

Лекція 1

Вступ

До технології машинобудування відносяться всі етапи процесу виготовлення машинобудівної продукції.

Однак, поняття, яке склалося «технологія машинобудування», передбачає переважно процеси механічної обробки заготовок для виготовлення деталей і складання машин. Це пояснюється тим, що в машинобудуванні задані форми деталей з необхідною точністю їх параметрів і необхідною якістю поверхневого шару досягаються в основному шляхом механічної обробки.

В процесі механічної обробки виникає найбільша кількість проблем, пов'язаних з виконанням вимог до якості машин, заданих конструктором. Процес механічної обробки реалізується досить складною технологічною системою, що включає в себе металорізальний верстат, верстатне оснащення, ріжучий інструмент і заготівку.

Це пояснює напрямок розвитку «технології машинобудування» як наукової дисципліни в першу чергу в бік вивчення технології механічної обробки зі зняттям стружки і складання.

Наша задача – розглянути питання побудови найбільш раціональних технологічних процесів (ТП) виготовлення деталей машин на основі рекомендацій державних стандартів з технологічної підготовки виробництва.

Розробку технологічного процесу (ТП) виготовлення будь-якої деталі слід починати з глибокого вивчення її службового призначення і критичного аналізу норм точності та інших технічних вимоги. Далі в послідовність, визначеної відповідними стандартами і з урахуванням кількісного випуску (типу виробництва) розробляється ТП. Це пов'язує технологію зі службовим призначенням деталі і забезпечує узгодженість рішень, прийнятих на різних етапах технологічної підготовки. Теми, присвячені розробці ТП виготовлення валів, втулок, зубчастих коліс викладені за єдиним планом відповідно до стандартів розробки та постановки виробів на виробництво.

Проектування ТП є однією з частин технологічної підготовки виробництва, тому його слід проводити відповідно до послідовності і етапами, визначеними стандартами.

Технологічна підготовка виробництва включає в себе сукупність взаємопов'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємства до випуску виробів заданого рівня якості при встановлених термінах, обсязі випуску і витратах. До технологічної підготовки відносяться забезпечення технологічності конструкції виробу, проектування ТП, проектування і виготовлення засобів технологічного оснащення, управління процесом технологічної підготовки виробництва.

Трудомісткість проектування ТП в більшості випадків значно (від 2-х до 5 разів) перевершує трудомісткість конструювання машин. Трудомісткість технологічного проектування в залежності від типу виробництва становить від 30% до 60% трудомісткості технічної підготовки виробництва.

З огляду на наростаючу тенденцію збільшення швидкості зміни продукції, що випускається у всіх типах виробництв і особливо в одиничному і серійному виробництвах, які складають до 80% від усього обсягу виробництва, можна зробити висновок про різке зростання трудомісткості технологічної підготовки. Про це ж говорить і аналіз витрат часу в сучасному неавтоматизованому виробництві. При традиційній організації виробництва заготовки знаходяться в цехах тільки близько 1% всього часу створення і виробництва продукції (від завдання на проектування до виходу готової продукції).

Більше 70% часу циклу обробки заготовок йде на транспортування, проміжне складування, пролежування тощо. Час безпосередньої обробки заготовок становить лише 5% часу перебування їх в цехах, понад дві третини часу знаходження заготовок на верстатах витрачається на установку і зняття заготовок та інструменту, вимірювання, підналадку, інші допоміжні операції і простої верстата з різних причин.

Ці цифри виробничих втрат показують шляхи підвищення ефективності виробництва.

Ефективність виробництва визначається рівнем кожної ланки виробничого ланцюжка: технологія - обладнання - організація і управління.

Ланки цього ланцюжка взаємозалежні, але при цьому рівень попереднього ланки справляє визначальний вплив на наступні. Тому технологія є тією ланкою, яка закладає фундамент ефективності виробництва.

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.

