

621.9
В14

І. О. Вакуленко, Т. М. Кадильникова, С. В. Пройдак



ТЕХНОЛОГІЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

2014

І.О. Вакуленко, Т.М. Кадильникова, С.В. Проїдак

Технологія механічної обробки металевих матеріалів

Навчальний посібник

Дніпропетровськ 2014

І.О. Вакуленко, Т.М. Кадильникова, С.В. Проїдак

Технологія механічної обробки металевих матеріалів

Затверджено вченою радою Дніпропетровського національного університету
залізничного транспорту ім.академіка В.Лазаряна в якості навчального
посібника для вищих технічних навчальних закладів

Видавництво Маковецький Ю.В.
Дніпропетровськ 2014

УДК 669

ББК....

В ...

ISBN

Видавництво Маковецький Ю.В.

Дніпропетровськ, 2014

Затверджено вченою радою Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім.академіка В.Лазаряна як навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів (лист від ... № ...)

Рецензенти:

д – р техн. наук, проф. Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Р.М.Рогатинський

д – р техн. наук, проф. Вінницького державного технічного університету Р.Д.Іскович-Лотоцький

д – р техн. наук, проф. Хмельницького національного університету В.П.Олександренко

Вакуленко І.О., Кадильникова Т.М., Пройдак С.В. Технологія механічної обробки металевих матеріалів – Дніпропетровськ: Вид – во Дніпропетр. нац. ун – ту з – го трансп. ім. акад. В.Лазаряна, 2014, 176с.

ISBN.....

В навчальному посібнику розглядаються питання технологічного ланцюга механічної обробки, що може бути корисним для ремонтних підприємств залізничного транспорту. Надаються основні поняття про види виробництв, точність обробки, маршрутні схеми, методи і засоби в машинобудуванні. Наведені відомості про новітні досягнення інформаційних технологій в розробці програмних продуктів для верстатів з числовим програмним керуванням. Навчальний посібник призначений для студентів вищих технічних навчальних закладів для поглибленого вивчення питань стосовно типового технологічного процесу, якому притаманні єдність змісту і послідовність операцій при проведенні ремонтних робіт з використанням механічної обробки.

Іл. .45. Табл.4. Бібліогр.: 13 назв.

Вакуленко І.О., Кадильникова Т.М., Пройдак С.В.
Видавн.Дніпропетр.нац.ун-ту.зал.трансп.ім.
акад.В.Лазаряна, 2014р.

ISBN

ПЕРЕДМОВА

Книга «Технологія механічної обробки металевих матеріалів» представляє собою навчальний посібник, який призначений для поглибленого вивчення питань стосовно організації на підприємствах залізничного транспорту окремих видів машинобудівних виробництв. Посібник призначений для студентів, які вивчають навчальну дисципліну «Обробка металів різанням», відповідно до плану бакалавра за напрямом підготовки 6.070105 «Залізничний транспорт» (для спеціальності 7.07010502 «Вагони та вагонне господарство», 7.07010501 «Локомотиви та локомотивне господарство»).

В наведеному посібнику з використанням знань, що були отримані студентами при вивченні дисциплін під загальною назвою «Матеріалознавство та технологія обробки матеріалів», розглядаються питання стосовно основних понять про види виробництва, точність обробки, маршрутні схеми та методи і засоби машинобудування.

Використання основних положень теорії дислокацій обмежується лише необхідною кількістю питань, без яких немає можливості розглядати розвиток процесів структурних змін в залежності від умов експлуатації рухомого складу.

Схема викладання матеріалу в посібнику побудована таким чином, щоб студенту було зрозуміло, за рахунок яких чинників визначається необхідна послідовність операцій при виготовленні конкретного виробу. Викладений матеріал урахує новітні досягнення інформаційних технологій при розробці програмного забезпечення для верстатів з числовим програмним керуванням. Посібник дозволить студентам отримати додаткові знання при опануванні технічної термінології. Теоретичні питання, що розглядаються на лекціях, закріплюються при виконанні практичних робіт, які проводяться в умовах експериментальної бази навчального закладу.

Навчальний посібник підготовлений у відповідності з навчальним планом дисципліни, яка викладається на кафедрі «Технологія матеріалів» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В.Лазаряна на протязі декількох десятиріч.

