основні техніко-економічні показники верстатів та систем.
2. Історія верстатобудування.
3. Точність роботи верстата.
4. Надійність верстатів і верстатних систем.

2 ТЕМА 2. МЕТАЛОРІЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Класифікація та нумерація металорізальних верстатів

Сучасні металорізальні верстати – це різноманітні й досконалі робочі машини, на яких здійснюється обробка заготовок з метою надання їм необхідних розмірів, форми і якості поверхонь. Використовуючи механічні, електричні та гідравлічні методи здійснення рухів і керування робочим циклом, обробкою на металорізальних верстатах вирішуються найскладніші технологічні задачі з виготовлення деталей будь-яких розмірів, маси, форми, точності, із будь-яких матеріалів практично для кожної галузі машинобудування.

В основу системи класифікації металорізальних верстатів покладено технологічний метод обробки заготовок у відповідності з такими ознаками, як вид ріжучого інструменту, характер оброблюваної заготовки та схема обробки.

За цією системою металорізальні верстати поділені на дев'ять груп:

- 1 група – токарні верстати;
- 2 – свердлильні й розточувальні;
- 3 – шліфувальні;
- 4 – комбіновані;
- 5 – верстати для обробки зубчастих коліс і нарізання різьб;
- 6 – фрезерні;
- 7 – стругальні, довбальні та протяжні;
- 8 – розрізні;
- 9 – різні верстати та пристрої, що не ввійшли до жодної з перелічених груп (балансувальні, ділильні, для виготовлення пилок тощо).

В кожній групі верстати об'єднані за спільністю технологічного методу обробки або близькі за призначенням (наприклад, свердлильні та розточувальні).

Кожна група верстатів поділяється на дев'ять типів за технологічним призначенням, конструктивними особливостями, кількістю головних робочих органів, ступенем універсальності тощо.

Всередині кожного типу верстати різняться своїми характерними, притаманними кожному типу розмірами.

У відповідності з прийнятою системою класифікації кожній моделі верстата присвоюють певний номер, що складається з трьох або чотирьох цифр і літер. Перша цифра вказує на групу верстата, друга – на тип у цій групі.

Третя або третя та четверта цифри показують умовний розмір верстату: для токарних верстатів – це висота центрів над станиною в сантиметрах або дециметрах, для свердлильних – максимальний діаметр отвору, який можна просвердлити на цьому верстаті, для фрезерних – умовний розмір стола тощо.

Літера, що стоїть після першої або другої цифри, вказує на модернізацію (поліпшення) основної базової моделі верстату, а літера, що стоїть у кінці номера, означає модифікацію базової моделі.

Приклади нумерації верстатів: 162 – це верстат токарної групи (1), токарно-гвинторізний (6); висота центрів – 2 дм (200 мм); 1A62, 1K62 – це токарно-гвинторізні верстати, основна базова модель яких (162) пройшла послідовну модернізацію (літери А і К) із поліпшенням конструкції, зокрема, із підвищенням потужності та діапазону частот обертання шпинделя; номер 2135 означає, що цей верстат належить свердлильній групі (2), вертикально-свердлильний (1), із найбільшим діаметром свердління 35 мм.

За рівнем спеціалізації розрізняють верстати *універсальні*, призначені для виконання різноманітних робіт із використанням заготовок багатьох найменувань в умовах одиничного, дрібносерійного та ремонтного виробництва; *спеціалізовані*, на яких обробляють деталі одного найменування, але різних розмірів, наприклад, колінчасті вали; *спеціальні*, на яких виконують певний вид робіт на одній певній деталі в масовому виробництві.

За ступенем автоматизації розрізняють верстати з ручним керуванням, напівавтомати, автомати та верстати з програмним керуванням.

Автоматами називають верстати, на яких після їх включення всі операції здійснюються автоматично без участі оператора за циклом, що періодично повторюється. В цикл входить установлення й закріплення заготовки на верстаті,

обробка її поверхонь, знімання обробленої деталі, подача й закріплення наступної заготовки.

Напівавтомати відрізняються від автоматів тим, що знімання обробленої деталі, установлення нової заготовки на верстат і включення верстата здійснює оператор. Цикл обробки заготовки – автоматичний.

Металорізальні верстати із ЧПК мають високий рівень автоматизації, включаючи автоматичну заміну різальних інструментів і заготовок, зміну режимів різання, отримання заданих розмірів поверхонь деталей. Їх застосовують як для виконання простих операцій (свердління отворів, обточування валів тощо), так і для обробки складних фасонних поверхонь.

2.2 Класифікація рухів в металорізальних верстатах

Для здійснення процесу зрізання із заготовки шару металу, ріжучому інструменту і заготовці, які встановлюються і закріплюються в робочих органах верстатів, необхідно надати певний комплекс рухів. Рухи робочих органів верстатів поділяються на рухи *різання, установчі, допоміжні та взаємопов'язані*.

Рухами різання називають такі рухи, які забезпечують знімання із заготовки шару металу або викликають зміну стану обробленої поверхні заготовки. До них належать *головний рух та рух подачі*.

Головний рух забезпечує безпосереднє знімання стружки. Він визначає швидкість деформування при різанні. Рух подачі забезпечує вривання інструмента в матеріал заготовки, тобто безперервність процесу різання.

Головний рух найчастіше буває обертальним (токарні, свердлильні, фрезерні, шліфувальні верстати), поступальним (протяжні верстати) або зворотно-поступальним (довбальні та стругальні верстати). Він може надаватися заготовці, (токарні, поздовжньо-стругальні верстати), інструменту (свердлильні, фрезерні, шліфувальні, поперечно-стругальні верстати) або і заготовці, і інструменту одночасно (наприклад, при свердлінні дрібних отворів або нарізанні різьби на токарних верстатах-автоматах).

Рух подачі у більшості випадків є поступальним. Він може надаватися як інструменту (токарні, свердлильні верстати), так і заготовці (фрезерні, довбальні, стругальні, плоскошліфувальні верстати). В деяких випадках рух подачі може надаватися одночасно як інструменту, так і заготовці. Наприклад, при круглому шліфуванні валів рухами подачі є поздовжнє пересування шліфувального круга (інструмента) і обертання заготовки. Останній рух називається коловою подачею.

У верстатах з обертальним головним рухом, рух подачі неперервний, отже і процес різання також неперервний. У верстатах із зворотнопоступальним головним рухом, де робочий рух чергується з холостим, рух подачі здійснюється перед початком кожного робочого ходу і, таким чином, процес різання є переривчастим. В металообробці швидкість головного руху позначають – V , величину подачі – S .

Рухи, які забезпечують таке положення інструмента відносно заготовки, при якому з неї зрізається певний шар матеріалу, називають установчими. Допоміжні рухи робочих органів верстатів не мають прямого відношення до процесу різання і потрібні, головним чином, для підвищення продуктивності верстатів. Це такі рухи, як транспортування заготовки, закріплення її на верстаті, швидкі переміщення робочих органів тощо.

Взаємопов'язаними рухами називаються рухи, які забезпечують певний взаємний зв'язок між заготовкою та інструментом при деяких видах робіт.

Наприклад, при точінні чи фрезеруванні різьби за кожний оберт заготовки інструмент повинен пересунутись вздовж заготовки на крок різьби; при фрезеруванні зубчастих коліс черв'ячними фрезами повинен забезпечуватись рух обкатки, тобто, за один оберт фрези заготовка повинна повернутись на число зубів, рівне числу заходів фрези.

2.3 Схеми обробки

Для будь-якого процесу різання можна скласти схему обробки, на якій умовно показують оброблювану заготовку, її установлення і закріплення на

верстаті, положення інструмента відносно заготовки, а також рухи різання (рис. 2.1). Інструмент показують у положенні, що відповідає закінченню обробки поверхні заготовки. Оброблену поверхню виділяють іншим кольором або потовщеними лініями. На схемах обробки показують характер рухів різання та їх технологічне призначення, використовуючи умовні позначення: поздовжню подачу S_{noz} , поперечну – S_{non} , колову – $S_{кол}$, вертикальну – S_v тощо.

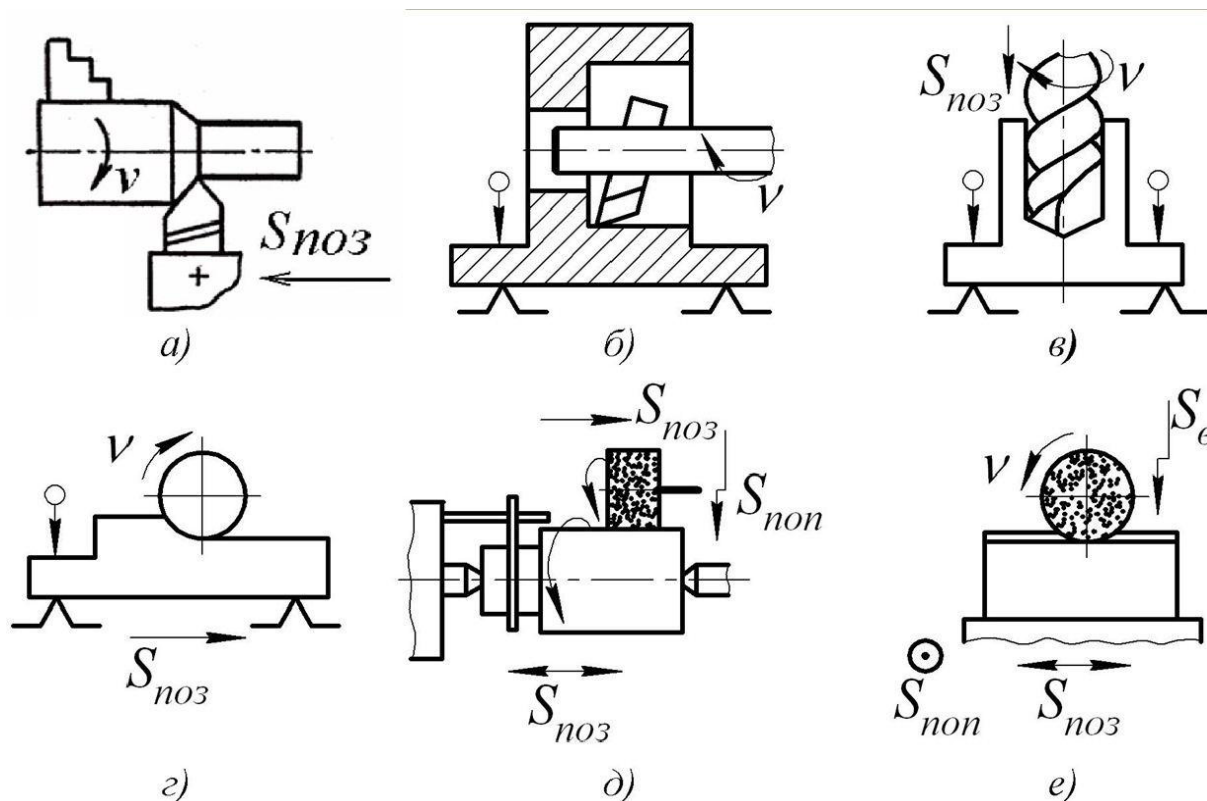


Рисунок 2.1 – Схеми обробки заготовок: *а* – точінням; *б* – розточуванням; *в* – свердлінням; *г* – фрезеруванням; *д* – шліфуванням на круглошліфувальному верстаті; *е* – шліфуванням на плоскошліфувальному верстаті

В процесі різання розрізняють *оброблювану поверхню*, *оброблену* і *поверхню різання*.

Режими різання.

Основними елементами режиму різання є *швидкість різання*, *подача* і *глибина різання*.

Швидкістю різання V називають відстань, яку проходить точка різальної кромки інструмента відносно заготовки за одиницю часу. Швидкість різання має розмірність м/хв або м/с .

Якщо головний рух обертальний, то швидкість різання, м/хв :

$$V = \pi \cdot D \cdot n / 1000,$$

де D – діаметр органу, який здійснює головний рух, мм;

n – частота обертання цього органу за хвилину.

Якщо головний рух зворотно-поступальний, а швидкості робочого і холостого ходів різні, то швидкість різання, м/хв :

$$V = L \cdot m \cdot (k+1) / 1000,$$

де L – довжина ходу інструмента чи заготовки (при поздовжньому струганні), мм;

m – число подвійних ходів інструмента чи заготовки за хвилину;

k – коефіцієнт, який показує відношення швидкостей робочого і холостого ходів.

Якщо ці швидкості однакові, то остання формула матиме вигляд:

$$V = 2 \cdot L \cdot m / 1000.$$

Подачею S називають шлях точки різальної кромки інструменту відносно заготовки в напрямі руху подачі за один оберт чи за один хід заготовки або інструмента. Подача в залежності від технологічного способу обробки має розмірність: мм/об – для точіння і свердління; мм/подв.хід – для довбання, стругання та шліфування; мм/зуб – для фрезерування.

Глибиною різання t називають відстань між оброблюваною і обробленою поверхнями заготовки, виміряну перпендикулярно до останньої, тобто товщину матеріалу, що знімається за один прохід. Глибина різання має розмірність – мм.

При точінні

$$t = (D_{\text{заг}} - d) / 2,$$

де $D_{\text{заг}}$ – діаметр заготовки, мм;

d – діаметр обробленої деталі, мм.

При свердлінні

$$t = D_{\text{св}} / 2,$$

де $D_{св}$ – діаметр свердла, мм.

При розточуванні або розсвердлюванні:

$$t = (D_1 - D_0) / 2,$$

де D_1 – діаметр обробленого отвору, мм;

D_0 – діаметр початкового отвору, мм.

2.4 Кінематика верстатів

Приводом верстата називають сукупність механізмів, які передають рух від джерела руху (електродвигуна) до робочих органів верстата з закріпленими в них інструментами та заготовками. В залежності від виду руху розрізняють приводи головного руху, подачі та допоміжних рухів.

Рухи робочих органів верстатів здійснюються за допомогою різноманітних передач, які встановлюються між джерелом руху і робочим органом. *Передачею* називають механізм, що передає рух від одного елемента до другого (з валу на вал), або перетворює один рух в інший (наприклад, обертальний в поступальний). В передачі елемент, від якого передається рух, називають *ведучим*, а елемент, що приймає рух, – *веденим*. Кожна передача характеризується *передаточним відношенням*, яке показує, у скільки разів частота обертання ведучого елемента 1 відрізняється від частоти обертання веденого елемента 2 :

$$i_{12} = n_{вч} / n_{вн} = n_1 / n_2,$$

де i_{12} – передаточне відношення від елемента 1 до елемента 2 ;

$n_{вн} (n_2)$ – частота обертання веденого вала, об/хв;

$n_{вч} (n_1)$ – частота обертання ведучого вала, об/хв.

На рис. 2.2 наведені схеми деяких передач, що застосовуються в приводах металорізальних верстатів.

Пасова передача (рис. 2.2а) здійснюється плоскими, клиновими або круглими пасами за допомогою шківів, закріплених на ведучому та веденому валах.

Передаточне відношення передачі:

$$i = d_2 \cdot \eta / d_1,$$

де d_1 і d_2 – діаметри ведучого і веденого шківів, мм;

η – коефіцієнт, який враховує проковзування паси відносно поверхонь шківів ($\eta = 0,96-0,97$).

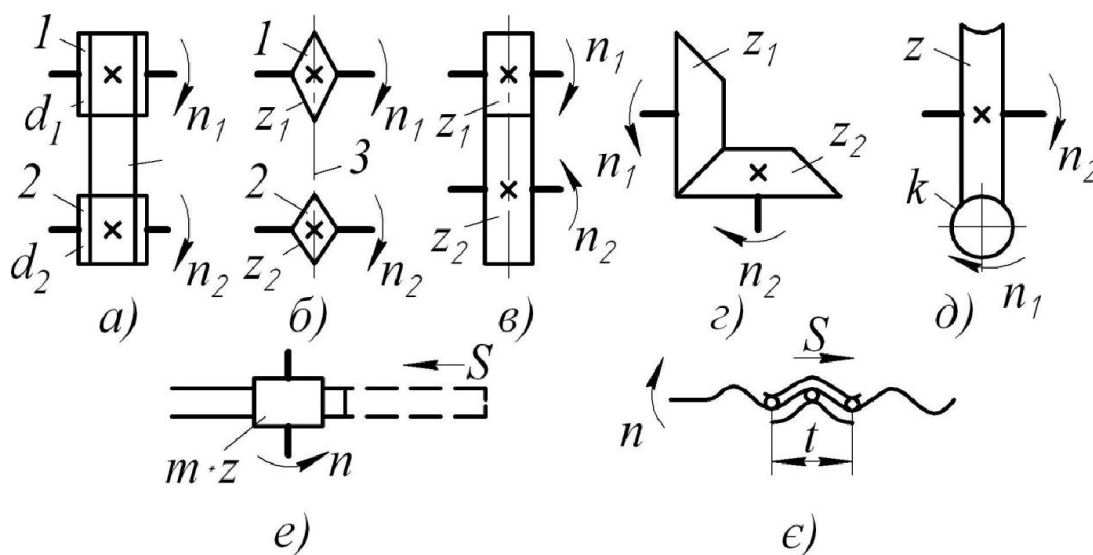


Рисунок 2.2 – Передачі в металорізальних верстатах

Ланцюгова передача (рис. 2.2б) здійснюється роликівим або безшумним ланцюгом, що з'єднує зірочки, закріплені на ведучому та веденому валах.

Передаточне відношення ланцюгової передачі:

$$i = z_2 / z_1,$$

де z_1 і z_2 – числа зубів ведучої та веденої зірочок.

Зубчаста передача складається з циліндричних (рис. 2.2в), або конічних коліс (рис. 2.2г).

Передаточне відношення зубчастої передачі:

$$i = z_2 / z_1,$$

де z_1 і z_2 – числа зубів ведучого і веденого зубчастих коліс.

Черв'ячна передача (рис. 2.2д) складається з черв'яка (гвинта) та черв'ячного зубчастого колеса і призначена для суттєвого зниження частоти обертання веденого вала, коли ведучим є черв'як. Якщо різьба черв'яка має k заходів, а число

зубів черв'ячного колеса дорівнює z то передаточне відношення черв'ячної передачі:

$$i = z / k.$$

Рейкова передача (рис. 2.2е) перетворює обертальний рух рейкового зубчастого колеса в поступальний рух зубчастої рейки. Якщо рейкове колесо має z зубів, а модуль його та рейки m мм, то за один оберт рейкового колеса рейка переміститься на величину:

$$S = \pi \cdot m \cdot z, \text{ мм.}$$

Гвинтова передача (рис 2.2є) складається з гвинта та гайки і призначена для перетворення обертального руху гвинта в поступальний рух гайки. Якщо крок різьби гвинта дорівнює t мм, а число заходів різьби дорівнює k то за один оберт ходового гвинта гайка переміститься на величину:

$$S = t \cdot k, \text{ мм.}$$

В приводах головного руху та руху подач крім розглянутих передач є ще механізми, за допомогою яких можна змінювати напрям і швидкість руху.

Зміна напрямку руху (реверсування) забезпечується включенням в ланку передачі руху між двома паралельними валами I і II (рис. 2.3а) «паразитного» колеса z_o . При передачі обертального руху між двома взаємно перпендикулярними валами застосовують реверсивні механізми з конічними зубчастими колесами (рис. 2.3б). В обох випадках реверсування вала II досягається переключенням двосторонньої муфти M .

Регулювання швидкості головного руху і руху подач в металорізальних верстатах може бути безступінчастим і ступінчастим. Системи безступінчастого регулювання дають можливість отримувати частоту обертання шпинделя і величину подачі точно із розрахованим режимом різання і забезпечити, таким чином, оптимальну продуктивність процесу механічної обробки матеріалів. В металорізальних верстатах для безступінчастого регулювання швидкості використовуються системи: електромашинного підсилення; системи генератор-двигун; гідравлічні двигуни; механічні пристрої, наприклад, варіатори.

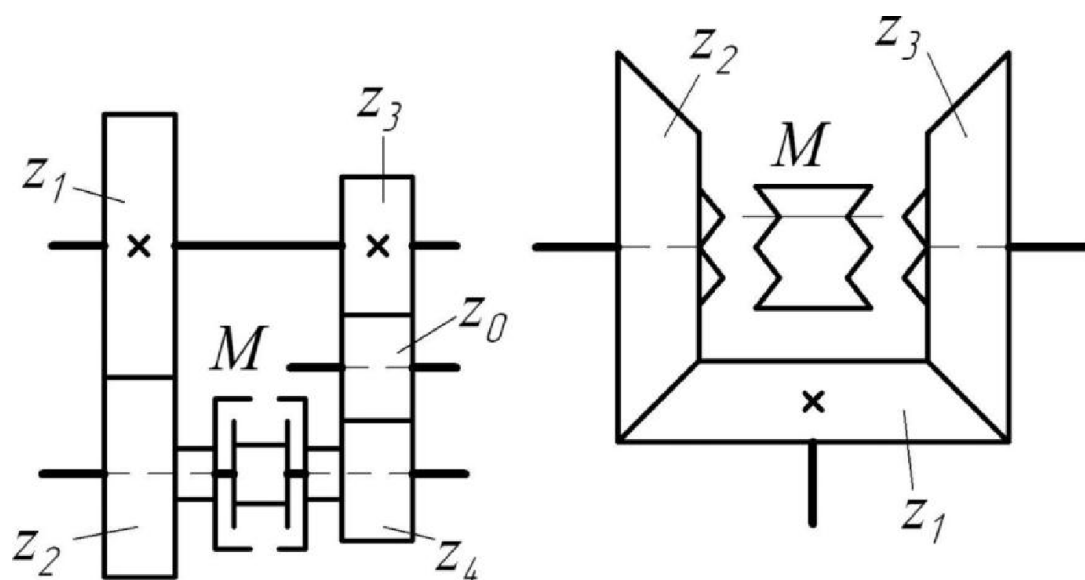


Рисунок 2.3 – Реверсивні механізми металорізальних верстатів

Для ступінчастого регулювання швидкості в металорізальних верстатах використовують дво-, три- і чотиришвидкісні асинхронні електродвигуни та різні механізми на основі зубчастих передач. До них відносяться *гітари*, *коробки швидкостей* в приводах головного руху та *коробки подач* в приводах подач.

Гітарами називаються пристрої в приводах металорізальних верстатів, за допомогою яких передача руху з вала I на вал II (рис. 2.4) здійснюється змінними зубчастими колесами. Виводячи вали I і II за межі станини верстата в зручному для обслуговування місці та підбираючи відповідним чином числа зубів змінних коліс, можна між цими валами забезпечувати практично будь-яке передаточне відношення.

За конструкцією гітари бувають однопарними з двома змінними зубчастими колесами *A* і *B* (рис. 2.4в) і двопарними (рис. 2.4а) з чотирма змінними колесами *a*, *b*, *c*, *d*.

В однопарних гітарах кількість можливих швидкостей дорівнює кількості змінних коліс. Передаточне відношення *i* від колеса *B* до колеса *A* визначається числами зубів *A* і *B*: $i = A/B$. Однопарні гітари встановлюють у приводах головного руху і, зазвичай, вони забезпечують 2-12 швидкостей.

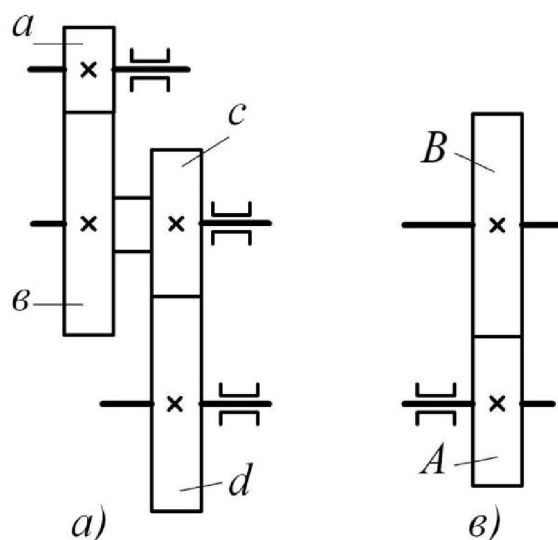


Рисунок 2.4 – Схеми гітар

Передаточне відношення двопарної гітари, для кожного настроювання привода з такою гітарою, визначається співвідношенням чисел зубів змінних коліс:

$$i = b \cdot d / (a \cdot c).$$

До верстатів з двопарною гітарою додаються набори змінних коліс.

Набори бувають "п'яткові", парні та універсальні. В „п'ятковому” наборі числа зубів змінних коліс від 20 до 100 змінюються через 5, в парному наборі – через 4 зуби. Універсальний набір є найповнішим і використовується для відповідальних ділильних ланцюгів.

Двопарні гітари можуть давати необмежену кількість швидкостей і їх встановлюють у приводах взаємопов'язаних рухів (різбонарізання, обкатки тощо) і в приводах подач.

Гітари як механізми настроювання верстатів на певний режим роботи застосовують у спеціальних і спеціалізованих верстатах, де зміна режиму роботи відбувається не часто, бо на заміну зубчастих коліс потрібно витратити певний час. В універсальних же верстатах, при роботі на яких, зміни режимів різання відбуваються досить часто, використовують інші механізми регулювання швидкостей, зокрема коробки швидкостей і коробки подач.

Шестеренчасті коробки швидкостей знайшли широке розповсюдження в металорізальних верстатах завдяки своїй компактності, меншій вартості, зручності передачі обертового руху робочим органам верстатів.

Зміна швидкості обертання веденого вала шестеренних коробок досягається за рахунок включення у роботу певної комбінації зубчастих коліс.

В табл. 2.1 наведені умовні позначення основних передач і механізмів металорізальних верстатів.

В коробках швидкостей використовують різні способи передачі руху з ведучого вала I на ведений вал II. Наприклад, *пересувними блоками шестерень* (рис. 2.5а). Потрійний блок шестерень забезпечує три передачі з передаточними відношеннями z_2/z_1 ; z_4/z_3 ; z_6/z_5 .

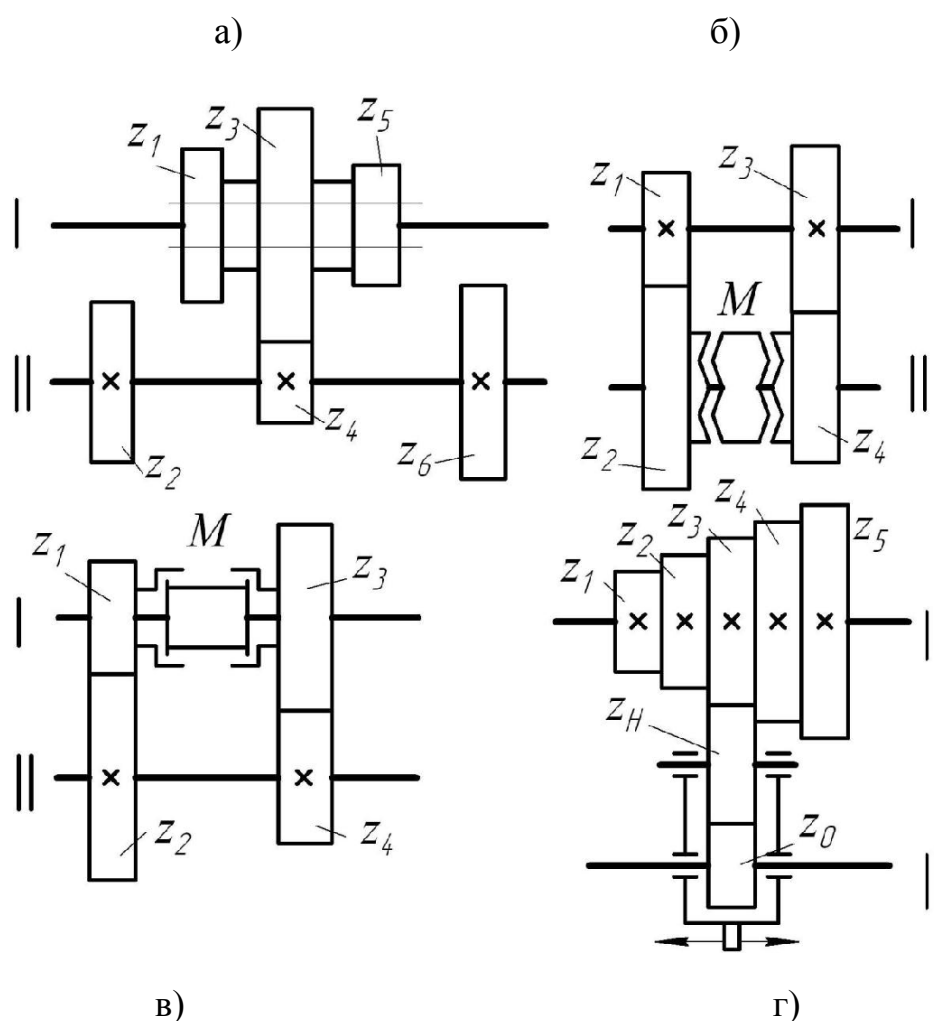


Рисунок 2.5 – Схеми передач руху в коробках швидкостей

Таблиця 2.1 – Умовні позначення основних передач і механізмів

Назва елемента	Позначення	Назва елемента	Позначення
Електродвигуни		Пасові передачі: <i>a</i> - плоским пасом; <i>б</i> - клиновими па- сами	<i>a)</i> <i>б)</i>
Вал, вісь, стрижень		Ланцюгові пере- дачі:	<i>a)</i>
Радіальні підшип- ники на валу: <i>a</i> – без уточнення типу; <i>б</i> – кочення; <i>в</i> – ковзання	<i>a)</i> <i>б)</i> <i>в)</i>	<i>a</i> – роликівим ла- нцюгом; <i>б</i> - зубчастим (безшумним) ла- нцюгом	<i>б)</i>
Кінці шпинделів для робіт: <i>a</i> – центрових; <i>б</i> - патроний; <i>в</i> - свердлильних; <i>г</i> - фрезерних; <i>д</i> - шліфувальних	<i>a)</i> <i>б)</i> <i>в)</i> <i>г)</i> <i>д)</i>	Гвинтова переда- ча: <i>a</i> - з нерознімною гайкою; <i>б</i> - з рознімною гайкою	<i>a)</i> <i>б)</i>
З'єднання деталі з валом: <i>a</i> - нерухоме; <i>б</i> - вільне; <i>в</i> - рухоме вздовж осі з прямоною шпонкою; <i>г</i> - рухоме вздовж осі, шліцьове; <i>д</i> - нерухоме з'єд- нання двох дета- лей на втулці	<i>a)</i> <i>б)</i> <i>в)</i> <i>г)</i> <i>д)</i>	Кулачкові муфти зчеплення: <i>a</i> – односторон- ня; <i>б</i> - двостороння	<i>a)</i> <i>б)</i>
		Фрикційні муфти зчеплення: <i>a</i> - дискова одно- стороння; <i>б</i> - електромаг- нітна односторон- ня	<i>a)</i> <i>б)</i>
Зубчасті зачеплен- ня: <i>a</i> - циліндричні з прямими, косими; <i>б</i> - конічне; <i>в</i> - гвинтове; <i>г</i> - черв'ячне (у двохпроекціях); <i>д</i> - рейкове	<i>a)</i> <i>б)</i> <i>в)</i> <i>г)</i> <i>д)</i>	Обгінна муфта	
		З'єднання двох співвісних валів: <i>a</i> - жорстке; <i>б</i> - еластичне; <i>в</i> - телескопічне	<i>a)</i> <i>б)</i> <i>в)</i>

Переключаючи муфти М, надаємо обертання валу II через колеса z_1 / z_2 чи z_3 / z_4 (рис. 2.5б, рис. 2.5в); *накидними шестернями* (рис. 2.5г). Зубчасті колеса z_1, z_2, z_3, z_4, z_5 нерухомо закріплені на валу I. Рух на вал II передається зубчастим колесом, що вільно сидить на проміжному валу, і колесом z_0 , яке пересувається на валу II на напрямній шпонці. Механізм забезпечує п'ять передач з передаточними відношеннями $z_1 / z_0, z_2 / z_0, z_3 / z_0, z_4 / z_0, z_5 / z_0$. Вал II, таким чином, має п'ять значень частоти обертання.

