

ЦМІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з вивчення дисципліни
«Технологічні основи автомобілебудування»
та виконання контрольних завдань,
для студентів спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»
(«Експлуатація, випробування та сервіс
автомобілів та тракторів»),
усіх форм навчання

2024

Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Технологічні основи автомобілебудування» та виконання контрольних завдань, для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Експлуатація, випробування та сервіс автомобілів та тракторів»), усіх форм навчання / Укл. : О. М. Артюх. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2024. 62 с.

Укладач: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук;

Рецензент: А.В. Щербина, доцент, канд.техн.наук

Відповідальний за випуск: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук

Затверджено
на засіданні кафедри «Автомобілі»
Протокол № 7
від « 5 » лютого 2024

Рекомендовано для видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 107
від « 12 » лютого 2024

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Робоча програма дисципліни	8
2 Методичні вказівки.....	14
2.1 Загальні вказівки. Мета викладання дисципліни.....	14
2.2 Задачі вивчення дисципліни.....	14
2.3 Загальні рекомендації щодо вивчення дисципліни.....	16
2.4 Методичні вказівки для студентів по освоєнню дисципліни	16
2.4.1 Тема 1. Вступ до курсу. Автомобільне виробництво як провідна галузь машинобудування.....	18
2.4.2 Тема 2. Машинобудівне виробництво як виробнича система	20
2.4.3 Тема 3. Технічна підготовка виробництва	23
2.4.4 Тема 4. Конструктивно–складальні елементи машини та основні відомості про обробку металів різанням	26
2.4.5 Тема 5. Структура технологічних процесів виготовлення деталей	29
2.4.6 Тема 6. Технологічність конструкції виробу. Бази у машинобудуванні	31
2.4.7 Тема 7. Види заготовок для деталей машин та способи їх виготовлення.....	32
2.4.8 Тема 8. Технологічні розмірні ланцюги. Припуски на обробку деталей машин	34
2.4.9 Тема 9. Вибір та розрахунок режимів різання. Забезпечення точності механічної обробки	36
2.4.10 Тема 10. Конструкція і принципи роботи сучасного верстата з ЧПУ.....	37
2.4.11 Тема 11. Основи технічного нормування у машинобудуванні.....	39
2.4.12 Тема 12. Методика вибору способів обробки поверхонь деталей і компоновки технологічних операцій процесу виготовлення деталі.....	42
2.4.13 Тема 13. Технологічні особливості виготовлення агрегатів та вузлів автомобілів	43
2.4.14 Тема 14. Технологічні особливості виготовлення деталей двигунів внутрішнього згоряння	44
2.4.15 Тема 15. Технологія виготовлення кузовів і кабін автомобілів	46

2.4.16	Тема 16. Складання автомобілів як завершальний етап їх виготовлення	50
3	Завдання на контрольні роботи	53
3.1	Список варіантів контрольних робіт	54
4	Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни	59
5	Рекомендована література	60
	Базова	60
	Допоміжна	60
6	Інформаційні ресурси	62

ВСТУП

В усьому світі саме автомобілебудування вважається провідною галуззю машинобудування, що чинить істотний вплив на розвиток низки суміжних галузей та економіку країн загалом. Такі галузі промисловості, як металургійна, нафтохімічна, приладобудівна, електротехнічна та електронна, текстильна, гумовотехнічна тісно пов'язані з виробництвом автомобілів, тому розвиток автомобілебудування сприяє створенню нових робочих місць, нових підприємств, а, отже, стимулює технічний прогрес загалом.

Сьогодні в автомобілебудуванні зайнято понад 50 млн. осіб у світі, понад 120 млн. осіб працюють у суміжних виробництвах. У США, наприклад, кожен шостий, хто працює в промисловості, а це приблизно 12,5 млн. осіб, прямо чи опосередковано пов'язаний із виробництвом, продажем, експлуатацією, технічним обслуговуванням автомобілів. Щорічні інвестиції в автомобілебудування США перевищують 30 млрд. дол. США.

Саме автомобілебудування сприяло перетворенню США, Японії, Франції, Італії, Англії, Південної Кореї на високорозвинені промислові країни. Зараз цим шляхом ідуть Чехія, Словаччина, Китай, Іспанія та інші країни, оскільки саме виробництво автомобілів, крім зайнятості населення, ще й підвищує товарообіг, зміцнює грошову систему, сприяє створенню нових товарів і послуг.

Автомобілебудування має особливе значення для розвитку економіки тому що, одне робоче місце на автомобільному заводі створює щонайменше 8 робочих місць у суміжних галузях. Таким чином, розвиток автомобілебудування має не просто галузеве, а державне значення.

Автомобілебудування, також як авіакосмічна галузь і військово–промисловий комплекс, є тією галуззю, де споживають і розробляють наукомісткі технології, а за умов масового виробництва – автомобілебудування навіть перевершує інші передові галузі виробництва.

