**ЗАВДАННЯ.**

**Вивчити і законспектувати наданий матеріал.**

**Продовження і доповнення до теми.**

**Загальні правила розробки технологічного процесу.**

Вихідна інформація для проектування технологічного процесу.

Вихідна інформація для проектування технологічного процесу(ТП) (базова, керівна, довідкова).Послідовність проектування ТП виготовлення виробів --аналіз вихідної інформації, аналіз службового призначення деталі, визначення типу і форми організації виробництва, обчислення величини партії деталей, такту та ритму випуску, поняття циклу технічної операції.

При розробці технологічного процесу технолог повинен притримуватись двох принципів: технічного та економічного з урахуванням відповідності виробу кращим світовим стандартам.

Основою *технічного принципу* є умова повного виконання всіх вимог креслення і технічних вимог на виготовлення заданих креслень. Основою *економічного принципу* є умова виготовлення виробу з мінімальними затратами праці і мінімальними витратами виробництва.

Іншими словами, технологічний процес повинен виконуватись з вірнім і найбільш повним дослідженням всіх технічних можливостей обладнання, інструменту і пристроїв при найменших затратах часу і найменшій собівартості виробів.

З позиції технічного принципу проектування розробку ТП обробки можна виконати в кількох варіантах. Задачею технолога є вибір найбільш ефективного(тобто продуктивного) і рентабельного варіанту.

Якщо варіанти, що порівнюються, рівні по продуктивності, то назначається найбільш рентабельний з них, а при однакових рентабельностях — найбільш продуктивний. Якщо порівнювані варіанти ТП розрізняються і по продуктивності і по рентабельності (а так найчастіше і буває), то слід призначати той, який найбільш рентабельний, але за умови, що продуктивність всіх порівнюваних варіантів не нижче заданої в технічному завданні.

Найбільш продуктивний процес без врахування його рентабельності призначається в виключних випадках у рамках конкретного підприємства: для ліквідації «вузьких» місць виробництва, необхідності найшвидшого випуску важливої продукції і тільки на визначений відрізок часу.

Розрізняють три види технологічних процесів: *одиничний, типовий і груповий.*

Основою для нового ТП, як правило, є існуючий типовий або груповий ТП. Якщо такі відсутні, то за основу беруть діючі одиничні технологічні процеси виготовлення аналогічних деталей.

ТП має відповідати вимогам техніки безпеки, промислової санітарії та охорони навколишнього середовища, місцевим інструкціям і нормативам.

*Вихідну інформацію* для розробки ТП розділяють на базову, керівну та довідкову.

*Базова інформація* включає наступне:

* креслення і технічні умови на виготовлення та прийомку виробу;
* розмірі строк виконання програмного завдання (так звана річна програма випуску);
* інколи – креслення вихідної заготовки.

*Керівна інформація*  об’єднує:

* вимоги галузевих стандартів до технологічних процесів і методам керування ними;
* стандартів на обладнання і оснастку;
* документація на діючі одиничні, типові і групові ТП;
* класифікатори техніко-економічної інформації;
* виробничі інструкції;
* документація шо до вибору технологічних нормативів(режимів обробки, припусків, норм часу, норм витрат матеріалів тощо);
* документація по техніці безпеки і промисловій санітарії.

*Довідкова інформація – це:*

* технологічна документація експериментального виробництва;
* описання прогресивних методів виготовлення;
* каталоги, паспорти, довідники;
* альбоми компоновок прогресивних засобів технологічного оснащення;
* планування виробничих ділянок.

Послідовність проектування технологічного процесу виготовлення виробу.

Зважаючи на те, що проектування ТП є складною, трудомісткою та багатоваріантною задачею, його рекомендовано проводити в декілька стадій, які виконується у відповідній послідовності.

Спочатку робляться попередні намітки ТП, які уточнюються та конкретизуються на основі детальних розробок на наступних стадіях.

До вірного і прийнятого висновку вдається наблизитись не одразу, а після ряду спроб і перевірок. Щоб зменшити час на етапі розробки ТП, необхідно співставлення і вибір варіанту проводити на попередніх стадіях проектування.