Автори висловлюють вдячність професорам Роману Михайловичу Рогатинському, Ростиславу Дмитровичу Іскович-Лотоцькому і Віктору Петровичу Олександренку за цінні поради при обговоренні окремих розділів навчального посібника та обґрунтовані рецензії. Автори вдячні викладачам та

співробітникам кафедри «Технологія матеріалів» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за допомогу в оформленні рукопису навчального посібника.

ВСТУП

Технологія машинобудування представляє собою галузь науки, яка присвячена вивченню та розробці методів та обладнання для виготовлення деталей, вузлів як складових при виробництві машин та агрегатів.

Велике значення при цьому приділяється розробці технологічних процесів обробки, збирання та виготовлення деталей. Для здійснення будь-якого технологічного процесу необхідно застосовувати засоби технологічного оснащення, які представлені технологічним обладнанням (верстатами) та технологічним оснащенням (інструментами).

Типовий технологічний процес характеризується єдністю змісту і послідовністю більшості операцій та переходів для групи виробів із загальними конструктивними ознаками. Процес використовується також як інформаційна основа при розробці необхідної документації.

Питання, які розглядаються в посібнику, обумовлені сучасними вимогами розвитку машинобудівної галузі, в тому числі підвищеним рівнем експлуатації залізничного транспорту. Вважається, що ремонт та діагностика елементів рухомого складу пов'язані з виготовленням як окремих деталей машин, так і збиранням вузлів та агрегатів залізничного транспорту. Вирішення наведених проблем супроводжується використанням різноманітних технологічних процесів обробки металів, розробкою і виготовленням, в тому числі автоматизованих, ліній різного призначення..

В посібнику розглядаються питання організації на підприємствах залізничного комплексу окремих видів машинобудівних виробництв. В зв'язку з цим надаються основні поняття про види виробництва, точність обробки, маршрутні схеми, методи і засоби, що використовуються в машинобудуванні. Представляють визначений науковий і практичний інтерес відомості про новітні досягнення в галузі інформаційних технологій, їх використання при розробці програмного забезпечення для верстатів з ЧПК.

Посібник складається з дев'яти глав.

Перша глава присвячена аналізу основних виробничих та технологічних процесів механічної обробки металів. Розглянуті питання про використання різноманітних конструкційних матеріалів, в першу чергу металевих, для одержання заготовок деталей машин та організацію їх обробки.

Друга глава висвітлює питання оцінки точності обробки та якості сформованих поверхонь деталей машин, що виготовляються на визначеному обладнанні.

В третій главі наведена загальна інформація про процеси різання металу, ріжучі інструменти та особливості їх будови.

Четверта глава присвячена класифікації металорізальних верстатів. Розглядаються питання проектування різноманітних пристосувань для технологічних операцій різання.

В п'ятій главі розглядаються питання, що присвячені розробці методологічних основ управління виробничими системами в машинобудуванні.

Шоста глава присвячена висвітленню питань автоматизації технологічних процесів в машинобудуванні, наводяться характеристики промислових роботів, їх типи, надаються рекомендації по їх застосуванню.

В сьомій главі проведено аналіз по використанню засобів технологічного оснащення операцій обробки з використанням ЧПК.

Восьма глава присвячена питанням по використанню новітніх програмних продуктів для впровадження технологічних операцій на верстатах ЧПК. Надаються рекомендації по застосуванню їх на практиці.

В дев'ятій главі наведені відомості стосовно впливу технології обробки металевих матеріалів різанням на властивості при подальшому їх циклічному навантаженні.

ГЛАВА 1.

ОСНОВНІ ВИРОБНИЧІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

1.1. Основні поняття про виробничий та технологічний процеси, типи виробництва і методи роботи

Машина, її вузли та деталі в процесі виготовлення на виробництві класифікуються як вироби. В залежності від призначення розподіляють вироби на основні та допоміжні. Вироби основного виробництва призначені для оптової реалізації, а вироби допоміжного виробництва – тільки для потреб підприємства, що їх виготовляє.

Стандартами встановлені наступні види виробів:

- деталь;
- збиральна одиниця (вузол);
- збиральний комплект;
- агрегат.

