

## Лекція 6. Розробка ТП обробки заготовок на АЛ (АТ-28+АТ-29+АТК-31)

### 6.1. Загальні відомості про АЛ

Автоматична лінія (АЛ) – це система машин, комплекс основного і допоміжного устаткування, що автоматично виконує у визначеній технологічній послідовності і з заданим ритмом весь процес виготовлення або переробки продукту виробництва або його частини.

До функцій обслуговуючого персоналу АЛ належать: управління, контроль за роботою агрегатів або ділянок лінії, їх ремонт і налагодження.

Лінії, що для виконання частини операцій виробничого процесу вимагають особистої участі людини (наприклад, пуск і зупинка окремих агрегатів, закріплення або переміщення виробу), називаються напіваавтоматичними.

Багато допоміжних операцій – складання відходів виробництва, контроль якості продукції, облік виробітку на АЛ – механізовані та автоматизовані. На багатьох лініях автоматично регулюються параметри ТП, здійснюється автоматичне переміщення робочих органів, налагодження та переналагодження устаткування.

Створення і впровадження АЛ – один з найважливіших етапів автоматизації виробництва. Перші комплексні АЛ у машинобудуванні СРСР були створені у 1939 р. на Волгоградському тракторному заводі. Тоді ж на ГПЗ-1 була впроваджена АЛ токарної обробки і шліфування деталей підшипників.

Завод “Станкоконструкция” у 1945–1947 рр. виготовив ряд АЛ для обробки корпусних деталей тракторів та автомобілів. У 1947–1950 рр. вперше у світовій практиці у СРСР було створене комплексно-автоматизоване виробництво алюмінієвих поршнів для тракторних двигунів з автоматизацією всіх процесів, включаючи завантаження сировини, плавлення металу, його дозування, відливання заготовок, термічну, механічну, антикорозійну обробку, контроль якості та пакування готової продукції.

У 1953–1955 рр. на ГПЗ-1 був створений комплексно-автоматизований цех по виготовленню шарикових і роликів підшипників, включаючи їх обробку, контроль та складання.

Подальшим етапом у розвитку АЛ стало створення типових швидкопереналагоджуваних багатономенклатурних ліній для обробки циліндричних зубчастих коліс, ступінчастих і шліцьових валів. На таких лініях при незначних витратах часу на переналагодження оброблялось декілька однотипних заготовок різних розмірів. У той же час кожен верстат міг працювати і самостійно. Розробка типових АЛ на базі машин і устаткування широкого призначення створила необхідні умови для серійного виготовлення АЛ та їх впровадження у серійне виробництво.

АЛ для обробки строго визначених за формою та розмірами заготовок називаються спеціальними: при зміні об'єкта виробництва такі лінії замінюються або переробляються. Більш широкі експлуатаційні можливості мають спеціалізовані АЛ для обробки однотипної продукції у визначеному діапазоні параметрів. Спеціальні та спеціалізовані АЛ застосовуються головним чином у масовому виробництві.

У серійному виробництві АЛ повинні бути універсальними і забезпечувати

можливість швидкого переналагодження для виготовлення різної однотипної продукції. Такі АЛ називають універсальними швидкопереналагоджуваними або груповими.

Структурне компонування АЛ (рис. 6.1) залежить від обсягу виробництва і характеру ТП. Існують лінії паралельної та послідовної дії, однопотокові, багатопотокові, змішані – з гілчастим потоком.