Типізація технологічних процесів

Одним з найголовніших важелів вдосконалення технологічної підготовки виробництва, а отже і його ефективності, є технологічна уніфікація.

Основні напрямки технологічної уніфікації в сучасному машинобудуванні – типізація технологічних процесів і групова обробка, що дозволяють вирішувати завдання стандартизації ТП і всього технологічного оснащення.

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

Типізація ТП ґрунтується на класифікації деталей, створення типів деталей, об'єднаних загальним технологічним маршрутом і в комплексному вирішенні всіх технологічних питань при розробці ТП для кожного типу деталей.

Творець типізації професор А. П. Соколовський брав в якості класифікаційних ознак: форму (конфігурацію) деталей, точність і якість оброблених поверхонь; матеріал деталей, обсяг випуску і загальну виробничу обстановку.

Класифікація побудована за схемою: клас - підклас - група - підгрупа - тип.

Клас є основою класифікаційного підрозділу і представляє сукупність деталей певної конфігурації і об'єднаних спільністю технологічних задач.

Тип представляє сукупність подібних деталей, для яких в даних виробничих умовах розробляється загальний ТП (маршрут) (рис. 1).

Таким чином, ознаками спільності при типізації є технологічні завдання і ТП виготовлення деталей, а мета типізації – стандартизація ТП для того, щоб обробка однакових вихідних деталей здійснювалася за допомогою загальних, найбільш досконалих і ефективних методів.

Типізація завершується створенням або типових маршрутів, або типових операцій (елементарних ТП). Типова технологічна операція характеризується єдністю змісту і послідовності технологічних переходів для груп виробів із загальними конструктивними ознаками.

Ці елементарні типові ТП є вихідним допоміжним (довідковим) матеріалом при розробці типових ТП обробки деталей, так як будь яка деталь являє собою сукупність елементарних поверхонь.

Типова технологічна операція повторюється при виготовленні деталей родинних груп і сполучень елементарних поверхонь.

Таким чином, основа побудови типових процесів – конструктивна схожість деталей, при типізації розглядаються головним чином деталепроцеси, що охоплюють переважно кілька видів обробки, іноді і один вид.