Деталь – це виріб, який виготовлений з однорідного матеріалу без використання збиральних операцій. Будь-яка деталь утворена сукупністю елементарних поверхонь, що спрягаються, а саме циліндрів, конусів, плоских та фасонних площин. Поверхні, що спрягаються, при зборці дотикаються до поверхонь інших деталей, утворюючи спрягання, та називаються основними базовими поверхнями. Базові поверхні визначають працездатність деталей у вузлі і при механічній обробці використовуються в якості конструкторських та технологічних баз. Поверхні, що не спрягаються, призначені лише для оформлення конфігурації деталі, яку необхідно дотримувати за нормативною технічною документацією. У більшості випадків такі поверхні обробляються з низьким рівнем точності або зовсім не обробляються.

Деталі з базовими поверхнями, які виконують в збиральному з'єднанні роль сполучної ланки, що забезпечує при зборці відповідне відносне положення інших деталей, називають базовими деталями.

Збиральна одиниця – це частина виробу, яка збирається окремо від інших та подалі виступає в процесі збирання як єдине ціле.

Збиральний комплект – це група складових частин виробу, які необхідно подати на робоче місце для збирання виробу або його частин.

Агрегат – це збиральна одиниця, яка характеризується повною взаємною заміною, можливістю збирання окремо від інших складових частин виробу, здатністю виконувати визначені функції в виробі, в тому числі здатна до самостійного функціонування. Збирання виробу або його складових частин з агрегатів, називається агрегатним або модульним.

Виробничий процес механічної обробки металів представляє собою сукупність операцій за участю персоналу і роботи обладнання. Процес відбувається у визначеній послідовності: від обробки сировини, виготовлення напівфабрикатів та заготовок до перетворення їх у деталі, вузли та інші складові виробу. В масштабі визначеного підприємства, окрім виготовлення деталей за різними технологіями (різання, пластичне деформування, лиття та ін..), до виробничого процесу обов'язково додаються операції по збереженню матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих до виробів, транспортування в процесі виробництва збиральних одиниць, їх зберігання на складах, технічний контроль, випробування, регулювання, фарбування та ін..

Для виробничих процесів характерні наступні поняття:

- *виробничий цикл* – відрізок часу з моменту початку виробництва виробу до його отримання замовником;
- *технологічний процес* – послідовна зміна форми, розмірів, властивостей матеріалу або напівфабрикатів для одержання деталі чи виробу у відповідності до заданих технічних вимог.

Технологічний процес механічної обробки матеріалів являє собою частину загального виробничого процесу виготовлення, яка складається з цілеспрямованих дій щодо змінення або визначення стану предмета праці (чи то є заготовка або виріб). Для здійснення будь-якого технологічного процесу необхідно застосування сукупності знаряддя виробництва, яке називається засобом технологічного оснащення, і включає в себе технологічне обладнання (ливарні машини, преси, металорізальні верстати, випробувальні стенди) та технологічну оснастку (ріжучі інструменти, прилади, штампи, вимірювачі). Технологічний процес включає в себе окремі складові частини: операції, переходи, встановлювання, позиції, прийоми.

Технологічною операцією називають закінчену частину технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці. Операція охоплює всі дії засобів технологічного оснащення та робітників над одним або декількома об'єктами, що обробляються або збираються ними сумісно. При обробці на верстатах операція включає всі дії робітника, а також автоматичну дію верстата з моменту зняття однієї заготовки з верстату та переходу до обробки іншої заготовки.

Крім технологічних відрізняють також *допоміжні операції*. Це – транспортування, контроль, маркування та ін.. Так, при виконанні технологічного процесу заготовка проходить послідовно по цехах та виробничих ділянках у відповідності з встановленими операціями. Вказана послідовність називається *технологічним маршрутом*, що може бути як цеховим, так і міжцеховим.

Технологічним переходом називається закінчена частина технологічної операції, яка виконується одними й тими ж засобами технологічного оснащення при постійних технологічних режимах. Технологічні переходи можуть бути простими (обробка одним інструментом) або складними (в роботі задіяні декілька інструментів). При обробці заготовок на верстатах з ЧПК декілька поверхонь можуть послідовно оброблятися одним інструментом. У цьому випадку вважають, що вказана сукупність поверхонь обробляється за результатом *інструментального переходу*.