Отже, в приводах металорізальних верстатів є передачі з постійним передаточним відношенням та механізми (гітари, коробки швидкостей), передаточні відношення в яких можна змінювати і, таким чином, регулювати швидкості руху робочих органів верстатів.

Контрольні питання.

1. Як класифікуються рухи в металорізальних верстатах?
2. Що називається схемою обробки?
3. Що відноситься до основних параметрів режиму різання?
4. Які бувають види стружки?
5. Якими явищами супроводжується процес різання?
6. Навести умовні позначення основних передач і механізмів металорізальних верстатів.
7. Які бувають режими різання для різних видів обробки?
8. Як позначають металорізальні верстати?
9. За якими ознаками класифікують металорізальні верстати?
10. Що називається кінематичною парою, кінематичним ланцюгом, кінематичною схемою?
11. Які існують механізми для регулювання швидкостей робочих органів верстатів?

3 ТЕМА 3. КОМПОНУВАННЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

3.1 Загальні принципи

Для верстата характерним є не тільки конструкція вузлів, але і спосіб їх об'єднання в єдине ціле.

Окремі вузли верстата повинні бути ув'язані так, щоб він найкращим чином задовольняв наступним вимогам: висока точність; висока продуктивність; ергономічність.

Класифікація металорізальних верстатів по масі:

- а) легкі (< 1 т);
- б) середні (1-10 т);
- в) важкі (> 10 т);
- г) унікальні (> 100 т).

Класифікація металорізальних верстатів за ступенем спеціалізації:

- а) універсальні. Використовуються для виготовлення широкої номенклатури деталей малими партіями в одиничному і серійному виробництві. Також використовують при ремонтних роботах;
- б) спеціалізовані. Використовуються для виготовлення великих партій деталей одного типу в серійному і великосерійному виробництві;
- в) спеціальні. Для виготовлення однієї деталі або деталі одного типорозміру. Використовуються у великосерійному і масовому виробництві.

Основними умовами, що визначають компоновання верстата, є:

- а) призначення верстату; габарити і вага заготовок; величини припуску на обробку;
- б) метод обробки;
- в) точність, продуктивність і економічність верстату.

У загальному випадку під компонованням розуміють сукупність виконавчих ланок і деталей несучої системи, яка характеризує їх.

3.2 Основні вузли верстатів

Станина – жорстка основа, яка несе окремі вузли і частини верстата, що забезпечує точність їх взаємного розташування і переміщення.

Бабка – частина верстата, що є опорою головного шпинделя або пристрою, що підтримує вільний кінець оброблюваної деталі.

Шпиндель – жорсткий вал, пов'язаний з приводом, служить для закріплення оброблюваної деталі або інструмента.

Супорт – вузол токарного верстата, несе ріжучий інструмент і забезпечує йому поступальний рух. Він складається з декількох елементів (каретка, різцеві санчата, поворотний різцетримач).

Гітара – вузол верстата, що має поворотну частину з проміжною віссю, служить для установки і закріплення змінних зубчастих коліс при зміні режимів обробки.

Люнет – вузол верстата, призначений для підтримки оброблюваної деталі (або оправки з інструментом) та для запобігання їх прогину при обробці.

Револьверна головка – вузол верстата, несе кілька інструментів, що дозволяє встановлювати їх в робоче положення шляхом повороту головки.

Стійка, колона – вертикальна частина станини, що служить для установки додаткових вузлів верстату.

Консоль – пересувна частина верстату, що закріплюється на станині, стійці або колоні.

Стіл – вузол верстата для закріплення заготовки і забезпечення їй поступальних переміщень.

Під компонуванням розуміють сукупність основних вузлів верстату та деталей несучої системи, яка характеризується їх числом, типом, просторовим розташуванням і пропорціями.

Окремі вузли повинні бути ув'язані і скомпоновані так, щоб верстат найбільшою мірою відповідав вимогам високої точності, продуктивності та економічності.

Розташування основних вузлів верстата має не тільки сприяти отриманню заданих технічних характеристик, а й бути зручним для управління, обслуговування та спостереження за процесом обробки.

Цільові вузли верстатів.

Металорізальні верстати відрізняються великою різноманітністю конструктивних форм і розмірів. Однак можна виділити типові компоновання верстатів, так як вони складаються з цільових вузлів і механізмів, характерних для всіх типів верстатів.

Цільові вузли верстата, які найбільшою мірою визначають його компоновку, можна розділити на три основні групи.

1. Корпусні вузли – станини, стійки, траверси, колони. Вони створюють основу верстата і визначають взаємне розташування його ключових вузлів.

2. Вузол деталі (виробу). Стіл, якщо деталь нерухома або рухається поступально; шпиндельная бабка, якщо деталь обертається. Вузол деталі визначає положення і характер руху деталі.

3. Вузол інструменту (супорт, револьверна головка, повзун, бабка інструментального шпинделя), який визначає розташування і характер руху інструменту по відношенню до оброблюваної деталі. У верстаті може бути кілька вузлів інструменту.

Компоновання верстату головним чином визначається взаємним положенням і характером переміщення вузла деталі та вузла інструменту. Інші вузли (механізми холостих ходів, допоміжних рухів, швидких переміщень тощо) істотного впливу на компоновку верстата не роблять.

3.3 Компоновання багатопозиційних верстатів

Багатопозиційною називається послідовна або паралельна обробка заготовок на одному верстаті. Багатопозиційні верстати мають поворотний стіл або поворотний шпиндельний блок, навколо яких розташовані інші вузли.

Залежно від положення в просторі осі повороту розрізняють вертикальну або горизонтальну компоновку багатопозиційних верстатів. Розташування заготовки, її рух або нерухомість при обробці визначають компоновку і розташування вузлів інструменту.

Вертикальна компоновка характерна для вертикальних токарних і свердлильно-розточувальних напівавтоматів, призначених для послідовної або паралельної обробки.

Для великої групи багатошпиндельних токарних автоматів і напівавтоматів характерно горизонтальне розташування осі повороту шпиндельного блоку.

Обробка нерухомих деталей на поворотному столі з вертикальною віссю при радіальному або вертикальному розташуванні вузлів інструменту характерна для агрегатних свердлильно-розточувальних верстатів.

Фрезерні верстати безперервної дії карусельного або барабанного типу мають відповідно вертикальну або горизонтальну вісь повороту столу.

На рис. 3.1 показані найбільш поширені типи металорізальних верстатів: токарні, свердлильні, фрезерні, стругальні, протяжні, шліфувальні.

Найбільш яскравими представниками металорізальних верстатів є пристрої з числовим програмним керуванням (ЧПК), роботою яких керує спеціальна комп'ютерна програма. Цією програмою, яку в пам'ять верстата вводять його оператор, визначаються практично всі параметри роботи агрегату: частота обертання шпинделя, швидкість обробки тощо.

Всі види металообробних верстатів, оснащені системою ЧПК, містять у своїй конструкції типові елементи.

Пульт (або консоль) оператора, за допомогою якого в пам'ять верстата водиться комп'ютерна програма, що керує його роботою. Крім того, за допомогою такого пульта можна виконувати і ручне управління всіма параметрами роботи агрегату.

Контролер – важливий елемент системи ЧПК, за допомогою якого не тільки формуються керуючі команди, що передаються на робочі елементи обладнання, і контролюється правильність їх виконання, але також проводяться всі необхідні

розрахунки. Залежно від ступеня складності моделі агрегату, в якості контролера для його оснащення, може бути використаний як потужний компресор, так і звичайний мікропроцесор.

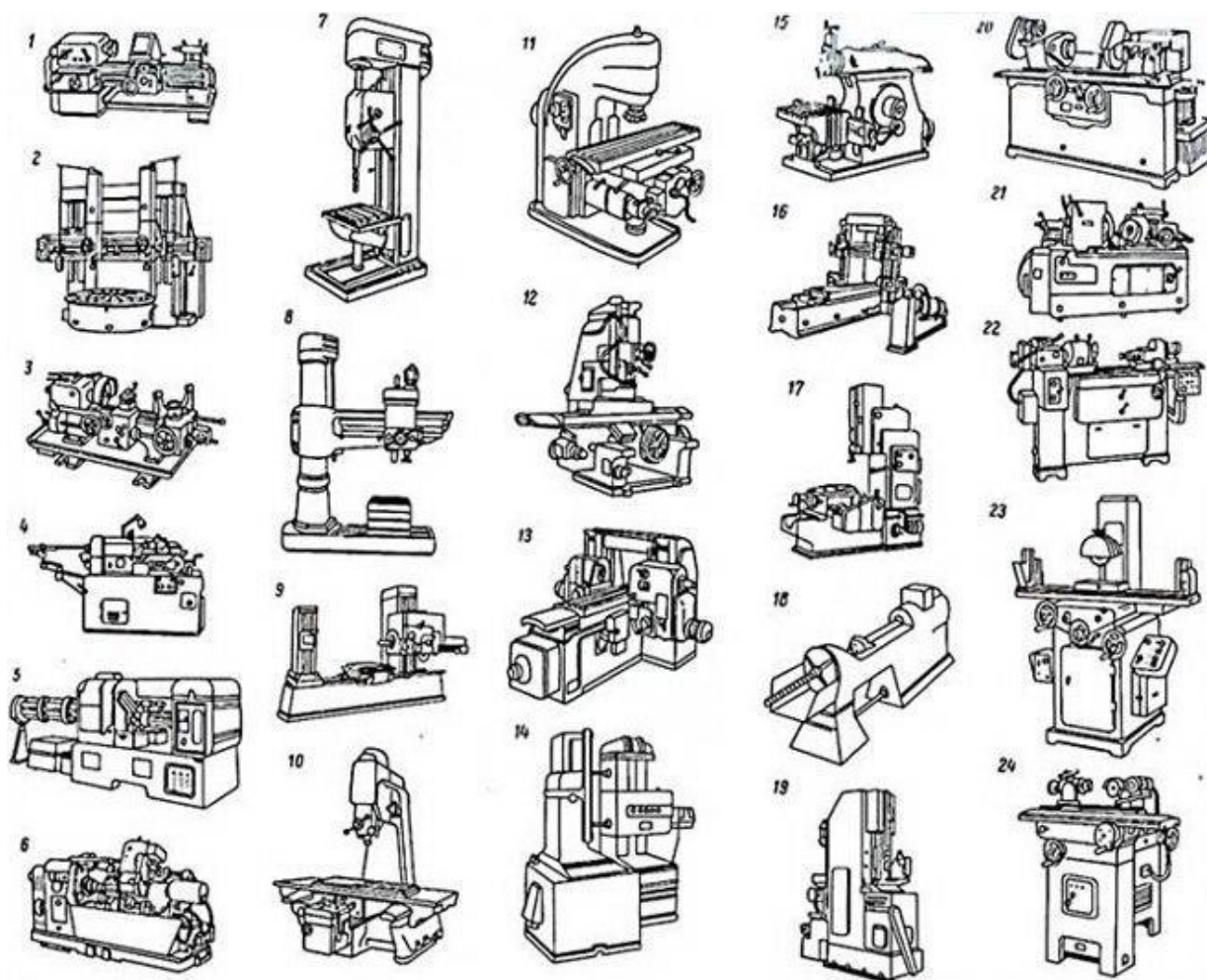


Рисунок 3.1 – Найбільш поширені типи металорізальних верстатів:

1-6 – токарні; 7-10 – свердлильні; 11-14 – фрезерні;

15-17 – стругальні; 18-19 – протяжні; 20-24 – шліфувальні

Екран або дисплей, які виступають в ролі керуючої та контрольної панелі для оператора. Такий елемент дозволяє в режимі реального часу спостерігати за роботою металорізального верстата, контролювати процес обробки, і, при необхідності, оперативно змінювати параметри та настройки.

На рис. 3.2 наведені позначення осей координат і напрямків руху робочих органів в верстатах з ЧПК.

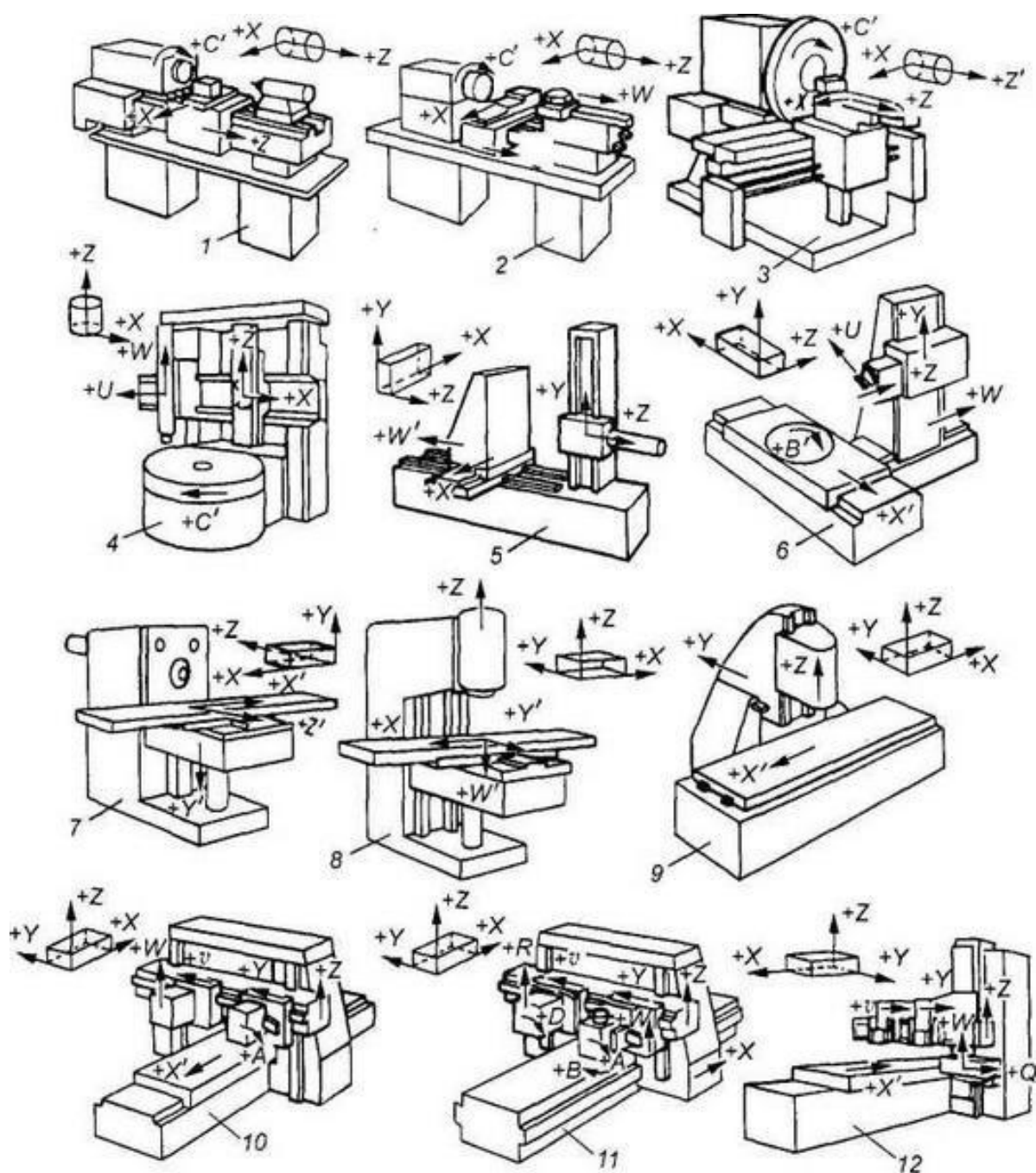


Рисунок 3.2 – Позначення осей координат і напрямків руху робочих органів в верстатах з ЧПК: 1 – токарно-гвинторізний; 2 – токарно-револьверний; 3 – лоботокарний; 4 – токарно-карусельний; 5, 6 – горизонтально-розточувальні; 7 – консольно-фрезерний горизонтальний; 8 – консольно-фрезерний вертикальний; 9 – поздовжньо-фрезерний вертикальний; 10 – поздовжньо-фрезерний двостійковий; 11 – поздовжньо-фрезерний з рухомим порталом; 12 – одностоечний поздовжньо-стругальний

Принцип роботи металообробних верстатів, оснащених системою ЧПК, нескладний. Попередньо пишеться програма, яка враховує всі вимоги до обробки конкретної заготовки, потім оператор вводить її в контролер верстата, використовуючи спеціальний програматор. Команди, закладені в таку програму, подаються на робочі елементи обладнання, а після їх виконання верстат автоматично відключається.

Використання металорізальних верстатів, оснащених ЧПК, дозволяє виконувати обробку з високою точністю і продуктивністю, що і є причиною їх активного використання для оснащення промислових підприємств, що випускають вироби великими серіями. Такі агрегати завдяки високому рівню своєї автоматизації відмінно вбудовуються в великі автоматичні лінії.

ПОЗНАЧЕННЯ ВЕРСТАТІВ З ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Для всіх верстатів з програмним керуванням в позначення (номер) верстата вводять букву Ф, яка позначає, що верстат оснащений системою програмного керування, а цифра поруч з нею – додаткова ознака. Позначення Ф1 застосовують для верстатів, обладнаних пристроями цифрової індикації та попереднього набору координат. Пристрій цифрової індикації має світлове табло, на якому цифрами вказують значення координати (довжину переміщення виконавчого органу верстата). У міру переміщення виконавчого органу відбувається зміна цифр на табло, і, таким чином, оператор або наладчик можуть перевірити у будь-який момент часу, яке переміщення виконано, на яку довжину.

Іноді система цифрової індикації повідомляє, на якому режимі (з якою подачею, частотою обертання шпинделя) працює в даний момент верстат, і видає іншу інформацію. Позначення Ф2 відноситься до верстатів, оснащених позиційними системами ЧПК (незалежно від того, рух по яким координатам забезпечує дана система управління). Позначення Ф3 застосовують для верстатів, оснащених контурними системами ЧПК, що забезпечують автоматичні переміщення виконавчого органу за двома або трьома координатами (наприклад, верстат 6Р13Ф3). Позначення Ф4 використовують для верстатів з контурними або

позиційними системами ЧПУ, які мають пристрої для автоматичної зміни ріжучих інструментів.

Конструкція верстатів.

Всі верстати, які належать до категорії металообробних, мають багато спільних рис у своїй конструкції.

По суті, пристрій і технічні характеристики таких агрегатів повинні забезпечувати правильність виконання технологічних рухів двох типів:

- а) рух подачі;
- б) рух, за допомогою якого здійснюється різання.

Для виконання цих рухів, а також для забезпечення стабільності функціонування всіх інших елементів обладнання для металообробки, його конструкція включає в себе наступні робочі органи:

- а) систему управління, що відповідає за запуск і зупинку верстата, здійснення контролю за всіма параметрами його роботи;
- б) вузол, за допомогою якого рух від електродвигуна перетворюється і передається виконавчому механізму;
- в) безпосередньо сам привід, який може бути електричним, механічним, пневматичним або гідравлічним.

Важливим елементом конструкції є також вузли металорізального обладнання, на яких встановлюється і закріплюється ріжучий інструмент. Саме за допомогою таких вузлів реалізується основна функція пристрою – обробка деталей.

Привід подачі.

Привід подачі, будучи однією з найважливіших підсистем верстата, повинен відповідати цілому комплексу вимог:

- а) забезпечення необхідних швидкостей переміщення робочого органу;
- б) забезпечення необхідного числа ступенів робочих подач. Для більшості типів універсальних верстатів з ручним керуванням подачі регулюються ступінчасто, у відповідності зі стандартними геометричними рядами (подібно відповідним

- приводам головного руху). У токарно-гвинторізних верстатах, враховуючи необхідність отримання стандартних кроків різьб, ряд подач – приблизно арифметичний. У верстатах з ЧПК застосовується плавне регулювання подачі;
- в) забезпечення необхідної тягової сили у приводі для переміщення робочого органу;
 - г) висока жорсткість приводу, що багато в чому визначає точність переміщення і встановлення робочого органу, його динамічну якість;
 - д) у багатьох випадках (наприклад, верстати з ЧПК) потрібно виключити зазори в механічних елементах приводу, особливо в тягових пристроях;
 - е) для забезпечення точних розрахункових переміщень у верстатах з ЧПК і зуборізних верстатах при складних рухах формоутворення потрібна висока кінематична точність приводу, що забезпечується точністю виготовлення та встановлення відповідних механічних елементів (зубчатих передач, валів тощо). У високоточних верстатах для компенсації кінематичних похибок застосовуються коригуючі пристрої;
 - ж) мінімальні постійні сили і моменти тертя в приводі;
 - з) висока надійність приводу;
 - и) простота виготовлення, складання і обслуговування приводу.

Конструкція приводу подачі істотним чином залежить від:

- а) виду реалізованого переміщення (лінійні та кругові приводи);
- б) способу перетворення енергії в силовій частині приводу (електромеханічні, гідромеханічні, гідравлічні, електромагнітні);
- в) характеру керування приводом (приводи з ручним і програмним керуванням);
- г) способу регулювання швидкості (ступеневе або плавне регулювання);
- д) величини переміщення (приводи макро- і мікропереміщень).

Контрольні питання.

1. Які найбільш поширені типи металорізальних верстатів?
2. Від чого залежить конструкція приводу?

4 ТЕМА 4. ВЕРСТАТИ ТОКАРНОЇ ГРУПИ

4.1 Токарні та токарно-гвинторізні верстати

Згідно з прийнятою системою класифікації металорізальних верстатів усі токарні верстати належать до першої групи і поділяються на 9 типів: 1 і 2 – відповідно одно- і багатошпиндельні автомати і напівавтомати; 3 – револьверні; 4 – свердлильно-відрізні; 5 – карусельні; 6 – токарні і лоботокарні (лобові); 7 – багаторізцеві; 8 – спеціалізовані; 9 – різні токарні. На верстатах цієї групи обробляють зовнішні та внутрішні поверхні тіл обертання: циліндричні, конічні, фасонні а також плоскі поверхні, перпендикулярні до осі обертання заготовки.

Токарні верстати, зазвичай, виготовляють високої і особливо високої точності і вони відрізняються від токарно-гвинторізних відсутністю ходового гвинта. На машинобудівних заводах, в ремонтних майстернях тощо, використовують, головним чином, токарно-гвинторізні верстати, на яких, крім вказаних вище робіт, можна ще нарізати різьби різцем на зовнішніх та внутрішніх поверхнях, а також спіральні канавки на торцевих поверхнях заготовок.

Токарно-гвинторізний верстат має такі основні вузли (рис. 4.1): станину 2, закріплену на тумбах 1 з електродвигуном головного привода і з баком для мастильно-охолоджуючої рідини і насосною станцією (12); передню бабку 6 з коробкою швидкостей, керування якою виведено на панель 5; задню бабку 11; поздовжній супорт 7 із закріпленими на ньому фартухом 10, верхнім супортом 9 і різцетримачем 8; коробку подач 3; гітару 4. Станина 2 має напрямні, по яких переміщуються супорт 7 і задня бабка 11.

Переміщення супорта може бути як поздовжнім, так і поперечним, і здійснюватись як через коробку подач, так і вручну маховиками, змонтованими на фартусі 10. Поздовжнє переміщення супорта може відбуватися або від ходового гвинта при нарізанні різьб, або від ходового вала при інших видах токарних робіт.

Переміщення задньої бабки по напрямних станини здійснюється вручну. В корпусі задньої бабки є шпиндель (піноль) з конічним отвором, в якому

встановлюється задній центр для підтримування довгих заготовок, наприклад, валів, або інструменти для обробки отворів у заготовці (свердла, зенкери, розгортки). Корпус задньої бабки можна зміщувати в поперечному напрямі на невелику величину, що необхідно для обточування довгих зовнішніх конічних поверхонь.

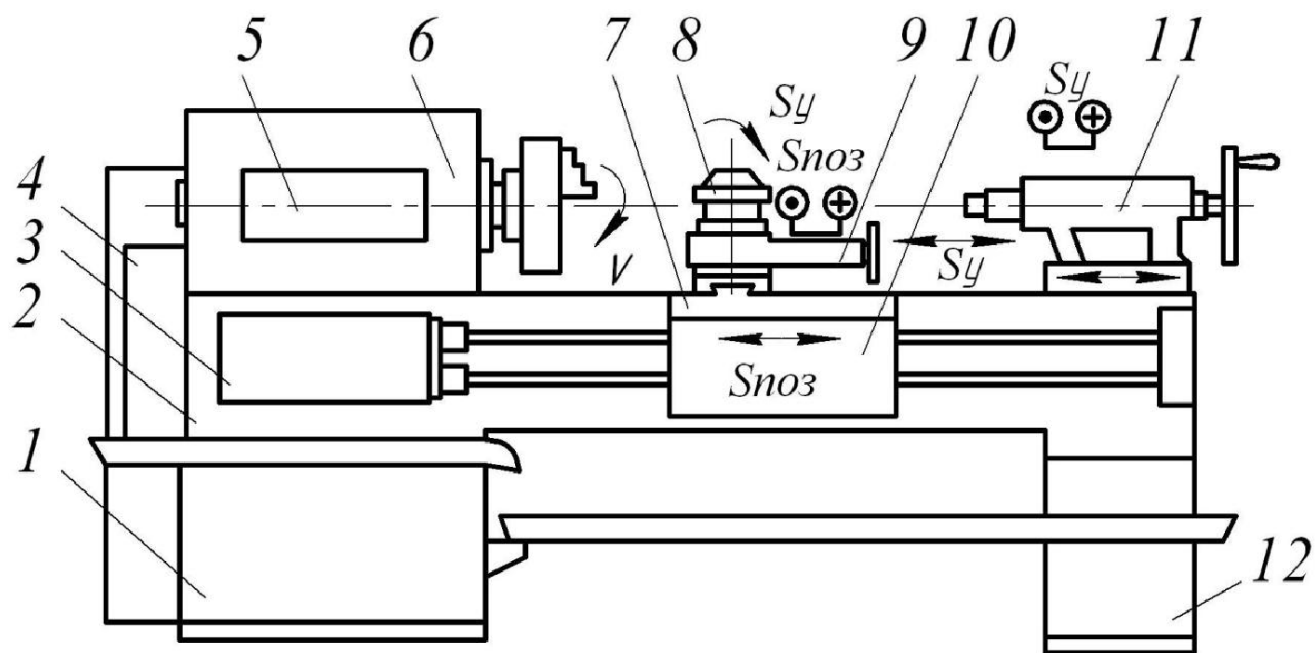


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата

Технологічний метод формоутворення поверхонь заготовок точінням характеризується двома рухами: обертальним рухом заготовки (швидкість різання V) і поступальним рухом інструмента (рух подачі S). Рух подачі здійснюється вздовж осі обертання заготовки (S_{noz}), перпендикулярно до осі обертання заготовки (S_{non}) чи під кутом до осі обертання заготовки S_n .

Схеми обробки заготовок на токарно-гвинторізному верстаті показані на рис. 4.2:

а) обточування зовнішніх циліндричних поверхонь прохідними різцями з поздовжньою подачею – рис. 4.2а. Східчасті вали обточують за схемами поступового зрізання припуску на кожній частині вала (рис. 4.2б) або зрізанням на кожній частині вала зразу всього припуску (рис. 4.2в);

- б) підрізання торців заготовки підрізними різцями з поперечною подачею різця (рис. 4.2г);
- в) обточування заокруглень між східцями валів (рис. 4.2д);
- г) проточування канавок прорізними різцями (рис. 4.2е);
- д) свердління, зенкерування, розвертання отворів відповідними інструментами, які закріплюють у пінолі задньої бабки, з поздовжньою подачею пінолі вручну (рис. 4.2є);
- ж) розточування наскрізних циліндричних отворів прохідними розточувальними різцями (рис. 4.2ж), а глухих або східчастих – упорними (рис. 4.2з);
- и) відрізання оброблених деталей відрізними різцями з прямою головною різальною кромкою (рис. 4.2и) або похилою різальною кромкою (рис. 4.2і).