Успішна реалізація продукції на світовому ринку залежить від конструкції, експлуатаційних параметрів і якості автомобілів, тобто від технічного рівня самої галузі машинобудування. Тому зусилля фахівців, що працюють в автомобілебудуванні країни, мають бути спрямовані не тільки на збільшення випуску, а насамперед на

забезпечення надійності, безпеки, довговічності автомобілів, скорочення матеріалоемності, трудомісткості та енерговитрат під час виготовлення, зниження собівартості продукції, підвищення екологічної безпеки під час експлуатації та подальшої утилізації машин.

Ці проблеми вирішуються шляхом розроблення досконалих конструкцій автомобілів, застосування досконалих технологій під час їхнього створення та раціональних методів організації й управління виробничими процесами.

Удосконалення конструкцій машин потребує і безперервного вдосконалення технології їхнього виробництва, застосування сучасного високопродуктивного устаткування, новітніх засобів механізації та автоматизації виробничих процесів. Від технології виробництва багато в чому залежить надійність продукції, що випускається, та її собівартість.

Вивчення і використання функціональних, конструктивних і технологічних параметрів автотранспортних засобів під час проектування дасть змогу конструкторам знизити трудомісткість їхнього виготовлення, скоротити строки освоєння і постановки виробництва нової продукції.

Конструктор має вміти використовувати новітні досягнення науки і техніки для отримання найкращих параметрів виробу з найменшими витратами під час його виготовлення. Для цього слід орієнтуватися на маловідходні виробництва, застосування сучасних технологій і автоматизованих засобів підготовки виробництва.

Особливість автомобілебудування полягає в тому, що за великосерійного характеру виробництва та численності модифікацій машин існує необхідність швидкої зміни моделей для підвищення конкурентоспроможності продукції, що слід враховувати ще на стадіях проектування технологічних ліній виробництва, розроблення конструкції автомобіля та його вузлів.

Поділ завдань проектування і виробництва виробів уже не відповідає вимогам сьогодення, оскільки не може забезпечити ні високої якості проектів, ні сучасного рівня організації виробництва.

Зараз проектування виробів, технологій їх виготовлення і підготовка виробництва ведуться практично одночасно. У процесі проектування виробів виокремлюється основна інформація, яка одночасно використовується для розроблення технологічних процесів,

підготовки та організації виробництва. Особливо цьому сприяє використання потужної комп'ютерної техніки. Паралельне розроблення різних етапів проектування вимагає від проектанта хороших технологічних знань. Виникає необхідність у підготовці висококваліфікованих фахівців з проектування зі знаннями технологічної науки. Тому у цьому посібнику увага приділяється питанням взаємозв'язку конструкції виробів з методами обробки деталей та їх складання.

З огляду на швидкозмінні вимоги ринку необхідно забезпечувати не тільки високу продуктивність технологічного обладнання, а й можливість його переналагодження під наступне покоління розроблюваних автомобілів. У зв'язку з цим сьогодні велика увага приділяється створенню автоматизованих виробничих систем, які можна переналагоджувати і реконфігурувати.

До появи гнучких систем, автоматизація виробничих процесів обмежувалася, в основному, масовим виробництвом. Однак зі зменшенням життєвого циклу автомобілів унаслідок науково-технічного прогресу і зі збільшенням номенклатури продукції, що виготовляється, виникла потреба у створенні таких виробництв, які забезпечували б виготовлення деталей невеликими партіями за умови збереження продуктивності, якості та собівартості, притаманних багатосерійному виробництву, тобто створювали б умови для розвитку реконфігуруємих виробничих систем, на основі яких будувалися би нові сучасні машинобудівні заводи.

Такі автоматизовані системи проектування і виготовлення виробів особливо ефективні в умовах динамічного виробництва, пов'язаного з багаторазовими переналагодженнями технологічного обладнання.

Кадрові та сировинні ресурси України, її величезний науково-технічний потенціал можуть стати базою створення високоєфективних конструкцій автомобілів нових поколінь, сучасних виробничих та інформаційних технологій.

Всі ці питання знайшли відображення в цьому курсі лекцій "Технологічні основи автомобілебудування", який і надає студентам всю необхідну інформацію з кожного з розділів навчальної програми дисципліни, а тому допоможе студентам досягти необхідного рівня знань, практичних навичок та умінь.

1 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Наведені назви змістових модулів та найменування тем дисципліни для самостійного вивчення. Навчальним планом дисципліни, для самостійного вивчення тем лекцій, передбачено час для студентів денної форми навчання – 75 годин, заочної – 112 годин.

Далі для кожної теми вказано час самостійної роботи студентів денної форми навчання. Також наведений перелік питань, які повинні бути самостійно розглянуті студентом при вивченні обраної теми.

Змістовий модуль 1. Технологічні процеси виготовлення деталей.