Крім технологічного відрізняють також *допоміжний перехід*. Це закінчена частина технологічної операції, яка складається з дій людини або обладнання та не супроводжується зміною властивостей предметів праці, що необхідна для виконання технологічного переходу (встановлення заготовки, заміна інструменту, змінення режимів обробки, та ін..).

Робочий хід – закінчена частина технологічного переходу, яка складається з однократного пересування інструменту відносно заготовки, що супроводжується зміною форми, розмірів, якості поверхні або властивостей заготовки.

Встановлення – частина технологічної операції, яка виконується при незмінному закріпленні заготовки, що обробляється, або збиральної одиниці.

Позиція – фіксоване положення, яке займає незмінно закріплена заготовка, що обробляється або збирається як збиральна одиниця, сумісно з приладом відносно інструменту або нерухомих частин обладнання для виконання відповідної частини операції. Зміна позицій, яка виконується за допомогою зворотних приладів й приладів з лінійними пересуваннями, можлива в технологічних операціях, що здійснюються на обладнанні револьверного типу, агрегатних верстатах, автоматичних лініях та ін..

Робочий прийом – ручна дія робітника з обслуговування верстату чи агрегату, що забезпечує виконання технологічного переходу або його частини. Так, при виконанні допоміжного переходу встановлення заготовки в прилад необхідно виконати наступні прийоми:

- взяти заготовку з тари;
- встановити заготовку в прилад;
- закріпити заготовку в приладі.

Виготовлення виробів машинобудування може бути здійснено на основі *одиночного, типового та групового* технологічних процесів.

Одиничний технологічний процес проектується та застосовується для виготовлення деталей одного найменування, типорозмірів і виконання, незалежно від типу виробництва.

Типовий технологічний процес характеризується єдністю змісту і послідовністю більшості технологічних операцій та переходів для групи виробів із загальними конструктивними ознаками. Типовий технологічний процес використовується або як інформаційна основа при розробці робочого технологічного процесу, або як робочий технологічний процес при наявності всієї необхідної інформації для виготовлення деталі.

Груповий технологічний процес використовується для сумісного виготовлення або ремонту групи виробів різноманітної конфігурації в конкретних умовах виробництва на спеціалізованих робочих місцях. Принципова різниця типового та групового процесів полягає у наступному: типова технологія характеризується спільністю технологічного маршруту, а групова – спільністю обладнання та оснащення, які необхідні для виконання відповідної операції або повного виготовлення деталі.

За ступенем деталізації технологічні процеси підрозділяються на *маршрутні, операційні та маршрутно-операційні*.

В *маршрутному* технологічному процесі зміст операцій викладається без вказівок переходів та режимів обробки.

Операційний технологічний процес виконується за документацією, в якій зміст операцій викладається з вказівками на переходи та режими обробки.

Маршрутно-операційний технологічний процес виконується за документацією, в якій зміст тільки окремих операцій викладається з вказівками на переходи та режими обробки.

В поняття маршруту технологічного процесу закладається перелік всіх операцій, необхідних для одержання готового виробу. Важливим принципом розробки маршрутів є можливе скорочення терміну виконання операцій за рахунок найменшого пробігу деталей між цехами.

Частинами технологічного процесу за методами його виконання є обробка різанням, зварювання, паяння, клепання, вузлова зборка, загальна зборка та інше. Засобами виконання технологічного процесу є технологічне обладнання, технологічна оснастка, налагоджування.

В залежності від розміру виробничої програми, характеру продукції, а також технічних та економічних умов здійснення виробничого процесу відокремлюють три основні типи виробництва: одиничне, серійне, масове. На одному підприємстві або в цеху можуть існувати різні типи виробництва. А саме у важкому машинобудуванні, яке в загальному вигляді характеризується

одиничним виробництвом, дрібні деталі, що потрібні у великому обсязі, можуть виготовлятися за принципом серійного або навіть масового виробництва.