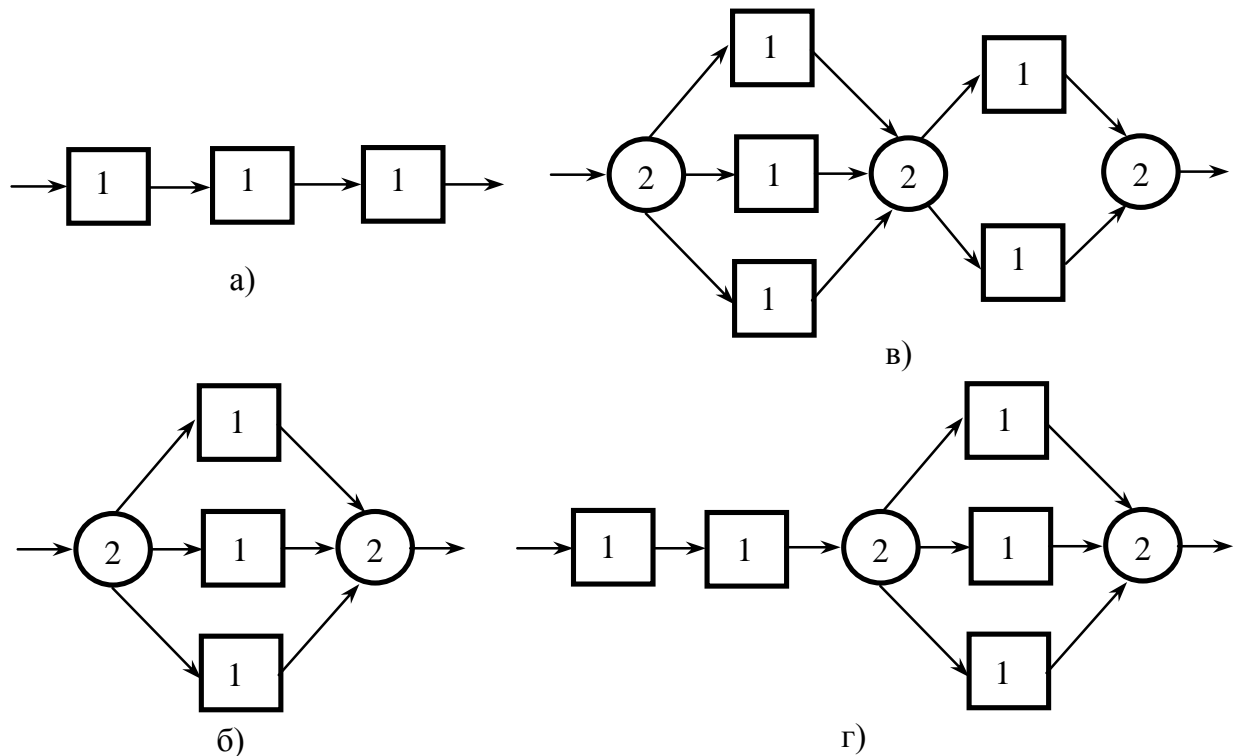


Рис. 6.1. Компонування АЛ:

- а – однопотокова послідовної дії;
- б – однопотокова паралельної дії;
- в – багатопотокова;
- г – змішана (з гілчастим потоком);
- 1 – робочі агрегати;
- 2 – розподільні пристрої

АЛ паралельної дії застосовуються для виконання однієї операції, коли тривалість її значно перевищує необхідний темп випуску.

Багатопотокові АЛ представляють собою систему з АЛ паралельної дії, призначену для виконання декількох операцій, кожна з яких за тривалістю більша заданого темпу випуску.

У єдину систему можуть бути об'єднані декілька АЛ послідовної або паралельної дії. Такі системи називаються автоматичними ділянками, цехами або виробництвами.

Існують інші види АЛ - роторні АЛ (РАЛ) та роторно-конвеєрні АЛ (РКАЛ). Основи технології обробки на них на цій лекції не розглядаються.

Найбільш поширеними є РАЛ для операцій, що виконуються за допомогою прямолінійного робочого руху (штамбування, витяжка, пресування, складання,

контроль).

