

Лекція 1.13

Проектування технологічного процесу

- 1) Види технологічних процесів.
- 2) Вихідні дані для проектування.
- 3) Основні етапи розробки техпроцесів.

1 Види технологічних процесів

На підприємствах машинобудування ТП розробляються залежно від багатьох факторів: річної програми, наявності устаткування, оснащення, різальних інструментів, досвіду і умінь технологів. В XIX і на початку XX сі. ТП на кожному підприємстві розроблялися індивідуально. Не завжди витримувався принцип постійності і суміщення баз, тому точність обробки залежала від досвіду роботи технолога, від умінь правильно вибрати базові поверхні деталі, послідовність і вид їх обробки. *Для обробки однієї і тієї самої деталі можна побудувати різні варіанти ТП і застосувати різні методи обробки.* Це залежить, насамперед, від розмірів виробничої програми і виробничих умов. Але навіть при однакових виробничих умовах і програмі ТП часто відрізняються один від одного, і поставлені задачі оцінюються по-різному залежно від сталих прийомів і досвіду технічного персоналу. Це створює труднощі та складність розробки ТП, що вимагають великої витрати часу. Значно спростити і прискорити розробку ТП може типізація ТП – *створення типових процесів для визначених груп деталей.*

Під типізацією ТП розуміється *розподіл деталей, які виготовляються, на конструктивно-технологічні класи (типи) і складання для кожного з них типового ТП.*

Під типовим ТП розуміють *процес виготовлення деталей однієї класифікаційної групи* (ряду деталей однакового конструктивного виконання при однакових вимогах до їх точності і якості і оброблюваних поверхонь при визначеній програмі випуску), що визначає основні елементи конкретного процесу: спосіб базування та кріплення, послідовність операцій, типи устаткування і оснащення.

За типовим ТП можна скласти конкретний процес обробки будь-якої деталі даної класифікаційної групи для заданих виробничих умов, правильно вибрати перші операції та базові поверхні, що приведе до високої точності обробки та відносного положення поверхонь.

Таким чином, типізація ТП базується на класифікації деталей машин, які підрозділяються на класи за ознакою схожості ТП і по спільності технологічних задач, що виникають при їхньому виготовленні (вали, втулки, диски, важелі, плити, стійки, косинці, зубчасті колеса, корпуси, станини, шпинделі, ходові гвинти тощо).

Типова деталь поєднує сукупність деталей, що мають однаковий план (маршрут) операцій, здійснюваних на однорідному устаткуванні і застосуванням однотипних пристосувань та інструментів.

Типові ТП розробляють на основі аналізу безлічі діючих і можливих ТП на типові представники груп виробів. Типізація забезпечує усунення різноманіття ТП обґрунтованим зведенням їх до обмеженого числа типів та є базою для розробки стандартів на типові ТП.

Типізація ТП сприяє впровадженню раціональних методів обробки, скорочує час підготовки виробництва і прискорення освоєння нових машин. Вона дає можливість використовувати уніфіковане технологічне оснащення і поточкові методи виробництва, спрощує і прискорює розробку нових ТП і т.д.

У серійному виробництві при поточній організації роботи часто виявляється неможливим достатньо завантажити верстати виконанням однієї технологічної операції обробки деталей одного найменування. У зв'язку з цим підбираються деталі декількох найменувань, схожих по конструктивних і технологічних ознаках, що можуть оброблятися на одній верстатній лінії з устаткуванням, розташованим по типовому технологічному маршруту. Усі прикріплені до даної лінії деталі обробляються партіями. Після обробки партії деталей одного найменування запускається наступна партія деталей іншого найменування; далі по черзі обробляються партії деталей третього, четвертого тощо найменувань.

В залежності від умов виробництва і призначення технологічного процесу можна виділити технологічний процес для виготовлення одного або декількох виробів. У зв'язку з цим за призначенням можна виділити одиничний та уніфікований (типовий або груповий) технологічні процеси.

Одиничний – це технологічний процес виготовлення або ремонту виробу одного найменування, типорозміру і виконання незалежно від типу виробництва.

Типовий – це технологічний процес виготовлення групи виробів, для яких зміст і послідовність більшості технологічних операцій і переходів збігаються. Вони застосовуються як інформаційна база для розробки одиничних технологічних процесів, а також стандартів на типові технологічні процеси.