Одиничним називається таке виробництво, при якому вироби виготовляються в одиничному екземплярі, різноманітними за конструкцією та розмірами, при цьому повторювання цих виробів дуже рідке або зовсім відсутнє. Одиничне виробництво індивідуальне та досить універсальне. Воно охоплює різні типи виробів, тому повинно бути гнучким та швидко налагоджуваним. Технологічний процес виготовлення деталей при такому виробництві має свій ущільнений характер, а саме, на одному верстаті виконуються декілька операцій і дуже часто проводиться повна обробка заготовок різноманітних конструкцій з різних матеріалів. Для одиничного виробництва характерні наступні особливості:

- обладнання ставиться за типами верстатів;
- використовується універсальне обладнання;
- для обслуговування притягається персонал високої кваліфікації;
- обробка матеріалів має довгий термін;
- висока вартість обробки;
- низька продуктивність;
- висока точність обробки.

Серійним називається виробництво, в якому випуск виробів здійснюється партіями або серіями, що складаються з однойменних, однотипних за конструкцією та однакових за розмірами виробів, які запускають у виробництво одночасно. Основною особливістю такого виду виробництва є виготовлення цілком всієї партії як в обробці деталей, так і в зборці. При серійному виробництві вироби випускаються за незмінними кресленнями повторно. В залежності від того, яка чисельність виробів та повторювальність на протязі одного року, виробництво може бути дрібносерійним, середньо серійним, або багатосерійним. За організацією виробництва дрібносерійне наближається до одиничного, а багатосерійне – до масового виробництва. Належність серійного виробництва до того чи іншого типу здійснюється на основі коефіцієнту закріплення операцій, який складається з відношення числа всіх технологічних операцій, що виконані або виконуються на протязі місяця, до кількості робочих місць. Для різних видів виробництва цей коефіцієнт складає:

- для дрібносерійного 20 – 40;
- для середньо серійного 10 - 20;
- для багатосерійного 1 – 10.

Для серійного виробництва характерна диференціація технологічного

процесу. Вона складається в тому, що окремі операції закріплені за відповідними верстатами. При цьому застосовуються як спеціалізовані верстати, так і універсальні, а також автоматизовані, агрегатні. Після закінчення виготовлення деталей однієї серії верстати переналагоджуються для виконання робіт для іншої серії деталей.

Серійне виробництво значно економічніше за одиничне, тому що краще використовує обладнання, має вищу кваліфікацію робітників, меншу собівартість продукції.

Масовим називається виробництво, в якому при достатньо великому числі однакових випусків виробів виготовлення ведеться шляхом безперервного виконання на робочих місцях одних і тих же постійно повторювальних операцій.

Для масового виробництва характерні наступні основні ознаки:

- більшість операцій по обробці заготовок закріплюються за окремими верстатами;
- на лініях по обробці здійснюється неперервне пересування заготовок з одного робочого місця на інше;
- наявність спеціалізованого обладнання;
- низька трудомісткість та вартість обробки;
- короткий технологічний цикл.

Коефіцієнт закріплення операцій для масового типу виробництва дорівнює 1. Цей тип виробництва характеризується значною самоокупністю витрат на обладнання, тому має можливість застосовувати високопродуктивні технічні засоби та технологічну оснастку.

Масове виробництво може бути організовано за поточним або не за поточним методами. При першому методі обладнання встановлюється у вигляді поточних автоматизованих ліній, при цьому можливо здійснювати виробництво деталей неперервним потоком таким чином, що час, який відведений на виконання кожної операції, дорівнює постійній величині по всьому потоку, що дозволяє проводити обробку з визначеним тактом випуску, який можна розрахувати за формулою:

Тривалість цих операцій при поточному виробництві майже однакова, а верстатоемність обробки визначається кожного разу індивідуально. Під верстатоемністю у даному випадку розуміється час, який витрачає верстат на виконання операції. Верстатоемність розраховується за наступною формулою:

Додаткову оцінку проводять за ступенем уніфікації марок матеріалів, за уніфікацією і нормалізацією частин виробу, раціональністю розтину його на конструктивні та технологічні елементи, що досягається рівнем взаємозамінності елементів виробу, масою машини, конструктивною спадкоємністю оригінальних деталей і складових частин виробу, коефіцієнтами середнього класу точності та шорсткості поверхні деталей виробу, можливістю скорочення терміну підготовки та виготовлення виробу, а також можливістю автоматизації його виробництва.