## 6.2. Класифікація АЛ та особливості їх компонування

За ознаками введення заготовок і видачі готової продукції АЛ у машинобудуванні застосовуються наступні АЛ:

1) з поштучним введенням заготовок і поштучною видачею оброблених деталей (наприклад, лінії для обробки кілець карданних підшипників);

2) з безперервною подачею матеріалу (заготовок) і безперервною видачею готової продукції (наприклад, лінія для виробництва зварених труб);

3) з безперервною подачею вихідних матеріалів і поштучною видачею готових виробів (наприклад, лінія для виробництва металовиробів з бунта).

АЛ з поштучною подачею заготовок і поштучною видачею готових деталей умовно поділяються на два класи: синхронні (жорсткі) та несинхронні (гнучкі).

На рис. 6.2 представлена класифікаційна схема АЛ для виготовлення виробів у машинобудуванні.



Рис. 6.2. Схема класифікації автоматичних ліній

В синхронних АЛ заготовки 1, що обробляються, передаються від одного верстата до іншого з використанням крокових транспортних пристроїв, що переміщують усі заготовки на крок 1. Відстань між верстатами повинна бути рівна або кратна кроку (рис. 6.3).

Недоліком жорстких АЛ є те, що при відмові одного верстата необхідно зупиняти всю лінію. Лінії такого класу можуть складатись як з однопозиційних, так і багатопозиційних верстатів. Транспортёр лінії може бути наскрізним або ненаскрізним. Лінії з наскрізним транспортёром одержали найбільше поширення і застосовуються в основному для виготовлення корпусних деталей.

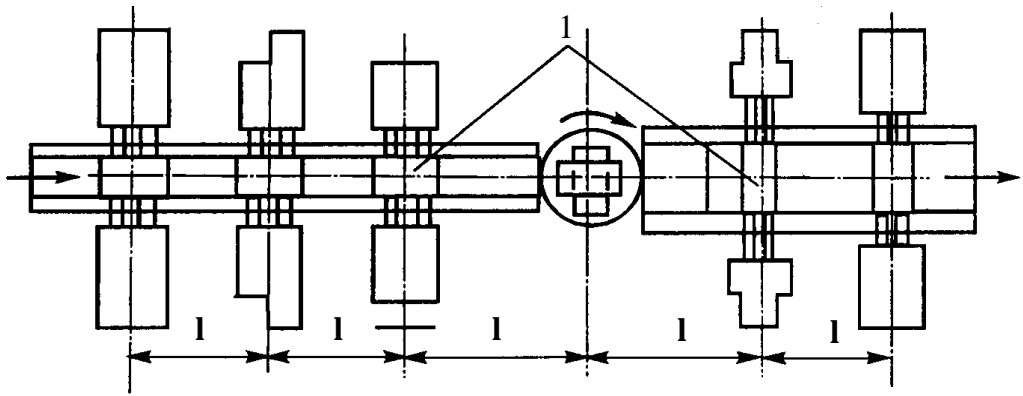


Рис. 6.3. Схема компоновання синхронної АЛ

Несинхронні лінії складаються з верстатів, кожен з яких або їх група забезпечені бункером 1 (рис. 6.4, а) або магазинами-накопичувачами 2, 3 (рис. 6.4, б) для збереження деталей і автоматичним завантажувально-розвантажувальним пристроєм. При зупинці однієї ділянки лінії заготовки надходять з бункера або магазину-накопичувача, що забезпечує продовження роботи лінії. Лінії з бункерами застосовуються для невеликих, простих, легко орієнтованих заготовок, а лінії з магазинами-накопичувачами – для більш складних заготовок.