Груповий – це технологічний процес виготовлення групи виробів із різними конструктивними, але загальними технологічними ознаками. Групова технологія є розвитком ідей типізації і ставить своїм завданням таку побудову технології виготовлення, при якій різко знижуються витрати часу на переналагодження устаткування. В основі групової технології також покладено класифікацію виробів і комплектування груп. Але конструктивна подібність виробів при цьому є вторинною ознакою. ***При груповій технології технологічний процес проектується на комплексну деталь, що є або реально існуючою найбільш складною деталлю групи, або штучно створюється як деталь, що містить усі поверхні окремих деталей групи.***

Розроблений для комплексної деталі технологічний процес є, як правило, надлишковим для конкретних деталей, тому що може містити технологічні операції і переходи для обробки відсутніх у неї поверхонь. На основі групового технологічного процесу розробляють одиничні технологічні процеси шляхом виключення з групового зайвих операцій і переходів, уточнюючи технологічне оснащення.

2 Вихідні дані для проектування

Основою для проектування ТП механічної обробки є виробнича програма, робочі креслення машин, деталей і технічні умови на їх виготовлення.

Кожен ТП розробляється для виробів, конструкції яких відпрацьовані на технологічність. ТП розробляється для виготовлення нового виробу чи удосконалювання виробу, що випускається – відповідно до досягнень науки і техніки.

ТП, який розробляється, повинний забезпечувати підвищення продуктивності праці і якості виробу; скорочення трудових і матеріальних витрат; зменшення шкідливих впливів на навколишнє середовище; реалізацію значень базових показників технологічності конструкції даного виробу.

Основою для нового ТП звичайно служить наявний типовий чи груповий ТП. Якщо такі відсутні, то за основу беруть діючі одиничні ТП виготовлення аналогічних виробів.

ТП повинний відповідати вимогам техніки безпеки і промислової санітарії по системі стандартів безпеки праці (ССБТ), інструкцій і інших нормативних документів.

Правила застосування засобів обчислювальної техніки при проектуванні ТП передбачають *оформлення документації відповідно до вимог стандартів Єдиної системи технологічної документації (ЕСТД).*

Вихідну інформацію для розробки ТП поділяють на базову, керівну і довідкову.

Базова інформація включає дані, що містяться в конструкторській документації на виріб і програму його випуску.

Керівна інформація містить вимоги галузевих стандартів до ТП і методів керування ними, а також стандартів на устаткування й оснащення, документації на діючі одиничні типові і групові ТП, класифікаторів техніко-економічної інформації, виробничих інструкцій, матеріалів на вибір технологічних нормативів (режимів обробки, припусків, норм витрати матеріалів, тощо), документації по техніці безпеки і промислової санітарії.

Довідкова інформація має своїм джерелом технологічну документацію дослідного виробництва, опису прогресивних методів виготовлення, каталоги, паспорти, довідники, альбоми komponувань прогресивних засобів технологічного оснащення, планування виробничих ділянок і мелодичні матеріали по керуванню ТП.

3 Основні етапи розробки технологічних процесів

При проектуванні технологічного процесу орієнтуються на типовий технологічний процес виготовлення деталі, попередньо склавши план обробки поверхонь заготовки.

Складання плану обробки для кожної поверхні *заготовки полягає у призначенні послідовності способів обробки для досягнення необхідної точності розміру (якості допуску) та заданої шорсткості поверхонь*. Кожний спосіб обробки характеризується економічною точністю.

У зв'язку з тим, що обраний метод заключної обробки окремих поверхонь деталі не завжди може забезпечити отримання необхідної точності та якості поверхні безпосередньо із заготовки, виникає необхідність створення проміжних операцій та переходів, при виконанні яких досягається поступове покращення точності та шорсткості заготовки до заданих параметрів поверхонь готової деталі.

Економічно доцільним рекомендується підвищувати точність від операції до операції на 1-2 квалітети, а висотні параметри шорсткості зменшувати у 2-5 разів. Наприклад, якщо необхідно обробити вал по 5 квалітету із шорсткістю $Ra=0,05-0,08$, а заготовкою буде поковка, то в технологічному процесі буде недостатнім застосування однієї доводочної операції, яка забезпечує необхідну точність та якість поверхні. У цьому разі необхідно передбачити ряд проміжних операцій.

Обробку фасок, галтелей у плани обробок не включають. Вона буде врахована при розробці перехідної технології відповідних поверхонь. Значення допусків обирають за таблицями допусків ГОСТ 25347-82. Результати складання плану обробки кожної поверхні деталі рекомендується навести у вигляді таблиці.