На *ступінь поглибленості*  технологічної розробки впливає в основному тип виробництва. В умовах масового виробництва ТП розробляється детально і на всі деталі виробу. В умовах одиничного виробництва, як правило, провадиться скорочена розробка, через те що детальна розробка економічно себе не виправдовує. Але, якщо обробці підлягають складні дорого стоячі деталі, то, незважаючи на індивідуальність виробництва, ТП розробляють детально. Якщо підприємством виробляється широка номенклатура виробів в серійному виробництві, то рекомендується розробляти групові ТП.

Процес проектування ТП складається з цілого комплексу взаємопов’язаних етапів, які виконуються у відповідній послідовності. До них відносять(укрупнено):

1. технологічний контроль креслення, аналіз службового призначення деталі і умов її праці у вузлі;
2. визначення типу і форми організації виробництва;
3. відпрацювання конструкції деталі на технологічність;
4. вибір заготовки і його техніко-економічне обґрунтування;
5. розробка маршрутного технологічного процесу;
6. розробка операційного технологічного процесу;
7. конструювання, розрахунок та описання технологічної оснастки (верстатних та вимірювальних пристроїв).

*Технологічний контроль креслення*

Технолог має проконтролювати робоче креслення деталі згідно з ГОСТ 14.206-73.

При цьому необхідно звернути увагу на наступне:

* достатність кількості проекцій, розрізів і перерізів для повного уявлення конструкції і конфігурації деталі;
* достатність лінійних та кутових розмірів, вірність їх прив’язки до поверхонь деталі;
* відповідність точності і шорсткості поверхонь одна одній, а також відхилень форми і взаємного роз положення поверхонь;
* відповідність технічних умов на виготовлення деталі, зокрема вказаних видів термічної обробки, матеріалу деталі;
* доцільність вказаних у технічних умовах захисних і декоративних покриттів, умов та режимів іспитів.

Технологічний контроль креслення проводиться не тільки на початку проектування ТП, до нього вертаються на етапах проектування заготовки, маршрутного та операційного процесів (наприклад, якщо виникає необхідність об'єднати конструкторські, технологічні і вимірювальні бази ). Всі зміни креслення, які пропонуються технологом, мають бути узгоджені з конструктором.

*Аналіз службового призначення деталі і умов її праці у вузлі*

В процесі аналізу службового призначення деталі необхідно вивчати і аналізувати складальні креслення вузла, до якого входить деталь, та функції вузла в роботі всього виробу.

Необхідно визначити клас, до якого відноситься деталь, та аналізувати її службове призначення, виходячи з цього.

В машинобудуванні всі деталі умовно поділяються на наступні класи:

1. корпусні деталі;
2. круглі стержні;
3. порожнисті циліндри;
4. диски;
5. не круглі стержні;
6. важелі;
7. зубчасті колеса;
8. невеликі деталі складної форми;
9. кріпильні деталі;
10. спеціальні деталі.

*Корпусні деталі, станини ,основи і кронштейни.*

Служать в машинах базуючи ми елементами. Крім цього, часто використовуються як резервуари, камери згоряння, різноманітні блоки тощо. Через це формулювання службового призначення деталей цього класу повинно відображати як і з якою точністю деталь може визначити відносне положення інших деталей, які входять до неї або приєднуються.

*Круглі стержні, вали ,вісі, пальці, цапфи тощо.*

Служать опорами для деталей, за допомогою яких відбувається передача крутного моменту та обертального руху. При аналізі службового призначення треба звернути увагу на точність базування закріплених на ньому деталей, крутний момент, що передається, та частоту обертання.

*Порожнисті циліндри – втулки, вкладиші, гільзи, букси тощо.*

Ці деталі характеризуються тим, що мають внутрішню циліндричну поверхню – отвір.

*Диски – шківи, маховики, кільця, фланці тощо.* Характерна особливість – великі торцеві поверхні, які значно більші за товщину цих деталей.

*Не круглі стержні – колінчасті вали.* Характеризуються віссю обертання та паралельними циліндричними поверхнями для розміщення шатунів.