Тема 1. Вступ до курсу. Автомобільне виробництво як провідна галузь машинобудування (2 год.)

Розвиток технології машинобудування за кордоном. Розвиток науки в галузі машинобудування. Ключові етапи розвитку автомобільної індустрії. Перші етапи розвитку автомобільної індустрії. Становлення автомобільної індустрії провідною галуззю світової економіки. Сучасні тенденції та виклики для автомобільної індустрії. Роль конструктора в технологічному забезпеченні якості автомобіля. Особливості та етапи конструкторсько-технологічної підготовки виробництва автомобілів. Методи, що використовуються під час розроблення технологічних процесів. Основні терміни та визначення виробничого процесу. Типи виробництва. Основні форми організації технологічних процесів. Інформаційні технології в підготовці виробництва автомобілів.

Тема 2. Машинобудівне виробництво як виробнича система (2 год.)

Виробничі ресурси підприємства. Основні виробничі фонди. Оборотні засоби підприємства. Трудові ресурси. Кваліфікаційна характеристика. Виробнича структура підприємства. Виробнича структура цеху. Організаційна структура управління підприємством (цехом). Організація основного виробництва машинобудівного підприємства. Виробничий цикл та види руху предметів праці.

Організація цехів основного виробництва. Організація потокових та автоматизованих методів виробництва. Особливості потокового методу виробництва. Поняття автоматизованого виробництва. Організація робочого місця. Виробнича інфраструктура підприємства. Інструментальне господарство. Ремонтне господарство. Енергетичне господарство. Транспортне господарство. Вантажопідйомні машини та механізми. Експлуатація, огляд та вибраковування пристроїв. Складське господарство.

Тема 3. Технічна підготовка виробництва (2 год.)

Стадії технічної підготовки виробництва. Конструкторська підготовка виробництва. Етапи конструкторської підготовки виробництва. Система конструкторської документації. Загальні правила виконання креслень. Технологічна підготовка виробництва. Етапи технологічної підготовки виробництва. Система документації з організації технологічної підготовки виробництва.

Тема 4. Конструктивно–складальні елементи машини та основні відомості про обробку металів різанням (2 год.)

Створення машини як виробу машинобудівного заводу. Виробничий та технологічний процеси у машинобудуванні. Види виробів та їх структура. Аналіз конструкції деталей, вузлів і машин. Основні відомості про обробку металів різанням. Класифікація металорізальних верстатів. Оснастка. Ріжучий інструмент. Загальні відомості про різьби. Мастильно-охолоджувальні рідини. Основні поняття про слюсарні операції, токарну обробку металів, свердління, фрезерування, шліфування, протягування, стругання, зуборізання.

Тема 5. Структура технологічних процесів виготовлення деталей (2 год.)

Основні фактори та принципові основи проектування технологічних процесів. Концентрація та диференціація технологічних процесів. Послідовність обробки. Загальні принципи технології обробки деталей. Поняття про налаштування верстатів. Методи одержання заданих розмірів. Похибки налаштування.

Тема 6. Технологічність конструкції виробу. Бази у машинобудуванні (2 год.)

Спільна робота конструкторів та технологів над технологічністю конструкції виробу. Головні фактори, що впливають на забезпечення технологічності конструкції виробу. Розподіл складної складальної одиниці на прості елементи. Заходи щодо скорочення витрат матеріалів. Вимоги до експлуатаційної технологічності конструкцій. Основні вимоги до конструкції деталей для обробки на верстатах з ЧПУ. Якісна оцінка технологічності конструкції виробу. Кількісна оцінка технологічності конструкції виробу. Виробнича технологічність виробів. Поняття про базування та бази у машинобудуванні. Класифікація баз. Правила вибору баз. Похибка базування. Опори та їх позначення.

Тема 7. Види заготовок для деталей машин та способи їх виготовлення (2 год.)

Загальні положення щодо вибору заготовок. Методи виготовлення заготовок. Характеристика конструктивних, технологічних та економічних параметрів заготовок. Однорідність матеріалу заготовок. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовок. Попередня обробка заготовок. Термообробка заготовок. Очищення заготовок перед механічною обробкою. Виправлення заготовок. Відрізка заготовок. Центрування заготовок. Класифікація параметрів поверхневого шару деталей та їх характеристика. Вплив якості поверхневого шару матеріалу на експлуатаційні властивості деталей машин. Управління формуванням поверхневого шару деталей машин.

Тема 8. Технологічні розміри ланцюги. Припуски на обробку деталей машин (2 год.)

Види технологічних розмірних ланцюгів. Основні поняття та визначення, які належать до теорії розмірних ланцюгів. Розрахунок похибки замикаючої ланки розмірного ланцюга. Методи досягнення точності замикаючої ланки. Припуски на обробку деталей машин. Основні причини похибок при механічній обробці. Похибки кінетичної схеми обробки. Вплив похибок виготовлення ріжучого

інструменту та пристроїв на точність обробки. Статистичні методи дослідження якості виробів.