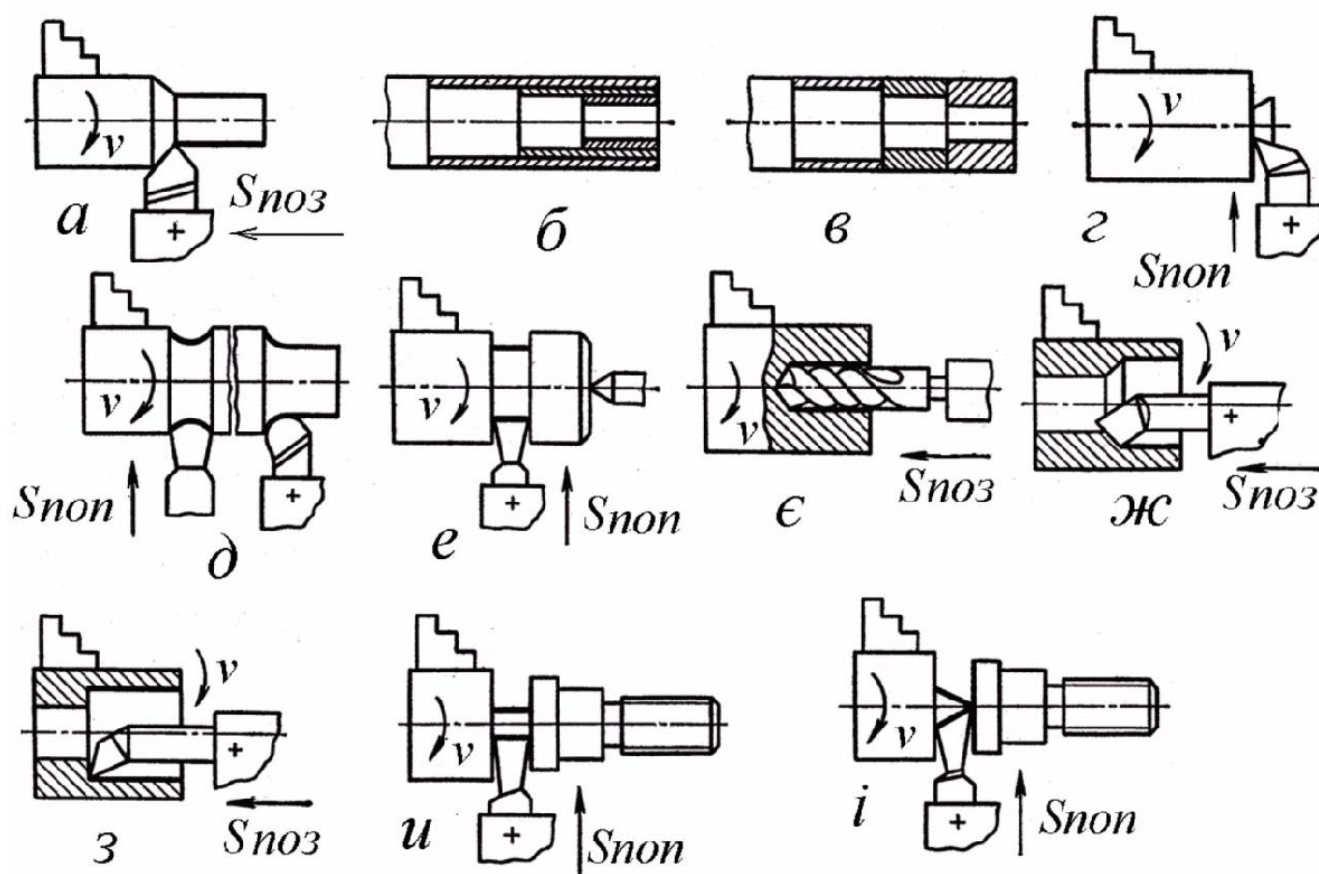


Рисунок 4.2 – Схеми обробки заготовок на токарно-гвинторізному верстаті

Обточування зовнішніх конічних поверхонь заготовок на токарних верстатах здійснюється одним з показаних способів (рис. 4.3).

1. Широкими токарними різцями з їх поперечною подачею (рис. 4.3а).
2. Поворотом каретки верхнього супорта на кут α , що дорівнює половині кута при вершині оброблюваного конуса (рис. 4.3б). Подачу S_H при цьому здійснюють вручну пересуванням каретки верхнього супорта.
3. Зміщенням корпусу задньої бабки на величину h в напрямі, перпендикулярному до лінії центрів верстата (рис. 4.3в).
4. За допомогою конусної лінійки 2, корпус якої 3 закріплюють на станині верстата. Конусна лінійка встановлюється під кутом α до лінії центрів верстата і по її напрямних переміщується повзун 1, з'єднаний з кареткою поперечного супорта 4 (рис. 4.3г).

Таким чином, верхній каретці одночасно надаватимуться два рухи: поздовжній, разом із супортом, і поперечний, що і забезпечить утворення конічної поверхні на заготовці.

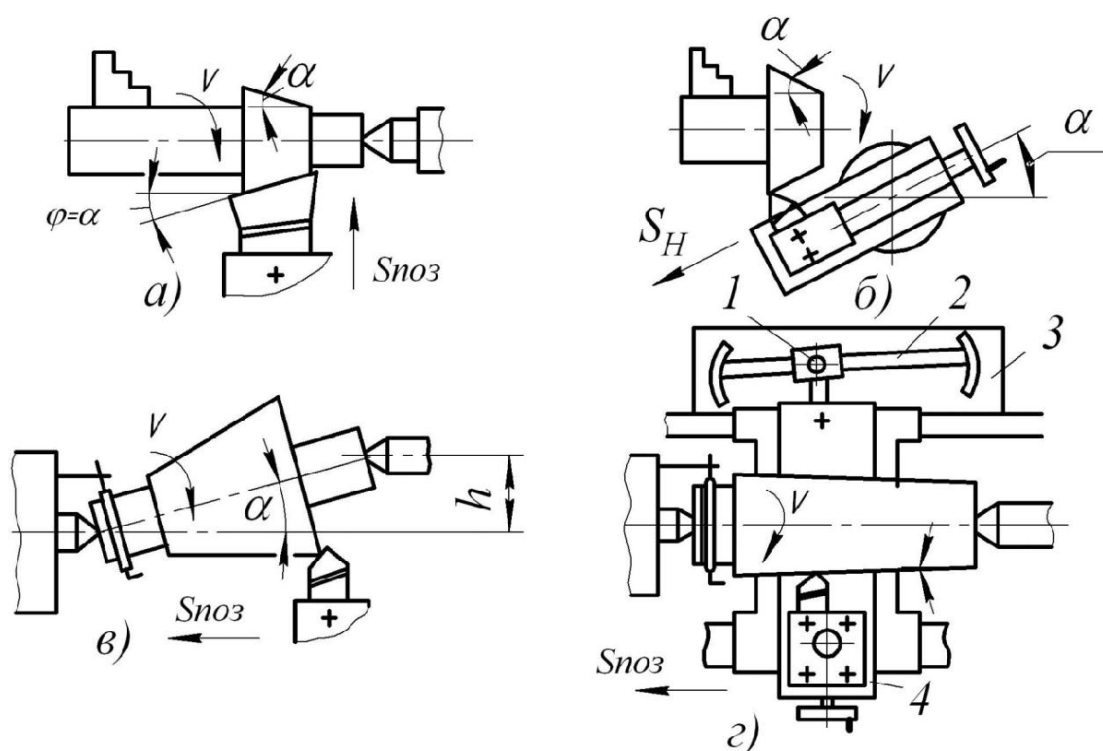


Рисунок 4.3 – Схеми обточування зовнішніх конічних поверхонь на токарних верстатах

Крім вказаних операцій, на токарно-гвинторізних верстатах обробляють фасонні поверхні фасонними різцями з їх поперечною подачею та прохідними

різцями із застосуванням фасонних копирів, які встановлюють аналогічно конусним лінійкам, а також нарізають різні типи різьб різцями з відповідним профілем їх різальних кромок.

4.2 Обробка заготовок на токарно-револьверних верстатах

Токарно-револьверні верстати призначені для обробки деталей порівняно складної форми, що потребує застосування значної кількості різноманітних інструментів. Вони мають спеціальний багатопозиційний пристрій для закріплення інструментів – револьверну головку. Вона монтується на поздовжньому супорті особливої конструкції. Розрізняють револьверні верстати з багатогранною револьверною головкою, що обертається навкруги вертикальної осі, та верстати з круглою головкою, яка має горизонтальну вісь обертання. Всі потрібні для обробки деталі інструменти встановлюються заздалегідь у певній послідовності в револьверній головці та в поперечних супортах (передньому і задньому) і під час обробки заготовки їх по черзі швидко вводять у роботу. Інструменти, що працюють з поздовжньою подачею (прохідні та розточувальні різці, свердла, зенкери, розвертки, мітчики, плашки тощо), закріплюють у револьверній головці, а інструменти, що потребують поперечної подачі (відрізні, підрізні, фасонні різці тощо), – в різцетримачах поперечних супортів. Револьверні верстати з круглою револьверною головкою, яка обертається навкруги горизонтальної осі, поперечних супортів не мають. Усі інструменти закріплюють у гніздах револьверної головки. Поперечна подача інструментів на таких верстатах замінюється їх коловою подачею – повільним обертанням револьверної головки навкруги горизонтальної осі.

На токарно-револьверних верстатах обточують зовнішні циліндричні поверхні, підрізають торці, свердлять, зенкерують, розгортають і розточують отвори, обточують фасонні поверхні, проточують канавки, нарізають зовнішні (плашками) та внутрішні (мітчиками) різьби.

На рис. 4.4 показана схема токарно-револьверного верстата з багатогранною головкою, а на рис. 4.5 показано налагодження токарно-револьверного верстату на виготовлення різьбової пробки. Обробку всіх поверхонь здійснюють за сім переходів, використовуючи в позиціях 3 і 4 паралельну роботу інструментів, що скорочує основний час обробки.

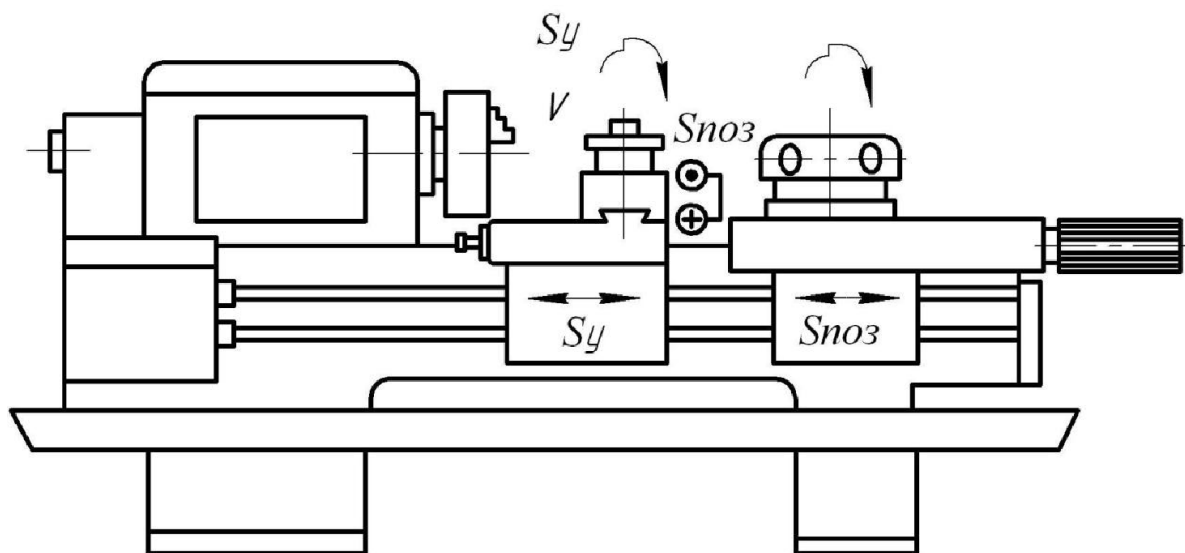


Рисунок 4.4 – Схема токарно-револьверного верстату

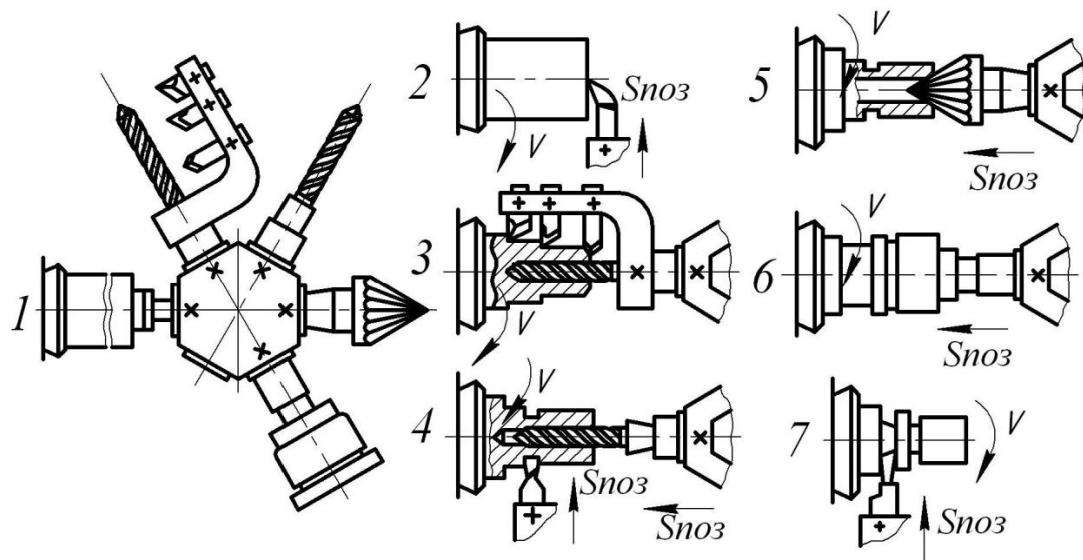


Рисунок 4.5 – Схеми обробки поверхонь заготовки на токарно-револьверному верстаті: 1 – подача прутка до упору; 2 – підрізання правого торця; 3 – обточування двох циліндричних поверхонь, знімання фаски і свердління отвору; 4

– зенкерування отвору і проточування кільцевої канавки; 5 – зенкування; 6 –
нарізання різьби плашкою; 7 – відрізка готової деталі

4.3 Обробка заготовок на токарно-карусельних верстатах

Токарно-карусельні верстати призначені для обробки важких (масою до 200 т) заготовок великого діаметра (до 25 м) і малої довжини (до 0,3...0,5 діаметру) (ротори водяних і газових турбін, зубчасті колеса, маховики, шківни тощо). Особливістю цих верстатів є наявність круглого горизонтального стола з вертикальною віссю обертання, що полегшує установалення і закріплення заготовок на верстаті. За конструкцією карусельні верстати бувають одно – і двостояковими з діаметрами стола від 0,5 до 21 м.

На рис. 4.6а показана схема двостоякового карусельного верстата, а на рис. 4.6б – схема обробки заготовки на такому верстаті.

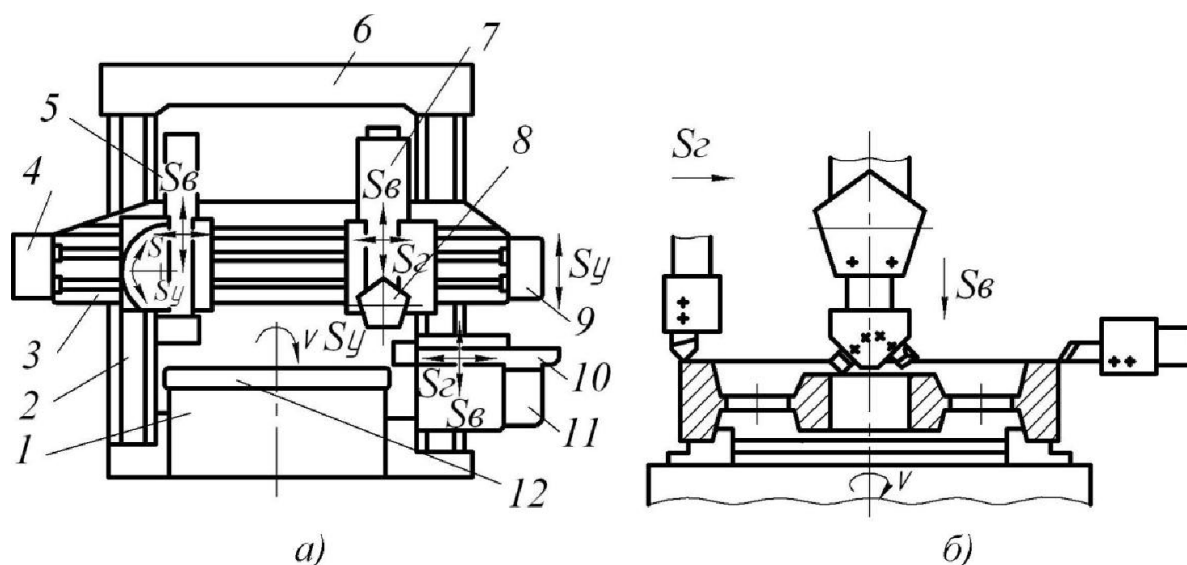


Рисунок 4.6 – Схеми токарно-карусельного верстата (а)
і обробки на ньому заготовки (б)

траверсі встановлені вертикальний супорт 5 з коробкою подач 4 і револьверний супорт 7 з револьверною головкою 8 і коробкою подач 9. На правому стояку встановлено боковий супорт 10 з коробкою подач 11.

Головним рухом у токарно-карусельних верстатів є обертання заготовки, яке здійснюється від приводу головного руху з коробкою швидкостей, змонтованих у станині верстата.

Різальні інструменти закріплюють у різцетримачах супортів і в гніздах револьверної головки. Кожен із супортів має горизонтальну та вертикальну подачі. Супорт 5, крім того, має ще поворотні полозки, повертаючи які на кут до $\pm 45^\circ$, можна надавати різцетримачу, встановленому на цих полозках, подачу під заданим кутом і обробляти конічні поверхні.

На токарно-карусельних верстатах можна здійснювати такі операції: обточувати зовнішні та розточувати внутрішні циліндричні і конічні поверхні, обточувати фасонні поверхні, свердлити, зенкерувати та розвертати отвори, обточувати плоскі торцеві поверхні, використовуючи при цьому багатоінструментну обробку.

На рис. 4.6б наведено схему обробки маховика великого діаметра кількома інструментами.

4.4 Токарні автомати і напіваавтомати

Особливості роботи і основні типи токарних автоматів і напіваавтоматів.

Автоматами називають верстати, на яких після налагодження обробка здійснюється автоматично. *Напіваавтоматами* називають верстати, в яких весь цикл обробки і зупинення верстату після її закінчення здійснюються автоматично, а зміна заготовок і пуск верстату – вручну. На токарних автоматах обробляють кріпильні деталі, валики, втулки, кільця в умовах масового і крупносерійного виробництва. На напіваавтоматах обробляють осі, фланці, зубчасті колеса та інші деталі в умовах серійного виробництва.

За видом заготовки розрізняють автомати пруткові і патронні для обробки штучних заготовок. За кількістю шпинделів є автомати і напівавтомати одношпиндельні і багатошпиндельні, а за їх розміщенням – горизонтальні і вертикальні. Одношпиндельні автомати за характером роботи поділяють на фасонно-відрізні, поздовжньо-фасонні і токарно-револьверні.

За принципом дії розрізняють багатошпиндельні автомати і напівавтомати паралельної і послідовної дії.

Одношпиндельні токарні автомати.

Фасонно-відрізні автомати призначені для обробки коротких деталей різцями, які встановлюють на кількох поперечних супортах. Схема роботи такого верстату показана на рис. 4.7а. У деяких моделях автоматів є поздовжній супорт для свердлильних і різьбонарізних робіт.

На *поздовжньо-фасонних автоматах* обробляють точні деталі типу валиків, довжина яких значно перевищує діаметр. Схема роботи такого автомата показана на рис. 4.7б. Шпиндельна бабка 1 разом з прутком 6, що проходить крізь шпиндель 2, який отримує обертання від шківа 3, можуть здійснювати поздовжній рух, під час якого прутки переміщуються всередині люнета 4, закріпленого в нерухомому стояку 8. Встановлені в супортах 5, 7 (яких може бути 4-6) різці можуть залишатися нерухомими або здійснюють радіальну подачу. Обробка різцями безпосередньо на виході прутка із люнетної втулки запобігає деформації деталей. Сукупність зупинок і подач супортів і прутка дає змогу обробляти деталі досить складної форми. На деяких верстатах за допомогою спеціальних пристроїв можливе свердління центральних отворів і нарізання в них різьби.

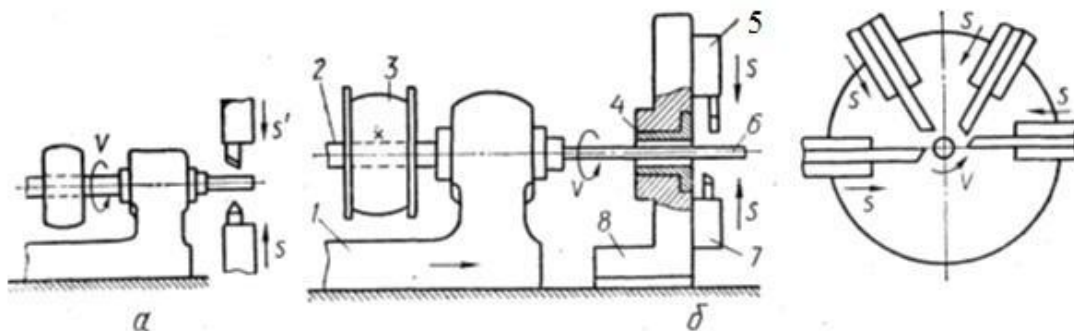


Рисунок 4.7 – Схеми обробки на одношпиндельних токарних автоматах

Широко поширені *токарно-револьверні автомати*, які, по суті, є автоматизованими токарно-револьверними верстатами і призначені для виготовлення порівняно складних за формою деталей з прутків діаметром 8-40 мм (кріпильні деталі, втулки, пальці, ролики тощо).

Як правило, ці автомати, крім револьверного супорта з револьверною головкою, що здійснює поздовжню подачу, мають два або, рідше, три поперечних супорти. В них закріплюють різці для прорізання канавок, відрізання, точіння фасонних поверхонь.

Керування рухом супортів, зміною позицій револьверної головки, механізмами подачі і закріплення прутка, обертанням шпинделя здійснюється за допомогою кулачків, встановлених на розподільному валу. Весь цикл обробки деталі виконується за один оберт розподільного валу.

Багатошпиндельні токарні автомати і напівавтомати.

Вони найчастіше мають 4-6 одночасно працюючих шпинделів із заготовками.

У верстатах паралельної дії на всіх шпинделях виконуються однакові операції. Вони являють собою кілька одношпиндельних фасонно-відрізних автоматів, які поєднані в один. Їх використовують для обробки деталей нескладної форми, яка потребує не більше 2-3 інструментів.

На верстатах послідовної дії кожний шпиндель разом з заготовкою при повороті шпиндельного блоку займає ряд позицій, на кожній з яких виконується певна частина технологічного процесу виготовлення деталі. Кожна заготовка послідовно проходить усі позиції і за один оберт шпиндельного блоку здійснюється повний цикл обробки деталі.

На рис. 4.8 показано принцип послідовної обробки деталі на такому верстаті. В шпиндельному блоці 1 змонтовані шпинделі 5 з заготовками 3. Проти кожного шпинделя встановлено поперечний супорт 2, а на гранях призматичного

поздовжнього супорта 4 закріплюються необхідні для обробки у кожній з позицій інструменти. При періодичному повороті блока кожний шпindelь послідовно займає позиції I-IV. В позиції I пруток подається до упора і закріплюється, а потім різцем, який закріплено в поперечному супорті, прорізається канавка. На позиції II, встановленим на другому поперечному супорті різцем, обробляється зовнішня поверхня. Після чергового повороту шпindelного блока шпindel з заготовкою займає позицію III на токарному автоматі послідовної дії, де, встановленим в поздовжньому супорті свердлом, свердлиться отвір. В позиції IV відрізається готова деталь. Продуктивність чотиришпindelних автоматів в 2,5-3 рази перевищує продуктивність близьких до них за можливостями одношпindelних токарно-револьверних автоматів.

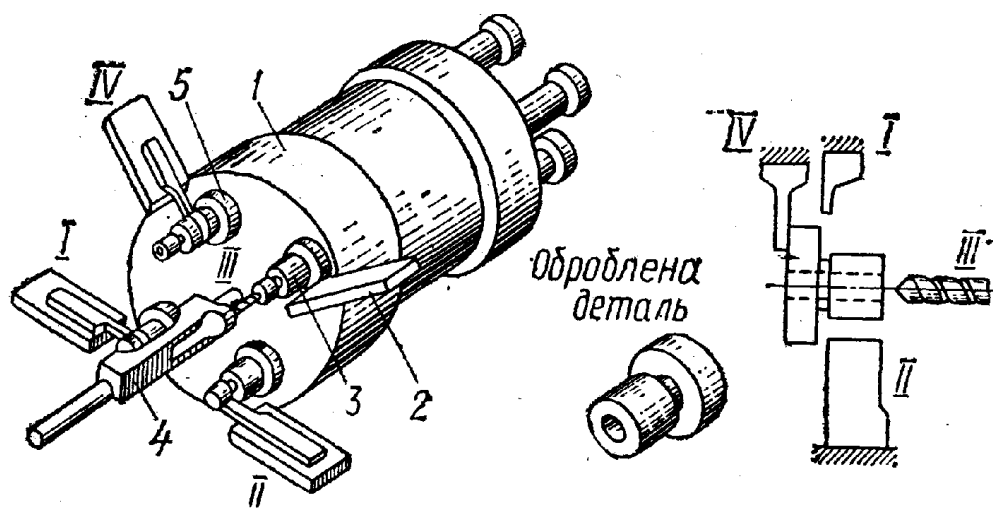


Рисунок 4.8 – Схеми обробки на багатошпindelному токарному автоматі послідовної дії

4.5 Верстати 1Д118, 1К62, 16К20, 1525

На рис. 4.9 показано автомат токарно-револьверний одношпindelний прутковий 1Д118.



Рисунок 4.9 – Автомат токарно-револьверний одношпіндельний прутковий 1Д118

На рис. 4.10 показано універсальний токарно-гвинторізний верстат 1К62.

На рис. 4.11 показано універсальний токарно-гвинторізний верстат 16К20.



Рисунок 4.10 – Універсальний токарно-гвинторізний верстат 1К62



Рисунок 4.11 – Універсальний токарно-гвинторізний верстат 16K20

На рис. 4.12 показано токарно-карусельний верстат 1525.

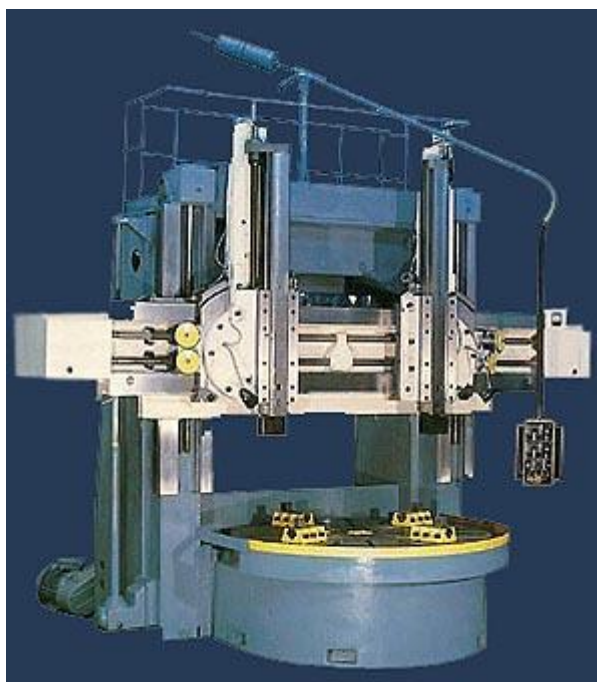


Рисунок 4.12 – Токарно-карусельний верстат 1525

Контрольні питання

1. На які типи поділяються верстати токарної групи?
2. Які види робіт виконуються на токарно-гвинторізних верстатах?
3. Основні частини токарно-гвинторізного верстата.
4. Основні види токарних різців.
5. Основні методи обробки конічних поверхонь на токарних верстатах.
6. Призначення та особливості будови револьверних верстатів.
7. Призначення та основні види робіт на карусельних верстатах.

5 ТЕМА 5. ВЕРСТАТИ СВЕРДЛИЛЬНО-РОЗТОЧУВАЛЬНОЇ ГРУПИ

5.1 Обробка заготовок на свердлильних верстатах

За прийнятою системою класифікації ці верстати відносяться до другої групи. До них належать свердлильні верстати (вертикально-, радіально-, горизонтально-свердлильні), розточувальні верстати (координатно-, горизонтально-, алмазно-розточувальні), свердлильні автомати й напівавтомати. Головне призначення таких верстатів – обробка отворів у заготовках деталей.

Свердління – розповсюджений метод отримання в суцільному матеріалі наскрізних і глухих отворів і обробки попередньо отриманих отворів з метою збільшення їх розмірів, підвищення точності та покращання якості поверхні.

Свердління здійснюють при поєднанні обертального руху інструменту навкруги осі – головного руху і поступального його руху вздовж осі – руху подачі.

Обидва ці рухи на свердлильних верстатах надають інструменту.

Попередньо просвердлені отвори, а також отвори в литих і штампованих заготовках оброблюють *зенкерами*.

В машинобудуванні найпоширенішими свердлильними верстатами є *вертикально-свердлильні та радіально-свердлильні*. Це універсальні верстати, призначені для обробки отворів в одиничному та дрібносерійному виробництвах. При використанні спеціальних пристроїв, наприклад, багатошпиндельних свердлильних головок, їх можна застосовувати і в великосерійному та масовому виробництвах.

Загальний вигляд вертикально-свердлильного верстату подано на рис. 5.1. На фундаментній плиті 1 змонтована станина 2, у верхній частині якої розміщена коробка швидкостей 6 зі шпинделем, якому надається головний обертальний рух. Рух подачі інструмент отримує від коробки подач 5, розташованої в кронштейні 4. Заготовку встановлюють на столі 3. Суміщення осі обертання інструмента з віссю отвору досягається переміщенням заготовки.