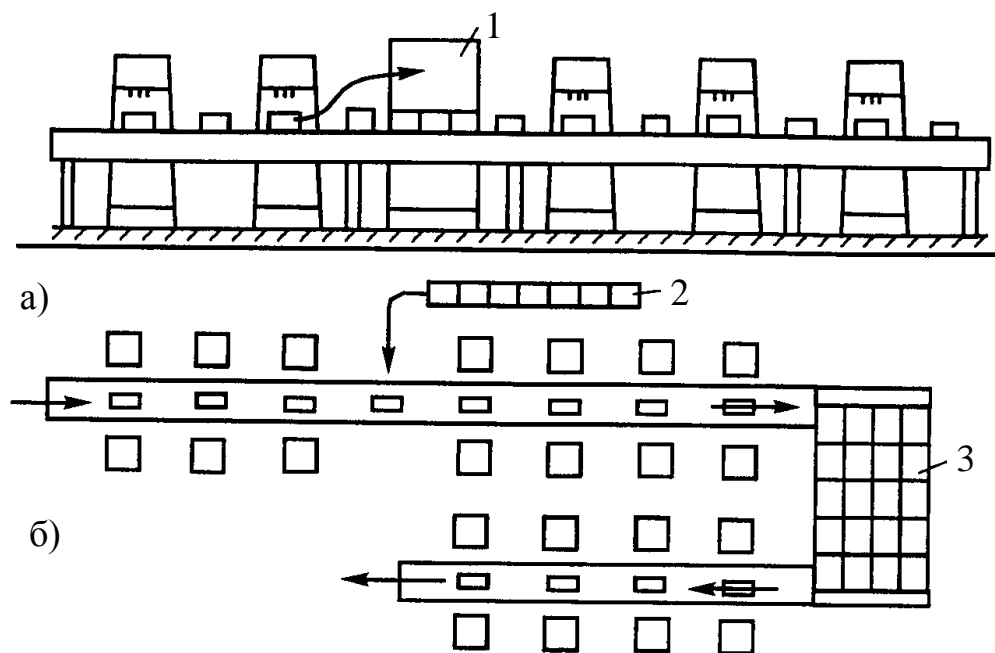


Рис. 6.4. Схема компоновань несинхронних АЛ:

а – з бункером 1;

б – із магазинами-накопичувачами 2, 3

Лінії з жорстким зв'язком виконуються за необхідності з пристосуваннями-супутниками (рис. 6.5). Заготовки 1 встановлюються у пристосуваннях-супутниках 2, що переміщуються на транспортуючому пристрої 3 від верстата до верстата. Деталь обробляється у даному випадку з одного встановлення, при одній схемі базування. Технологічними базами заготовки можуть бути як попередньо оброблені поверхні, так і чорнові. Незважаючи на порівняну складність, лінії із супутниками широко

застосовуються для обробки складних за конструкцією заготовок.

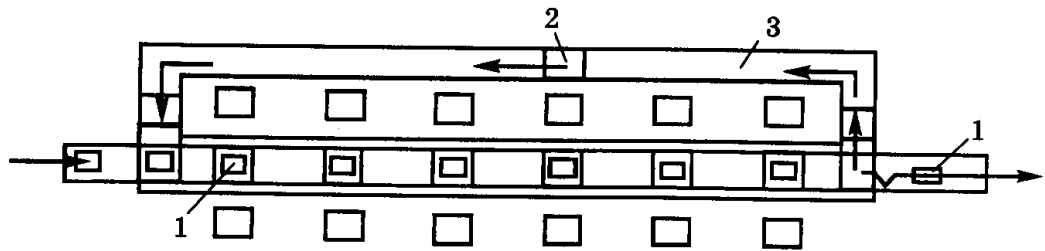


Рис. 6.5. Приклад компонування АЛ з жорстким зв'язком та пристосуваннями-супутниками

У лініях безсупутникового типу (рис. 6.3, 6.4) заготовки повинні мати попередньо оброблені бази, наприклад, великі корпусні деталі – нижню поверхню з двома отворами для фіксуючих пальців. Операції обробки баз в основному виконуються на окремому устаткуванні. Заготовки в безсупутникових лініях встановлюються у пристосуваннях, розміщених на кожному верстаті лінії, за допомогою автооператорів, механічних рук, лотків тощо.