Змістовий модуль 2. Автомобільне виробництво та особливості його підготовки.

Тема 9. Вибір та розрахунок режимів різання. Забезпечення точності механічної обробки (2 год.)

Загальні вимоги, яким має задовольняти режим різання. Призначення періоду стійкості ріжучого інструменту. Теоретичні положення щодо призначення режимів різання. Загальні положення щодо оптимізації режиму різання. Вибір економічного режиму різання. Вибір режиму різання найбільшої продуктивності. Вибір та розрахунок режиму різання при багатоінструментній обробці. Забезпечення точності механічної обробки. Методи налаштування верстатів. Розрахунок режимів різання, які забезпечують потрібну якість обробки. Управління процесом обробки.

Тема 10. Конструкція і принципи роботи сучасного верстата з ЧПУ (2 год.)

Основи числового програмного управління. Особливості устрою та конструкції фрезерного верстата з ЧПУ. Функціональні складові (підсистеми) ЧПУ. Підсистема приводів. Підсистема зворотного зв'язку. Функціонування системи ЧПУ. Мови для програмування обробки. Основи програмування обробки. Прямокутна система координат. Написання простої управляючої програми. Створення УП на персональному комп'ютері. Передача управляючої програми на верстат. Перевірка управляючої програми на верстаті. Верстатна система координат. Нульова точка верстата та напрями переміщень. Нульова точка програми та робоча система координат. Компенсація довжини інструменту. Абсолютні та відносні координати. Коментарі в УП та карта налагодження. CAD/CAM. Методи програмування. Що таке CAD та CAM. Загальна схема роботи з CAD/CAM-системою. Види моделювання. Рівні CAM-системи. Геометрія та траєкторія. Алгоритм роботи у CAM-системі. Вибір стратегії та інструменту, призначення параметрів обробки. Бекплот та верифікація.

Постпроцесування. Передача УП на верстат з ЧПУ. Асоціативність. П'ятикоординатне фрезерування та 3D-корекція. Високошвидкісна обробка. Вимоги до сучасної САМ-системи. Управління верстатом з ЧПУ. Органи управління. Основні режими роботи. Індикація системи координат. Встановлення робочої системи координат. Алгоритм знаходження нульової точки деталі по осі Z. Алгоритм знаходження нульової точки в центрі отвору. Вимірювання інструменту та деталі. Корисні програми. Моніторинг ЧПУ. Редактор УП Cimco Edit 7. Сімейство сучасних САМ-систем «Техтран».

Тема 11. Основи технічного нормування у машинобудуванні (2 год.)

Поняття про технічні норми часу та норми виробітку. Цілі та завдання технічного нормування. Зв'язок технічного нормування з технологією, організацією, плануванням виробництва, заробітною платою та собівартістю продукції. Технічне нормування та технологічні процеси виготовлення виробів. Технічне нормування та організація праці. Технічне нормування та оплата праці. Технічне нормування та заводське планування на виробництві. Технічне нормування та собівартість продукції. Методи нормування. Класифікація витрат часу на робочому місці. Структура норми часу та її елементи. Основна формула технологічного часу та її перетворення для різних верстатних робіт. Визначення допоміжного часу. Визначення часу обслуговування робочого місця. Визначення підготовчо-заключного часу. Визначення часу на відпочинок та природні потреби. Нормування робіт при багатостанковому обслуговуванні.

Тема 12. Методика вибору способів обробки поверхонь деталей і компонування технологічних операцій процесу виготовлення деталі (2 год.)

Визначення послідовності виконання операції. Види та форми технологічних карт. Порядок заповнення маршрутної та операційної карт. Оформлення карт операційних ескізів. Проектування маршрутних технологічних процесів складання вузлів і машин. Послідовність проектування технології складання. Розмірний аналіз

конструкцій під час складання. Методи досягнення точності ланки, що замикається. Методи досягнення необхідної точності замикаючої ланки. Складальні розмірні ланцюги. Методи розрахунку розмірних ланцюгів. Основні розрахункові формули. Послідовність розрахунків розмірних ланцюгів (пряме завдання). Створення схеми складання. Проектування маршрутної технології.

Тема 13. Технологічні особливості виготовлення агрегатів та вузлів автомобілів (2 год.)

Виготовлення деталей типу корпусів. Загальні відомості про деталі типу корпусів. Технологічність конструкції деталей типу корпусів. Загальні технологічні особливості деталей типу корпусів. Технологічні особливості поршнів. Технологічні особливості головок блоків. Технологічні особливості блоків циліндрів. Виготовлення заготовок для деталей типу корпусів. Контроль заготовок деталей типу корпусів. Загальні зауваження про механічну обробку деталей типу корпусів. Приклади обробки простих деталей типу корпусів.