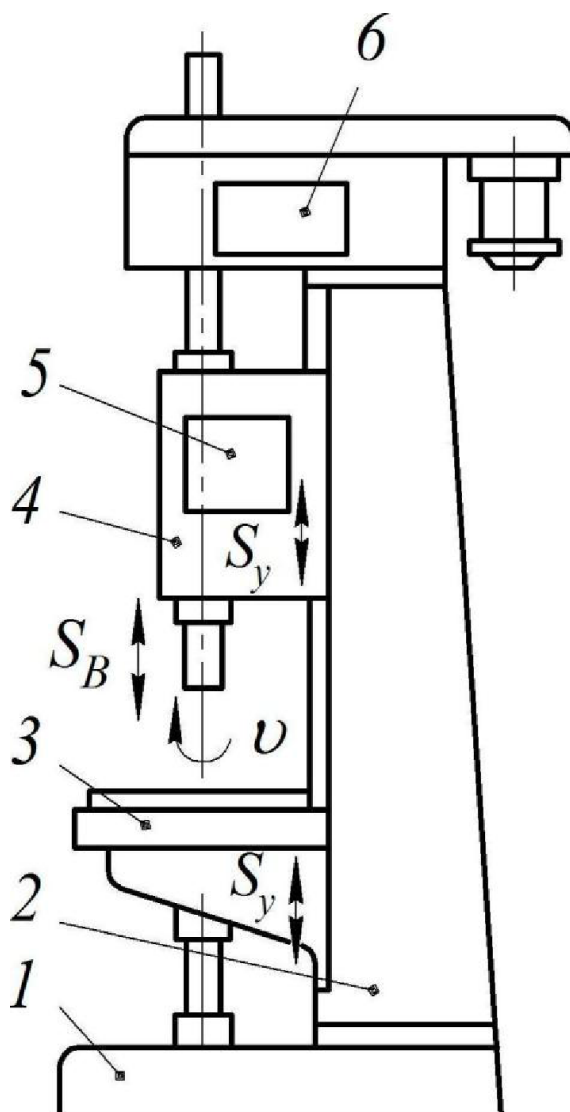


Рисунок 5.1 – Загальний вигляд вертикально-свердлильного верстату

При обробці великогабаритних (значної маси) заготовок з отворами, розташованими на значній відстані один від одного, використовують радіально-свердлильні верстати, в яких суміщення осей різального інструмента і оброблюваних отворів досягається переміщенням шпиндельної головки верстату. На рис. 5.2 показано загальний вигляд такого верстата. До фундаментної плити 1 прикріплена нерухома колона 2 з гільзою 3, яка може повертатися на 360° . Встановлена на гільзі траверса 4 може переміщуватися по ній вертикально і закріплюватися на певній висоті за допомогою механізму 5. По горизонтальних напрямках траверси переміщується шпиндельна головка 6 з коробкою швидкостей 7 і коробкою подач 8.

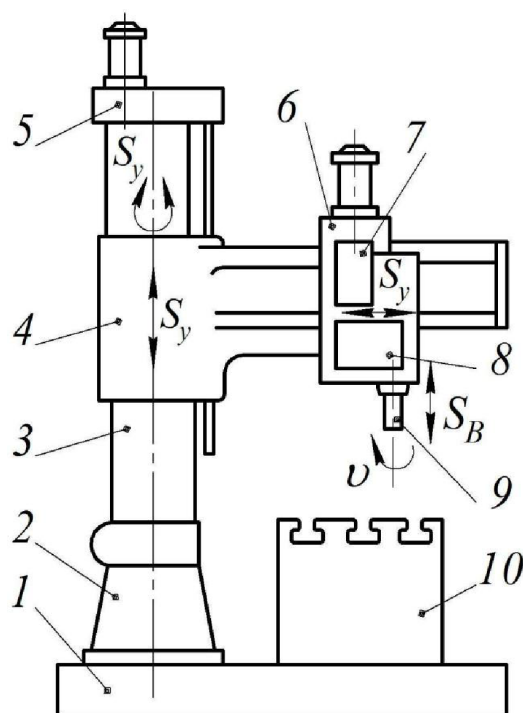


Рисунок 5.2 – Загальний вигляд радіально-свердлильного верстата

Шпиндель 9 з інструментом отримує головний рух і вертикальну подачу. Заготовка може бути встановлена і закріплена на столі 10 або безпосередньо на фундаментній плиті 1. Поворотом гільзи з траверсою навколо осі колони і переміщенням шпиндельної головки по напрямних траверси досягається суміщення осей інструмента і отвору заготовки.

Схеми операцій, які можна виконувати на вертикально- та радіально-свердлильних верстатах, наведено на рис. 5.3. Свердління наскрізного отвору (рис. 5.3а) здійснюється спіральним свердлом.

Розсвердлювання (рис. 5.3б) – процес збільшення діаметра раніше просвердленого отвору свердлом більшого діаметру. Діаметр отвору під розсвердлювання вибирають так, щоб поперечна різальна кромка участі в роботі не брала, для зменшення осьового зусилля.

Зенкерування – обробка попередньо отриманих отворів для надання їм більш правильної геометричної форми, підвищення точності та зниження шорсткості багатолезовим різальним інструментом – зенкером (рис. 5.3в).

Розгортання – остаточна обробка циліндричного або конічного отвору розгорткою (зазвичай після зенкерування) з метою отримання високої точності і низької шорсткості обробленої поверхні (рис. 5.3г, рис.5.3д).

Цекування – обробка торцевої поверхні деталі біля отвору торцевим зенкером для досягнення перпендикулярності плоскої торцевої поверхні до осі отвору (рис. 5.3е).

Зенкуванням отримують у готових отворах циліндричні чи конічні заглиблення під головки гвинтів, болтів, заклепок тощо. На рис. 5.3є, рис. 5.3ж показано зенкування циліндричного та конічного заглиблень відповідно циліндричним та конічним зенкерами (зенківками). Нарізання різьби – отримання в отворі гвинтової канавки за допомогою мітчика (рис. 5.3з).

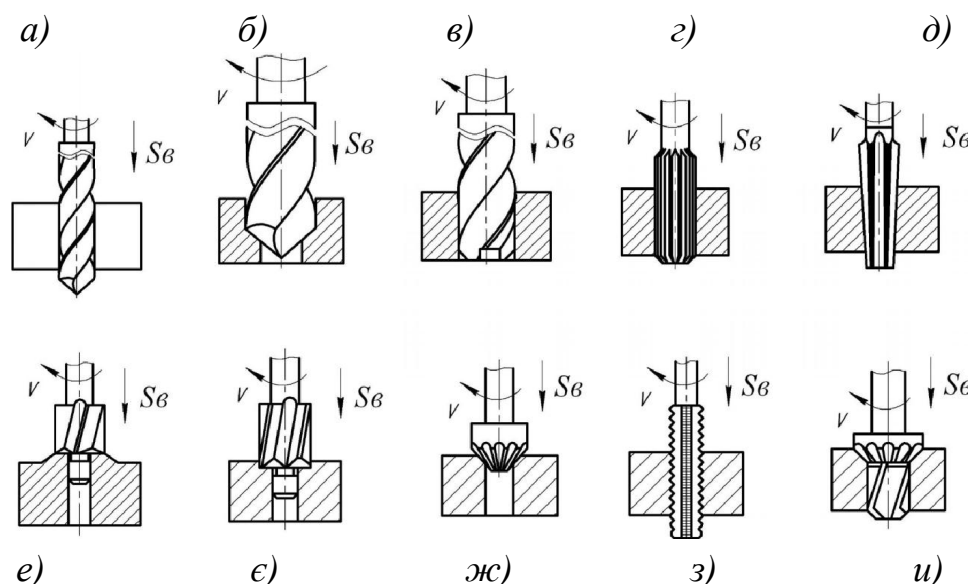


Рисунок 5.3 – Схеми обробки заготовок на свердлильних верстатах

Отвори складного профілю оброблюють за допомогою комбінованого різального інструмента. На рис. 5.3и показано комбінований зенкер для обробки двох поверхонь: циліндричної і конічної.

5.2 Обробка заготовок на розточувальних верстатах

До розточувальних верстатів відносяться координатно-, горизонтально- та алмазно-розточувальні.

На розточувальних верстатах виконують свердління, зенкерування, розгортання та розточування отворів, обточування зовнішніх циліндричних поверхонь різцем, підрізання торців, нарізання різьб, фрезерування поверхонь.

Розточувальні верстати використовують переважно для обробки отворів з точно скоординованими осями в заготовках корпусних деталей.

Найпоширенішими верстатами в машинобудуванні є *горизонтально-розточувальні верстати*. На рис. 5.4 показано загальний вигляд такого верстата.

На станині 1 встановлено стояк 2, на вертикальних напрямних якого змонтована шпиндельна бабка 3. В ній розташовані коробки швидкостей і подач.

Шпиндель коробки швидкостей порожнистий, на ньому закріплена планшайба 4 з радіальним супортом 5. Всередині порожнистого шпинделя змонтований розточувальний шпиндель 6. На задньому стояку 7 є додаткова опора (люнет) 8 для підтримання довгих розточувальних оправок (борштанг). Люнет 8 переміщується по задньому стояку 7 синхронно зі шпиндельною бабкою 3, зберігаючи співісність зі шпинделем.

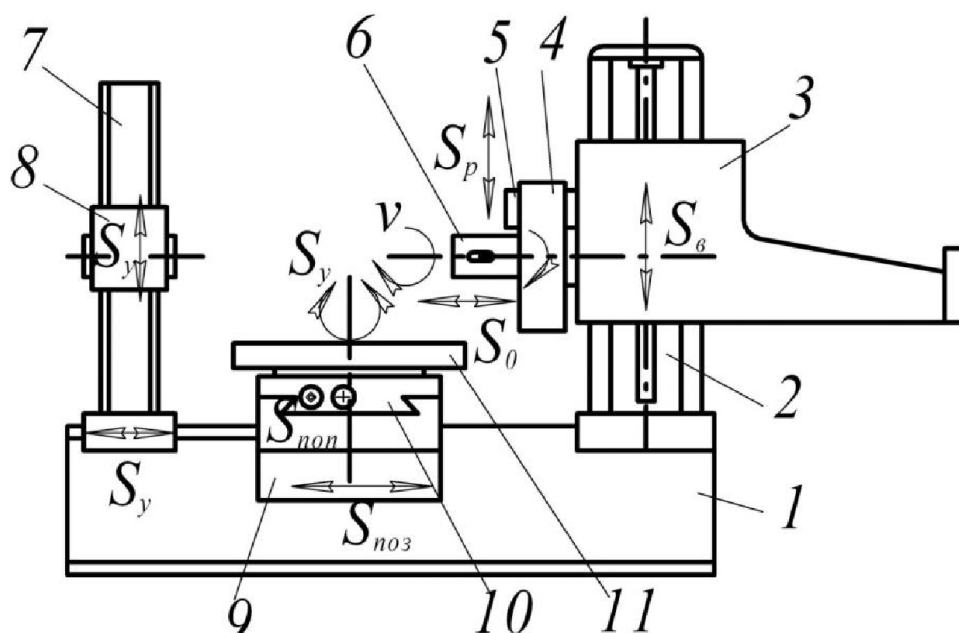


Рисунок 5.4 – Загальний вигляд горизонтально-розточувального верстата

Заготовку встановлюють на поворотному столі *11*, який розміщується на каретці *10*, що переміщується в поперечному напрямі. Каретка *10* встановлена на полозках *9*, які переміщуються в поздовжньому напрямі на напрямних станини.

Головним рухом є обертання розточувального шпинделя або планшайби. Рух подачі може отримувати стіл *11* (заготовка), розточувальний шпиндель *б*, радіальний супорт *5* або ж шпиндельна бабка *3*, залежно від оброблюваної поверхні (рис. 5.5).

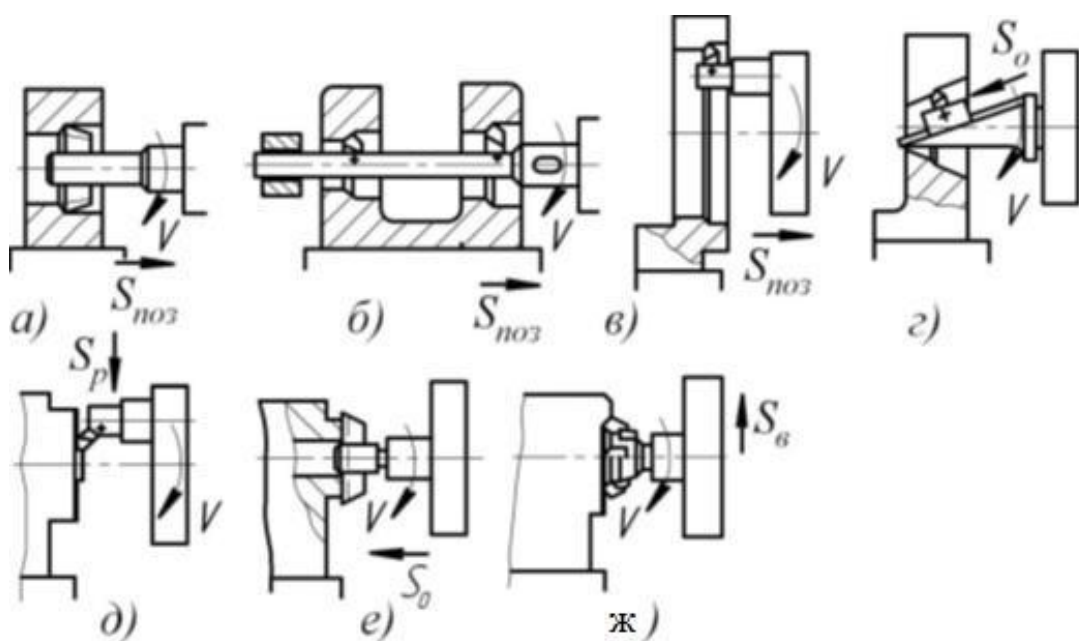


Рисунок 5.5 – Схеми обробки заготовок
на горизонтально-розточувальних верстатах

На горизонтально-розточувальних верстатах оброблюють циліндричні та конічні отвори, зовнішні циліндричні та плоскі поверхні, уступи, канавки, нарізають різцями зовнішні та внутрішні різьби тощо.

На рис. 5.5 наведені схеми обробки деяких поверхонь на горизонтально-розточувальних верстатах: розточування циліндричних отворів (рис. 5.5а, рис. 5.5б, рис. 5.5в), розточування конічних отворів (рис. 5.5г), підрізання торців різцями (рис. 5.5д, рис. 5.5е), фрезерування вертикальної поверхні (рис. 5.5ж).

Координатно-розточувальні верстати призначені для обробки точних отворів, осі яких повинні бути точно скоординовані одна відносно одної або від базових поверхонь. Для точного відліку переміщень (координат) верстати обладнані спеціальними оптичними пристроями, які забезпечують точність установа координатних розмірів до 0,001 мм.

Для забезпечення високої точності обробки ці верстати ізолюють від дії роботи сусіднього обладнання і встановлюють в приміщеннях з постійною температурою +20 °С (допуск: $\pm 1^\circ$). Застосовують координатно-розточувальні верстати переважно для остаточної обробки отворів у деталях точних приладів і в інструментальних цехах при обробці точних пристроїв, кондукторів, штампів, пресформ тощо.

Алмазно-розточувальні верстати призначені для остаточної обробки отворів в блоках циліндрів і гільзах тракторних, автомобільних, мотоциклетних двигунів, циліндрів гідравлічних систем тощо алмазними і твердосплавними інструментами. Висока точність і мала шорсткість обробленої поверхні забезпечується використанням високих швидкостей різання (до 1000 м/хв), незначних подач (0,01-0,1 мм/об) і глибин різання (до 0,2 мм).

5.3 Верстати 2М55, 2Н135, 2620ВФ

На рис. 5.6 показано радіально-свердлильний верстат 2М55. На рис. 5.7 показано вертикально-свердлильний верстат 2Н135. На рис. 5.8 показано горизонтально-розточувальний верстат 2620ВФ.



Рисунок 5.6 – Радіально-свердильний верстат 2М55



Рисунок 5.7 – Вертикально-свердильний верстат 2Н135



Рисунок 5.8 – Горизонтально-розточувальний верстат 2620ВФ

Контрольні питання.

1. На які типи поділяються верстати свердлильно-розточувальної групи?
2. Типи свердлильних верстатів та їх схеми.
3. Операції, які виконуються на свердлильних верстатах.
4. Призначення та типи розточувальних верстатів.
5. Операції, які виконуються на розточувальних верстатах.

6 ТЕМА 6. ФРЕЗЕРНА ГРУПА ВЕРСТАТІВ

6.1 Характеристика методу фрезерування

Фрезерування – це високопродуктивний і розповсюджений у машинобудуванні метод обробки поверхонь заготовок багатолезовим різальним інструментом – фрезою.

На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні та похилі поверхні, фасонні поверхні, пази різного профілю.

Технологічний метод формоутворення поверхонь фрезеруванням визначається головним обертальним рухом інструменту і, зазвичай, поступальним рухом подачі заготовки. Подачею може бути і обертальний рух заготовки навкруги осі стола, який обертається.

До режимів різання при фрезеруванні відносять швидкість різання V , подачу S , глибину різання t , ширину фрезерування B .

При фрезеруванні розрізняють три розмірності подачі: подача на один зуб фрези S_z , мм/зуб, – переміщення заготовки при повороті фрези на кут між двома сусідніми зубами; подача на один оберт фрези S_o , мм/об; подача за хвилину $S_{xв}$, мм/хв. Вони зв'язані між собою такими залежностями:

$$S_{xв} = S_o \cdot n = S_z \cdot z \cdot n,$$

де n і z – відповідно частота обертання фрези і число зубів.

6.2 Види фрезерних верстатів

За розповсюдженням у металообробці фрезерні верстати після верстатів токарної групи є найпоширенішими. До фрезерної групи належать такі типи верстатів: консольно-фрезерні вертикальні та горизонтальні, вертикальні безконсольні, фрезерні верстати безперервної дії, поздовжньо-фрезерні, копіювальні, гравірувальні тощо.

Найбільш поширеними серед названих верстатів є консольні вертикальні та горизонтальні. На рис. 6.1 показано горизонтально-консольний (а) та вертикально-консольний (б) фрезерні верстати. Консольними верстатами названі так тому, що їх стіл 4 розміщено на консольній балці (консолі) 7, яка може переміщатися по вертикальних напрямних станини. В станині 1 розміщена коробка швидкостей 2. Заготовка, яка встановлюється на столі 4 в лещатах або в пристрої, отримує подачу в трьох напрямках: поздовжньому (переміщення стола по напрямних полозків 6), поперечному (переміщення полозків по напрямних консолі) і вертикальному (переміщення консолі по напрямних станини). Коробка подач 8 розташована всередині консолі.

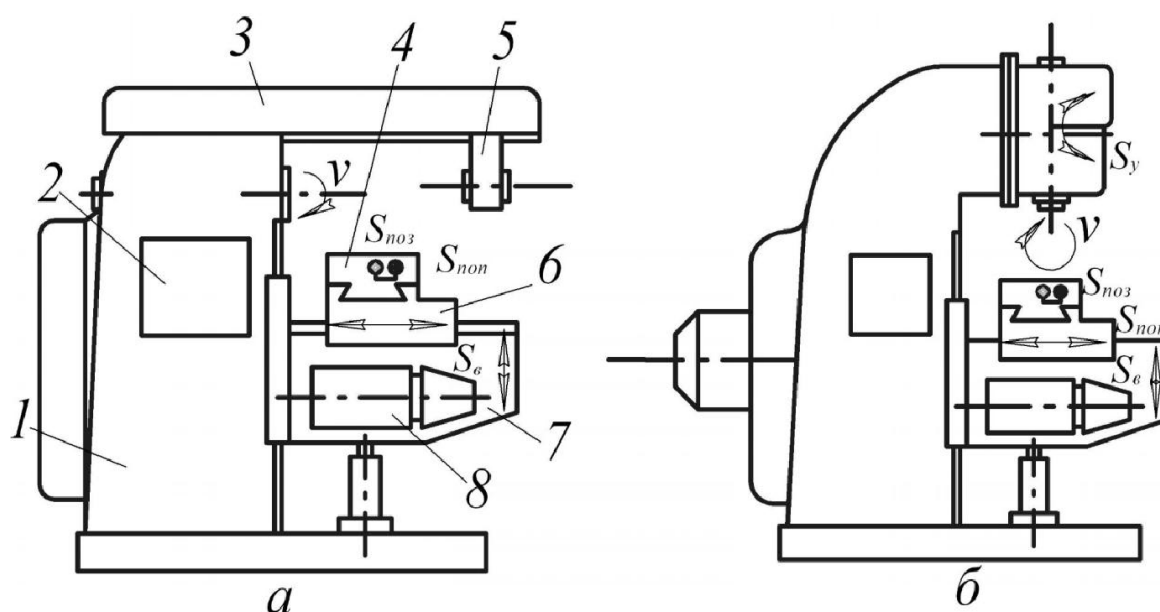


Рисунок 6.1 – Консольні горизонтально-фрезерний (а)
і вертикально-фрезерний (б) верстати

На рис. 6.2 показані схеми фрезерування поверхонь на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах.

Горизонтальні поверхні фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах циліндричними фрезами (рис. 6.2а) і на вертикально-фрезерних верстатах торцевими фрезами (рис. 6.2б), що більш продуктивно внаслідок більшої кількості одночасно працюючих зубів.

Вертикальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах торцевими фрезами (рис. 6.2в) і на вертикально-фрезерних верстатах кінцевими фрезами (рис. 6.2г).

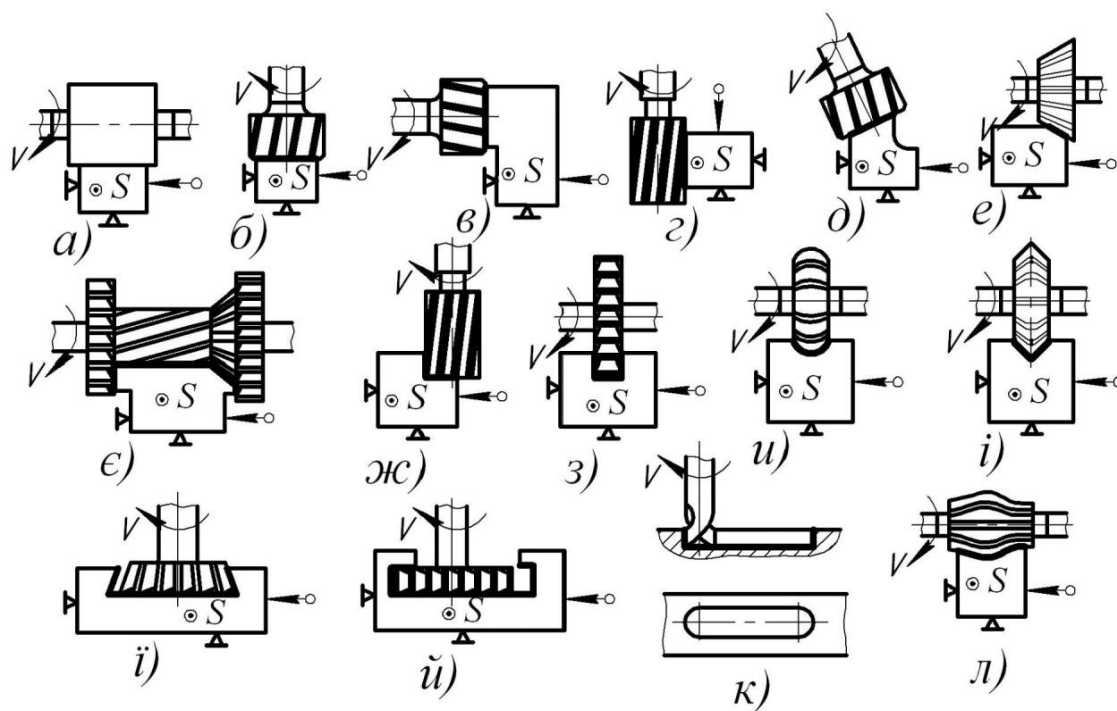


Рисунок 6.2 – Схеми обробки заготовок на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах

Похилі площини фрезерують торцевими (рис. 6.2д) і кінцевими фрезами на вертикально-фрезерних верстатах з поворотною фрезерною головкою і горизонтально-фрезерних верстатах кутовими фрезами (рис. 6.2е).

Комбіновані поверхні фрезерують набором фрез (рис. 6.2є) на горизонтально-фрезерних верстатах.

Уступи й прямокутні пази фрезерують кінцевими (рис. 6.2ж) й дисковими (рис. 6.2з) фрезами на вертикально- і горизонтально-фрезерних верстатах.

Фасонні пази фрезерують фасонною дисковою фрезою (рис. 6.2и), кутові пази – кутовою фрезою (рис. 6.2й) на горизонтально-фрезерних верстатах.

Клиновий паз („ластівчин хвіст“) фрезерують на вертикально-фрезерному верстаті за два проходи: прямокутний паз – кінцевою фрезою, потім скоси паза – кінцевою однокутовою фрезою (рис. 6.2й).

T-подібні пази (рис. 6.2й), які мають велике розповсюдження в машинобудуванні як верстатні пази, наприклад, на столах свердлильних, фрезерних верстатів, фрезерують зазвичай за два проходи: спочатку паз прямокутного профілю кінцевою фрезою, потім нижню частину пазу *T*- подібною фрезою.

Шпонкові пази фрезерують шпонковими фрезами (рис. 6.2к) на вертикально-фрезерних верстатах.

Фасонні поверхні фрезерують на горизонтально- або вертикально-фрезерних верстатах фасонними фрезами (рис. 6.2л).

6.3 Горизонтально-фрезерні верстати

Верстати цієї групи характеризуються горизонтальним розташуванням шпинделя (рис. 6.3).

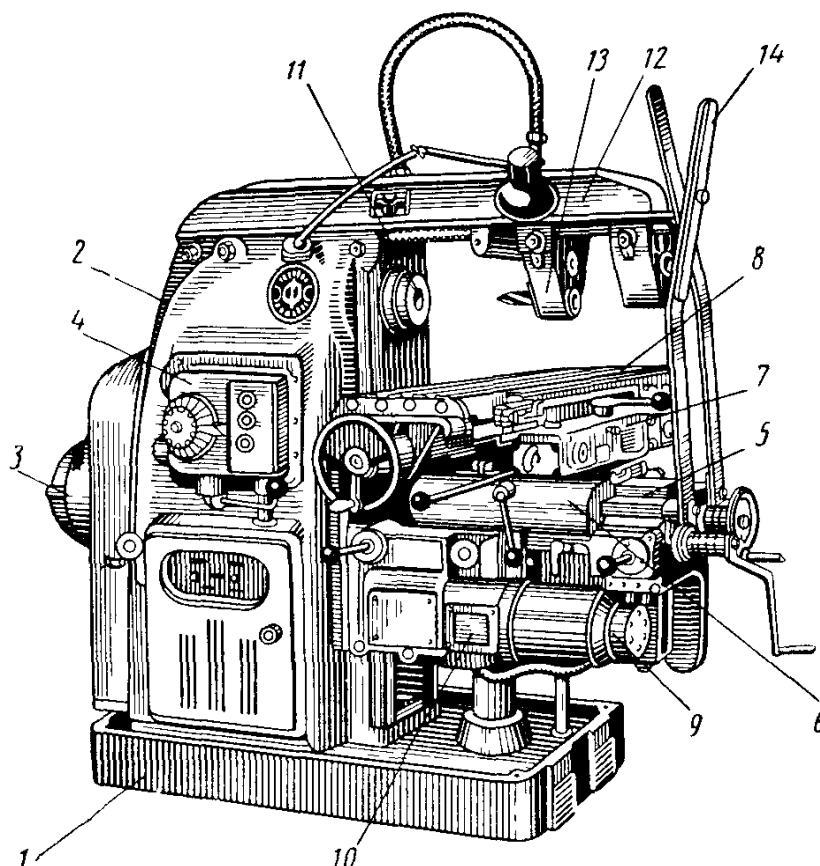


Рисунок 6.3 – Універсальний горизонтально-фрезерний верстат

На фундаментній плиті 1 встановлена станина 2, всередині якої розміщений механізм головного руху з приводом від електродвигуна 3 і коробка передач 4. У вертикальних напрямних станини змонтована консоль 5, яка може переміщатися вертикально по цих напрямних. На горизонтальних напрямних консолі встановлені поперечні санчата 6, поворотна плита 7, а в направляючих останньої – поздовжній (робочий) стіл 8.

Таким чином, деталь, яка встановлена безпосередньо на столі, в лещатах або пристосуванні, може отримати подачу в трьох напрямках. Наявність поворотної плити дозволяє в разі необхідності повертати робочий стіл в горизонтальній площині і встановлювати його на необхідний кут. Деякі горизонтально-фрезерні верстати не мають поворотної плити; в цьому випадку їх називають простими на відміну від універсальних.

Привід подачі столу розміщений всередині консолі 5 і складається з електродвигуна 9, коробки подачі 10 і інших механізмів.

Фрезерні патрони і короткі оправки вставляють безпосередньо в конусне гніздо шпинделя 11. Хобот 12 розташований у верхній частині станини 2. У його напрямних встановлена підвіска 13 з центром (ліворуч) або з підшипником (праворуч). Довгі оправки вимагають додаткової опори, тому один кінець її закріплюють в отвір шпинделя, а другий – розташовують у підшипнику підвіски хоботу. На хоботі можуть бути закріплені також дві підтримки 14, нижні кінці яких пов'язані з консоллю. Підтримки служать для збільшення жорсткості консолі.

6.4. Вертикально-фрезерні верстати

Верстати цієї групи будуються зазвичай на одній базі з горизонтально-фрезерними і тому мають багато уніфікованих деталей і вузлів. Даний верстат відрізняється від попереднього вертикальним розташуванням осі шпинделя, у зв'язку з чим змінена конструкція станини, шпиндельного вузла, а в

кінематичній схемі приводу головного руху додана пара конічних зубчастих коліс, які передають обертання на шпиндель.

Пристрій консольного столу такий ж, як і у горизонтально-фрезерного верстату. Виняток представляє поворотна плита, яка в столах вертикально-фрезерних верстатів – відсутня. Існують інші типи верстатів цієї групи, у яких шпиндель змонтований не в станині, як показано на рис. 6.4, а в спеціальній голівці, яка може бути поворотною (у вертикальній площині). У цьому випадку вісь шпинделя можна встановлювати під кутом до площини робочого столу. У деяких верстатів головка разом зі шпинделем допускає переміщення у вертикальній площині.

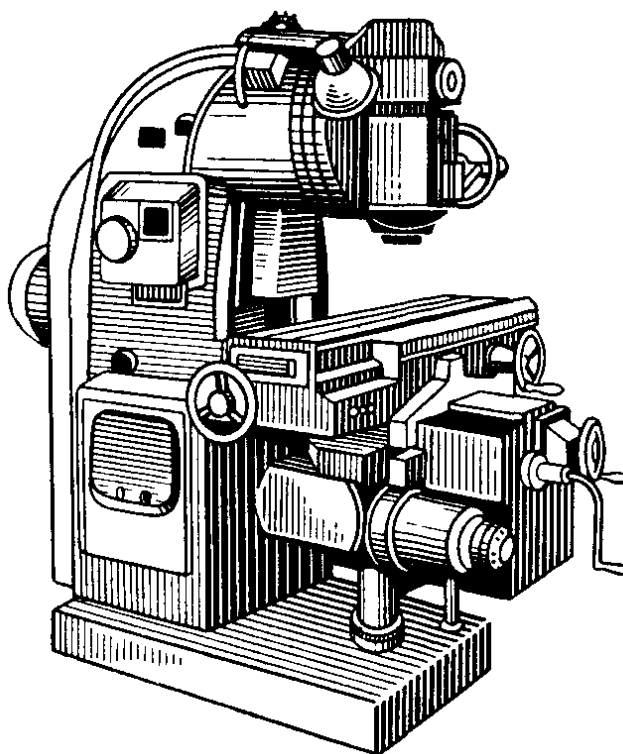


Рисунок 6.4 – Вертикально-фрезерний верстат

6.5 Поздовжньо-фрезерні верстати

Ці верстати призначені для обробки площин великогабаритних деталей. Загальний вигляд верстата зображений на рис. 6.5.