Лінії з жорстко-гнучким зв'язком за розташуванням транспортуючого пристрою можуть бути з наскрізним і ненаскрізним переміщенням заготовок. При ненаскрізному переміщенні заготовки 1 проходять поза зоною обробки. З транспортера вони подаються в робочу зону і назад за допомогою спеціальних завантажувальних пристроїв 2, що ускладнює лінію (рис. 6.6). Такі АЛ застосовуються для обробки валів, зубчастих коліс та інших деталей.

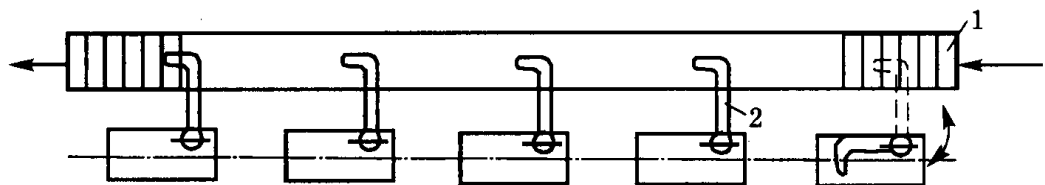


Рис. 6.6. Приклад компонування АЛ з жорстко-гнучким зв'язком

Якщо тривалість обробки на окремих ділянках неоднкова (менша такту випуску виробів), застосовуються лінії з потоком, що розгалужується (рис. 6.7).

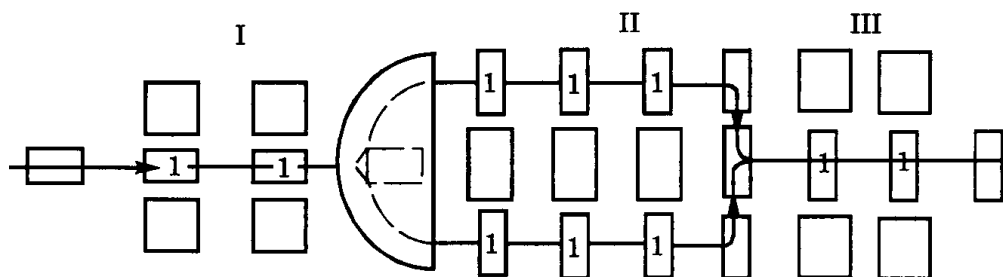


Рис. 6.7. Приклад компонування АЛ з потоком, що розгалужується

Більшість ліній, що використовуються у машинобудуванні, є лініями періодичної дії (заготовка під час обробки зупиняється). В АЛ безперервної дії (роторні та ланцюгові лінії) заготовки обробляються під час їх переміщення, що забезпечує високу продуктивність лінії. Однак технічні можливості їх (за розмірами та складністю оброблюваних заготовок) невеликі.

АЛ для механічної обробки можуть формуватись з наступних верстатів: агрегатних, спеціальних, універсальних, спеціалізованих напівавтоматів і автоматів, верстатів із програмним управлінням і роторних машин.

### **6.3. Особливості ТП обробки заготовок на АЛ**

Проектування ТП обробки деталей на АЛ має наступні *специфічні особливості*.

1. Процес повинен задовольняти умовам автоматизованого виробництва по вибору баз, розрахунку точності, вибору варіанта обробки, синхронності операцій, забезпеченню умов безаварійної роботи, компактності тощо. Більшість сучасних АЛ є спеціальними для обробки одного виробу. Перевагою обробки деталей на АЛ є те, що всі технологічні прийоми виконуються безперервно, без участі людини. Це значно скорочує цикл обробки, обсяги міжопераційних заділів і незавершеного виробництва, а також спрощує планування.

2. При обробці на АЛ необхідним є ретельне відпрацювання конструкції об'єкта виробництва на технологічність із врахуванням обсягу випуску, особливостей системи автоматичного транспортування та базування, а також застосування прогресивних методів обробки (базис для встановлення та закріплення, технологічні прилипки для фіксації і транспортування, збільшення жорсткості, спрощення конфігурації та системи розташування отворів, усунення кутових прилипок тощо).