Для складання раціонального технологічного маршруту й оптимального змісту операцій, що забезпечують максимальне використання технологічних можливостей верстатів, необхідно попередньо проаналізувати технічні вимоги до кожної поверхні, яка підлягає механічній обробці (точність розмірів, форми, якість поверхні й твердість матеріалу), і **визначити технологічні методи їхнього досягнення**.

При визначенні маршруту виготовлення деталі орієнтуємося на вид заготовки і її точність. Кількість технологічних операцій, їхня концентрація буде зумовлюватись методами обробки поверхонь, які визначаються з огляду на необхідний квалітет розміру, параметр шорсткості й умови оброблюваності.

До визначення метода обробки поверхні треба підходити творчо. **Однакові показники точності та якості поверхні можуть бути досягнуті різними способами**. Рекомендується використовувати відповідну літературу. При цьому необхідно враховувати оброблюваність матеріалу і технологічні можливості устаткування. Тобто, уже на цьому етапі необхідно передбачити тип верстата.

Проектування починається з аналізу вихідних даних для розробки ТП. Необхідно за наявними відомостями про програму випуску і конструкторської документації на виріб ознайомитися з призначенням і конструкцією виробу, з вимогами до його виготовлення і експлуатації.

Потім послідовно вибирають діючий типовий, груповий ТП чи аналог одиничного процесу. Формують технологічний код виробу по технологічному класифікатору, оброблюваний виріб відноситься до відповідної класифікаційної групи на основі коду і до діючого типовою чи одиничного процесу.

По класифікатору заготовок, методиці розрахунку і техніко-економічної оцінки вибору заготовок, стандартах і технічних умовах на заготовку і основний матеріал вибирають вихідну заготовку і методи її виготовлення, дають техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.

Вибирають технологічні бази, виконують оцінку точності і надійності базування залежно від виду технологічного процесу (використовують класифікатори способів базування та існуючу методику вибору технологічних баз).

По документації типового, групового чи одиничного ТП складають технологічний маршрут обробки, визначають послідовність технологічних операцій і склад технологічного оснащення.

Важливим етапом є розробка технологічних операцій і розрахунок режимів обробки. На підставі документації типових групових чи одиничних технологічних операцій і класифікатора технологічних операцій складають послідовність переходів в операції, вибирають засоби технологічного оснащення (ЗТО), у тому числі засоби контролю і випробувань з урахуванням метрологічного забезпечення (використовують стандарти, каталоги, альбоми і картотеки на ЗТО).

На цьому ж етапі вибирають засоби механізації й автоматизації елементів процесу і внутріцехові засоби транспортування. Призначають і розраховують режими обробки на підставі технологічних нормативів, виконують нормування ТП.

Окремий етап складає забезпечення вимог техніки безпеки і виробничої санітарії. Необхідно строго виконувати вимоги стандартів системи безпеки праці, інструкцій.

За методикою розрахунку економічної ефективності процесів (прораховується кілька варіантів) вибирають оптимальний ТП.

На заключному етапі ТП на підставі стандартів ВСТД оформляється документація і виробляється нормо-контроль технологічної документації.

Важливий етап – розробка технологічних операцій. Необхідно домогтися їх раціональності, вибрати правильну структуру, продумати послідовність переходів в операції, вибрати устаткування, що забезпечує оптимальну продуктивність при заданій якості, розрахувати його завантаження, вибрати конструкції оснащення з її стандартних систем. Необхідно установити вихідні дані для розрахунку оптимальних режимів обробки, припусків на обробку, а також норм часу і виконати їх розрахунок.

Вибір технологічного маршруту обробки поверхонь деталей

Перед розробкою ТП механічної обробки деталі проводимо аналіз обробки кожної поверхні з встановленням методів обробки. Результати аналізу зводимо в таблицю.

Залежно від річного обсягу випуску виробів і прийнятого типу виробництва рішення технологічних задач здійснюється по-різному. Для дрібносерійного виробництва розробляється одиничний ТП, що дає можливість скорочувати час на підготовку виробництва, ефективно застосовувати універсальне устаткування й універсально - налагоджувальні пристосування.

Для середньо - і крупносерійного виробництва варто прагнути будувати ТП, зорієнтований на використання змінно-потоккових ліній, коли послідовно виготовляються партії деталей одних найменувань та розмірів, чи групових потоккових ліній, коли паралельно виготовляються партії деталей різних найменувань.