Відпрацювання конструкції на технологічність пов'язано з цілою низкою заходів щодо зниження металоємності, верстатоемності, трудомісткості, собівартості виробу. Цей процес починається з моменту розробки робочих креслень та продовжується в період підготовки виробництва і випуску виробу. Закінчується цей процес тільки після зняття виробу з виробництва.

Конструкцію виробу починають відпрацьовувати на технологічність ще в процесі створення самої його конструкції. На цьому етапі в роботі приймають участь провідні конструктори і технологи. Це починається ще на стадії розробки технічного завдання і технічної пропозиції на проектування нового виробу, а продовжується та розвивається на стадії розробки ескізного і технічного проектів, складання технічної документації.

На стадії розробки технологічної пропозиції аналізують варіанти принципів технологічних схем та компоновок виробу, виявляють складні за конструкцією та виготовленням його оригінальні деталі.

На стадії ескізного проекту виявляють номенклатуру і параметри цих деталей, можливості їх уніфікації і стандартизації, визначають можливість раціонального членування або об'єднання деталей, аналізують умови зборки основних деталей, точність виготовлення та шорсткість їх поверхонь, визначають номенклатуру змінних та ремонтних деталей виробу.

На стадії технічного проекту виконують роботи по забезпеченню технологічності основних складових деталей, а на стадії розробки робочої документації проводять оцінку технологічності конструкції щодо відповідності основним вимогам, враховуючи умови зборки виробу. Технологічність конструкції оцінюється за якісними та кількісними показниками шляхом розрахунків їх значень.

Далі визначаються показники рівня технологічності конструкції, розробляються рекомендації з їх покращення та вносяться зміни до конструкторської документації.

Технологічна раціональність конструктивних рішень характеризується показниками, які враховують взаємозв'язок основних параметрів трудових та матеріальних витрат з показниками якості виробів.

Для технологічної раціональності всі показники розділяються на три групи: якісні, кількісні, допоміжні. До якісних показників відноситься простота конструкції, простота зборки та регулювання, матеріали, що використовуються при створенні виробу, конструктивні форми деталей та способи одержання заготовок. Основні кількісні показники – собівартість виготовлення, маса виробу, його вузлів та деталей, трудомісткість та верстатоемність виготовлення виробу. До допоміжних показників відноситься уніфікація вузлів та деталей, конструктивна спадкоємність деталей.

Собівартість виготовлення виробу C_v найбільш повно характеризує технологічність конструкції, вказує на повноту врахування всіх показників його технологічності та визначається за формулою:

$$C_v = M + Z + H$$

де M - вартість матеріалів; Z - заробітна платня робітників; H - накладні витрати.

Маса виробу, його вузлів і агрегатів, як показник технологічності конструкції, може оцінюватись за коефіцієнтом використання матеріалів. Цей коефіцієнт характеризує раціональність витрат матеріалів на виготовлення виробу за прийнятими технологічними процесами та визначає відношення маси виробу (вузла, деталі) до маси матеріалів, що витрачаються при його виготовленні.

Загальна трудомісткість виготовлення визначається підсумовуванням трудомісткості окремих його деталей, зборки складових частин виробу в цілому, тому технологічність конструкції виробу можна розглядати як суму технологічності конструкції його окремих деталей та збиральних одиниць. Рівень технологічності за трудомісткістю виготовлення визначається за формулою:

При конструюванні штампованих заготовок на молотах та пресах дотримуються наступних правил:

- геометрична форма заготовки повинна забезпечувати можливість її вільного виходу зі штампа;
- виїмки та заглиблення в заготовкам можна виконувати тільки в напрямку пересування штампу;
- бокові поверхні заготовки повинні мати штампувальні уклони;
- переходи від однієї поверхні до іншої повинні здійснюватись із закруглюванням;
- в умовах гарячого штампування неможлива наявність гострих кутів;
- радіуси закруглень внутрішніх кутів повинні бути більшими за радіуси закруглень зовнішніх кутів, щоб уникнути браку при штампуванні та підвищити стійкість штампу;
- форми заготовок повинні відповідати умовам виникнення бокових зміщень штампу;
- конструкція заготовки повинна допускати рознімання штампу в горизонтальній площині;
- в площині рознімання повинні розташовуватися найбільш габаритні розміри заготовки;
- виступи та ребра не повинні бути розташовані близько один від одного, бо це заважає заповненню металом порожнини штампу.