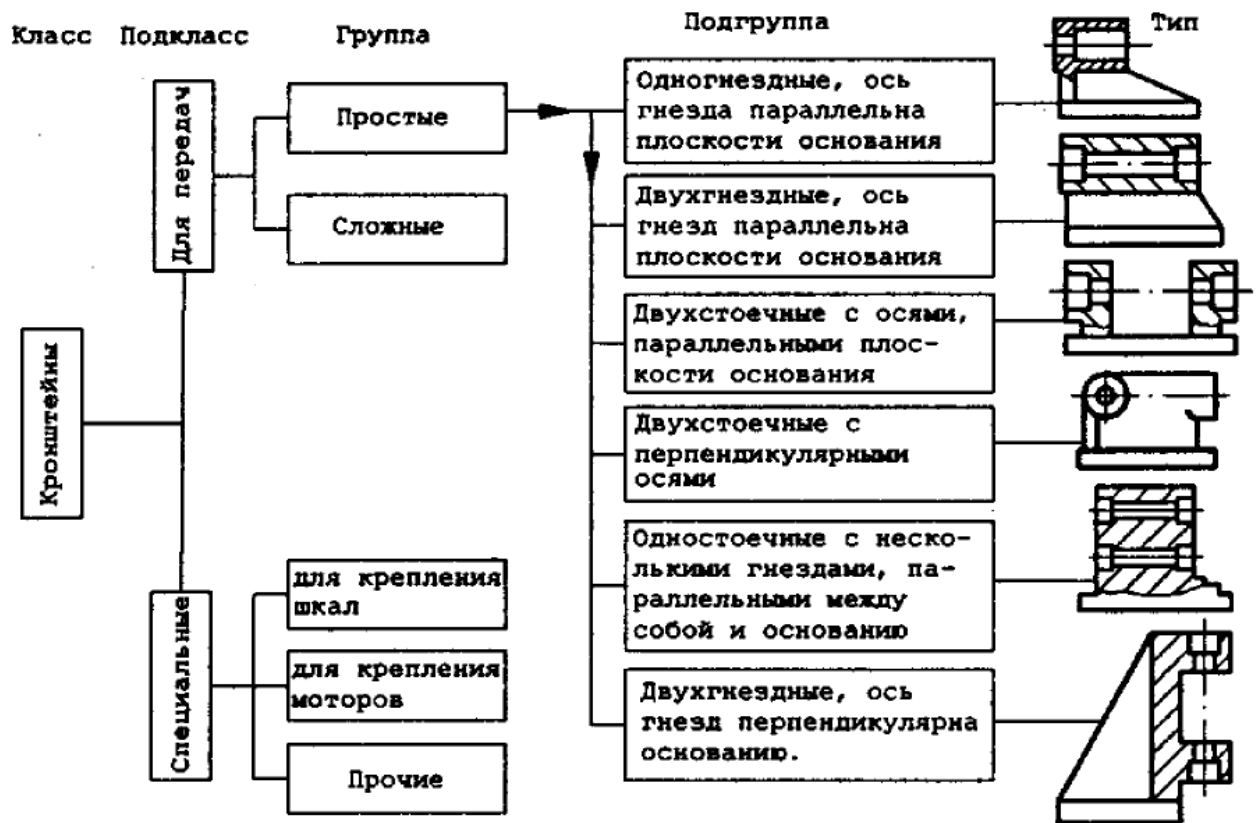


Рисунок 1 – Приклад класифікації деталей

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 потокові 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'язу 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.

Груповий метод обробки

Груповий метод – *метод уніфікації технології виробництва, при якому для груп однорідної з тих чи інших конструктивно-технологічним ознаками продукції встановлюються однотипні методи обробки з використанням однорідних і бистропереналажіваних знарядь виробництва.*

Таким чином, основною ознакою класифікації та групування будуть діючі засоби технологічного оснащення.

Найбільш загальні завдання, які вирішуються груповим методом – спеціалізація, технологічна концентрація в вигляді багатоінструментальної і багатопредметної обробки.

Груповий метод – основа уніфікації технологічного оснащення, обмежує її конструктивні різновиди, розміри і складові елементи при одночасному розширенні сфери її застосування. Групові переналагоджувані пристосування проектуються для груп деталей, подібних за способами установки і закріплення. Обробка деталей різної конфігурації за допомогою одного групового пристосування забезпечується завдяки використанню змінних або регульованих елементів.

Групування деталей

Група (операційна) – *сукупність деталей, яка характеризується при обробці спільністю обладнання, оснащення, налагодження та ТП (операційна).*

Група деталей в груповому виробництві характеризується єдністю в сенсі конструкторському, технологічному (спільність технології), інструментальному (спільність оснащення), організаційно-плановому (єдине планування і організація виробництва).

Утворення технологічних груп – найбільш відповідальний процес.

Створення уніфікованих (групових) процесів виготовлення деталей може базуватися на різних методах групування деталей. При цьому можливі:

1) групування деталей за конструктивно-технологічною подібністю (найбільш типові сукупності в цьому випадку – групи валиків, втулок, шестерень тощо);

2) групування деталей за їх елементарним поверхонь, що дозволяє встановити варіанти обробки цих поверхонь, а з комбінації елементарних процесів отримати техпроцес обробки будь-якої деталі;

3) групування деталей за переважаючими видами обробки (типам обладнання), єдності технологічного оснащення та спільності налагодження верстата.

У всіх випадках враховуються призначення, конструкція, точність розмірів і шорсткість оброблюваних поверхонь, спільність вирішення основних технологічних задач, схожість маршрутів обробки, однорідність заготовок, обсяг випуску тощо.