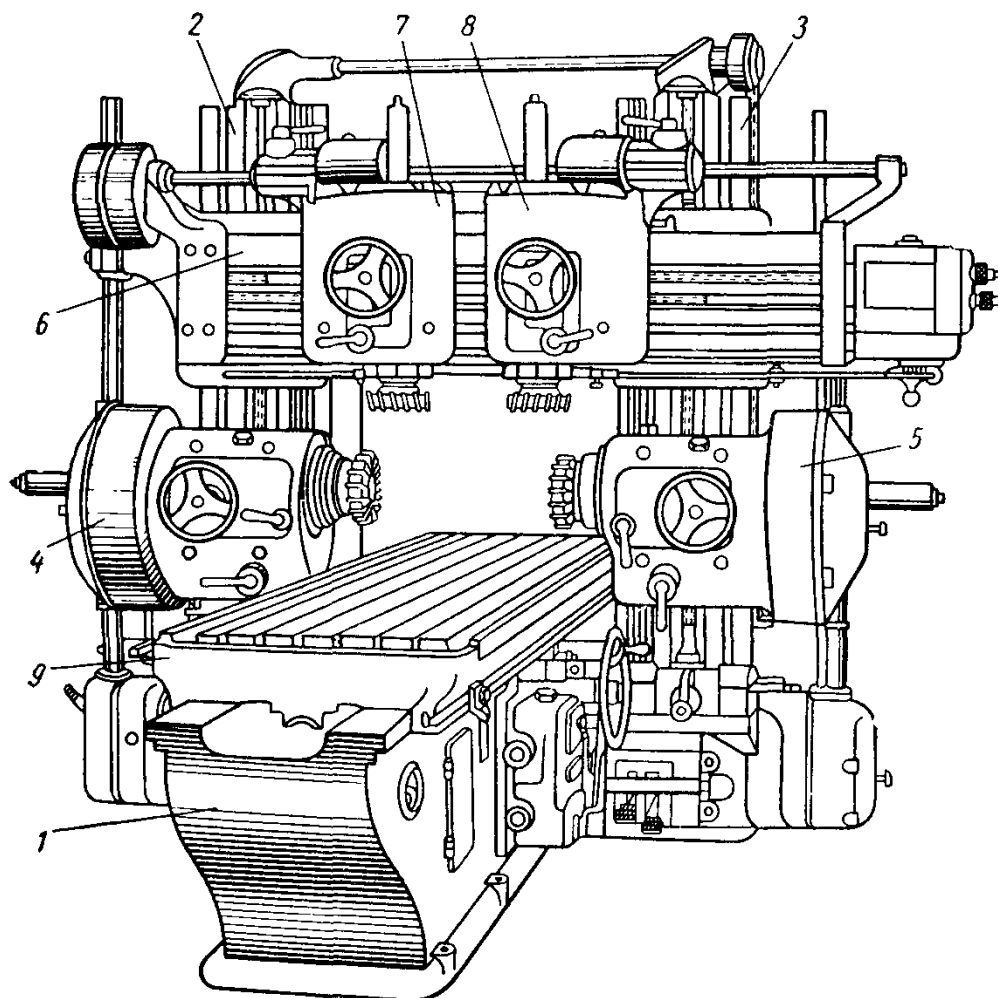


Рисунок 6.5 – Поздовжньо-фрезерний верстат

На станині 1 змонтовані дві вертикальні стійки 2 і 3, скріплені в деяких верстатах поперечною балкою. На вертикальних напрямних стійок розташовані фрезерні головки 4 і 5 з горизонтальною віссю шпинделів і траверса (поперечина) 6. На напрямних останньої встановлено дві фрезерні головки 7 і 8 з вертикальною віссю шпинделів. Заготовку встановлюють на столі 9, який змонтований на напрямних станини 1.

Головним рухом верстату є обертання шпинделів. Кожна фрезерна головка має самостійний привід: електродвигун і коробку передач. Шпинделі допускають зсув їх уздовж осі і можуть бути встановлені під кутом.

Подовжню подачу має стіл 9, поперечну – головки 7 і 8, а вертикальну – головки 4 і 5. Привід руху подач для всіх головок один. Траверсу 6 встановлюють на необхідній висоті і затискають. Під час роботи вона – нерухома.

6.6 Фрезерні верстати 6P13, 6M82, MILL 1500 Cormak

На рис. 6.6 показано вертикально-фрезерний верстат 6P13. На рис. 6.7 показано горизонтально-фрезерний верстат 6M82.



Рисунок 6.6 – Вертикально-фрезерний верстат 6P13



Рисунок 6.7 – Горизонтально-фрезерний верстат 6М82

На рис. 6.8 показано фрезерний верстат з ЧПК MILL 1500 Cormak.



Рисунок 6.8 – Фрезерний верстат с ЧПК MILL 1500 Cormak

Контрольні питання.

1. Які поверхні оброблюють на фрезерних верстатах?
2. Основні типи фрез.
3. Типи фрезерних верстатів.
4. Методи обробки на фрезерних верстатах.
5. Основні роботи, які виконують на фрезерних верстатах. Схеми обробки.

Тестове завдання.

1. Які види обробки можна проводити на фрезерних верстатах?
 - А) розточування отворів;
 - Б) шліфування площин;

- В) обробку канавок;
- Г) фрезерування площин.

2. Яким чином установлюється дискова фреза на горизонтально-фрезерному верстаті?

- А) за допомогою перехідних втулок з конусом Морзе;
- Б) за допомогою оправки у шпиндель та сергу;
- В) за допомогою спеціального пристрою у шпиндель;
- Г) за допомогою цангового патрону.

3. Яке оснащення використовують для установлення заготовки типу «вал» на фрезерному верстаті?

- А) свердлильний патрон;
- Б) машинні лещата;
- В) центр та повідковий патрон;
- Г) призми та прихоплювачі.

4. Яку фрезу використовують для обробки площин на вертикально-фрезерному верстаті?

- А) циліндричну фрезу;
- Б) дискову фрезу;
- В) фасонну фрезу;
- Г) торцеву фрезу.

5. Яка похибка виникає при встановленні заготовки у верстатний пристрій?

- А) похибка пристрою;
- Б) похибка встановлення;
- В) похибка закріплення;
- Г) похибка обробки.

7 ТЕМА 7. СТРУГАЛЬНІ, ДОВБАЛЬНІ І ПРОТЯЖНІ ВЕРСТАТИ

7.1. Призначення і види оброблюваних поверхонь

До сьомої групи відносяться верстати, що мають прямолінійний рух різання незалежно від того, чи працюють вони різцями (стругальні і довбальні верстати) або протяжками і прошивками (протяжні верстати). У протяжних верстатах рух подачі закладено в конструкції самого інструменту (протяжки), кожний наступний ріжучий зуб якого виступає над попереднім зубом. У стругальних і довбальних верстатах рух подачі має заготовка або різець.

Верстати цієї групи служать для обробки різноманітних лінійчатих поверхонь, описаних прямою (що утворює), яка переміщається по напрямній лінії: комбінації площин, шліцьових отворів, шпонкових пазів тощо.

Відносно переміщення заготовки та інструменту по напрямній лінії забезпечується рухом подачі, а за твірною – рухом різання.

Рух різання довбальних верстатів завжди вертикальний, поперечно-стругальних і поздовжньо-стругальних – завжди горизонтальний, а протяжних – або вертикальний, або горизонтальний.

7.2. Стругальні і довбальні верстати

Верстати цієї групи призначені в основному для обробки горизонтальних, вертикальних і похилих поверхонь і їх поєднань різцями в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва. Останнім часом ця група верстатів знаходить обмежене застосування, так як витісняється більш продуктивними фрезерними і протяжними верстатами. Стругальні і довбальні верстати характеризуються тим, що головний рух різання – це зворотно-поступальний рух, який здійснює заготовка або інструмент; рух подачі – періодичний прямолінійний. Залежно від компоновки і характеру робіт розрізняють три типи цих верстатів: поздовжньо-стругальні, поперечно-стругальні і довбальні.

Поперечно-стругальні верстати застосовують при виготовленні дрібних і середніх за розмірами деталей, поздовжньо-стругальні – порівняно великих деталей, або для одночасного стругання декількох заготовок середнього розміру. Довбальні верстати використовують для отримання шпонкових пазів, канавок, фасонних лінійчатих поверхонь.

На рис. 7.1 показано загальний вигляд поперечно-стругального верстату. У верхніх напрямних станини 1 змонтований повзун 2, який здійснює за допомогою кулісного механізму зворотно-поступальне переміщення (головний рух). На лівому кінці повзуна укріплений супорт 3.

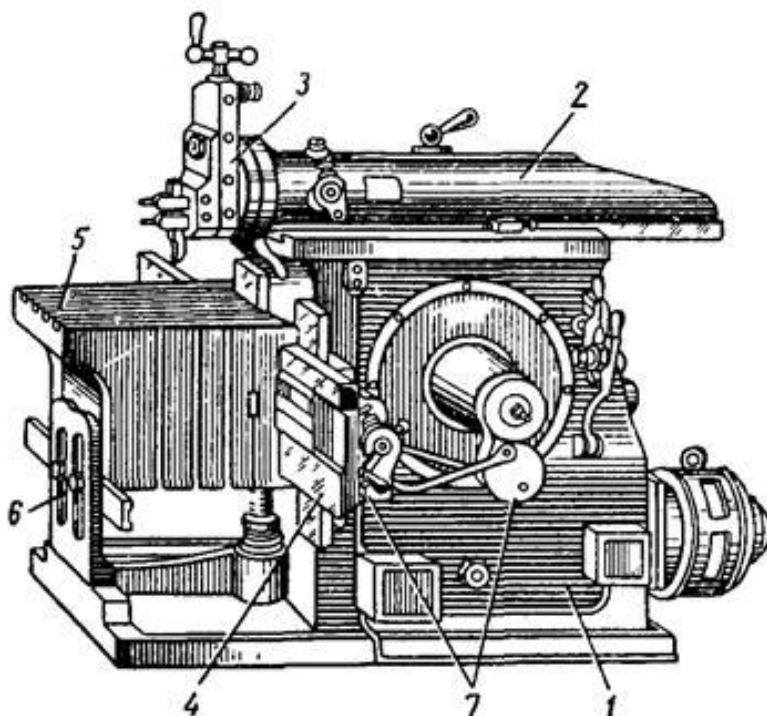


Рисунок 7.1 – Поперечно-стругальний верстат

На вертикальних напрямних станини (ліворуч) знаходиться поперечина 4 (рис. 7.1), за якою в горизонтальній площині переміщається стіл 5 (рух подачі). На верхню площину столу встановлюють заготовку або лещата і закріплюють їх за допомогою болтів, встановлюваних в Т-образні пази столу.

Супорт поперечно-стругального верстату складається з поворотного диску 1 (рис. 7.2) і санчат 2, які отримують періодично вертикальну подачу від ходового

гвинта 3. На санчатах змонтована різцова каретка 4 з відкидною планкою 5 і різцетримачем 6.

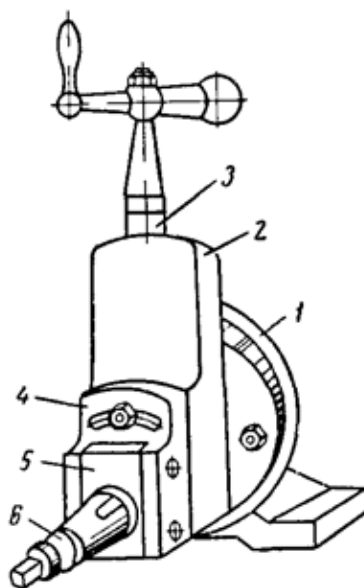


Рисунок 7.2 – Супорт поперечно-стругального верстату

Площині обробляють таким чином. Стіл 5 (рис. 7.1) разом з поперечиною встановлюють на певній висоті залежно від вертикального розміру заготовки. Для більшої жорсткості стіл додатково закріплюють в стійці 6. Процес стругання відбувається при русі повзуна вліво. По закінченні робочого ходу повзун повертається вправо, здійснюючи прискорений холостий хід, наприкінці якого механізм 7 здійснює періодичну подачу столу у поперечному напрямку. При відрізних операціях або при обробці вертикальних площин періодичну подачу здійснює супорт 3.

У двостійкового поздовжньо-стругального верстаті (рис. 7.3) стіл 3 за допомогою рейкової передачі переміщається по призматичних напрямних 1 станини 2. На робочій площині столу встановлюють і закріплюють заготовки. По обидві сторони станини розташовані бічні стійки 4 і 5, скріплені для жорсткості поперечною балкою 6. У вертикальних напрямних стійок змонтована траверса 7, несуча два різцевих супорта 8 з різцетримачами. З правого боку верстату розміщені агрегати приводу. Залежно від вертикальних розмірів заготовок траверсу встановлюють на певній висоті і затискають. При струганні стіл

здійснює зворотно-поступальний рух. Наприкінці робочого ходу здійснюється періодична подача верхніх супортів 8 в горизонтальному, а бічних супортів 9 – у вертикальному напрямку. У зв'язку з цим різці, встановлені в різцетримачі супортів 8, оброблюють горизонтальні площини або лінійчаті поверхні, а в супортах 9 – бічні.

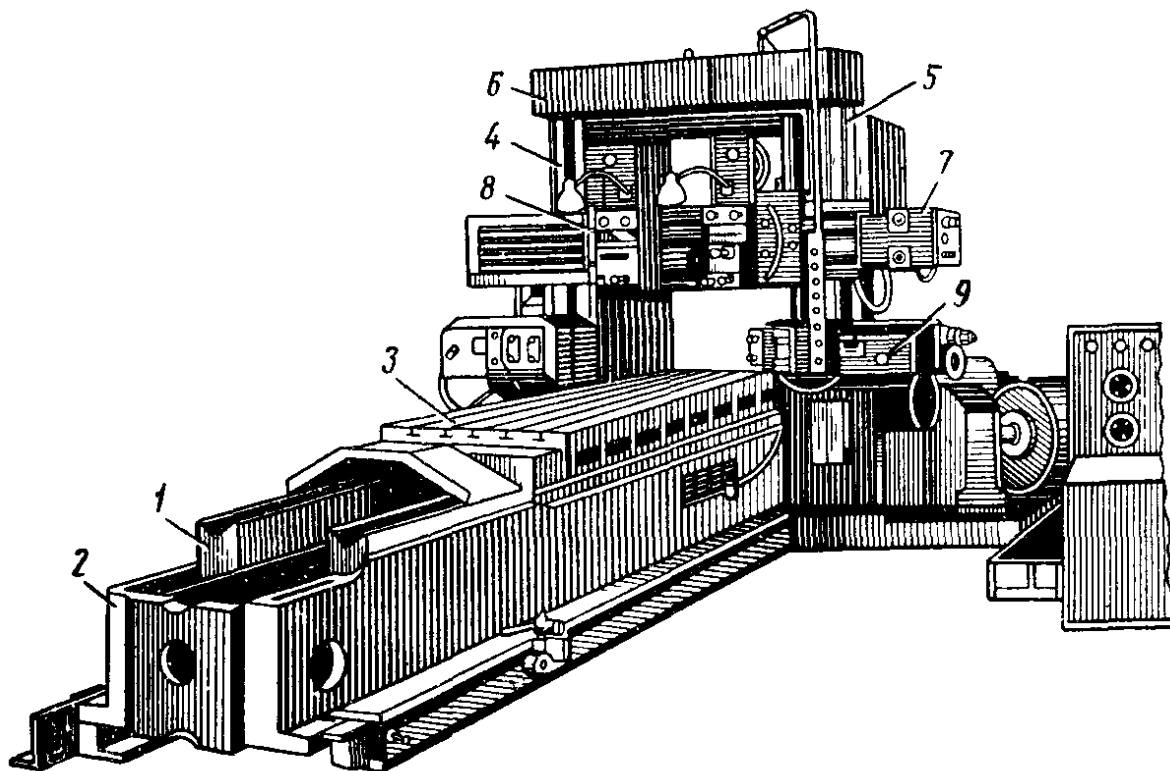


Рисунок 7.3 – Поздовжньо-стругальний верстат

Виконавчий механізм довбальних верстатів (рис. 7.4) складається з повзуна 7 з тримачом довбача 6 і столу 4 верстату для закріплення і переміщення заготовки. Кріплення довбачу і заготовки здійснюється з використанням Т-образних пазів. Несуча система складається зі станини 1 з напрямними для столу і стійки 8 з вертикальними напрямними для довбача. Через ударний характер навантаження при довбанні, стійка виконується у вигляді потужної коробчатої конструкції.

Рух різання здійснює довбач. Цьому руху відповідає парний йому холостий поворотний прямолінійний рух. Рух долбача у верстатах з механічним приводом здійснюється механізмом обертання куліси, а у верстатах з гідроприводом –

гідроциліндром. Це рух зазвичай суворо вертикальний, але є можливість повороту повзуна на кут в 5° , 10° , 15° і навіть 30° до вертикалі, що дозволяє довбати похилі площини.

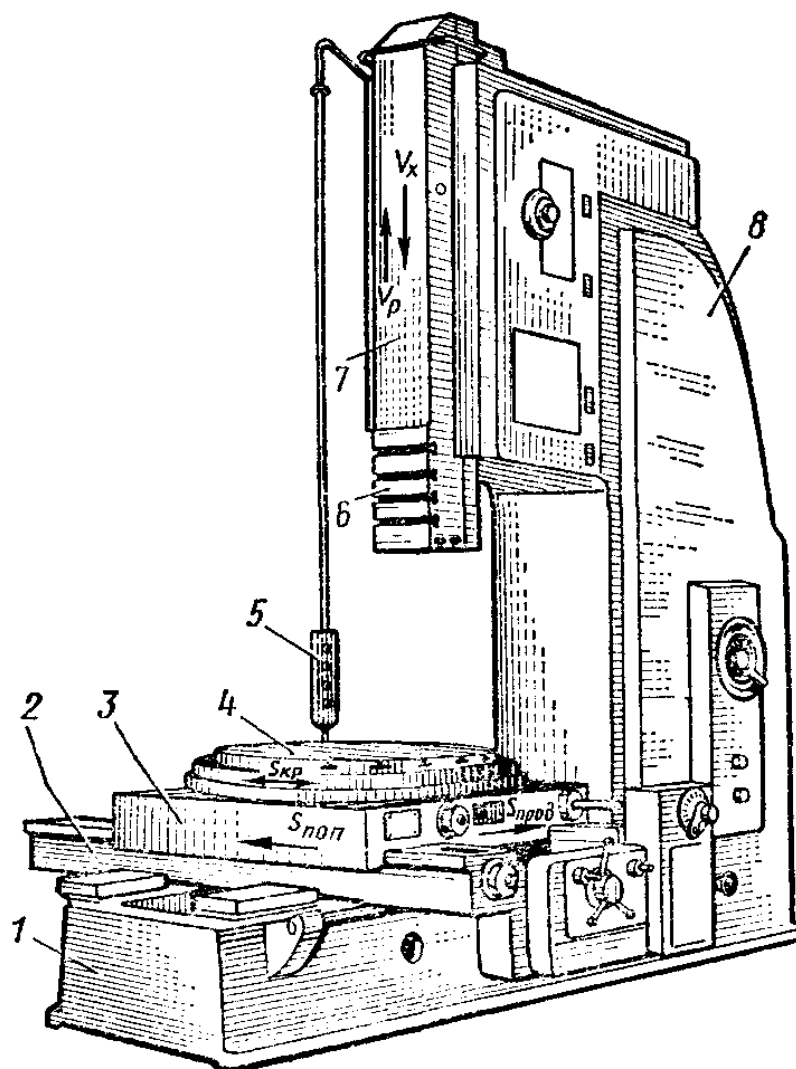


Рисунок 7.4 – Довбальний верстат

Рухи кругової, поздовжньої і поперечної подачі надаються заготовці шляхом повороту стола черв'ячної парою і переміщення по взаємно перпендикулярним напрямкам санчат 2 і 3 гвинтовими парами. Прискорений рух столу може здійснюватися від окремих електродвигунів.

Величина ходу повзуна регулюється залежно від довжини обробки. Зона руху повзуна також може змінюватися з урахуванням розташування по вертикалі оброблюваних поверхонь.

У передавальних механізмах верстату використовуються реверсні пристрої, храпові механізми і кулачкові пристрої. Управління електродвигунами верстата і магнітними пускачами для зупинки і пуску повзуна здійснюється від кнопкової станції 5.

На довбальних верстатах переважно обробляють заготовки, що мають значні поперечні розміри при невеликих висотах.

7.3. Протяжні верстати

Протяжні верстати за характером роботи діляться на верстати для внутрішнього і зовнішнього протягування, по розташуванню осі інструменту – на горизонтальні і вертикальні. У машинобудуванні більшого поширення набули горизонтальні верстати для внутрішнього протягування.

На рис. 7.5 показана схема протяжної операції. Хвостовик 6 протяжки пропускають через отвір заготовки 11 і втулку 10 опорного пристрія, а потім закріплюють у патроні. Останній складається з корпусу 2 і змінної втулки 5, з внутрішнім діаметром, відповідним діаметру хвостовика. Протяжку закріплюють за допомогою клина 4, фіксованої поперечним штифтом 3. Хвостовик патрона вкручено в муфту 1 штока силового циліндра протяжного верстата. Заготовка 11 лівим торцем упирається у втулку 10. Остання вставлена в рухому опору 9 пристосування і притискається до нього за допомогою сильної пружини 7. Рухома опора своєї опуклою кульовою поверхнею контактує з плитою 12, яка змонтована в корпусі 8 станини верстата. Коли шток силового циліндра разом з патроном і протяжкою переміщається вліво при нерухомому супорті, відбувається обробка отвору. Форма його може бути найрізноманітнішою (найчастіше круглою, у вигляді шпонкового пазу, шліцьовою).

Існують і інші конструкції пристрійів для встановлення деталей та способи закріплення протяжек.

Загальний вигляд горизонтально-протяжного верстата моделі 7Б510 зображений на рис. 7.6. У порожнистої частини станини 1 коробчатої форми

змонтовані основні агрегати гідравлічного приводу. Зліва розташований силовий циліндр 2. Шток його поршня пов'язаний з робочими санчатами, які, переміщаючись в напрямних вздовж осі верстату, служать додатковою опорою. На кінці штока насаджена втулка з патроном для закріплення протяжки 3, правий кінець якої підтримується люнетом 4. Пристосування для установки заготовки та сама деталь впираються в нерухомий корпус 5 станини.

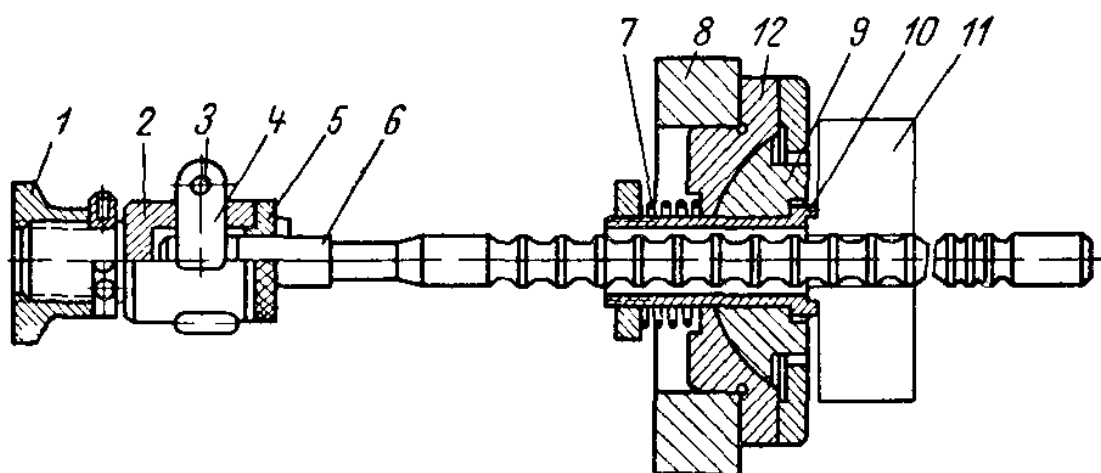


Рисунок 7.5 – Схема протяжної операції

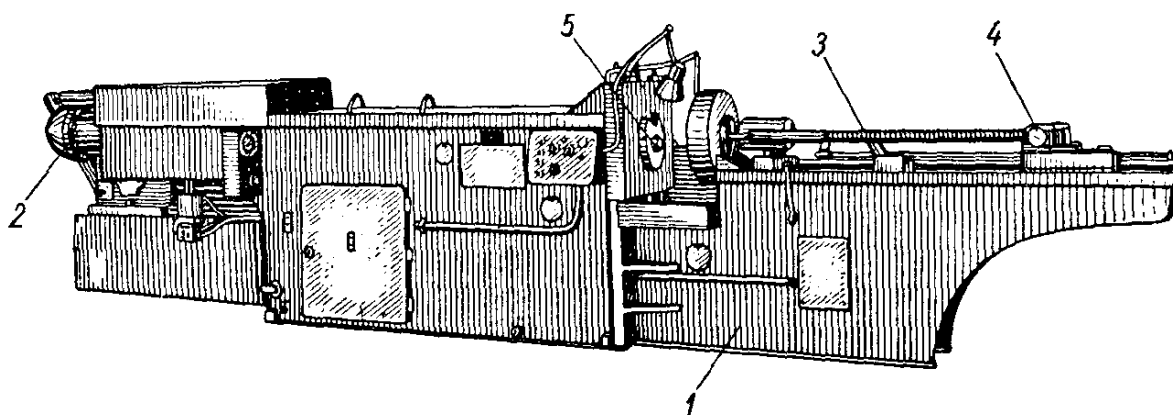


Рисунок 7.6 – Горизонтально-протяжний верстат

Верстат працює по повному і неповному циклам. При повному циклі здійснюється: підведення протяжки; уповільнений хід; робочий хід; уповільнений хід при роботі калібрів зубів; прискорений зворотний хід і відведення протяжки.

При неповному циклі – уповільнений хід; робочий хід; уповільнений хід і останів.

Перераховані руху у верстаті здійснюються гідроприводом.

Контрольні питання.

1. Які поверхні оброблюють на протяжних верстатах?
2. Основні типи інструментів на стругальних верстатах.
3. Типи довбальних верстатів.
4. Методи обробки на протяжних верстатах.
5. Основні роботи, які виконують на довбальних верстатах. Схеми обробки.

8 ТЕМА 8. ГРУПА ШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

8.1 Призначення і види оброблюваних поверхонь

Шліфувальні верстати використовують для чистової обробки деталей з метою отримання точних розмірів і чистих поверхонь. У більшості випадків заготовки на шліфувальні верстати надходять після термічної обробки, маючи незначний припуск, залишений на попередніх операціях. Проте нерідкі випадки, коли заготовки попередньої обробці не піддаються, тому й обдирні, і чистові операції проводять на шліфувальних верстатах.

Залежно від видів шліфування, яке буває плоским, круглим зовнішнім і внутрішнім, безцентровим зовнішнім і внутрішнім, основними типами шліфувальних верстатів загального призначення є: круглоцентрові і безцентрові; внутрішшліфувальні; плоскошліфувальні верстати.

Круглошліфувальні верстати призначені для шліфування зовнішніх циліндричних, конічних, а також торцевих поверхонь.

Внутрішньошліфувальні верстати призначені для шліфування отворів циліндричної і конічної форми.

Плоскошліфувальні верстати шліфують плоскі поверхні.

На рис. 8.1 показан процес шліфування.



Рисунок 8.1 – Процес шліфування

8.2 Призначення шліфувальних верстатів

Шліфувальні верстати згідно класифікації відносяться до третьої групи. Верстати цієї групи поділяються на круглошліфувальні, внутрішньошліфувальні, обдирношліфувальні, спеціалізовані шліфувальні, заточні та плоскошліфувальні.

В машинобудуванні застосовують також шліфувальні верстати для обробки різьб, зубців коліс, шліців тощо. З метою досягання високої чистоти поверхні застосовують шліфувально-доводжувальні та шліфувально-притиральні верстати, а для отримання дзеркальної поверхні – полірувальні верстати. Для підвищення якісних показників оброблювальних поверхонь до шліфувальних верстатів висуваються підвищені вимоги щодо жорсткості, вібростійкості, зносостійкості і температурних деформацій.

Розглянемо особливості конструкції найбільш поширених верстатів.

Круглошліфувальні верстати призначені для зовнішньої обробки суцільних, перервних циліндричних та торцевих поверхонь тіл обертання. На цих верстатах застосовують поздовжнє та врізне шліфування.

Під час круглого шліфування заготовка *1* (рис. 8.2а) отримує колову $\Phi_{S1}(O_2)$ та поздовжню $\Phi_{S2}(P_3)$ подачі. Колова подача досягається прямолінійним зворотно-поступальним переміщенням стола, на якому в центрах встановлена заготовка.

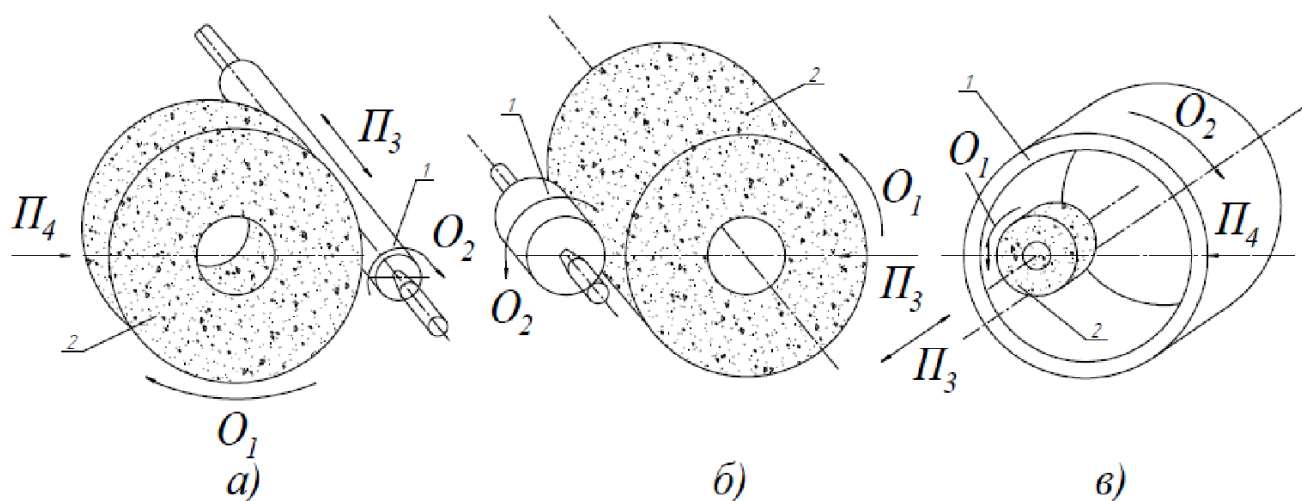


Рисунок 8.2 – Схеми круглого шліфування

В кінці одинарного чи подвійного переміщення стола шліфувального круга 2, окрім головного руху $\Phi_V(O_1)$, надається поперечна подача $\Phi_{S3}(П_4)$. Тобто припуск знімається за декілька робочих ходів методом поздовжнього шліфування.