При конструюванні заготовок з одnobічними потовщеннями або фланцями, глухими або крізними отворами, які штампуються горизонтальними кувальними машинами, слід дотримуватися наступних правил:

- товщина стінок заготовок з отворами повинна бути не менш за 0,15 зовнішнього діаметру заготовки;
- об'єм фланцю на кінці або середині заготовки, з умов висадки, не повинен перевищувати значення

При одержанні заготовок методами порошкової металургії здійснюється пресування сумішей металевих порошків у прес-формах під тиском з наступним спіканням. Пресування та спікання можуть здійснюватися й одночасно з нагрівом, але це можна застосовувати тільки для деталей масою більше 10 кг або для тонких дисків і пластин, які мають схильність до короблення при спіканні. Для підвищення точності деталей їх після спікання калібрують.

Використання пластмас дозволяє одержувати заготовки складної форми і малої маси. При цьому механічна обробка таких заготовок або повністю виключена, або зводиться до мінімуму. Заміна чорних та кольорових металів пластмасами в умовах масового виробництва знижує собівартість для чорних металів в 1,5-3,5 разів; для кольорових – у 5-10 разів. На практиці використовуються наступні методи обробки пластмас: пресування, лиття під тиском, автоклавне лиття, контактне і вихрове формування, волочіння.

Загальні вимоги до механічної обробки заготовок можна сформулювати наступним чином:

- вибір матеріалу з покращеною оброблюваністю;
- зменшення площі поверхні обробки (тільки для поверхонь спряження);
- підвищення жорсткості заготовки за рахунок зручного та надійного її закріплення на верстаті;
- зручність підведення ріжучого інструменту до поверхні, що обробляється;
- додержання принципу постійності баз: сумісництво технологічних та вимірювальних баз, відповідність постановки розмірів, послідовність виконання і зміст операцій обробки.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....

ВСТУП.....

ГЛАВА1. ОСНОВНІ ВИРОБНИЧІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ.....

1.1.Основні поняття про виробничий та технологічний процеси, типи виробництва і методи роботи.....

1.2.Загальні відомості про технологічність конструкцій, основні показники технологічності виробів машинобудування

1.2.1.Конструкційна технологічність виробів.....

1.2.2. Загальні вимоги до механічної обробки заготовок.....

1.2.3.Загальні вимоги до конструкцій деталей машин

1.2.4.Загальні вимоги до конструкцій машин при їх зборці.....

1.3.Конструкційні матеріали для виготовлення деталей машин та лезового і абразивного інструменту

Питання для самоперевірки.....

ГЛАВА2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ ТА ЯКІСТЬ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....

2.1. Основні характеристики точності обробки деталей машин та фактори, що її визначають.....

2.2. Класифікація похибок механічної обробки та фактори, що на них впливають.....

2.3. Основні параметри якості поверхонь деталей, вплив методів та режимів обробки на параметри якості.....

2.4. Методи вимірювань та оцінка якості поверхонь, вплив якості поверхонь на експлуатаційні властивості деталей машин.....

Питання для самоперевірки.....

ГЛАВА3. ОБРОБКА РІЗАННЯМ І РІЖУЧІ ІНСТРУМЕНТИ.....

3.1. Загальні відомості про різання.....

3.2. Класифікація ріжучих інструментів.....

3.2.1 Різці.....

3.2.2 Фрези.....

3.2.3 Свердла, зенкери, розгортки.....

3.2.4. Інструмент для протягання	
3.2.5. Зуборізний інструмент.....	
3.2.6. Різьбонарізний інструмент.....	
3.2.7. Абразивний інструмент.....	
3.3. Знос і стійкість ріжучого інструменту.....	
3.4. Мастильно-охолоджувальні технологічні рідини та їх вплив на процеси різання.....	
Питання для самоперевірки.....	

ГЛАВА4. МЕТАЛОРІЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ.....