*Важілі, зубчасті колеса.* Служать для передачі крутного моменту з одного валу на другий, передачі та перетворювання частоти обертання.

Аналіз службового призначення деталі включає аналіз форми, точності і якості виготовлення всіх поверхонь деталі, точність їх розміщення відносно одна одної, кількість однорідних поверхонь деталі. При аналізі необхідно звернути увагу на найменування деталі, технічні умови її виготовлення (термообробку тощо) і матеріал. Необхідно навести коротку характеристику матеріалу, вказати його склад, фізико-механічні і технологічні властивості (наприклад, ливарні, оброблювальність).

**Визначення типу і форми організації виробництва.**

Розмір виробничого завдання залежить від встановленого об’єму випуску виробів, тобто від кількості виробів відповідних найменувань, типу розмірів, виконань, які виготовляються підприємством за запланований термін часу (ГОСТ 14.004-83). Цей ГОСТ визначає тип виробництва і дає можливість встановити доцільний вид технологічного процесу з проведенням необхідних розрахунків економічної ефективності варіантів технологічної оснастки і спеціального обладнання.

*Виробнича програма підприємства* визначається річною кількістю виробів, що випускаються при встановленому числі робочих змін і встановленій тривалості зміни.

Тип виробництва визначають розрахунково-аналітичним методом за допомогою визначення коефіцієнту закріплення операцій.

Де -- кількість операцій, що виконуються в місячний термін, шт.;

-- кількість робочих місць.

На даному етапі проектування ТП невідомими є як чисельник так і знаменник цієї формули. На цьому етапі можна скористатись аналоговим методом, який дає приблизний результат.

Вихідними даними , що визначають тип виробництва, є маса деталі і по-детальна програма випуску, чи, що теж саме, річна програма випуску деталей (див. табл.1).

Таблиця 1

Залежність типу виробництва від маси деталі і річної програми випуску деталей.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Тип виробництва | | | | | | | | |
| одиничне | малосерійне | | середньо-серійне | | велико-серійне | | масове | |
| Маса,деталі,кг | Річна програма випуску деталей, шт. | | | | | | | | |
| До 1,0 | До 10 | | 10—2,000 | | 2,000—75,000 | | 75,000—200,000 | | >200,000 |
| >1,0…2,5 | До 10 | | 10—1,000 | | 1,000—50,000 | | 50,000—100,000 | | >100,000 |
| >2,5…5,0 | До 10 | | 10—500 | | 500—35,000 | | 35,000—75,000 | | >75,000 |
| >5,0…10,0 | До 10 | | 10—300 | | 300—25,000 | | 25,000—50,000 | | >50,000 |
| >10,0 | До 10 | | 10—200 | | 200—10,000 | | 10,000—25,000 | | >25,000 |

*Форма організації виробництва*  на пряму залежить від типу виробництва. Для одиничного виробництва — *технологічна* (обладнання розміщене по технологічним групам— токарні, фрезерні, свердлильні, зуборізні та інші ділянки ).

Для серійного виробництва — технологічно-предметна форма організації. Обладнання розставляється по технологічним групам з урахуванням напрямів основних деталепотоків цеху (ділянка виготовлення валів, ділянка виготовлення корпусних деталей, ділянка виготовлення шестерень). Одночасно використовуються групові поточні лінії та змінно-поточні автоматичні лінії.

Для масового виробництва характерна предметна форма організації виробництва. Спеціальне високопродуктивне обладнання розставляється по поточному принципу (тобто по ходу технологічного процесу).

В серійному виробництві для більш рівномірної і ритмічної роботи деталі виготовляються партіями. Кількість їх в партії (розмір партії).

, шт,

Де N – річна програма випуску деталей, шт..;

t - кількість днів, на які необхідно мати запас деталей (для великих деталей-1;2;5; для мілких – 5;10;20);

F – кількість робочих днів в році (дорівнює 240…250).

В умовах масового та серійного виробництв при поточному принципі організації виробництва розраховується такт випуску продукції

,хв./шт.;

Де - річний фонд часу верстата(лінії) з урахуванням простоїв за рахунок змінності, вихідних днів, ремонту тощо, хв..;

- річна програма випуску деталей, шт..