Тема 14. Технологічні особливості виготовлення деталей двигунів внутрішнього згоряння (2 год.)

Обробка блоків двигунів. Обробка блоків із застосуванням автоматичних ліній. Обробка отворів у блоках. Обробка головок блоків. Технологічні особливості виготовлення колінчастих валів. Виготовлення заготовок колінчастих валів. Механічна обробка колінчастих валів. Балансування колінчастих валів. Контроль колінчастих валів. Виготовлення шатунів. Технологічні особливості конструкцій шатунів. Виготовлення заготовок шатунів. Контроль шатунів.

Тема 15. Технологія виготовлення кузовів і кабін автомобілів (2 год.)

Штамування кузовних деталей. Матеріали, що застосовуються для виготовлення кузовних деталей. Загальна характеристика кузовних деталей. Основи розроблення технологічних процесів штампування. Технологія штампування і застосовуване штампувальне оснащення. Обладнання, засоби механізації та автоматизації. Точність

штампованих деталей. Організація робіт у пресових цехах. Складання-зварювання. Особливості з'єднань деталей у кузові та види зварювання. Розробка технологічних процесів складання-зварювання. Обладнання та організація робіт у цехах складання-зварювання. Установлення навісних складальних одиниць. Контроль якості. Фарбування та нанесення спеціальних покриттів. Матеріали покриттів. Підготовка до фарбування. Технологія нанесення лакофарбових і спеціальних покриттів. Сушіння. Контроль якості.

Тема 16. Складання автомобілів як завершальний етап їх виготовлення (2 год.)

Особливості складальних процесів, методи забезпечення надійності якості виробу. Побудова складальних операцій. Організація складання. Технічний контроль. Випробування. Види складальних з'єднань. Засоби механізації складальних операцій. Автоматизація складальних процесів та агрегатно-модульний метод компонування обладнання. Розвиток транспортних систем ліній складання. Ускладнення структур і компоновок НСЛ. Модульний принцип. Гнучкі складальні центри. Основи проектування автоматизованих процесів складання. Вибір раціонального маршруту складання. Вибір раціонального маршруту складання виробу. Вибір рівня автоматизації процесу складання та структурно-компоновальних схем обладнання. Приклади автоматизації складання агрегатів автомобілів.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

2.1 Загальні вказівки. Мета викладання дисципліни

Метою викладання дисципліни є надання знань і вмінь, необхідних інженеру для розроблення якісних технологічних процесів на сучасному машинобудівному виробництві.

2.2 Задачі вивчення дисципліни

Задача навчальної дисципліни полягає у наданні студенту знань і вмінь, необхідних майбутньому інженеру для розроблення якісних технологічних процесів на сучасному машинобудівному виробництві.

У результаті вивчення курсу «Технологічні основи автомобілебудування» студент повинний **знати**:

- об'єкти і структуру машинобудівного виробництва, шляхи досягнення мети виробництва, поняття про виріб, етапи виготовлення машин, виробничий і технологічний процеси, типи і форми організації виробництва;
- основи заготівельного виробництва, способи виготовлення заготовок, їх ознаки і критерії вибору;
- основні способи обробки заготовок (механічна обробка, термічна і хіміко-термічна обробка, покриття), роль механічної обробки, призначення обробки різанням і критерії вибору припусків, геометрії і режимів різання, інструментальних матеріалів;
- основні технологічні методи механічної обробки поверхонь заготовок залежно від їхньої форми, розмірів, вимог до точності і механічних властивостей матеріалу і типу виробництва;
- призначення технологічної системи та її складових, методи досягнення точності при механічній обробці заготовок і при складанні вузлів, структуру операцій механічної обробки, норми часу та методику їх розрахунку;
- технологічні можливості металообробних верстатів, різальних інструментів, інструментів для обробки заготовок методами поверхневого пластичного деформування і верстатних пристроїв,
- класифікацію деталей машин за технологічними ознаками і типові технологічні процеси механічної обробки простих за конструкцією деталей машин у різних типах виробництва;
- основи проектування технологічних процесів механічної обробки і складання машин;
- основи проектування оснастки та інструментів.

Вміти:

- розробляти нескладні технологічні процеси виробництва різнотипних деталей з урахуванням типу виробництва (визначати тип виробництва і форму організації виробництва, вибирати методи обробки, різальні інструменти, верстати і оснастку);
- проектувати інструменти та елементи технологічної

- оснастки;
- оформляти технологічні та конструкторські документи;
- розв'язувати задачі технології машинобудування з застосуванням ЕОМ.

2.3 Загальні рекомендації щодо вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни «Технологічні основи автомобілебудування» базується на знаннях наступних курсів: «Вища математика», «Фізика», «Матеріалознавство», «Деталі машин», «Опір матеріалів», «Основи конструкції двигунів автомобілів», «Основи конструкції трактора», «Трансмісії автомобілів», «Ходова частина та системи керування автомобілів».