3. Забезпечення стабільності розмірів та якості матеріалів, розподіл і сталість припусків і твердості, попереднє виправлення пруткових і трубчастих заготовок є важливими і необхідними факторами при проектуванні ТП на АЛ. Неприпустимі різного роду дефекти заготовок. Якщо замовник не в змозі забезпечити необхідну якість заготовок, рекомендується організувати ділянки для доведення їх до потрібних параметрів. Для АЛ при виконанні перших операцій доцільно передбачати потужність устаткування на 20–30 % вищою, ніж у неавтоматизованому виробництві на випадок обробки заготовок з підвищеним припуском.

4. Базування заготовок при транспортуванні повинно бути таким, щоб забезпечувалась їх стійкість. Як технологічні бази використовуються поверхні, що забезпечують вільне введення, зручну фіксацію та закріплення заготовок при мінімальній кількості змінних положень в процесі обробки.

5. Краща концентрація операцій та переходів в одній операції, багатостороння та багатошпиндельна обробка, багатопозиційні агрегати, що виконують різні технологічні операції, також характеризують особливості побудови ТП обробки заготовок на АЛ.

6. При обробці на АЛ бажаним є поділ операцій на чорнові та чистові, причому устаткування для чистової обробки необхідно встановлювати якнайближче до кінця лінії. При обробці складних заготовок між чорновими і чистовими операціями

необхідно включати операцію термічної обробки, штучне старіння тощо. В кінці АЛ виконуються операції остаточного складання, миття, консервації та пакування.

7. При визначенні послідовності операцій необхідно передбачити необхідні допоміжні переходи.

8. Поділ ТП на операції, що виконуються на окремих позиціях АЛ або верстатах, повинен забезпечувати приблизно рівномірну продуктивність. Для цього для кожної одиниці устаткування складаються розгорнуті циклограми із врахуванням вбудовування в АЛ, а за кожною циклограмою встановлюється коефіцієнт завантаження кожної одиниці устаткування.

9. В технологічні карти АЛ необхідно включати передбачене і необхідне для даної операції додаткове устаткування: пристосування, оснащення (прилади та оснащення для контролю виготовлених деталей, пристосування для налагодження інструментів на лінії або поза нею, вантажопідйомні пристрої для знімання важких інструментів: фрез, оправок, шпинделів з абразивними кругами тощо).

10. Рекомендаціями щодо точності обробки можуть бути показники точності розточувальних операцій при обробці деталей автомобіля на АЛ:

- відхилення від округлості – 0,5–1 мкм;
- відхилення від перпендикулярності осі отвору до торця на діаметрі 100 мм – 5 мкм;
- конусоподібність на довжині 50 мм – 0,75 мкм;
- відхилення від осей розточених отворів на довжині 100 мм – 10 мкм;
- зміщення центрів при двосторонній обробці – 10 мкм.

Таким чином, загальна *послідовність розробки ТП на АЛ* виконується за наступною послідовністю:

- 1) вибір способу отримання заготовки та визначення технічних вимог до неї;
- 2) розрахунок такту випуску виробів;
- 3) вибір технологічних баз та маршруту обробки поверхонь з визначенням операцій, що виконуються поза АЛ;
- 4) встановлення необхідних позицій АЛ у відповідності до наміченого маршруту обробки;
- 5) розрахунок проміжних припусків, визначення технологічних допусків і граничних розмірів заготовки за технологічними переходами;
- 6) вибір устаткування, інструментів та пристосувань;
- 7) призначення режимів різання;
- 8) визначення настроювальних розмірів інструментів.

При цьому специфічними є:

- вибір структури АЛ та поділ її на ділянки;
- розрахунок місткості проміжних накопичувачів;
- визначення концентрації технологічних переходів;
- встановлення періоду групової заміни різальних інструментів;
- розрахунок розмірів для настроювання.