В умовах дрібносерійного і серійного виробництва найбільшого поширення набув метод групування деталей за вживаним для обробки типом обладнання, єдності технологічного оснащення, спільності настройки верстата з використанням комплексної деталі.

При групуванні деталей за типами обладнання (видам обробки) використовуються три найбільш характерних випадки.

На рис. 2 показана група деталей, яка має цикл обробки, що починається і закінчується на одному і тому ж типі обладнання (заготівельні процеси, металообробні верстати, обробні процеси тощо). Цей метод класифікації охоплює найбільшу кількість деталей і особливо ефективний, якщо ТП у всіх деталей, які входять до даної групи одноопераційний (верстати типу револьверних, автомати і спеціалізовані).

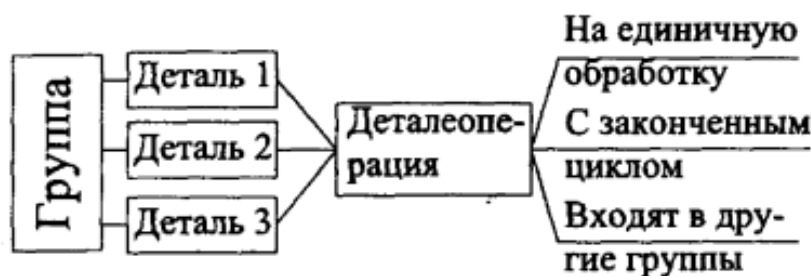


Рисунок 2 – Група деталей з циклом обробки на одному типі обладнання

На рис. 3 показані деталі групи, що мають загальний багатоопераційний процес, що виконується на різнотипному обладнанні. Всі деталі даної групи

проходять послідовно, або через всі деталеоперації (рис. 3, а), або окремі деталеоперації (рис. 3, б).



Рисунок 3 – Група деталей з циклом обробки на різнотипному обладнанні

На рис. 4 показаний випадок об'єднання деталей декількох груп, що мають спільність технологічного маршруту, який виконується на різнотипному обладнанні.

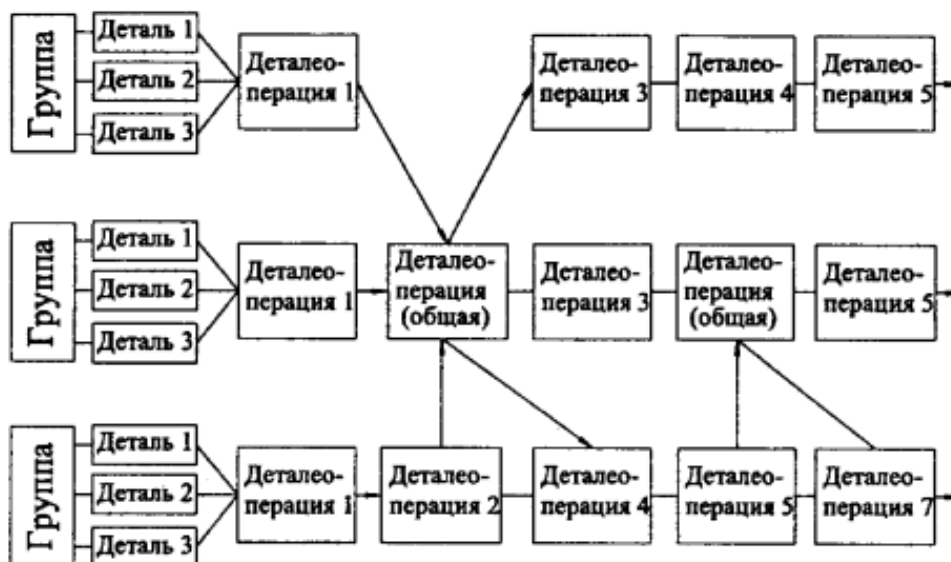


Рисунок 4 – Група деталей, що мають спільність технологічного маршруту, який виконується на різнотипному обладнанні.