В процесі викладання дисципліни, в якості технічних засобів, використовується клас, обладнаний персональними комп'ютерами типу IBM PC, та матеріально-технічне забезпечення кафедри Автомобілі: розрізи двигунів автомобілів, дослідні стенди, вимірювальне обладнання та інструмент. Успішне вивчення дисципліни передбачає також використання сучасних інформаційних технологій (Internet).

2.4 Методичні вказівки для студентів по освоєнню дисципліни

Викладання дисципліни передбачає наступні форми організації навчального процесу: лекції, практичні заняття, самостійну роботу студента, консультації.

Робота на практичних заняттях передбачає активну участь студента в освоєнні поставлених завдань. Для підготовки до занять рекомендується звертати увагу на проблемні питання, що піднімаються викладачем під час лекції, і групувати інформацію навколо них.

Бажано виділяти у використовуваній літературі постановки питань, на які різними авторами можуть бути дані різні оцінки. На підставі постановки таких питань слід обирати аргументи на користь різних варіантів вирішення поставлених проблем.

У текстах авторів, таким чином, слід виділяти наступні компоненти:

- постановка проблеми;
- варіанти рішень;
- аргументи на користь тих або інших варіантів рішень.

На основі виділення цих елементів простіше становити власну аргументовану позицію по розглянутому питанню. При роботі з невідомими термінами необхідно звертатися до словників, у тому числі доступних в Інтернеті.

При написанні рефератів (контрольних робіт), у матеріалі слід виділити невелику кількість (не більше 5) проблем, що зацікавили Вас, і згрупувати матеріал навколо них. Слід домагатися чіткого розмежування окремих проблем і виділення їх часткових моментів.

При підготовці до лабораторних занять Вам може знадобитися матеріал, що вивчався раніше, тому варто звертатися до відповідних джерел (підручників, монографій, статей). Письмова домашня робота й завдання можуть бути індивідуальними й загальними.

При підготовці до іспиту необхідно опиратися насамперед на лекційні заняття, а також на джерела, які розбиралися на заняттях протягом семестру.

Самостійна робота студента виконується за завданням і при методичному керівництві викладача, але без його особистої участі. Самостійна робота підрозділяється на самостійну роботу на аудиторних заняттях і на позааудиторну самостійну роботу.

Самостійна робота студента включає як повністю самостійне освоєння окремих тем (розділів) дисципліни, так і пророблення тем (розділів), освоєваних під час аудиторної роботи. Під час самостійної роботи, студенти читають і конспектують навчальну, наукову й довідкову літературу, виконують завдання, спрямовані на закріплення знань і відпрацьовування вмінь і навичок, готуються до поточного й проміжного контролю по дисципліні.

При вивченні тем курсу наведених нижче, студентів необхідно повторити лекційний навчальний матеріал, вивчити рекомендовану літературу, а також навчальний матеріал, наявний в зазначених інформаційних ресурсах.

На завершальному етапі вивчення кожного модуля необхідно, скориставшись запропонованими питаннями для самоконтролю, перевірити якість засвоєння навчального матеріалу. У випадку утруднення у відповідях на поставлені питання рекомендується

повторити навчальний матеріал. Після вивчення всіх модулів приступити до виконання контрольної роботи, керуючись методичними рекомендаціями з її виконання.

По завершенню вивчення навчальної дисципліни в семестрі студент зобов'язаний пройти проміжну атестацію. Вид проміжної атестації визначається робочим навчальним планом. До проміжної атестації допускаються студенти, що виконали вимоги робочого навчального плану.

Далі в наведених нижче описах тем лекційних занять з цього курсу, подана лише основна інформація по кожній темі заняття, на яку треба звернути особливу увагу під час навчання та самостійної роботи.

2.4.1 Тема 1. Вступ до курсу. Автомобільне виробництво як провідна галузь машинобудування

Література: [1]-[5].

Широке поширення і застосування всіляких машин, створення їхніх працездатних конструкцій стали можливими тільки на базі розвитку відповідних галузей наук. Складні машини, які створюються з багатьох взаємопов'язаних механізмів, вимагали під час їх проектування, виготовлення та експлуатації теоретичних розробок і науково–обґрунтованих рекомендацій.

Машинобудування є базою для всієї промисловості в цілому, і як галузь існує вже понад двісті років. За кількістю зайнятих працівників і вартістю продукції, що випускається, це провідна галузь світової промисловості. Саме тому для будь-якої країни рівень розвитку машинобудування є одним із найважливіших показників розвитку економіки.

Машинобудування являє собою комплекс галузей промисловості і в свою чергу містить у собі підгалузі, які виготовляють засоби виробництва (верстатобудування, інструментальне виробництво та ін.), транспорту (локомотиво– і вагонобудування, суднобудування, авіабудування, автомобілебудування та ін.), оборонну продукцію і предмети споживання.