*Ритм випуску –* це кількість виробів чи деталей відповідного найменування, типорозміру та виконання, що випускається за одиницю часу (ГОСТ 3.1109-82).

Згідно цього визначення, ритм випуску – величина, протилежна такту, тобто

,шт./хв.

При проектуванні технологічного процесу бажано побудувати його з однакових або кратних по трудомісткості операцій з тривалістю циклу, що дорівнює чи кратний такту випуску виробів. В цьому випадку можлива обробка заготовок на поточній лінії.

*Цикл технологічної операції –* це інтервал календарного часу від початку до кінця технологічної операції, що періодично повторюється, незалежно від кількості одночасно виготовлюваних деталей.

Якщо при встановленому такті випуску верстати, на яких оброблюються заготовки в даному технологічному процесі, завантажені в повному обсязі, то виробництво організовується по принципу масового, тобто з закріпленням робочих місць за одними і тими ж операціями. Якщо ж програма випуску деталей такого постійного завантаження верстатів не забезпечує то виробництво організовується по принципу серійного з утворенням змінно-поточних ліній.

***Технологічність конструкцій виробу***

(Загальні поняття про технологічність конструкції виробу. Показники та фактори , які визначають технологічність конструкції виробу).

*Загальні поняття про технологічність конструкції виробу.*

Одною з основних вимог до виробу, і, як слідство, до її деталей, є технологічність конструкції. Аналіз технологічності передбачає відшукання шляхів зниження затрат на виготовлення, експлуатацію та ремонт виробу.

*Технологічність конструкції виробу* (ТКВ) – це сукупність властивостей конструкції виробу, що визначають її пристосованість до досягнення оптимальних затрат при виробництві, експлуатації і ремонті для заданих показників якості, обсягу випуску і умов виконання робіт. Тобто, технологічність – це властивість виробу бути легким в виготовленні, простим в експлуатації та ремонті.

ТКВ – поняття відносне. Технологічність одного й того самого виробу в залежності від типу виробництва, де він виготовляється, від конкретних виробничих умов та рівня розвитку виробничої техніки може бути різною.

ТКВ – поняття комплексне. Технологічність не можна розглядати ізольовано без взаємного зв’язку та врахування умов виконання заготівельних процесів, процесів обробки, збирання та контролю, транспортування, складування тощо.

*Розрізняють виробничу, експлуатаційну і ремонтну технологічність*.

Склад робіт по забезпеченню ТКВ на усіх стадіях виготовлення виробу регламентується « Единой системой технологической подготовки производства » - ЕСТПП. Для кожного поняття технологічності встановлені терміни та визначення (ГОСТ 14.201-83 і ГОСТ 14.205-83).

Єдиним критерієм ТКВ є економічна доцільність при заданій якості і прийнятих умовах виробництва.

**Відпрацювання конструкції виробу на технологічність**

При відпрацюванні на технологічність виробу, що є об’єктом виробництва, у тому числі монтажу поза межами підприємства-виготовлювача, необхідно аналізувати:

1. види та асортимент матеріалів, що використовуються;
2. види та методи отримання заготовок;
3. технологічні методи та види обробки, складання, монтажу, контролю та іспитів;
4. можливість використання прогресивних технологічних процесів, утому числі працезаощаджувальних, маловідходних, енергозаощаджувальних та типових;
5. можливість механізації та автоматизації процесів;
6. можливість використання уніфікованих та впроваджених у виробництві складальних одиниць і деталей;
7. специфічні особливості підприємства-виготовлювача (умови матеріального та паливно-енергетичного забезпечення виробництва, склад технологічного та підйомно-транспортного обладнання і т.д.);
8. потрібну кваліфікацію робочих кадрів.

Існує два види оцінки ТКВ: якісна і кількісна.

*Якісна оцінка* характеризує технологічність конструкції узагальнено, на основі досвіду виконавця.

