
Лекція 1.

Основні поняття про технологічне обладнання

1.1. Основні визначення

Засоби технологічного оснащення (ЗТО) – сукупність знарядь праці що необхідні для реалізації певного технологічного процесу (ТП).

Обладнання (О) – машини, механізми, прилади та пристрої, що автономно виконують частину ТП. Приклади О:

- металорізальні верстати (МРВ);
- заводські транспортні конвеєри;
- цехова система збирання стружки;
- промислові роботи (ПР);
- орієнтуючі пристрої;
- транспортні пристрої;
- пристрої поштучної видачі деталей;
- завантажувальні пристрої тощо.

Технологічне обладнання (ТО) – це засоби технологічного оснащення, в яких для виконання певної частини ТП розміщують

- матеріали або заготовки;
- засоби технологічної дії на них;
- технологічне оснащення.

Приклади ТО:

- ливарні машини для отримання заготовок;
- преси;
- печі різного цільового призначення;
- випробовувальні стенди тощо.

За виконуваними технологічними операціями розрізняють:

- основне ТО – ОТО;
- допоміжне ТО с ДТО.

Технологічне оснащення (ТОс) – це ЗТО, що доповнюють ТО для виконання певної частини ТП та не можуть працювати без ТО, наприклад:

- різальні інструменти;
- штампи;
- калібри;
- прес-форми тощо.

МРВ – машини для розмірної обробки заготовок з метою отримання заданих поверхонь деталей шляхом видалення певної кількості матеріалу, тобто зняття стружки.

Оснащення (технологічне оснащення) – механізми, пристосування, прилади, які встановлюються на технологічному обладнанні з метою розширення його технологічних можливостей (характеристик) і які не можуть функціонувати автономно без ТО, наприклад:

- механізми автоматичної зміни різальних інструментів (РІ);
- пристосування для закріплення деталей і заготовок;

- системи подачі МОР в зону різання тощо.

1.2. Металорізальні верстати (МРВ)

1.2.1. Класифікація та позначення МРВ

Металорізальними верстатами (МРВ) називаються технологічні машини, що призначені для обробки матеріалів, в тому числі металів різанням. Вони повинні забезпечити задану продуктивність, точність і якість обробки.

Парк МРВ є основою машинобудування. Якість верстатів та їх технічний рівень суттєво впливають на продуктивність праці, якість і собівартість продукції, тому верстати постійно удосконалюють.

МРВ *класифікуються* залежно від виду обробки, який визначається прийнятою схемою обробки та застосовуваними інструментами.

МРВ поділяються на технологічні групи в залежності від характеру виконуваних ними робіт. У практиці машинобудування прийнято металорізальним верстатам присвоювати шифр у вигляді певних букв і цифр.

В Україні діє класифікація ЕНІМВ (Експериментальний науково-дослідний інститут металорізальних верстатів), яка діяла ще в СРСР.

Моделі (шифри) верстатів, згідно класифікації ЕНІМВ (велика їх кількість знаходиться в експлуатації) позначаються за єдиною системою:

- перша цифра - група верстатів;
- друга цифра – підгрупа або тип МРВ;
- буква за першою чи другою цифрою вказує на модернізацію верстата,
- наступні цифри характеризують основний робочий розмір (геометричний параметр) верстата, наприклад, *16К20П* означає:

- 1- токарний верстат,
- 6- універсальний гвинторізний,
- К – модернізація верстата,
- 20 – висота центрів 200мм,
- П - підвищеної точності.

Всі МРВ в залежності від виду обробки поділяються на **10 груп**:

1. Токарні верстати. Для них спільною технологічною ознакою є точіння. Приклади: 1В340Ф3О (ЛР 2, див. рис. 1.1), 16К20Ф3РМ132 (ЛР1, див. рис.1.2), 1Б240-6 (випускав ЖЗВА) тощо.



Рис. 1.1. Токарно-револьверний верстат моделі 1В340Ф30 з оперативною системою (ОС) ЧПУ Електроніка НЦ-31 виробництва БВБЗ “Комсомолец” (за часів СРСР)



Рис. 1.2. Токарно-револьверний верстат моделі 16K20Ф3 з оперативною системою (ОС) ЧПУ Електроніка НЦ-31

2. Свердлильні та розточувальні верстати – верстати для обробки отворів: 2P135Ф2, ...