Розвиток сучасної техніки безпосередньо пов'язаний зі

створенням і застосуванням нових конструкційних матеріалів, які мають високу міцність, корозійну стійкість, жароміцність та інші фізико–механічні і технологічні властивості.

Нині технологія обробки заготовок деталей машин вступила в нову стадію свого розвитку, що характеризується системним комплексним підходом до вирішення виробничо–технічних завдань, які дедалі більше ускладнюються, на базі широкого використання різних спеціальних методів обробки та обчислювальної техніки.

Наука в галузі машинобудування розвивається за двома напрямками: перший характеризується розробленням теорії проектування машин; другий – розробленням проблем виготовлення машин.

Під час розроблення нових машин у конструкторів має бути повна впевненість у тому, що виготовлені машини забезпечуватимуть ті функції, для яких їх призначено, з необхідною точністю і продуктивністю. Вирішення цих питань вимагає відповідних досліджень як окремих деталей машин і вузлів, так і натурних випробувань машин і конструкцій.

Узагальнення результатів таких досліджень призводить до розробки наукових засад проектування та експлуатації різних машин, що є предметом першого напрямку.

Цей напрям у навчальному процесі технічних вишів представлено курсами «Теоретична механіка», «Опір матеріалів», «Теорія машин і механізмів», «Деталі машин». Усі вони входять до комплексу загальнотехнічних дисциплін.

Другий напрям науки в галузі машинобудування розвивався на базі аналізу різних способів обробки металів. Відповідно до різних використовуваних у практиці способів виготовлення деталей формувалися різні галузі науки, такі як теоретичні основи ливарного виробництва, теорія оброблення металів тиском, основи зварювання, теорія розрахунку і проектування інструментів, теорія різання, проектування металорізальних верстатів і роботів, технологія машинобудування.

Безперервний розвиток виробництва машин, різноманітних механізмів, приладів, пристроїв тощо, висуває дедалі вищі вимоги до технології машинобудування взагалі, та методів виготовлення конкретних деталей зокрема.

Сучасне виробництво створювалося з урахуванням того, що

поруч із верстатом завжди стояв робітник. Тому, наприклад, зону встановлення заготовок і їх зняття вибирали на зручній для обслуговування висоті, що відповідає зросту людини. Із цих же міркувань приймалося горизонтальне планування, тобто верстати в цеху встановлювалися на одній горизонтальній площині. У комплексно–автоматизованому виробництві ці обмеження будуть зняті. З'явиться можливість будувати верстати нижчі або, навпаки, вищі, з більш різноманітним об'ємним компонуванням, що необхідно буде розумно використовувати. Це одне із завдань машинобудівника майбутнього.

Питання для самоперевірки

1. Які підгалузі промисловості утворюють галузь машинобудування?
2. За якими напрямками розвивається наука в галузі машинобудування?
3. Коли відбувся перехід до машинобудівного виробництва?
4. Навіщо студентам технічних спеціальностей необхідне знання історії інженерної, технічної та наукової діяльності?
5. Що таке ЄСКД та ЄСТД, навіщо вони потрібні?

2.4.2 Тема 2. Машинобудівне виробництво як виробнича система

Література: [1]-[5].

Промислове підприємство – це компактний виробничо–господарський комплекс (як правило, територіально–цілісний), що виробляє (або видобуває) на основі завершеної технології та організаційної єдності однорідну або переважно однорідну продукцію та реалізує її. До складу підприємства входять усі види майна, призначені для його функціонування, включаючи земельні ділянки, будинки, споруди, обладнання, інвентар, сировину, продукцію тощо.

Підприємство є самостійним суб'єктом господарювання, що означає свободу в прийнятті управлінських рішень, заснованих на аналізі внутрішнього і зовнішнього середовища. Трудові ресурси є основним ресурсом кожного підприємства, від якості підбору та ефективності використання якого багато в чому залежать результати виробничої діяльності підприємства. Під трудовими ресурсами

підприємства (кадрами підприємства) прийнято розуміти весь основний (штатний) склад працівників підприємства.

Робітники безпосередньо беруть участь у процесі виробництва; керують машинами, механізмами, установками; спостерігають за роботою автоматичного та робототехнічного обладнання; здійснюють ремонт, регулювання та налагодження машин; виконують вантажно–розвантажувальні роботи тощо. На кожну категорію виробничого персоналу є кваліфікаційна характеристика – короткий виклад основних завдань, навичок і умінь, прав і обов'язків, що пред'являються до різних фахівців.

Основною структурною виробничою одиницею підприємства є **цех** – це технологічно та організаційно відокремлений підрозділ, що виконує певну частину виробничого процесу підприємства. Усі цехи, ділянки та господарства, що входять до складу машинобудівного підприємства, можуть бути поділені на цехи основного виробництва, допоміжні цехи та обслуговуючі господарства.