Конкретний приклад використання групування за типом на рис. 4 показаний на рис. 5.

Деталі (i)	Операції (j)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	X	X		X	X			
2			X	X		X		X
3		X	X	X		X	X	X
4	X		X	X	X			
5	X	X	X		X	X		

Рисунок 5 – Схема групового технологічного процесу

На наведеному рисунку використані наступні позначення деталей і операцій 1 – шестерня без термообробки (ТО); 2 – шестерня з ТО; 3 – шестерня точна з ТО; 4 – шестерня точна без ТО, 5 – фланець. Операції: 1 – токарна, 2 – протяжна, 3 – свердлильно-фрезерна, 4 – зубофрезерна, 5 – зубошевінгувальна, 6 – внутрішньошліфувальна, 7 – круглошліфувальна, 8 – зубошліфувальна.

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

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 ТП 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 ТП є, як правило, надлишковим для конкретних деталей, тому що може містити технологічні операції і переходи для обробки відсутніх у неї поверхонь. На основі групового ТП розробляють

одиничні ТП шляхом виключення з групового зайвих операцій і переходів, уточнюючи технологічне оснащення.

Комплексна деталь – реальна або умовна (штучно створена) деталь, яка містить в своїй конструкції всі основні елементи (поверхні), характерні для деталей даної групи, і є її конструктивно-технологічним представником.

Під основними елементами розуміються поверхні, що визначають конструкцію деталі і технологічні завдання, які вирішуються в процесі обробки. Комплексна деталь є основною при розробці групового процесу і групового оснащення. Під груповим оснащенням розуміється сукупність пристосувань та інструментів, що забезпечує обробку всіх деталей даної групи із застосуванням невеликих підналадок.

Отже, складений на комплексну деталь техпроцес, з невеликими підналагодження устаткування, може бути застосовний при виготовленні будь якої іншої деталі даної групи. Умовна комплексна деталь утворюється шляхом накладення на найбільш характерну деталь групи нових поверхонь, які у цієї деталі, але наявних у інших деталей групи. Групове оснащення верстата на деталеоперацию проводиться по комплексній деталі. При переході до обробки нової деталі групи, як правило, необхідне підналагодження. На рис. 6 показана комплексна деталь і реалізація принципу групування відповідно до рис. 2.

Эскизы деталей	П Е Р Е Х О Д Ы									Комплек- сная деталь
	Подготов- торца 1	Токарн. по- верхность 2	Токарн. по- верхность 3	Сверлят. от- верстие 4	Сверлят. от- верстие 5	Рассточ- ка конус 6	Токарн. по- верхность 7	Токарн. по- верхность 8	Отбра- тка 9	
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

Рисунок 6 – Схема побудови групової операції

Послідовність і правила проектування технологічних процесів

Загальні правила розробки ТП визначаються за ГОСТ 14.301-83. Цим стандартом визначені наступні основні етапи:

- аналіз вихідних даних;
- визначення типу виробництва;
- визначення класу деталі і вибір в якості аналога чинного типового або групового ТП;
- вибір вихідної заготовки і методів її виготовлення;
- вибір технологічних баз;
- план обробки окремих поверхонь;
- складання технологічного маршруту обробки;
- розробка технологічних операцій;
- нормування технологічного процесу;
- визначення вимог техніки безпеки;
- розрахунок економічної ефективності ТП;
- оформлення технологічної документації.

У стандартах ЄСТПВ 14.303-82 і 14.316-82 наводяться додаткові етапи, які відносяться відповідно до розробки типових і групових ТП.

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 досвідного виробництва, опису прогресивних методів виготовлення, каталоги, паспорти, довідники, альбоми компонувань прогресивних засобів технологічного оснащення, планування виробничих ділянок і мелодичні матеріали по керуванню ТП.

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 н 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 чистової (остаточної) обробок 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 вимірювати. 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;
- 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, переналагоджу вальні 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.