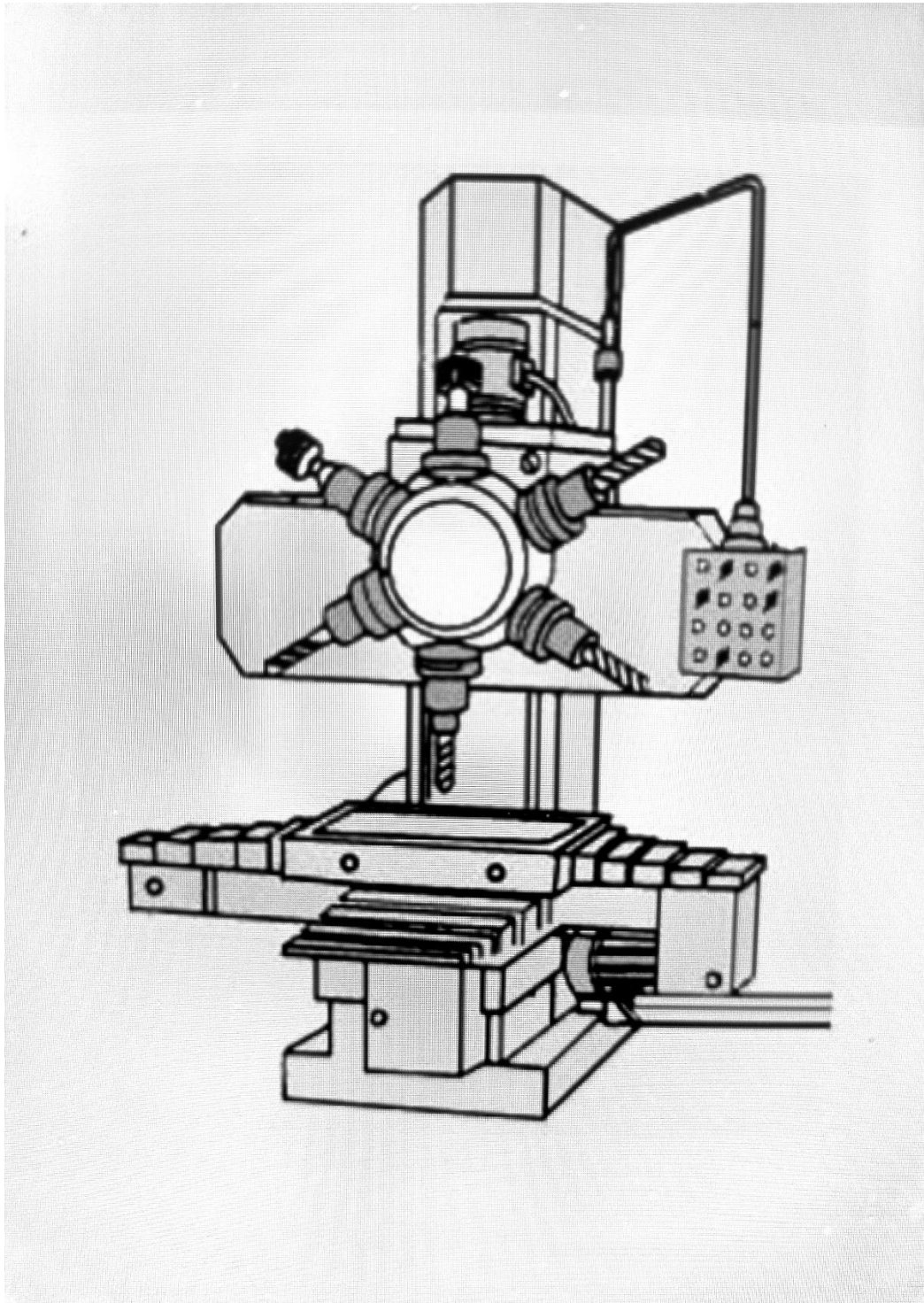


Рис. 1.3. Вертикально-свердлувальний верстат моделі 2P135Ф2 із позиційною системою ЧПУ Координата С-70

3. Шліфувальні, полірувальні верстати і верстати для заточувальних і доводжувальних (викінчувальних) робіт, обробка на яких ведеться абразивними інструментами, в тому числі шліфувальними кругами.

4. Комбіновані верстати і верстати на яких обробка ведеться електричним струмом, або зв'язаними з ним фізичними явищами (електроерозія, анодно-механічна обробка, ультразвук.... Приклад: промислове використання на ЄвроГолд, Житомир,...).

5. Зубо- та різьоброблювальні МРВ, на яких здійснюється обробка евольвентних і гвинтових поверхонь, наприклад, МРВю модю 5К32А (ЛР.3).

6. Фрезерні верстати, що служать для обробки площин, виступів, пазів і фасонних поверхонь (6Р12, ауд. 09 ДУЖП, ...).

7. Стругальні, довбальні та протягувальні (+ прошивні) верстати.

8. Розрізні верстати, що служать для розрізання прокату на заготовки різними інструментами.

9. Всі інші МРВ, що не ввійшли у попередні 8 груп (верстати для балансування, правки тощо).

0 – резервна група.