Іншим чином здійснюється обробка коротких деталей 1 (рис. 8.2б). Шліфувальний круг 2 отримує головний обертальний рух $\Phi_V(O_1)$, а також радіальну подачу $\Phi_{S2}(П_3)$ (врізне шліфування), заготовка – лише колову подачу $\Phi_{S1}(O_2)$.

Основними вузлами верстата (рис. 8.3) є станина 1, шліфувальна бабка 3, передня 2 та задня 4 бабки, нижній стіл 6, який розміщений на поздовжніх напрямних, і верхній поворотний стіл 5, який змонтовано на нижньому. За допомогою фіксованого повороту верхнього стола 5 здійснюється обробка конічних поверхонь.

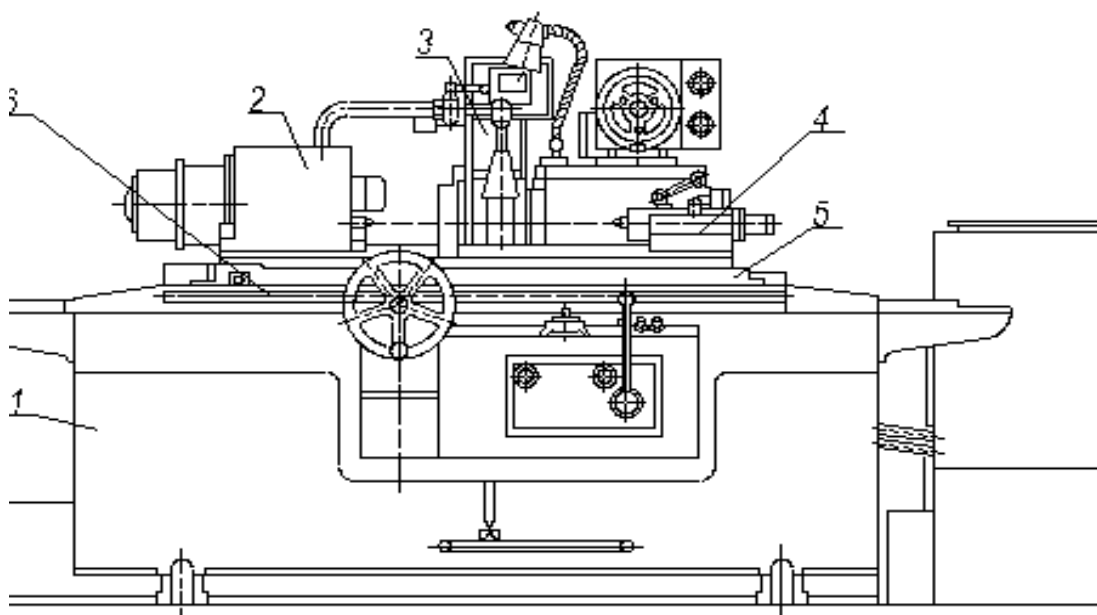


Рисунок 8.3 – Компонівка круглошліфувального верстата

Шліфувальна бабка переміщується поперечними напрямними плити, що закріплені на станині. Шпиндель шліфувальної бабки встановлено на двох гідродинамічних підшипниках ковзання з самоустановлювальними вкладниками.

Шпиндель передньої бабки нерухомий. В ньому розміщено центр, на якому базується заготовка, яка отримує обертання за допомогою поводка, закріпленого на планшайбі.

На верстатах цього типу використовують пристосування двох типів: для базування і затискання заготовок; для передачі обертання заготовці.

До пристосувань першого типу відносяться різноманітні оправки, які можуть бути жорсткими для закріплення заготовки по конусу або торцю, розтискними з цанговим та пружним елементом, а також з розсувними елементами.

До пристосувань другого типу належать поводкові патрони та хомутики різної конструкції. Круглошліфувальний верстат оснащується пристроєм для правки шліфувального круга.

Внутрішньошліфувальні верстати призначені для шліфування отворів методами поздовжньої і поперечної подачі. Найбільш поширеними є верстати (рис. 8.2в), в яких головним рухом є обертання шліфувального круга $2 - \Phi_V(O_1)$. Колова подача $\Phi_{SI}(O_2)$ здійснюється обертанням заготовки 1 , поздовжня $\Phi_{SI}(II_3)$ і поперечна $\Phi_{SI}(II_4)$ – переміщенням шліфувального шпинделя чи бабки виробу. Верстати цієї групи можуть бути патронними чи безцентровими.

Для обробки крупногабаритних заготовок використовують верстати планетарного типу, в яких заготовка встановлена нерухомо, а шліфувальний шпиндель здійснює обертальний рух навколо осі обертання оброблюваного отвору і обертання навколо власної осі.

Внутрішньошліфувальний верстат (рис. 8.4) містить станину 1 , міст 2 , на якому розташована бабка виробу 3 , стіл 7 , шліфувальну бабку 6 , торцешліфувальне пристосування 4 , пульт керування 5 .

Міст може переміщуватися поперечними напрямними ковзання, а стіл – поздовжніми напрямними кочення.

Торцешліфувальний шпиндель пристосування отримує осьове переміщення, що забезпечує врізання. Ці верстати мають дві різновидності, в одній з них подача

здійснюється поперечним переміщенням бабки виробу, в другій – переміщенням шліфувальної бабки.

Верстат оснащено пристроєм для правки шліфувального круга.

Найбільш поширеними пристосуваннями у цих верстатах є самоцентруючий патрон.

В умовах масового виробництва застосовують швидкодіючі мембранні та магнітні патрони.

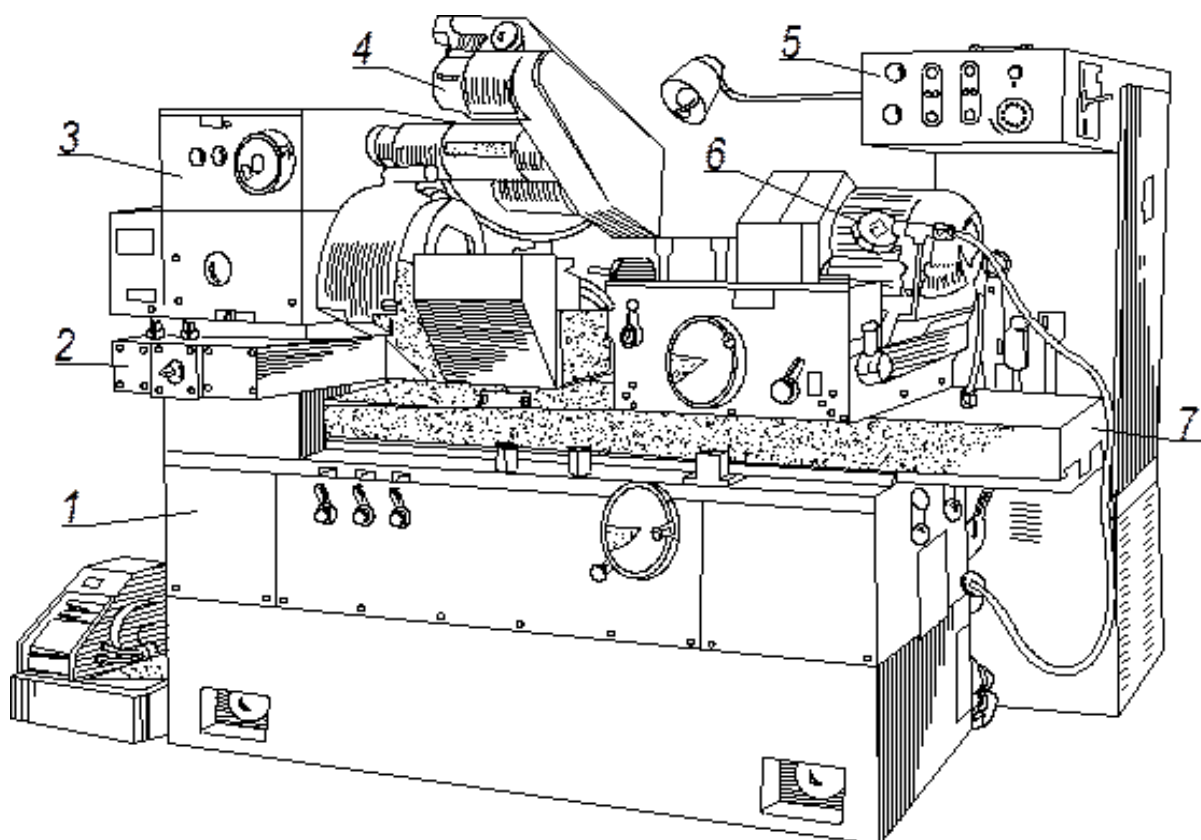


Рисунок 8.4 – Компонівка внутрішньошліфувального верстата

Плоскошліфувальні верстати призначені для чистової обробки площин на деталях різних розмірів. Головним рухом у верстатах є обертальний рух $\Phi_v(O_1)$ шліфувального круга 1 (рис. 8.5). Заготовці, в залежності від форми стола 2, надають поздовжню $\Phi_{sl}(P_2)$ (рис. 8.5а, рис. 8.5в) чи колову подачу $\Phi_{sl}(O_2)$ (рис. 8.5б, рис. 8.5г).

У випадку, коли ширина оброблюваної площини більше ширини шліфувального круга 1 або 3, заготовці чи кругу надається поперечна подача

$\Phi_{S2}(П_3)$. Крім того, шліфувальний круг або заготовка періодично переміщуються на певну глибину $\Phi_{S3}(П_4)$ перпендикулярно оброблюваній площині.

Шліфування здійснюється периферією (рис. 8.5а, рис. 8.5б) чи торцем (рис. 8.5в, рис. 8.5г) шліфувального круга. Може застосовуватися і два шліфувальних круга одночасно. При шліфуванні торцем круга вісь його може бути не лише встановлена перпендикулярно оброблюваній поверхні, але і з певним нахилом.

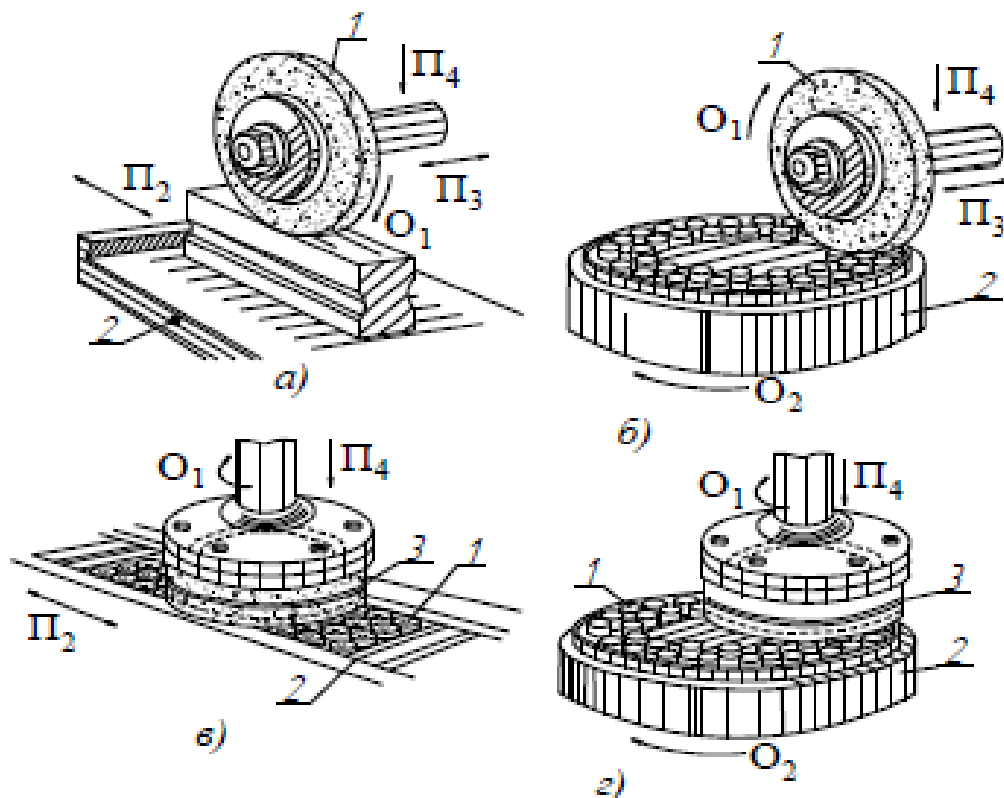


Рисунок 8.5 – Схеми плоского шліфування

Верстати з прямокутним і круговим столом оснащуються горизонтальним чи вертикальним шпинделем. Для закріплення заготовки на плоскошліфувальних верстатах, як правило, застосовують магнітні плити.

8.3 Шліфувальні верстати 3Б12, 372Б, LUREN LWT-3080

На рис. 8.6 показано універсальний круглошліфувальний верстат 3Б12.

На рис. 8.7 показано плоскошліфувальний верстат 372Б.

На рис. 8.8 показано різьбошліфувальний верстат з ЧПК LUREN LWT-3080.



Рисунок 8.6 – Універсальний круглошліфувальний верстат 3Б12



Рисунок 8.7 – Плоскошліфувальний верстат 372Б



Рисунок 8.6 – Різьбошліфувальний верстат
з ЧПК LUREN LWT-3080

Контрольні питання.

1. Особливості обробки деталей шліфуванням.
2. Інструмент для шліфування.
3. Схеми круглого зовнішнього шліфування.
4. Схеми внутрішнього шліфування.
5. Схеми плоского шліфування.
6. Режими різання при шліфуванні.

9 ТЕМА 9. АВТОМАТИЧНІ ЛІНІЇ

9.1 Типи автоматичних ліній та їх класифікація

Автоматичними лініями (АЛ) називають автоматично діючу систему машин, розташованих у технологічній послідовності і об'єднаних загальними засобами транспортування, керування, видалення відходів.

АЛ для виготовлення деталей з виконанням різноманітних операцій механічної обробки, складання, контролю, пакування та інших операцій класифікують за різноманітними ознаками. На рис. 9.1 зображена класифікація АЛ за основними ознаками.

На синхронній автоматичній лінії заготовка під час обробки передається безпосередньо від одного верстата до іншого без транспортування в магазини-накопичувачі або бункери (рис. 9.1а). Асинхронні лінії (рис. 9.1б) складаються з верстатів, кожен з яких забезпечений бункером (або магазином-накопичувачем) для зберігання деталей, та автоматичним завантажувально-розвантажувальним пристроєм. Синхронні та асинхронні лінії проектують як з пристосуваннями-супутниками, так і без них (рис. 9.1в, рис. 9.1г). Автоматичні лінії можуть складатися з одно- та багатопозиційних верстатів з наскрізним або не наскрізним транспортером (рис. 9.1д, рис. 9.1е). Наскрізний транспортер – найпростіший, тому лінії з таким транспортером набули широкого застосування. Лінії з ненаскрізним (верхнім та фронтальним) транспортером проектують у випадку, якщо конструкція верстатів не дозволяє виконати наскрізне транспортування виробів. Недолік таких ліній – їхня складність і необхідність мати на кожній робочій позиції свій завантажувально-розвантажувальний пристрій. Верстати, об'єднані жорстким транспортером, утворюють прямоточну лінію або окремі секції ліній з розгалуженими потоками (рис. 9.1ж, рис. 9.1з).

За характером транспортування виробів у процесі обробки або складання лінії можна поділити на стаціонарні, роторні та ланцюгові.

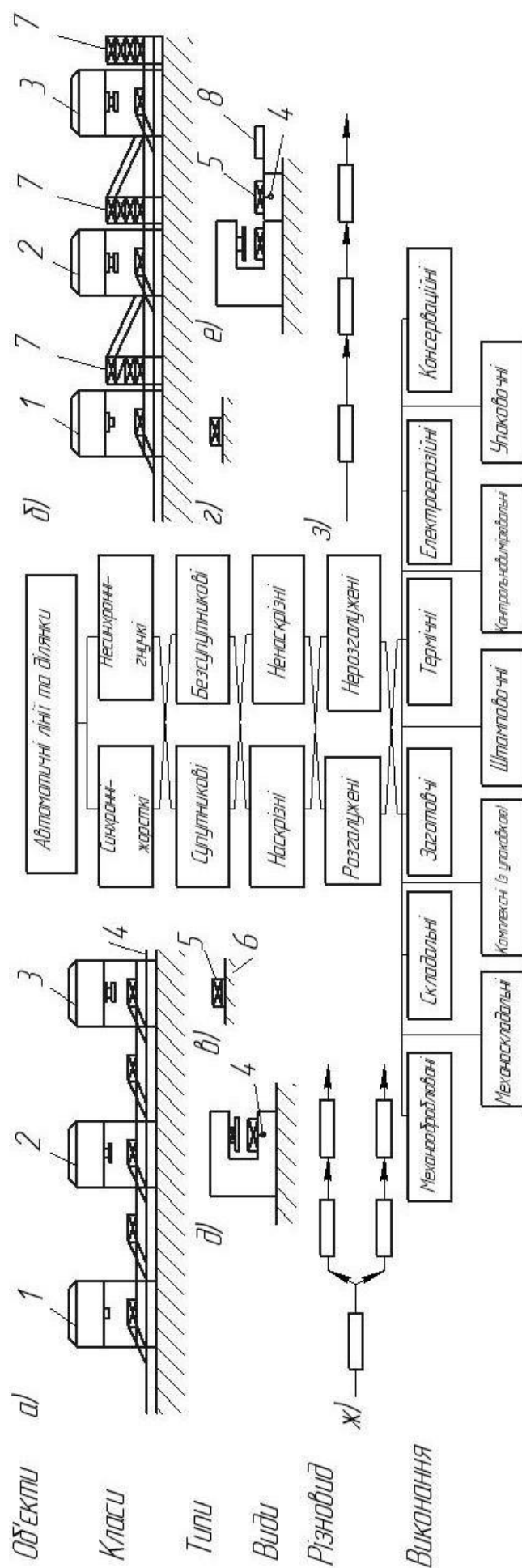


Рисунок 9.1 – Класифікація

автоматичних ліній за

основними ознаками:

1-3 – верстати; 4 –

транспортер; 5 – оброблювана

деталь; 6 – супутник;

7 – накопичувач; 8 –

живильник

За технологічним призначенням розрізняють лінії для виконання одного виду операцій і комбінування ліній для виконання кількох видів операцій.

Окремі автомати, які вбудовані в лінію, є конструктивними елементами, що виконують робочі ходи, необхідні для виконання технологічного процесу обробки, контролю. Холості ходи в лінії виконуються механізмами міжверстатного транспортування, зміни орієнтації тощо. Система керування лінії виконує не тільки координацію роботи машин, механізмів і простоїв при робочому циклі лінії, але й взаємного блокування, відшукування несправностей, сигналізації тощо.

Не зважаючи на широке застосування АЛ, до сьогодні ще не визначені найефективніші типи і конструкції силових вузлів. Цим пояснюється та різноманітність конструктивних рішень, яка має місце в цій області.

Для порівняльного аналізу силових головок (СГ) з різними типами приводів необхідно розглянути такі їх параметри: параметри конструкції; технологічні параметри; енергетичні параметри; економічні параметри.

9.2. Транспортні пристрої

Транспортні пристрої (ТрП) (рис. 9.2) призначені для передавання оброблюваних деталей з однієї позиції на другу і є разом з СГ найважливішими механізмами АЛ.

Конструкція і принцип роботи ТрП залежать від типу і розмірів оброблюваної деталі, а також характеру протікання технологічного процесу. У свою чергу, вибрана конструкція ТрП впливає на компоновку АЛ. Також, як і АЛ, ТрП за принципом роботи поділяють на циклічної і неперервної дії. Транспортери циклічної дії переважають, їх широко застосовують у лініях механо-складального виробництва різних типів. Транспортери неперервної дії використовують у лініях для хіміко-термічної обробки, лиття, сушки деталей, а також в роторних АЛ. Транспортери циклічної дії, в свою чергу, можна розділити на дві групи: транспортні системи ліній з жорстким та гнучким зв'язком.

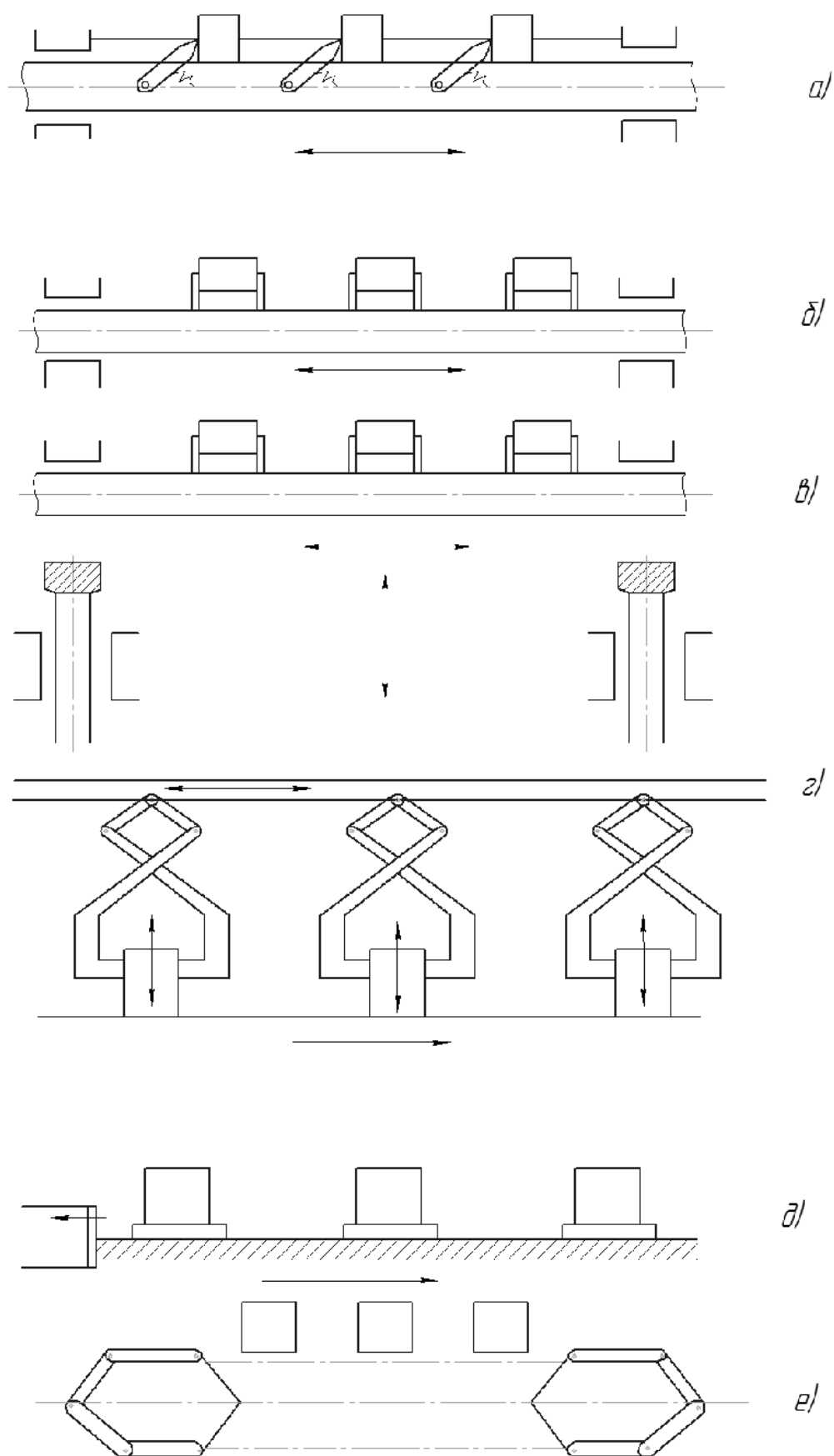


Рисунок 9.2 – Схеми транспортних пристроїв, які застосовують на ділянках ліній з жорстким зв'язком

На рис. 9.2а, рис. 9.2б, рис. 9.2в показані схеми ТрП, які застосовують на ділянках ліній з жорстким зв'язком між верстатами. Цю групу механізмів називають кроковими транспортерами, бо вони виконують крокове переміщення кожної деталі на наступну позицію.

Найширше в АЛ застосовують крокові штангові транспортери з підпружиненими собачками (рис. 9.2а) і штангові транспортери з прапорцями. Вони забезпечують вищі швидкості переміщення деталей (рис. 9.2б). Якщо для переміщення від позиції до позиції спочатку необхідно деталі підняти, застосовуються грейферні крокові транспортери (рис. 9.2в). Складнішим варіантом ТрП із зворотно-поступальним переміщенням деталі є транспортер з рейнерами (рис. 9.2г). Незважаючи на спрощення компоновки ліній і деяку економію виробничої площі, рейнери не набули широкого застосування внаслідок складності й недостатньої надійності їх конструкції.

Різновидом крокових транспортерів є штовхаючий транспортер (рис. 9.2д). Так як величина лінійного переміщення деталей тут різна, вони не можуть фіксуватися одночасно, внаслідок чого різко збільшується тривалість циклу обробки.

В окремих випадках в якості крокових застосовують ланцюгові транспортери. Але така конструкція (рис. 9.2е) не забезпечує точного базування деталей, тому ланцюгові транспортери значно частіше використовують як транспортери неперервної дії.

Транспортери АЛ із гнучким і жорстким зв'язком складаються з транспортних систем ділянок, які працюють самостійно, а також із пристроїв, що повертають деталі в різних поверхнях, передаючи їх в бункери або магазини-накопичувачі, які розділяють деталі на потоки і об'єднують кілька потоків в один. Система ТрП із гнучким зв'язком дозволяє при зупинці одного верстата або ділянки працювати іншим.

Специфічним видом ТрП ліній неперервної дії є транспортні ротори АЛ роторного типу. Швидкість переміщення інструментальних блоків робочого ротору залежить від заданого технологічного режиму обробки.

9.3. Механізми затиску і фіксації деталей

Крім СГ і ТрП досить важливими механізмами АЛ є механізми пристроїв для затискування і фіксації деталей (МЗФ). Вибір правильного методу базування деталей і закріплення їх з потрібним зусиллям затискування забезпечують точність обробки і надійність роботи лінії. Застосування швидкодіючих МЗФ дозволяє істотно зменшити допоміжний час і підвищити продуктивність АЛ.

Принцип роботи і конструкція МЗФ залежать від форми і розмірів оброблюваної деталі. Корпусні деталі типу блоків і головок блока циліндрів, які мають попередньо оброблену базову поверхню, переміщаються по транспортеру вільно і закріплюються в місцях обробки в стаціонарних пристосуваннях. Деталі складної форми, які не мають обробленої базової поверхні, встановлюються перед обробкою в пристосування-супутники, затискаються в них і проходять усю зону обробки від завантаження до вивантаження.

Пристосування-супутники мають площини ковзання і опорні бази для закріплення в місцях обробки. Як правило, деталі цих класів обробляються на АЛ із агрегатних верстатів.

Отже, МЗФ оброблюваних заготовок в АЛ виконують у двох варіантах – стаціонарні і пристосування-супутники. Хоча пристосування-супутники для затискування і фіксації АЛ аналогічні, за цільовим призначенням, верстатним пристосуванням неавтоматизованого виробництва, вони істотно відрізняються від останніх.

Число фіксаторів в пристосуваннях-супутниках приймається мінімальним (один – два), їх установочні поверхні знаходяться в одній площині, введення і виведення фіксаторів виконується простим рухом. На рис. 9.3 зображено механізм закріплення оброблюваної деталі на АЛ. Звичайно, заготовка подається у

пристосування кроковим транспортером, а затискається спеціальним пристроєм, робота якого базується на механічній, гідравлічній або пневматичній основі, що забезпечує необхідне зусилля затискування для попередження значних деформацій в оброблюваних деталях.

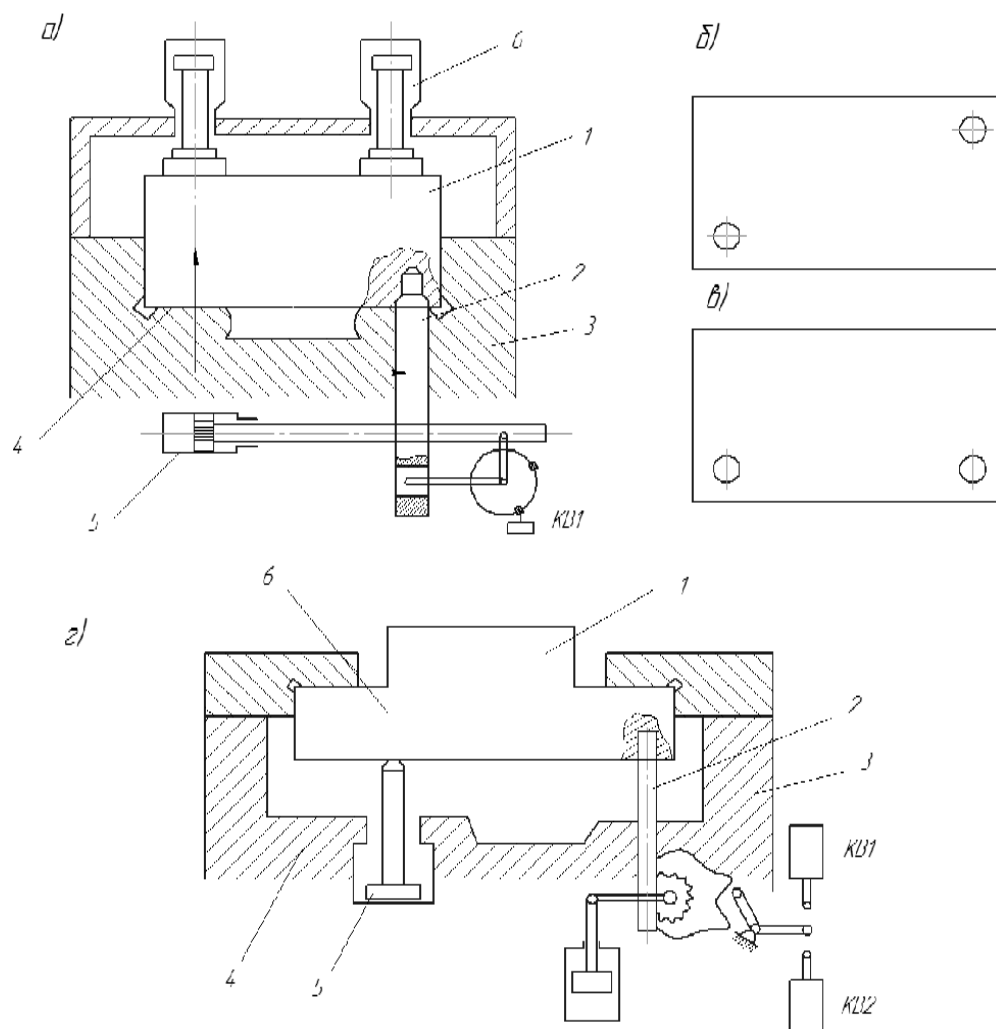


Рисунок. 9.3 – Схема затискування і фіксації заготовок

Привід установлювальних, фіксуючих і затискних елементів конструктивно виконується загальним або роз'ємним з урахуванням того, що послідовне переміщення цих елементів проходить плавно, щоб запобігти можливим зміщенням і деформації заготовки.