4.1. Класифікація металорізальних верстатів.....	
4.1.1. Основні складові частини металорізальних верстатів.....	
4.1.2. Автоматизація в металорізальних верстатах.....	
4.1.3. Верстати з ЧПК.....	
4.1.4. Гнучкі виробничі модулі.....	
4.2. Основні поняття про точність обробки на верстатах.....	
4.2.1. Електрохімічні та ультразвукові методи обробки матеріалів на верстатах.....	
4.2.2. Електронно-променева обробка матеріалів.....	
4.3. Проектування спеціальних засобів оснащення.....	
4.4. Елементи технологічного процесу механічної обробки на верстатах.....	
Питання для самоперевірки.....	

ГЛАВА5. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ СИСТЕМАМИ В МАШИНОБУДУВАННІ.....

5.1. Сутність поняття «виробнича система у машинобудуванні».....	
5.2. Головні задачі та загальні вимоги до проектування виробничих систем в машинобудуванні.....	
5.3. Функціональні та технологічні критерії розвитку виробничих систем в машинобудуванні.....	
5.4. Проектні критерії та розробка конструкторської документації.....	
5.5. Оптимізація виробничих систем в машинобудуванні з використання ПЕОМ.....	
Питання для самоперевірки.....	

ГЛАВА6. АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ В ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМАХ

МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ.....

6.1. Загальні положення і напрямки автоматизації технологічних процесів...

6.2. Промислові роботи і їх типаж.....

6.3. Автоматизація проектування технологічних процесів.....

6.4. Частотні характеристики в дослідження працездатності автоматичних систем.....

6.5. Дослідження впливу способу базування деталей типу «Вал-втулка» при автоматичному складанні.....

6.6. Дослідження ефективності автоматичної зборки деталей з використанням промислових роботів ПР 5-2Е5.....

6.7. Автоматичне управління пристроєм мікроконтролера МКП-1.....

6.7.1. Основні характеристики і призначення мікроконтролера.....

6.7.2. Принцип роботи мікроконтролера.....

6.7.3. Програмування роботи мікроконтролера.....

Питання для самоперевірки.....

ГЛАВА7. ЗАСОБИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК.....

7.1. Призначення і види верстатів з ЧПК.....

7.2. Принципи роботи і типи систем верстатів з ЧПК.....

7.3. Особливості інструментального забезпечення операцій механічної обробки з ЧПК.....

7.4. Розробка технології обробки деталей для обладнання з ЧПК.....

7.4.1. Особливості проектування технологічних процесів токарної обробки.

7.4.2. Особливості проектування технологічних процесів верстатів з ЧПК фрезерної групи.....

7.4.3. Особливості проектування технологічних процесів для обробних центрів.....

7.5. Контроль деталей у процесі виробництва.....

Питання до самоперевірки.....

ГЛАВА8. ВИКОРИСТАННЯ CAD/CAM/CAE - СИСТЕМ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ УПРАВЛЯЮЧИХ ПРОГРАМ ВЕРСТАТІВ З ЧПК.....

8.1. Характеристики сучасних CAD/CAM/CAE систем	
8.2. CAD/CAM-системи середнього рівня	
8.2.1. T-FLEX ЧПК - підготовка програм для верстатів з ЧПК	
8.2.2. Система Cimatron.....	
8.2.3. Система КОМПАС.....	
8.2.4. Система SolidWorks	
8.3. Системи верхнього рівня.....	
Питання для самоперевірки.....	

ГЛАВА 9. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ РІЗАННЯМ НА ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ.....

9.1. Загальні відомості стасовно впливу внутрішньої будови вуглецевих сталей на процес обробки на метало різальних верстатах.....	
9.2. Вплив поверхневих ушкоджень на процес обточування коліс.....	
9.3.Вплив обробки різанням на властивості вуглецевої сталі при циклічному навантаженні.....	
9.3.1.Вплив швидкості різання при обточуванні металу на міцність при втомі.	
9.3.2.Механізм впливу повздовжньої подачі різця на межу міцності при втомі вуглецевої сталі.....	
9.3.3.Вплив геометрії ріжучого інструменту.....	
Питання для самоперевірки.....	

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК.....

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....