Верстати кожної групи (**1, , 9, 0**) в залежності від загальних технологічних ознак, призначення і конструктивних особливостей поділяються на *10 підгруп (типів):* 0, 1, ..., 9. Верстати кожного типу найбільш розповсюджених груп поділяються на типорозміри. Сукупність типорозмірів утворює розмірний ряд. За кожним типорозміром закріплено певний інтервал оброблюваних заготовок та деталей. Цей інтервал визначає основну робочу характеристику верстата:

- для токарних верстатів – максимальний діаметр оброблюваних деталей;
- для фрезерних верстатів – розмір стола;
- для свердлильних верстатів – найбільший діаметр просвердлюваного отвору в суцільному матеріалі (металі) тощо.

Типи МРВ 1-ої токарної групи означають наступне:

- **10...** - спеціалізовані автомати та напівавтомати (А та Н/А);
- **11...** - одношпиндельні А та Н/А, наприклад, 1А10П;
- **12...** - багатошпиндельні А та Н/А, наприклад, 1Б240-6 (ЖЗВА);
- **13...** - токарно-револьверні, наприклад, 1В340Ф3О (ЛР 2, ауд. 09; 1Г340ПЦ, ауд. 09, ДУЖП), (див. рис. 1.2, 1.3);
- **14...** - токарно-револьверні Н/А, наприклад, 1П420ПФ30, 1П420ПФ40 (БВБЗ “Комсомолец”, друга половина 80-их років минулого сторіччя);
- **15...** - карусельні, наприклад, 1516Ф3;
- **16...** - гвинторізні та лоботокарні, наприклад, 16К20Ф3РМ132 (ЛР1, див. рис. 1.2);
- **17...** - багаторізцеві та копіювальні, наприклад, 1713;
- **18...** - спеціалізовані;
- **19...** - різні токарні.

Від розмірів оброблюваних деталей залежить *вага (маса)* верстата.

В залежності від ваги всі металорізальні верстати поділяються на:

- легкі (до 1 тони);
- середні (1-10 тон);
- важкі (10-100 тон);
- унікальні вагою більше 100 тон.

В залежності від *технологічних можливостей* всі верстати поділяються на:

- *універсальні* верстати застосовуються для виготовлення широкої номенклатури деталей малими партіями і використовуються в одиничному і серійному (рідше) виробництвах. Вони мають складну будову, широкі технологічні можливості і вимагають висококваліфікованого обслуговування;

- *підвищеної продуктивності* простіші по конструкції, але мають значно менші технологічні можливості і вимагають попереднього налагодження для обробки конкретних деталей,

- *спеціалізовані та спеціальні* - застосовуються для виготовлення великих партій деталей одного типу (зубчасті колеса, колінвали – колінчасті вали, кільця підшипників) в середньосерійному і великосерійному виробництвах. Вони вимагають рідкого переналагодження і в більшості випадків мають високий рівень автоматизації.

В залежності від *точності виконання розмірів оброблюваних деталей* всі металорізальні верстати поділяються на 5 класів (точність геометрична, в статистиці, а не в процесі обробки):

Н – нормальної точності – умовна точність 1,0;

П – підвищеної точності – 0,6;

В – високої точності – 0,4;

А – особливо високої точності – 0,25;

С – надзвичайно точні верстати – 0,15.

Верстати класів **А** і **С** забезпечують необхідну точність тільки при експлуатації їх в термостатичних приміщеннях (залах), де зберігаються відносно сталими температура та вологість.

МРВ з ЧПУ додатково мали позначення $\Phi 1, \Phi 2, \Phi 3, \Phi 3,5, \Phi 4, \Phi 4,5$, що означає:

$\Phi 1$ – верстати з попереднім набором координат і цифровою індикацією положення робочого органу;

$\Phi 2$ – верстати з позиційною системою ЧПУ;

$\Phi 3$ – верстати з контурною системою ЧПУ;

$\Phi 4$ – верстати з універсальною системою ЧПУ;

$\Phi 3,5$ та **$\Phi 4,5$** – мають відповідно 3 та 4 одночасно та узгоджено працюючих координат, тобто керованих, та одну (0,5) неповну, тобто некеровану координату.

Букви **Ц** та **Т** вказували, відповідно, на циклову та оперативну систему (ОС, іноді не вказуються Т) ЧПУ.

Позначення на спеціальні верстати встановлювали заводи, що випускали ці МРВ.

Закордонні фірми-виробники МРВ мають своє незалежне маркування (позначення, ідентифікацію) верстатів, що ними випускаються, причому кожна фірма позначає МРВ по своєму. Наприклад, Traub..., Haas... тощо

1.3. Рухи у МРВ

Для здійснення процесу різання кожен МРВ має ряд робочих органів, які здійснюють певні рухи в залежності від призначення верстата і виконуваної роботи.