Для масового виробництва необхідно передбачати можливість організації безупинної потокової обробки з використанням спеціальних і агрегатних верстатів, спеціального переналагоджуваного технологічного оснащення і при максимальній механізації та автоматизації виробничих процесів.

При розробці ТП керуються наступним:

- у першу чергу обробляють ті поверхні, що є базовими при подальшій обробці;
- після цього обробляють поверхні з найбільшим припуском;
- далі виконують обробку поверхонь, зняття металу з яких у найменшій степені впливає на твердість поверхні заготовки.

На початок ТП варто відносити ті операції, на яких можна очікувати появу браку через приховані дефекти металу (тріщини, раковини, тощо). Поверхні, обробка яких пов'язана з точністю і допусками відносного розташування поверхонь (співвісності, перпендикулярності, паралельності тощо), виготовляють при одній установці. Поєднання чорнової (попередньої) і чистої (остаточної) обробки в одній операції і на тому ж устаткуванні небажано, таке поєднання допускається при обробці жорстких заготовок з невеликими припусками.

При виборі установочних (технологічних) баз варто прагнути до дотримання двох основних умов: поєднання технологічних баз з конструкторськими (наприклад, отвір у корпусі насадної циліндричної фрези одночасно служить посадочним місцем для оправки в процесі експлуатації і базою для більшості операцій); постійності баз, тобто вибору такої бази, орієнтуючись на яку можна провести всю чи майже всю обробку (наприклад, центрові отвори вала, чи вісі хвостовика різальною інструменту).

Принцип базування заготовок повинен строго відповідати ГОСТ 21495-76.

Попередня розробка ТП обробки заданої деталі закінчується складанням і оформленням комплекту документів ТП за ГОСТ 3.1118-82 та ГОСТ 3.1121-84.

Перед розробкою технологічного маршруту визначається серійність виробництва з метою прийняття правильного рішення по вибору організації виробництва, вибору обладнання, пристроїв та інструментів, а потім на основі ознайомлення з типовими технологіями обробки аналогічних деталей [16] намічають можливі технологічні маршрути і вибирають найбільш раціональний із них.

При розробці ТП необхідно проаналізувати два варіанти технологічного маршруту. Рішення про вибір того або іншого варіанту приймають після їхнього техніко-економічного порівняння, що проводять за операціями, які відрізняються.

Критерієм оптимальності є найменше значення сумарної технологічної собівартості обробки (мінімум приведених витрат на одиницю продукції).

При виборі варіанту технологічного маршруту приведені витрати можуть бути визначені у виді приведених витрат на 1 год. роботи устаткування, довідникові значення яких для більшості верстатів приведені.

Для наочності розробленого маршруту необхідно давати ескізи і вказувати поверхні, які будуть оброблятися (наводити їх жирними лініями), вказувати базування і розміри, які необхідно втримувати. Для цього необхідно розробити таблицю, де буде заноситись номер операції, найменування операції і переходів, модель верстата і базування (ескіз).

При розробці технологічного маршруту в першу чергу вибирається метод обробки і базування заготовки при обробці поверхонь, які надалі будуть служити базами. Це дуже важливий етап, тому, що від нього буде залежати досягнення необхідної (заданої) точності деталі.

Вибір базових поверхонь на першій операції має дуже важливе значення і до вибору цих баз необхідно підходити з великою відповідальністю.

При виборі в якості установочних баз чорних, необроблених поверхонь необхідно керуватись такими міркуваннями:

- бажано, щоб чорнова базова поверхня була простої форми і достатніх розмірів для стійкого положення заготовки, яка обробляється;
- повинен витримуватись принцип суміщення баз;
- установочна поверхня повинна знаходитись на мінімальній відстані від поверхні, що обробляється;
- заготовка не повинна деформуватись при закріпленні;
- як чорнові бази бажано приймати поверхні, які не підлягають подальшій обробці, якщо такі є.

Сучасні способи механічної обробки і велика різноманітність верстатів, а також нові методи електрохімічної, електроерозійної, ультразвукової та іншої обробки металів і матеріалів, отримання заготовок методами точної відливки, точної штамповки, порошкової металургії – все це дозволяє створювати різноманітні варіанти технології, які повністю будуть відповідати вимогам креслення.