Необхідною умовою надійної роботи є присутність контролю правильної фіксації і достатнього зусилля затискування, що виконується автоматично.

Постійність зусилля затискування деталі протягом усього періоду обробки досягається шляхом застосування активного затискування, при якому зусилля гідро- або пневмопривода підтримується сталим.

Пристосування-супутники використовують пасивне зусилля затискування – деталь затискається один раз перед обробкою на лінії.

На рис. 9.3 зображено дві схеми фіксації, виконувані двома затискними пальцями. За першою схемою (рис. 9.3б) фіксація заготовки проходить з більшою точністю, ніж по другій. Але друга схема (рис. 9.3в) краща тим, що в ній система передаючих важелів простіша, менше відмов у роботі, забезпечується кращий доступ до робочого місця, швидше усуваються недоліки.

Деталь притискається (рис. 9.3а) до поверхонь 4, по яких вона ковзає. З часом ці поверхні стираються і деталь з пристосуваннями-супутниками «опускається», що призводить до тривалого простою, бо така несправність ліквідовується або шляхом підняття опорних поверхонь, або шляхом опускання агрегатних головок. На рис. 9.3г зображена схема, яка не має цього опускання. Деталь 1 встановлена на пристосування-супутник, який рухається по напрямних 4, а притискається під час обробки до верхніх опорних пластин по площині 6.

У цьому випадку зусилля затискування не передається через всю деталь, яка при затиску не деформується. Крім цього, відкритий вільний доступ до деталі.

Таким чином, вузли затиску і фіксації деталей в АЛ використовують широке коло різних механізмів.

На рис. 9.4 зображена схема для базування і закріплення блока циліндрів 5. МЗФ складається з гідроциліндра 1, штока повзуна 2, поворотних важелів 3 і висувних фіксаторів 4. Механізм затискування складається з трьох основних вузлів: привода, передавального пристрою 7 і затискних елементів 6.

При розробленні МЗФ перш за все вибирають тип силового приводу, який і зумовлює конструкцію всього пристрою. При цьому враховують тип приводу верстатів лінії, бо часто вдається використовувати для МЗФ привід самого верстата.

В АЛ для обробки корпусних деталей застосовують поворотні пристрої, які дозволяють змінювати орієнтацію деталей на окремих ділянках лінії.

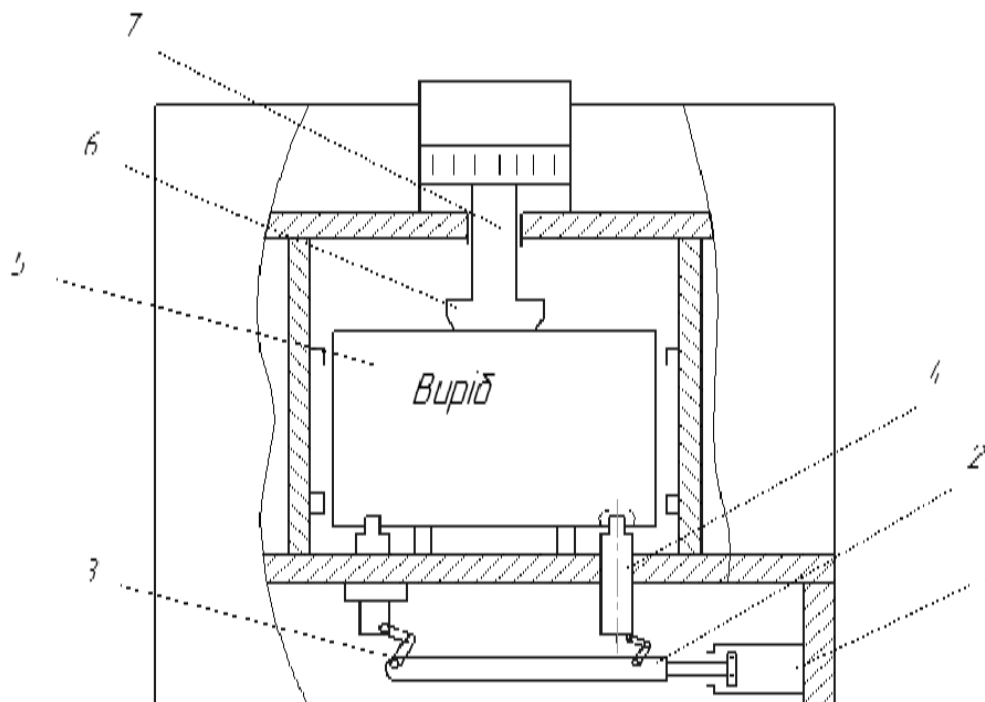


Рисунок 9.4 – Механізм затискування і фіксації блока циліндрів

Конструкція і привід поворотного пристрою повинні забезпечувати можливість сумісності часу його роботи з машинним або допоміжним часом обробки деталей.

Управління поворотним пристроєм бажано здійснювати від гідропанелей, які є вже на лінії, щоб не ускладнювати гідросистему і блокування її окремих механізмів.

Залежно від прийнятої технології обробки, на лініях застосовують такі поворотні пристрої: барабани для поворота деталі навколо горизонтальної осі (рис. 9.5а), столи для поворота деталі навколо вертикальної осі (рис. 9.5б), кантувачі для поворота деталі навколо нахиленої осі (рис. 9.5в).

У якості допоміжних механізмів АЛ застосовують агрегати для накопичування і видавання заготовок. У місцях поділу АЛ на ділянки доцільно розташовувати проміжні запаси заготовок з тим, щоб підживлювати ділянки лінії при зупинці попередніх. Накопичування запасів заготовок повинно здійснюватись

у спеціальних агрегатах, які приймають заготовки від попередньої ділянки АЛ і передають їх наступній (при нормальній роботі), або приймають від попередньої і накопичують (при простій наступної ділянки), або підживлюють наступну ділянку за рахунок своїх накопичувань (при зупинці попередньої ділянки).

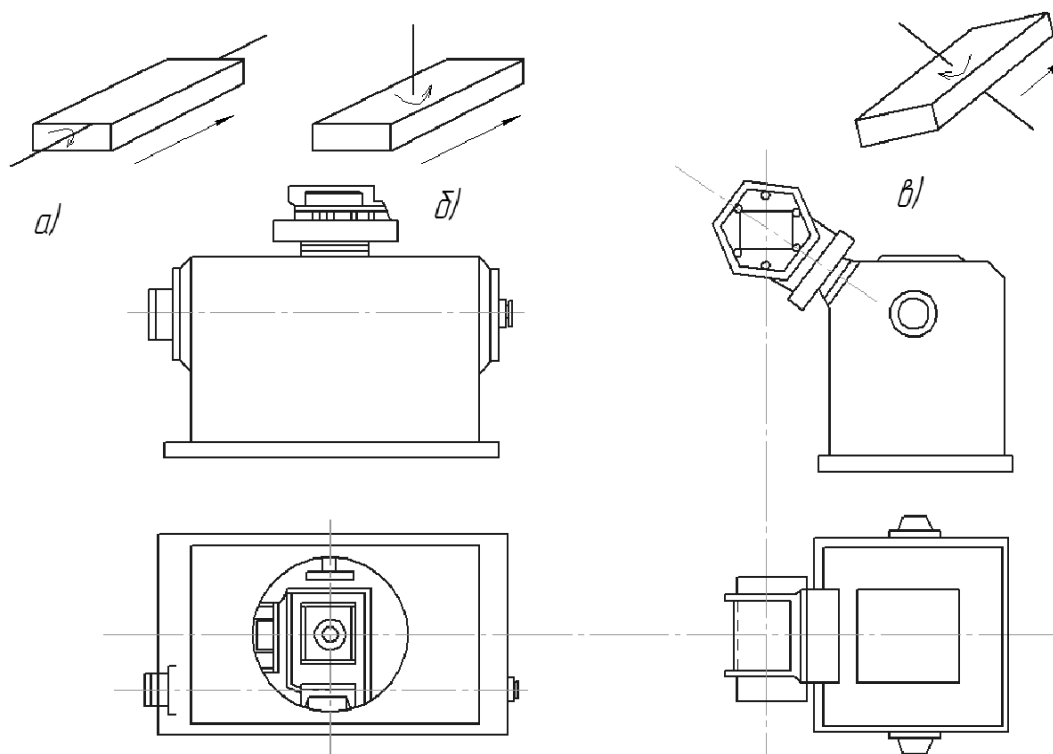


Рисунок 9.5 – Типи поворотних пристроїв

На АЛ бункерного типу (в основному для виготовлення дрібних деталей) ці функції виконують бункерні завантажувальні пристрої, а на лініях для виготовлення крупніших деталей, які не можуть вміститися в бункері, – проміжні магазини транзитного або складського типу.

У транзитних магазинах для видавання чергової заготовки необхідно переміщувати весь запас. У складських магазинах, за нормальної роботи сусідніх ділянок лінії, потік живлення наступної ділянки іде в обхід вмістимого запасу і магазин включається в роботу лише при відмові однієї з ділянок.

На рис. 9.6 зображено шахтний магазин транзитного типу. Деталі по лотку 1 елеватором 2 подаються до змієподібного лотка 3, скочуються по ньому під дією власної ваги і переносяться транспортером 4. Відсікач керує видаванням деталей по одній штуці. Як правило, змієподібний лоток 3 заповнений лише частково і,

при зупинці наступної ділянки, запас деталей в магазині збільшується за рахунок наповнення лотка 3. При зупинці попередньої ділянки наступна продовжує отримувати живлення за рахунок запасу, що є в магазині.

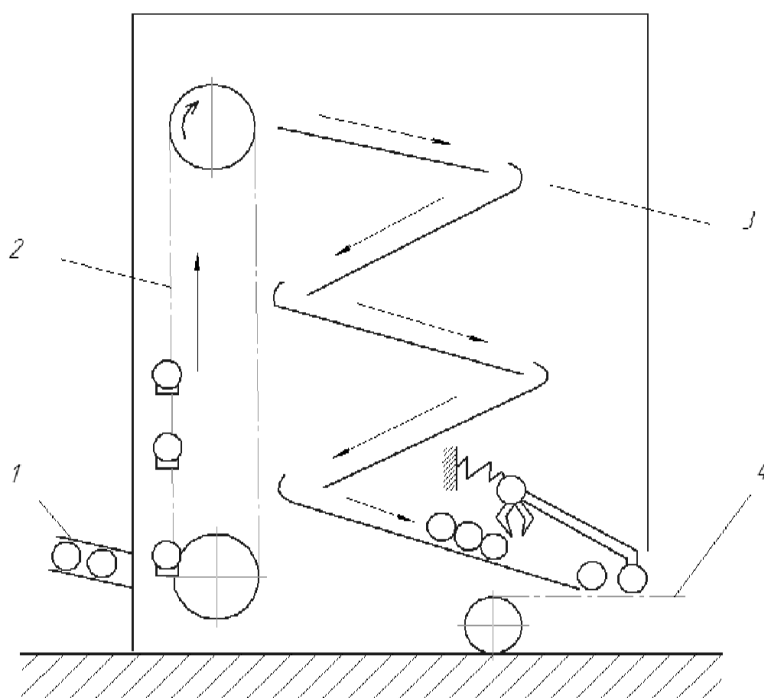


Рисунок 9.6 – Схема шахтного магазину транзитного типу

На рис. 9.7 зображено другий вид транзитного магазину.

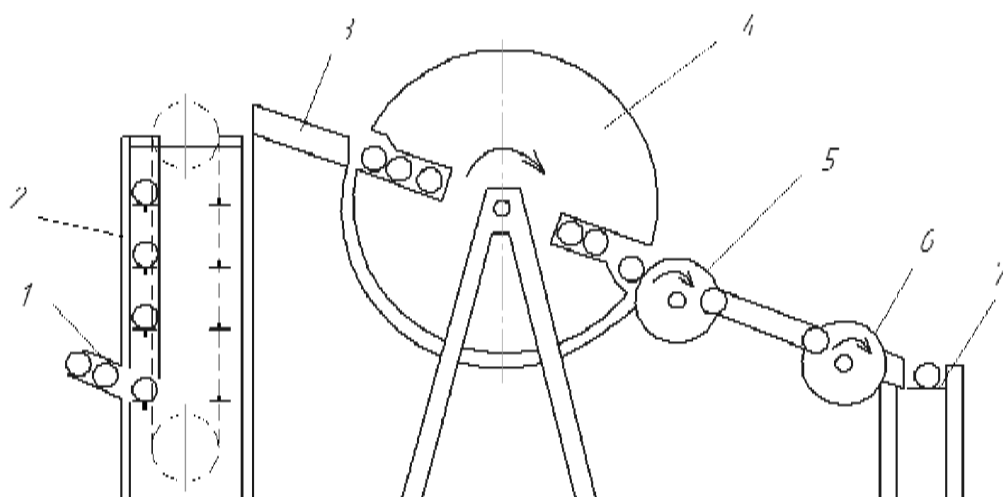


Рисунок 9.7 – Схема проміжного магазину складського виду

Деталі через приймальний лоток 1, елеватор 2 і проміжний лоток 3 попадають в гніздо барабана 4, який, обертаючись, передає їх по лотку 5 до

передавального магазину 6, останній відправляє деталі на поперечний транспортер 7 для подальшого передавання. У випадку заповнення гнізд ротору попередня ділянка лінії автоматично вимикається.

Останнім часом в якості проміжних магазинів успішно застосовуються вібраційні накопичувачі.

При проектуванні АЛ одним із основних елементів є механізми для видалення стружки. Видалення стружки є одним із найскладніших і часто важковирішуваних питань при проектуванні АЛ. Перш за все необхідно домагатися зменшення кількості стружки, що виникає при обробці, до отримання роздрібленої стружки.

Весь комплекс цих питань можна поділити на три групи.

1. Відведення стружки з робочої зони верстату, видалення її з базових поверхонь і затискних елементів, не пошкоджуючи при цьому їх, а також поверхонь деталей.
2. Транспортування стружки в забірники цехового транспорту.
3. Очищення охолоджувальної речовини, масла від дрібної стружки і шламу.

На сьогодні видалення стружки з робочої зони здійснюють простими методами, без застосування особливих механізмів: за допомогою щитків, скребків, щіток, грабелів – так званим механічним способом; гравітаційним, тобто стружка падає під дією власної ваги в стружкозабірники; змиванням струменем емульсії; здуванням або всмоктуванням; за допомогою електромагніту.

Для видалення стружки з робочої зони можна використовувати різні транспортні механізми.

Розгляд конструкцій АЛ показує, що, залежно від конкретних умов, визначених їх компонуванням і організацією праці на них, знаходять застосування три наступні системи транспортування стружки з лінії в загальноцехову транспортну систему.

1. Транспортування стружки в контейнерах, коли з окремих верстатів через вікна в станині стружка висипається у відповідну ємність (ящик, візок).
2. Транспортування стружки транспортерами, які проходять поза лінією і мають підвідні контейнери того або іншого типу. Подібну систему транспортування

стружки застосовують на тих лініях, де вдається використовувати цехові підземні пристрої, які раніше з'явилися, і залишається тільки передбачити відведення стружки із приймальників ліній.

3. Транспортування стружки транспортерами, вбудованими безпосередньо в лінію, або проходячи під нею в спеціальній ямі, рові, тунелі.

Використання такої системи транспортування виключає необхідність мати на кожному із робочих агрегатів лінії пристрої для відведення стружки з окремих агрегатів лінії на загальний транспортер, бо останній розташований безпосередньо під зонами обробки на цих самих агрегатах. Вибір тієї чи іншої конструкції подібного вбудованого транспортера, а також його розміщення (крізь верстатні лінії або в канаві під верстатами) залежить від конкретних умов роботи лінії і її компоновання.

У двох останніх системах в якості транспортних засобів використовують конвеєри різних типів – стрічкові, скребкові, шнекові, вібраційні.

В АЛ для прибирання стружки застосовують стрічкові транспортери (рис. 9.8а), у яких стрічка – бавовняна прогумована, стальна проволка або стальна холоднотягнута. Стрічкові конвеєри мають високу продуктивність, дозволяють транспортувати стружку на великі відстані, їх відмінність в економічності, плавності і безшумності при простоті конструкції. Недоліками стрічкових конвеєрів є висока вартість і швидке зношування.

Для транспортування дрібної металевої стружки широко застосовують скребкові транспортери (рис. 9.8б). Перевагами їх є можливість транспортування під значним кутом нахилу та довговічність скребків. До недоліків їх відносяться: низька продуктивність, велика питома витрата енергії, невелика довжина переміщення. В АЛ скребкові транспортери працюють на невеликій відстані і тому досить ефективні.

В АЛ все частіше застосовують шнекові транспортери (рис. 9.8в), які складаються з гвинта з приводом і жолоба, який охоплює гвинт. При обертанні гвинта, розміщеного по осі жолоба, гвинт проштовхує по цьому жолобу стружку, яка насипається через завантажувальні патрубки. Особливістю шнекових

транспортів для відведення стружки є те, що вони працюють безвідмовно і у випадку відсутності опор на вихідному кінці.

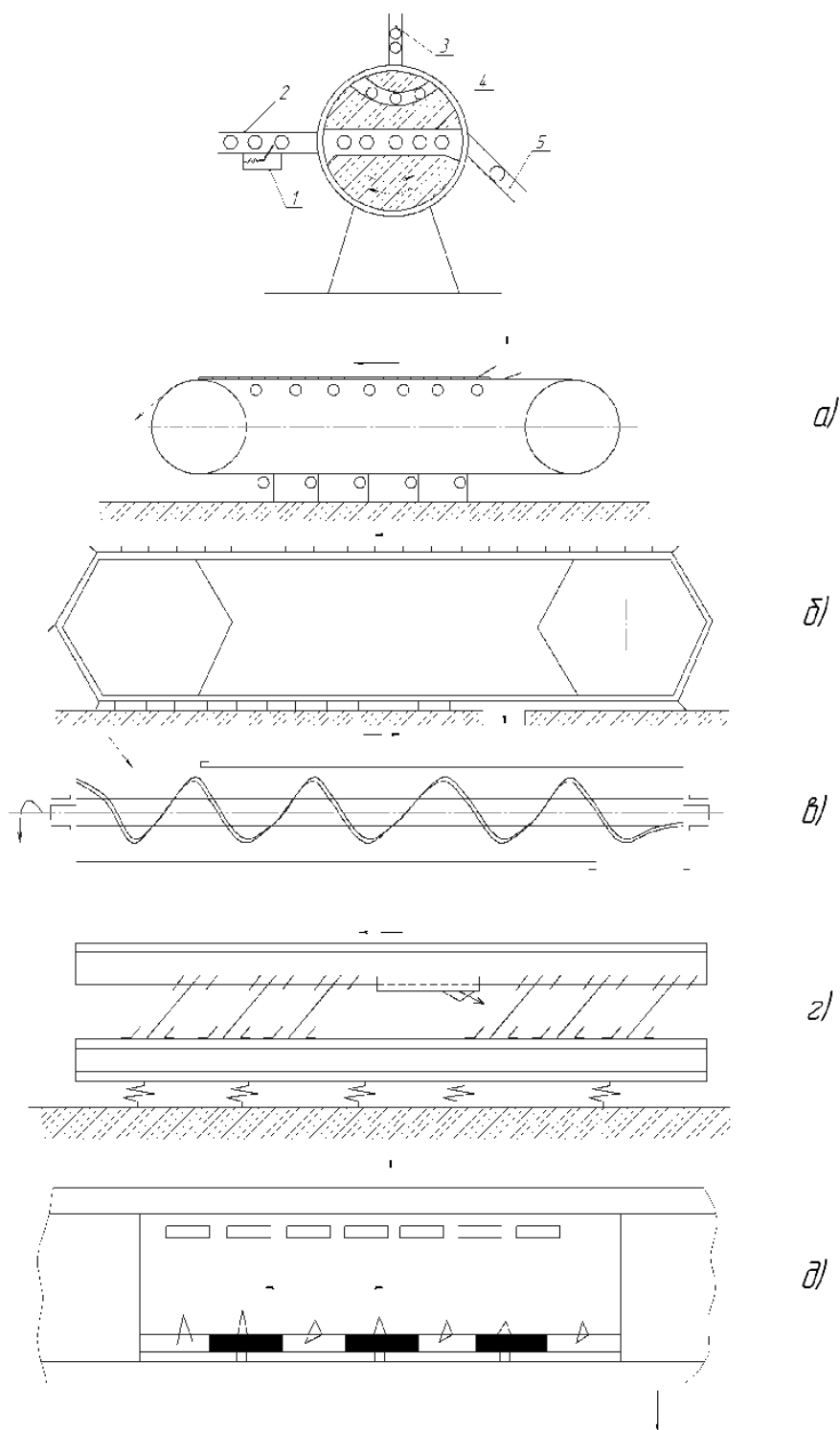


Рисунок 9.8 – Схеми стрічкових транспортів

Шнекові транспортери використовуються з одним і кількома гвинтами. Залежно від числа гвинтів транспортери називають одношнековими, двошнековими тощо.

За останній час з'явилися нові конструкції вібраційних транспортерів для транспортування стружки в АЛ (рис. 9.8г), які являють собою вібраційний жолоб на пружних опорах.

Найбільшу трудність для відведення й транспортування являє собою вита або зливна стружка.

Розроблено конструкції спеціальних транспортерів, призначених для транспортування зливної стружки. Їх називають йоржово-штанговими (рис. 9.8д). Транспортер являє собою металевий жолоб із привареними шипами, в середині якого виконує зворотно-поступовий рух бортова штанга.

Виконуючи робочий хід, штанга йоржами забирає стружку, що знаходиться в жолобі, і штовхає її вперед. На зворотному шляху штанга проковзує по стружці, яка утримується йоржами жолоба. Таким чином, у результаті зворотно-поступального руху йоржової штанги стружка переміщується по жолобу в одному напрямі. Рух робочому органу (штанзі) передається від гідравлічного, пневматичного або механічного приводу.

Контрольні питання.

1. Механізми затиску і фіксації деталей.
2. Транспортні пристрої.
3. Класифікація автоматичних ліній за основними ознаками.

10 ТЕМА 10. ПРОМИСЛОВІ РОБОТИ

10.1 Загальні відомості, призначення і класифікація промислових роботів

Промисловий робот (ПР) – це машина-автомат, що призначена для відтворення деяких рухових функцій людини при виконанні допоміжних і основних виробничих операцій і має деякі здібності людини (силу, пам'ять), а також спроможність до навчання для роботи в комплексі з іншим обладнанням і пристосуванням в виробничому середовищі. Робот складається з маніпулятора, системи програмного керування (ПК) і інформаційної системи.

Маніпулятор – обладнання, що призначене для виконання рухових функцій, аналогічних функціям руки людини при переміщенні тіла в просторі, керується оператором або діє автоматично.

Система ПК – це сукупність засобів, призначених для формування і видачі керуючих дій маніпулятору в відповідності з заданою програмою.

Інформаційна система складається з технічних засобів, що забезпечують отримання, перетворення, обробку і передачу інформації про стан ПР і зовнішнього середовища.

ПР можна умовно класифікувати за такими ознаками: призначенням, спеціалізацією, конструкцією, вантажопідйомністю, типом приводу, типом системи керування, способом програмування, системою координат, конструкцією маніпулятора, мобільністю. Класифікація промислових роботів представлена на рис. 10.1.

За призначенням ПР можна умовно поділити на два основних види: виробничі і транспортні. Виробничі роботи застосовуються для виконання технологічних операцій різних видів виробництв – ливарного, ковальсько-пресового, штампувального, зварювального, механооброблювального, складального, фарбувального. Транспортні роботи використовуються для міжопераційної передачі заготовок, для автоматичного завантаження і

розвантаження різноманітного металооброблювального обладнання, для завантаження готових виробів у тару та їх складування.

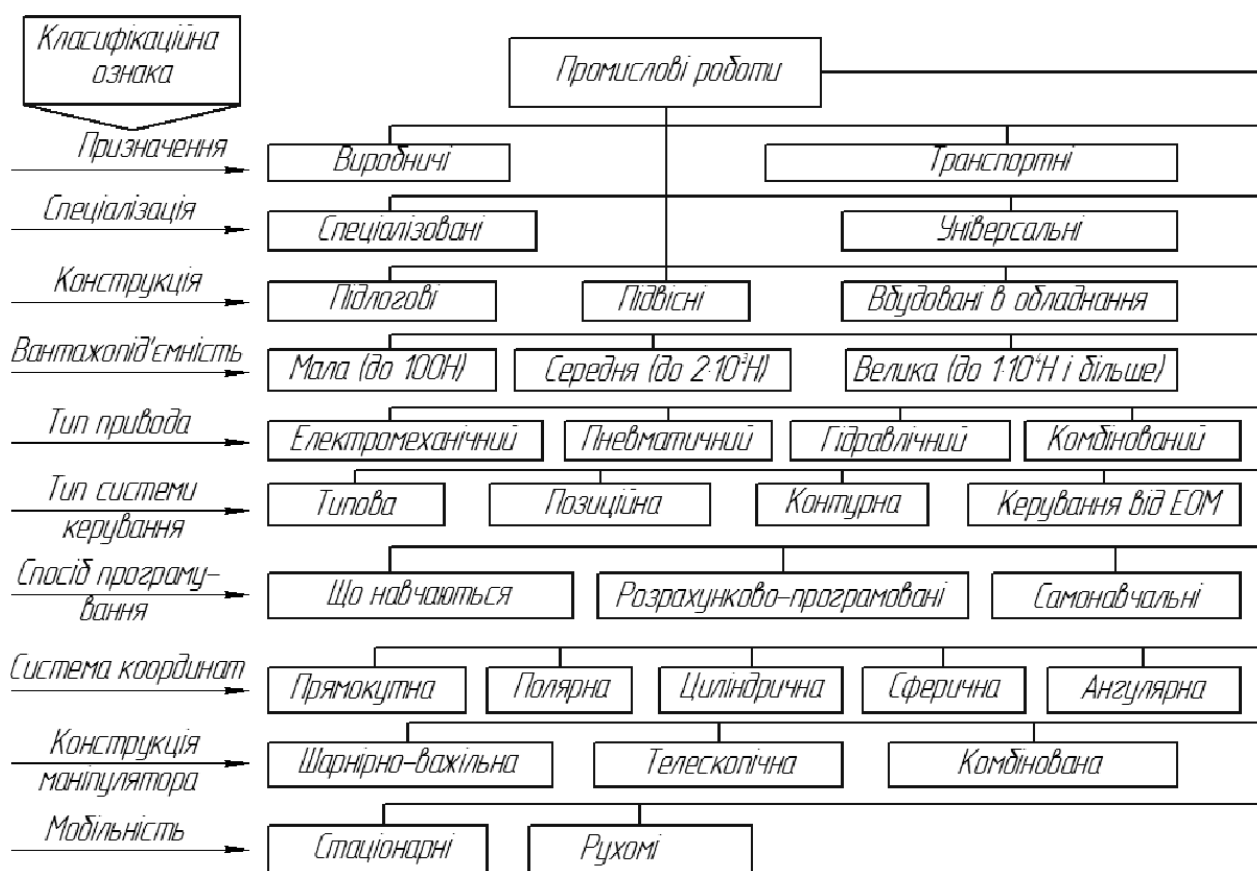


Рисунок 10.1 – Класифікація промислових робітів

Роботи можуть бути спеціалізованими і універсальними. Спеціалізовані роботи призначені як для цільового виконання певних технологічних операцій (фарбування, зварювання, шліфування), так і для допоміжних робіт по обслуговуванню металорізальних систем, автоматизованих технологічних комплексів, гнучких виробничих систем. Універсальні роботи призначені для виконання основних, допоміжних, транспортних і інших робіт в різних видах машинобудівного виробництва.

В залежності від конструкції ПР діляться на наземні, підвісні та вбудовані в обладнання.

Однією з головних характеристик ПР є його вантажопідйомність. Вантажопідйомність робота характеризується загальною найбільшою масою

заготовок, з якою він здатний оперувати в будь-якому положенні робочих органів при максимальній швидкості руху.

Рухи робочих органів робота можуть здійснюватися від механічного, електричного, гідравлічного, пневматичного приводів або їх комбінацій. Кожний з них має свої переваги і недоліки. Тип приводу вибирають в залежності від призначення робота і умов його експлуатації.

Системи керування ПР здійснюють формування логічної послідовності виконання операцій їх робочими органами по заданих параметрах, запам'ятовування просторових координат при виконанні кожної окремої операції і їхнє корегування при відступі від заданих параметрів. Для роботів першої генерації отримали розповсюдження позиційні і контурні системи програмного керування, для роботів другої генерації – системи керування від електронно-обчислювальних машин.

Система координат ПР визначає кінематику основних рухів механічної системи робота і форму робочої зони. При виборі кінематичних схем використовуються такі системи координат: прямокутна, полярна, циліндрична, сферична, кутова.

В залежності від конструкції маніпулятора, ПР бувають з шарнірно-важільними, телескопічними та комбінованими маніпуляторами.