Якісна оцінка варіантів конструкції припустима на всіх стадіях проектування, коли здійснюється вибір кращого конструктивного рішення і не потрібно визначення степені відрізнення технологічності варіантів, що порівнюються. Якісна оцінка при порівнянні варіантів конструкції в процесі проектування виробу передує кількісній і визначає доцільність останньої.

*Кількісна оцінка* ТКВ визначається показником, числове значення якого характеризує ступінь задоволення вимогам до технологічності конструкцій.

Для визначення базових показників за основу приймають статистичні дані про конструкції, створені раніше, що мають спільні конструктивно-технологічні ознаки з конструкцією, що проектується.

**Показники технологічності та їх визначення.**

*Основні показники ТКВ*

Трудомісткість виготовлення виробу характеризує кількість затраченої праці на його виробництво та експлуатацію і визначається в одиницях робочого часу (людино-години, нормо-години).

Абсолютна трудомісткість виготовлення виробу – це є сумой нормо-годин, які затрачені на технологічні процеси на різних етапах виготовлення:

,

Де - трудомісткість i-ї складової частини виробу на якомусь етапі, нормо-годин.

Матеріаломісткість виробу характеризує кількість матеріалу, що затрачений на виробництво виробу та його експлуатацію. Розмірність – одиниці маси.

Рівень технологічності на матеріаломісткості :

Де М,- відповідно маса нового та базового виробів.

Енергомісткість виробу характеризує кількість паливно-енергетичних ресурсів, що витрачені на вироблення, монтаж, ТО, ремонт та утилізацію.

Рівень технологічності по енергомісткості :

,

Де Е,- енергомісткість нового та базового виробів.

Собівартість виробу відображає кількість затрат праці, матеріалів і паливно-енергетичних ресурсів на виробництво та експлуатацію виробу. Собівартість виробу – важливий комплексний показник.

**Допоміжні показники ТКВ**

Показники уніфікації

*Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів* :

Де - кількість уніфікованих типорозмірів конструктивних елементів;

– кількість типорозмірів конструктивних елементів у виробі.

Прикладами конструктивних елементів виробу є різі, кріплення, галтелі, фаски, проточки, отвори і т.і.

*Коефіцієнт використання типових технологічних процесів: ,*

Де - кількість використаних типових технологічних процесів;

- загальна кількість технологічних процесів при виготовленні виробу.

Показники обробки

*Коефіцієнт точності обробки: ,*

Де -- середній квалітет обробки виробу:

- квалітет обробки;

- кількість розмірів і-го квалітету.

*Коефіцієнт шорсткості поверхні : ,*

Де - середнє числове значення параметру шорсткості:

* - числове значення параметру шорсткості(бажано по параметру );
* - кількість поверхонь з відповідним числовим значенням параметра шорсткості.

Для об’єктивного судження про технологічність конструкції виробу необхідно враховувати ряд факторів, які значною мірою визначають технологічність.

До них відносять:

1. Вибір таких форм деталей, які забезпечили б можливість виготовлення заготовок з найменшими припусками і найменшою кількістю оброблених поверхонь з використанням найбільш прогресивних методів виробництва;
2. Найменша маса виробу;
3. Найменша кількість найменувань матеріалів, що використовуються у виробі;
4. Взаємозамінність деталей та складальних одиниць з оптимальними значеннями полів допусків;
5. Найбільш можлива жорсткість конструкції, що забезпечує умови для призначення збільшених режимів різання;
6. Доступність оброблюваних поверхонь для ріжучого інструменту, а також для нагляду та контролю в процесі обробки;
7. Присутність у деталі поверхонь, які можуть бути використаними в якості зручних та надійних баз для обробки і виключають необхідність допоміжних баз, використання яких призводить до додаткових операцій обробки;
8. Доцільна ступінь точності та шорсткості оброблюваних поверхонь, що відповідає умовам експлуатації;
9. Максимальна уніфікація та нормалізація як деталей , так і окремих їх елементів: посадок, різьб, канавок тощо.

***Контрольні запитання***

1. Вихідна інформація для розробки технологічного процесу.
2. Технологічність конструкції деталей.
3. Послідовність розробки технологічного процесу.
4. Документація технологічного процесу.