Робочі органи верстата це:

- шпиндель;
- супорт;
- стіл;
- інструментальна головка та інші.

Необхідне відносне переміщення робочих органів МРВ в процесі формоутворення поверхонь на деталях машин може здійснюватись інструментом, заготовкою або найчастіше суміщенням цих двох рухів.

Рухи на МРВ діляться на дві категорії:

- основні (рухи формоутворення) до них відносяться:
 - = головний рух;
 - = рух подачі;
 - = в деяких верстатах рух огинання;
 - = додаткове обертання заготовки;
- допоміжні рухи.

Під *головним рухом* розуміють *рух, що визначає найбільшу лінійну швидкість різання*. Інколи цей рух називають рухом різання. В МРВ цей рух може бути круговим або прямолінійним і надається або заготовці, або інструменту.

У токарних (група 1), свердлильних (група 2), фрезерних (група 6) верстатах головний рух є обертовим. Причому у токарних верстатах обертається заготовка, а у свердлильних і фрезерних – інструмент.

У стругальних, довбальних і протягувальних верстатах головний рух – зворотно-поступальний.

Зв'язок між лінійним та обертовим рухом визначається наступною залежністю:

$$V = (\pi \cdot d \cdot n) / 1000 \quad (1)$$

та відповідно

$$n = (1000 \cdot V) / (\pi \cdot d), \quad (2)$$

де **V** – лінійна швидкість різання, м / хв.;

d – діаметр обробленої поверхні (для токарних операцій), мм ;

або діаметр інструмента (для свердлувальних та деяких інших операцій), мм;

n – частота обертання заготовки (наприклад, для токарних операцій) або інструмента (наприклад, для свердлувальних операцій), об / хв., хв⁻¹.

Під *рухом подачі* розуміють такий рух, що визначає один з параметрів стружки, що знімається.

Цей рух може бути безперервним або періодичним. У деяких МРВ рухів подачі може бути два (круглошліфувальні верстати: кругові і поздовжні рухи заготовки). Крім того в кінці робочого ходу шліфувальному кругу надається поперечна подача.

Головний рух (рух різання) і рух подачі є обов'язковими для всіх верстатів, крім протягувальних.

Допоміжними (встановлювальними) рухами називаються ті рухи, які не беруть безпосередньої участі в різанні, але необхідні для переміщення, закріплення заготовки або інструменту, підведення і відведення робочих органів, встановлення частоти обертання, величини подачі тощо.

Для аналізу рухів різних органів верстатів застосовують спрощені умовні схеми механізмів, які дають інформацію про кінематику МРВ та їх будову. Такі схеми називаються *кінематичними* і для їх побудови застосовують умовні позначення (див. ЛР 1-3).

Кінематична схема верстата складається з окремих ланцюгів.

Під *кінематичним ланцюгом* розуміють ряд механічних передач (пасових, зубчастих, рейкових, гвинтових тощо), які забезпечують передачу рухів від ведучої ланки (наприклад, електродвигуна) до виконавчої або веденої (шпинделя, супорта тощо).

Кінематичні ланцюги характеризуються передатними відношеннями. *Передатним відношенням i* називають відношення частоти обертання веденої ланки $n_{\text{вед}}$ до частоти обертання ведучої ланки $n_{\text{вч}}$:

$$i = n_{\text{вед}} / n_{\text{вч}}. \quad (3)$$

При $i > 1$ передача є прискорювальна (ведений вал обертається швидше, ніж ведучий), а при $i < 1$ передача сповільнююча.

При характеристиках МРВ та їх механічних передач іноді використовують термін *передатне число u* , що є оберненим до передатного відношення:

$$u = 1/i = n_{\text{вч}} / n_{\text{вед}} \quad (4)$$

Кінематичні ланцюги можуть мати постійні і змінні елементи.

Група змінних елементів МРВ називається *вузлом налаштування*.

Рівняння, які з'єднують розрахункові переміщення кінцевих ланок кінематичного ланцюга, називаються *рівняннями кінематичного балансу* (див. вирази (3), (4)). Вказані вирази, як правило, представляються в розширеному виді із вказанням передатних відношень всіх механічних передач та механізмів, що кінематично зв'язують початкові (джерело руху) та кінцеву ланку кінематичного ланцюга.

В сучасних МРВ найбільш розповсюдженими змінними елементами є зубчасті колеса.

Вузол налаштування кінематичного ланцюга через змінні зубчасті колеса називається *гітарою*. Розрізняють гітари зубчастих коліс:

- однопарні, що складаються із 2-ох зубчастих коліс;
- двопарні, що складаються із 3-ох або 4-ох зубчастих коліс.