Під мобільністю слід розуміти спроможність робота в цілому здійснювати переміщення в просторі. В залежності від мобільності роботи діляться на: стаціонарні (наземні, підвісні), пересувні наземні (по рейках, на катках) і підвісні (на балках, на монорейках). Найбільш часто застосовуються стаціонарні роботи, що обслуговують площу з радіусом дії 1000-2600 мм. Для розширення зони дії застосовуються пересувні наземні роботи. Такі роботи водночас обслуговують групу металорізальних верстатів. З метою економії виробничих площ і для ряду типів металорізального обладнання вигідно і більш зручно застосовувати підвісні роботи.

Важливі технічні характеристики ПР: число степенів рухомості, кількість механічних рук і похибка позиціонування. Числом степенів рухомості ПР

називається число ступенів вільності ланок кінематичного ланцюга відносно ланки, прийнятої за непорушну. Слід вважати, що достатньо універсальними є такі роботи, що мають 5-7 ступенів рухомості, включаючи пристрої пересування. Роботи з більшою кількістю ступенів рухомості є високоманевреними і застосовуються, в основному, для складальних робіт. Роботи з меншою кількістю ступенів рухомості мають спеціальне призначення. Механічна рука ПР являє собою багатоланковий розімкнутий механізм, що закінчується робочим органом в вигляді захоплювача. Більшість ПР мають одну механічну руку, але є роботи, оснащені двома, трьома і більше механічними руками. Похибка позиціонування робота визначає ступінь точності руху його робочих органів при багаторазовому переміщенні деталей певної маси в задане положення. На точність позиціонування, в основному, впливають вантажопідйомність, конструкція і кінематика робочих органів, тип приводів і системи керування.

ПР – це автоматична машина, що складається з маніпулятора і перепрограмованого пристрою програмного керування, для виконання у виробничому процесі рухових і керованих функцій.

Якщо завдання автоматизації обробки деталей вирішується шляхом вживання спеціальних верстатів-автоматів і автоматичних ліній в умовах масового виробництва і верстатів з ЧПК в умовах дрібносерійного виробництва, то усунення ручної праці на допоміжних операціях, особливо при виготовленні деталей малими партіями, зв'язано з величезними труднощами. Це пов'язано з різноманіттям рухів при виконанні допоміжних операцій. Вирішувати задачу переналадки можна, якщо застосувати промислового робота, керованого за заданою програмою.

Промислові роботи при обробці деталей на верстатах виконують наступні основні маніпуляції: узяти заготовку з тари; перенести її до верстата; встановити в пристосування; узяти оброблену деталь; перенести її і вложити в тару, або перенести до іншого верстата.

За конструктивними ознаками ПР можна розділити на наступні групи.

1. Підлогові ПР з горизонтальною висувною рукою і консольним механізмом підйому.
2. Підлогові ПР з горизонтальною висувною рукою, встановленою на підймальній каретці, що переміщається по направляючим поворотної колони.
3. Підлогові ПР с багатоланковою рукою.
4. Портальні ПР з рукою, встановленою на каретці, що переміщається по монорельсу.
5. Спеціалізовані ПР.
6. Підлогові транспортні візки (робокари).
7. ПР для обслуговування автоматизованих складів.

10.2 Основні види компоновок промислових роботів

Підлогові ПР з висувною рукою і консольним механізмом підйому руки, що є найбільш поширеними, функціонують в циліндровій або прямокутній системі координат: привід – пневматичний, електромеханічний і в певних випадках гідравлічний; вантажопідйомність 0,05-20 кг (окремі ПР з гідроприводом мають вантажопідйомність до 60 кг).

ПР даної групи, призначені, як правило, для виконання транспортно-завантажувальних операцій, відрізняються великою швидкістю, оснащені цикловими системами керування і оснащені упорами, що обмежують переміщення їх рухливих вузлів.

Підлогові ПР з висувною рукою, встановленою на рухливій каретці, мають компоновку, показану на рис. 10.2 (1...5 – конструктивні елементи). Вантажопідйомність таких ПР від 1 кг до 1000 кг, число степенів рухомості від 3 до 6. Робот працює в циліндровій системі координат. По особливому замовленню робот випускають з переміщенням по рейках 6, що дозволяє істотно розширити його робочу зону.

Підлогові роботи з висувною рукою (рис. 10.3), що коливається, працюють в полярній сферичній системі координат і мають не менше п'яти мір рухливості. На

основі 1 змонтовані гідростанція і механізми повороту руки довкола вертикальної осі. У верхній частині поворотної колони 2 встановлена висувна рука 3, яка під дією гідроциліндра може здійснювати коливальні рухи у вертикальній площині.

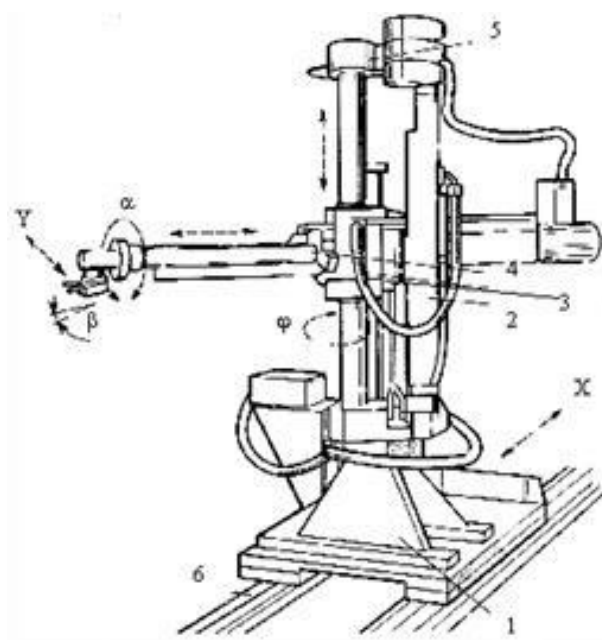


Рисунок 10.2 – Компоновка підлогового ПР з висувною рукою, встановленою на рухомій каретці

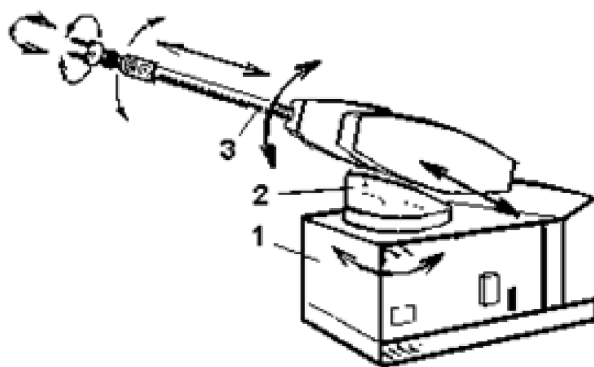


Рисунок 10.3 – ПР з висувною рукою, що працює в сферичній системі координат

У підлогових ПР з багатоланковою рукою (рис. 10.4) всі рухи здійснюються шляхом відносних кутових поворотів ланок руки, що мають постійну довжину. Привід, що стежить, – електромеханічний або електрогідравлічний. Основними перевагами багатоланкової руки є її компактність і можливість обслуговування

великої зони при малих габаритах механізму. Такі ПР застосовують для автоматизації операцій забарвлення, зварки, збірки, обдирання литва, завантаження устаткування.

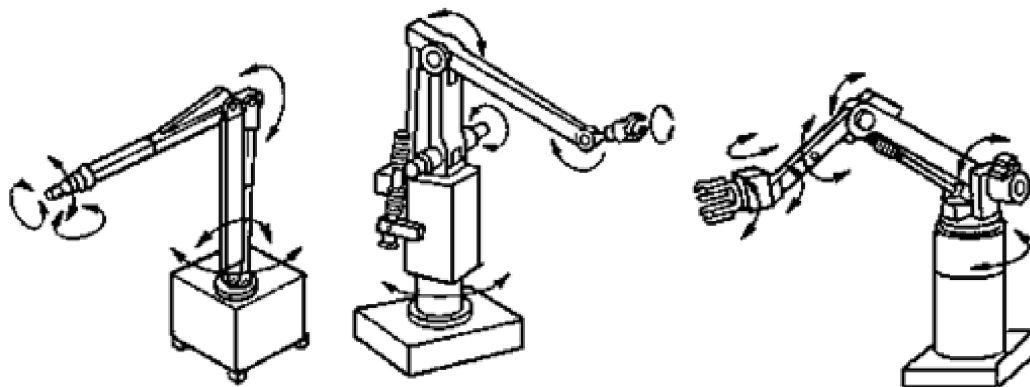


Рисунок 10.4 – Основні варіанти виконань підлогових ПР з багатоланковою рукою

Портальні ПР з рукою, встановленою на каретці (рис. 10.5), що переміщається по монорельсу, застосовуються для обслуговування металорізальних верстатів, автоматичних ліній гальванопокриття, а також для виконання транспортних операцій. Переваги таких ПР – економія виробничої площі і зручність обслуговування устаткування.

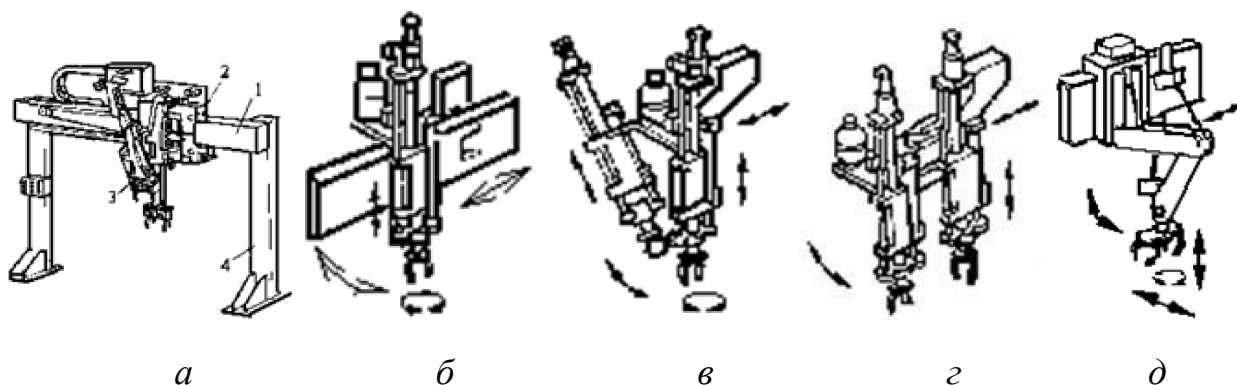


Рисунок 10.5 – Портальний ПР з висувною рукою, встановленою на каретці, що переміщається по монорельсу: а – загальна компоновка, б – з вертикальною висувною рукою, в – з двома висувними руками (одна похила), г – з двома (або трьома паралельними) висувними руками, д – з багатоланковою рукою;
1 – монорельс, 2 – каретка, 3 – рука, 4 – стійка

Портальні ПР можна розділити на дві групи: ПР з цикловим програмним керуванням, що працюють в декартовій системі координат і призначені, як правило, для завантаження одного верстата в умовах великосерійного виробництва; ПР з ЧПК, що забезпечують переміщення захватного пристрою в напрямі, перпендикулярному монорельсу, призначені для обслуговування декількох одиниць устаткування.

Транспортний ПР мод. ТРТ-250-1 (рис. 10.6), призначений для транспортування деталей, укладених в тару, виконаний на базі тельферних візків, що переміщаються по монорельсу. Вантажопідйомність – 250 кг.

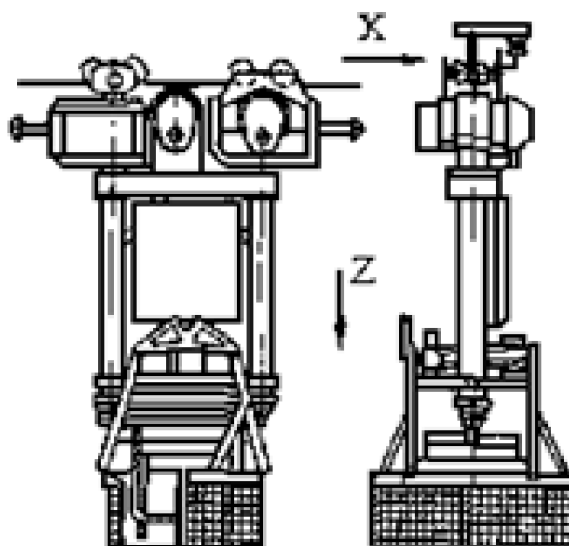


Рисунок 10.6 – Транспортний ПР мод. ТРТ-250-1

Спеціальні роботи виконують певні технологічні операції, тому їх конструкція залежить від моделі обслуговуваного устаткування. До спеціальних належать ПР, призначені для обслуговування машин для литва під тиском, деяких типів ковальсько-пресового устаткування, а також ПР, що вбудовуються в металорізальні верстати.

Підлогові транспортні візки (робокари) на колісному або гусеничному ході переміщаються по монорельсу або штучно позначеній трасі.

У конструкціях візків використовують системи автоматичного завдання і стабілізації курсу переміщення: оптичні, електромагнітні, ультразвукові тощо.

При вживанні оптичної системи на підлозі цеху наноситься біла лінія, яка служить показником фотоелектричному далекоміру. Останов відбувається в місцях розриву білої лінії.

Найбільше вживання знайшли візки з електромагнітною системою стабілізації курсу, де по трасі прокладається токопровід; конструктивна схема такого візка показана на рис. 10.7.

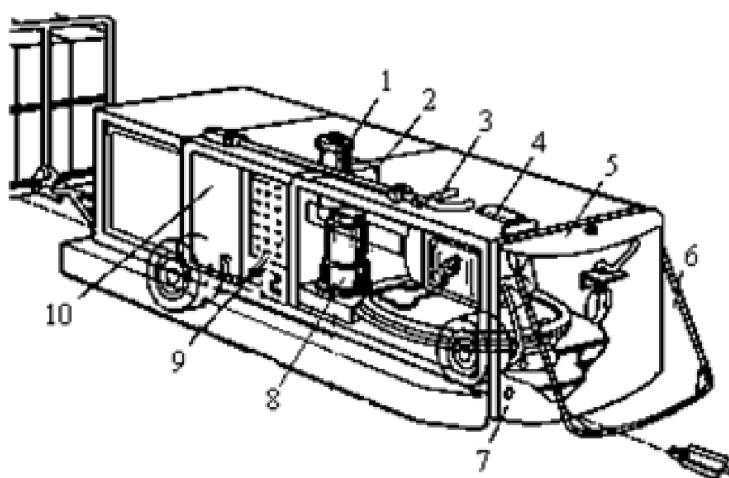


Рисунок 10.7 – Робокара з електромагнітною стабілізацією курсу:

- 1 – гальмівна котушка; 2 – транзисторний пристрій керування; 3 – рукоятка гальмування; 4 – привід; 5 – сигнальна лампа; 6 – пристрій забезпечення безпеки руху; 7 – буферний щит; 8 – привід пристрою керування;
9 – панель програмування; 10 – акумуляторна батарея

10.3 Захватні пристрої

Захватні пристрої ПР призначені для захоплювання і утримання в певному положенні об'єктів маніпулювання. Ці об'єкти можуть мати різні розміри, форму, масу і володіти різноманітними фізичними властивостями, тому захватні пристрої є змінними елементами.

Як правило, ПР комплектують набором типових (для даної моделі) захватних пристроїв, які можна змінювати в залежності від вимог конкретного

робочого завдання. Іноді на типові захвати встановлюють змінні робочі елементи (губки, присоски тощо). У разі необхідності ПР оснащують спеціальними захватними пристроями, призначеними для виконання певних операцій.

До числа обов'язкових вимог, що пред'являються до захватних пристроїв, відносяться: надійність захоплення та утримання об'єкта; стабільність базування. точність базування.

Особливу увагу слід звертати на надійність кріплення захватних пристроїв до руці ПР.

Найбільш поширеними є механічні захватні пристрої.

Некеровані захватні пристрої типу пінцета (рис. 10.8а, 10.8б) або типу кліщів (рис. 10.8в, 10.8г) утримують деталь завдяки пружним властивостям затискних елементів, а звільняють її примусово з допомогою додаткових пристроїв.

Захоплення такого виду застосовують в умовах масового виробництва при маніпулюванні з об'єктами невеликих мас і розмірів.

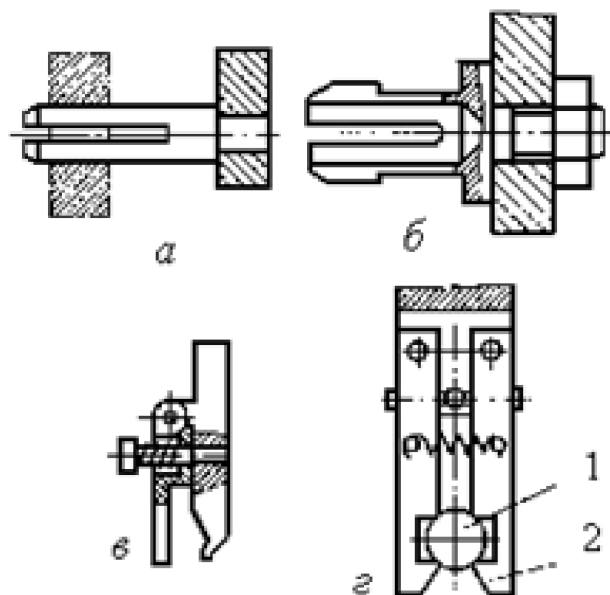


Рисунок 10.8 – Некеровані захватні пристрої: а – типу пінцета у вигляді пружного розрізного валика, б – типу пінцета у вигляді розрізної пружної втулки, в – типу кліщів з однією рухомою губкою, г – типу кліщів з двома рухомими губками; 1 – заготовка; 2 – робочі елементи

Неприводні захватні пристрої зі стопорними механізмами, що забезпечують чергування циклів затиску і звільнення деталей, є автономними і не потребують спеціальних команд від системи керування і додаткового підведення енергії.

Деталі утримуються зусиллями пружин в результаті самозатягування або замикаючої дії губок. Як правило, подібні пристрої працюють у вертикальному положенні.

Командні захватні пристрої в основному бувають кліщового типу. Рух губок забезпечується пневматичним, гідравлічним або електромеханічним приводом.

Широке застосування отримали кліщові командні захватні пристрої з важільними передавальними механізмами, що забезпечують виграш у силі затиску деталі.

В механічних конструкціях захватних пристроїв широке застосування знайшли рейкові передачі. Порівняно з важільними, вони мають менший габарит, забезпечують більше розкриття губок, проте не дають виграшу в силі затиску деталі.

Основою вакуумних захватних пристроїв є присоски і пристрої для створення вакууму. Простим і поширеним способом створення вакууму є вживання ежекторів. В цьому випадку розрідження виходить без спеціальної установки за рахунок енергії стислого повітря, що поступає із заводської мережі.

Кріплення захватних пристроїв на руці ПР може бути: постійне, змінне, швидкозмінне.

Як конструктивне виконання місць кріплення змінних захватних пристроїв використовується фланцеве кріплення, причому на руці ПР виконується фланець з центруючим отвором по осі і з різьбовими отворами довкола нього. При такій конструкції частина елементів захватного пристрою розміщується усередині руки ПР, здійснюється зв'язок пристроїв, що не мають вбудованого приводу, з приводом, що знаходиться в руці. Така конструкція є простою і універсальною. Для швидкої ручної зміни захватних пристроїв, а також для автоматичної зміни застосовують байонетне кріплення (рис. 10.9), що включає гніздо 1 (виконане на

руці ПР), хвостовик 2 захватного пристрою і пристосування 3 для його кутової фіксації.

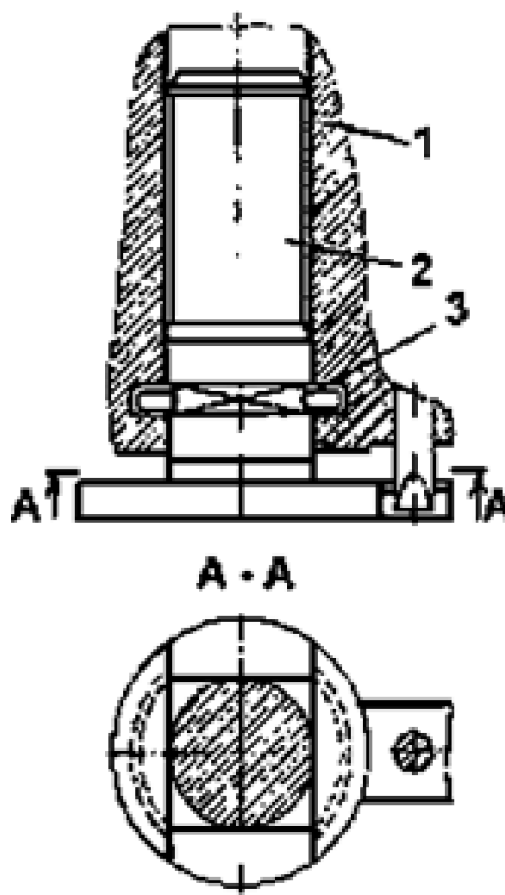


Рисунок 10.9 – Байонетне кріплення захватних пристроїв: 1 – гніздо, 2 – хвостовик, 3 – пристосування для вузлової фіксації захватного пристрою

10.4 Приводи

ПР оснащуються приводами: електричними, пневматичними, гідравлічними.

У ПР, що оснащуються позиційними, контурними, а також комбінованими пристроями ЧПК, використовують електроприводи, які забезпечують відповідне керування по окремих осях координат з позиціонуванням у будь-якій точці робочої зони і включають крокові електродвигуни або двигуни постійного струму. Часто застосовуються комплектні крокові електроприводи з гідропідсилювачем, рідше – стежачі гідроприводи.

Приводи ПР діляться на наступні групи: нерегульовані, забезпечуючі рух ланок механізму з однією робочою швидкістю; регульовані, забезпечуючі повідомлення змінної або незмінної швидкості ланці механізму, причому параметри приводу можуть мінятися під впливом пристроїв, що управляють; що стежать, автоматично забезпечують відрізок переміщення з певною точністю відповідно до довільно змінного задаючого сигналу; адаптивні, автоматично обираючи параметри керування при зміні умов роботи в цілях виробки оптимального режиму.

До приводів ПР пред'являються наступні вимоги: забезпечення постійної частоти обертання двигуна при зміні зовнішнього навантаження; підтримка постійного моменту на валу двигуна у всьому діапазоні частот обертання; забезпечення процесу регулювання двигуна, без коливань; забезпечення високої точності відрітку двигуном дій, що управляють.

Важливим, з точки зору забезпечення безпеки при експлуатації ПР, є включення у склад комплектного приводу електромагнітного гальма для фіксації положення валу двигуна при випадкових перервах в живленні.

На рис. 10.10 показано, як поруч стоять шафи сучасних систем управління двох промислових роботів *FANUC R-2000iB*.



Рисунок 10.10 – Шафи сучасних систем управління двох промислових роботів *FANUC R-2000iB*

На рис. 10.11 показані працюючі промислові роботи *FANUC R-2000iB*.



Рисунок 10.11 – Працюючі промислові роботи *FANUC R-2000iB*

На рис. 10.12 показані промислові роботи *KUKA* на автомобільному виробництві.

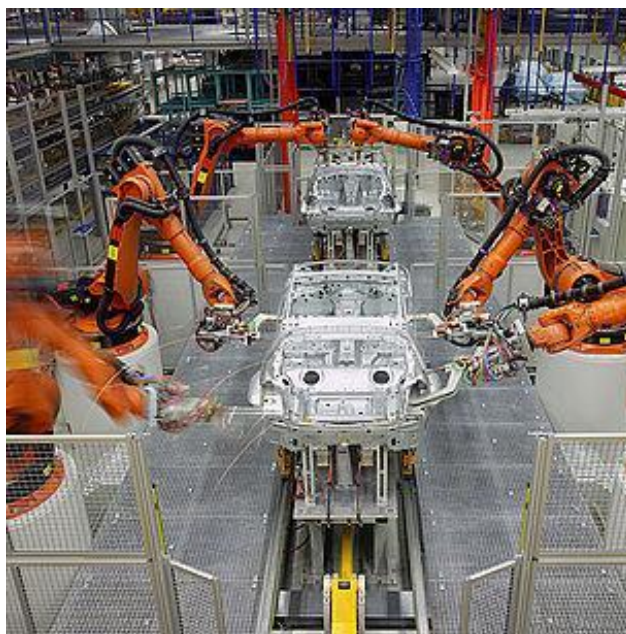


Рисунок 10.12 – Промислові роботи *KUKA* на автомобільному виробництві

10.5 Використання ПР для обслуговування верстатів

При використанні ПР для обслуговування металорізальних верстатів вирішуються наступні завдання: захват заготовок з накопичувачів; завантаження заготовок у верстат; міжверстатне транспортування напівфабрикатів; зняття деталей з верстата; завантаження накопичувачів готовими деталями.

Додаткові завдання, покладені на ПР, пов'язані з подальшим підвищенням продуктивності обслуговуваного устаткування шляхом оснащення ПР системами активного контролю розмірів оброблюваних деталей і організації відповідної автоматичної корекції керуючих програм металорізальних верстатів.

Верстат (група верстатів), обслуговуваний ПР, складає так званий роботизований технологічний комплекс (РТК).

У склад типових РТК включаються: ПР; металоріжучі верстати; допоміжне транспортне устаткування, що включає накопичувачі, магазини заготовок і виробів і тому подібне. В залежності від числа верстатів, які обслуговуються одним ПР, розрізняють: одноверстатні РТК; багатOVERстатні РТК.

10.6 Використання ПР на складальних роботах

Автоматизація збірки є одним з важливих резервів підвищення продуктивності праці і, отже, зниження вартості виробу, в зв'язку з чим цьому питанню приділяється велика увага, оскільки, в разі вживання ручної збірки, витрати на її здійснення складають приблизно 35 % виробничих витрат. При автоматичній збірці значно: підвищується якість продукції; надійність і довговічність; покращуються умови праці; вивільняється велика кількість робітників.

Автоматизація складальних операцій в серійному виробництві пов'язана з певними труднощами. Це пояснюється, в першу чергу, необхідністю частих переналадок складального устаткування. Залежно від об'єму і складності виконуваних операцій збірку здійснюють як на устаткуванні, що включається до комплексної автоматичної лінії по обробці базової деталі, так і на спеціалізованих

ділянках і лініях збірки. Такі ділянки і лінії розташовують по ходу технологічного процесу виготовлення вузла (виробу).

Складальні машини і лінії виконують різні операції: орієнтування деталей; загвинчування; підігрів; охолодження; запресовку; транспортування виробів; контроль якості збірки тощо.

При комплексній автоматизації доцільніше виконувати різні операції не на окремих верстатах, а на одному агрегаті або лінії. При виконанні складальних операцій в серійному виробництві найбільш ефективно вживання складального устаткування на базі ПР, використовуваних для автоматизації операцій на всіх видах складальних робіт.

На збірці під подальшу механічну обробку ПР виконують наступні операції: подача; орієнтація і з'єднання деталей в один комплект; взаємне закріплення деталей; установка і зняття комплекту при обслуговуванні верстатів.

При вузловій збірці ПР використовують для пошуку і розпізнавання деталей, їх транспортування, орієнтації і подачі на складальну позицію, контролю розмірів, а також правильності і якості взаємного з'єднання і закріплення деталей для транспортування, укладання і упаковки зібраного вузла. При остаточній збірці виробу ПР використовують для транспортування, взаємної орієнтації і установки вузлів, інколи для їх з'єднання, а також для транспортування готових виробів. ПР можуть застосовуватися і для розробки виробів.

Контрольні питання.

1. Як поділяються ПР за конструктивними ознаками?
2. Що включає в себе поняття ПР і які завдання вирішують вони у виробництві?
3. Які системи автоматичного завдання і стабілізації курсу переміщення використовують в конструкціях типу «Робокара»?
4. Для чого призначені захватні пристрої ПР і які вимоги пред'являються до них?
5. Які типи захватних пристроїв застосовуються в ПР?
6. Які види кріплення захватних пристроїв на руці застосовуються в ПР?
7. На чому заснований принцип автоматичної зміни захватних пристроїв в ПР?

ВИСНОВКИ

У конспекті лекцій розглянуті фізико-механічні основи обробки металів, металорізальні верстати та системи, особливості обробки заготовок на них. Зокрема, розглянуто обробку заготовок на токарних, свердлильних, розточувальних, фрезерних, протяжних, стругальних та шліфувальних верстатах.

Було також розглянуто призначення і класифікацію автоматичних ліній і промислових роботів, а також їх склад і загальні принципи пристрою. З'ясувано їх можливості в умовах автоматизованого виробництва, що допоможе правильно вибирати технологічне устаткування і засоби забезпечення високопродуктивного виробництва.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бочков В. М. Металорізальні верстати: Навч. Посібник / В. М. Бочков, Р. І. Сілін, О. В. Гаврильченко. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 268 с.
2. Шевченко О. В. Металорізальні верстати. Кінематичний аналіз. Практикум до виконання практичних та лабораторних робіт [Електронний ресурс]: Навч. посібник / О. В. Шевченко, А. Ю. Беляєва. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 86 с.
3. Завистовский С. Э. Металлорежущие станки / С. Э. Завистовский. Минск: РИПО, 2015. 440 с.
4. Автоматизація виробничих процесів: Навч. посібник / Я. І. Проць, В. Б. Савків, О. К. Шкодзінський, О. Л. Ляшук. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344 с.
5. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для втузов / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, А. Г. Схиртладзе и др. Под ред. Н. М. Капустина. Москва: Высшая школа, 2004. 415 с.
6. Чекалов А. Н. Разработка кинематики приводов главного движения металлорежущих станков / Учебн. пособие / А. Н. Чекалов, Н. А. Мосягин, С. Ю Стародубов. Алчевск: ДГМИ, 2002. 82 с.
7. Рудь Ю. С. Основы конструювання машин: Підручник / Ю. С. Рудь. Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д. О., 2015. 492 с.
8. Мирошин Д. Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ: учебное пособие / Д. Г. Мирошин, Т. В. Шестакова, О. В. Костина. Екатеринбург: РГППУ, 2011. 79 с.
9. Вереина Л. И. Устройство металлорежущих стпнков / Л. И. Вереина, М. М. Краснов. Москва: Академия, 2016. 432 с.

Навчальне видання

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «Металорізальні верстати та системи»
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 015 «Професійна освіта. Машинобудування»
(Електронне видання)

Укладач:

Алтухов В'ячеслав Миколайович

Оригінал-макет

В. М. Алтухов

Підписано до друку _____

Формат 60x84/16. Папір типограф. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. _____. Облік. видавн. арк. ____

Тираж ____ екз. Вид. № _____. Замовл. № _____. Ціна договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Сєвєродонецьк, просп. Центральний, 59-а.

Телефон: +38 (050) 218 04 78, факс (06452) 4 03 42

E-mail: vidavnictvosnu.ua@gmail.com