Намічаючи технологічний маршрут обробки деталі необхідно дотримуватись наступних правил:

- з метою економії праці та часу використовувати типові процеси обробки деталей [16];
- використовувати по можливості тільки стандартні різальний і вимірювальний інструменти:
- намагатися застосовувати найбільш сучасні форми організації виробництва (групові поточні лінії, групові ТП):
- обробляти з однієї установки найбільшу кількість поверхонь.

Вибір верстатів

Для ТП, який розробляється, вибір верстатів виконується після того, як намічено види обробки поверхонь та їх послідовність, тобто після розробки маршруту обробки деталі. Це означає, що уже вибрано чи визначено:

метод обробки поверхні чи сукупності поверхонь (точіння, фрезерування, свердління тощо);

точність і класи чистоти поверхонь після їх обробки; припуск на обробку (загальний);

різальний інструмент (залежно від оброблюваного матеріалу); такт випуску і тип виробництва.

У першу чергу верстат вибирається залежно від:

- виду обробки;
- габаритів деталей;
- точності, яку він забезпечує;
- продуктивності обробки;
- потужності верстата.

Встановленим вимогам звичайно задовольняють верстати декількох моделей даного типорозміру. Віддають перевагу моделі з більшим запасом потужності і більшим ступенем автоматизації робочого циклу.

Вибір обладнання виконують по основному параметру, який найкраще виявляє його функціональне значення та технічні можливості. Фізична величина, яка характеризує головний параметр, встановлює взаємозв'язок обладнання з розмірами виробу, який виготовляється.

При виборі варіантів обладнання враховують також мінімальний об'єм приведених витрат на виконання ТП при максимальному скороченні періоду викупу витрат на механізацію та автоматизацію. Річна потреба в обладнанні визначається із річного об'єму робіт, установлених статистичним аналізом витрат коштів та часу на виготовлення виробів. Річні приведені витрати на використання обладнання визначаються розмірами витрат та його експлуатацію та виготовлення. Продуктивність обладнання визначають на основі аналізу часу виготовлення виробу заданої якості.

Застосування верстатів з ЧПК доцільно для трудомістких операцій:

- при виробництві складних деталей малими партіями;
- для обробки деталей з великою кількістю розмірів, що мають високі вимоги до точності розмірів поверхонь та їх взаємного розміщення;
- при обробці деталей, то потребують високоточної оснастки; коли вартість оснастки складає значну частину вартості обробки.

При виборі моделі верстата з ЧПК в основному керуються тими ж правилами, що і при виборі звичайних верстатів.

Вибір технологічного оснащення

Вибір технологічного оснащення передбачає проведення комплексу робіт:

аналіз конструктивних характеристик виробу, який виготовляється (габаритні розміри, матеріал, точність, геометрія, шорсткість поверхонь тощо); організаційних та технологічних умов виготовлення виробів (схеми базування, виду технологічної операції, організаційної форми процесу виготовлення тощо);

групування технологічних операцій для того, щоб визначити найбільш доцільну систему технологічного оснащення та підвищити коефіцієнт її використання;

визначення вихідних вимог до технологічного оснащення; відбір номенклатури оснащення, яке відповідає установленим вимогам;

визначення вихідних розрахункових даних для проектування та виготовлення нових конструкцій оснащення;

видачу технічних завдань на розробку та виготовлення технологічного оснащення.

Пристрої для технологічних операцій вибирають на основі: габаритних розмірів виробів; виду заготовок; матеріалу виробів: точності обробки, якості поверхні; конфігурації виробу, схем базування і закріплення; характеристик устаткування; типу виробництва. По можливості варто застосовувати універсальні, переналагоджувальні і швидкодіючі пристрої. Застосування спеціальних пристроїв повинно бути економічно виправданим.

Різальний інструмент вибирають із врахування:

- максимального застосування нормалізованого і стандартного інструменту;
- методу обробки;
- розмірів оброблюваних поверхонь;
- точності обробки і якості поверхні;
- проміжних розмірів і допусків на ці розміри;
- стійкості інструменту, його різальних властивостей і міцності;
- стадії обробки (чорнової, чистової, оздоблювальної).
- типу виробництва.

Розміри мірного інструменту визначають виходячи з проміжних розмірів обробки (зенкерів, розверток, протяжок тощо), розміри інших інструментів (різців, розточувальних борштанг тощо) - і розрахунку на міцність і жорсткість.