Технологічний процес – це частина виробничого процесу, безпосередньо пов'язана зі зміною фізичного стану матеріалу, розмірів, форми, зовнішнього вигляду та взаємного розташування елементів при виготовленні та складанні виробу.

Автоматизація виробництва – це комплекс заходів щодо розробки нових прогресивних технологічних процесів та створення на їх основі високопродуктивного обладнання, що виконує всі основні та допоміжні операції з виготовлення виробів без безпосередньої участі людини. Автоматизації завжди передували **процес механізації** – часткової, первинної автоматизації виробничих процесів на базі такого технологічного обладнання, яким управляє оператор, який також здійснює контроль виробів, регулювання та налагодження обладнання, завантаження–вивантаження виробів, тобто допоміжні операції. Механізація може досить ефективно поєднуватись з автоматизацією конкретного виробництва.

Робоче місце – це зона трудових дій робітника, оснащена обладнанням, інструментом, оснащенням, де безпосередньо здійснюються трудові процеси. На робочому місці виконуються робітникам певні операції. Забезпечення безпечних умов та охорони праці на робочому місці є обов'язком роботодавця.

Організація робочого місця – це оснащення його засобами та предметами праці, розміщеними в певному порядку. Чим

раціональніше організовано робоче місце, чим зручніше, тим вища продуктивність праці, менше непродуктивні втрати робочого дня.

Умовою раціональної організації та економічного використання інструменту є його чітка класифікація. Це необхідно для вибору однотипного та взаємозамінного інструменту, конструктивно та технологічно подібних його видів при доборі партії оснащення, що одночасно виготовляється, організації його зберігання, визначення порядку отримання та виробництва. Важливе значення має класифікація інструменту, для виявлення ступеня застосовності різних його видів та обґрунтування раціональних форм його отримання з виробництва.

Тож спрощення організації інструментального господарства виробляється класифікація інструмента.

Інструмент розрізняють за характером використання: універсальний (нормальний, стандартний) та спеціальний інструмент.

Універсальний інструмент застосовується на всіх підприємствах промисловості і під час операцій певного роду. Спеціальним називається інструмент, який використовується на підприємстві для виконання певної операції під час виготовлення конкретних деталей продукції.

За призначенням інструмент ділиться на обробний, контрольно-вимірювальний та технологічне оснащення (рос. технологическая оснастка). Металообробний інструмент, наприклад, поділяють на різальний, вимірювальний, слюсарно-монтажний, допоміжний. Технологічне оснащення включає пристосування, штампи, ливарне оснащення (моделі, прес-форми тощо). Перш, ніж організувати виробництво чи придбання інструменту у постачальників заводу, виявляють потребу в ньому.

Кінцевий результат роботи машинобудівних підприємств великою мірою визначається технічним станом виробничого устаткування. У процесі експлуатації обладнання піддається фізичному та моральному зносу, внаслідок чого відбувається зниження його потужності, продуктивності та точності, порушення ходу виробничого процесу. Для підтримки обладнання у працездатному стані необхідно проводити якісне технічне обслуговування та ремонт. З цією метою для підприємства створюється служба головного механіка.

Ремонтне господарство – це сукупність виробничих

підрозділів, що здійснюють комплекс заходів щодо нагляду за станом обладнання, догляду за ним та ремонту.

До складу служби ремонтного господарства входять ремонтно-відновлювальна база підприємства, склади, цехи та загальнозаводські відділи ремонтного господарства (технологічний, обладнання, диспетчерський).

Питання для самоперевірки

1. Що таке промислове підприємство?
2. Які питання вирішуються в ході виробничого процесу для підприємства?
3. Що таке виробнича програма?
4. Що входить у майно підприємства?
5. Дайте визначення основним виробничим фондам.

2.4.3 Тема 3. Технічна підготовка виробництва

Література: [1]-[5].

Технічна підготовка виробництва – це комплекс наукових, проєктно-конструкторських, технологічних і виробничо-господарських робіт зі створення й освоєння нових виробів і впровадження нових технологій. У системі «наука – техніка – виробництво – споживання» технічна підготовка виконує роль сполучної ланки, тому що об'єднує окремі науково-дослідні, проєктно-конструкторські, дослідно-експериментальні та організаційно-технічні роботи, внаслідок чого продукти науки перетворюються на продукти виробництва.

Діяльність підприємства з розвитку його матеріально-технічної бази, організації виробництва, праці та управління є **технічною підготовкою виробництва**.

Технічна підготовка здійснюється з метою ефективного освоєння нового чи модернізованого виробу, впровадження нових складних машин та обладнання, нових технологічних прийомів та змін організації виробництва.

Технічна підготовка виробництва включає конструкторську, технологічну та організаційну підготовку.

Конструкторська підготовка – сукупність процесів і робіт,

пов'язаних з оптимізацією номенклатури та конструюванням нових об'єктів виробництва, виготовленням дослідних зразків, їх випробуванням, удосконаленням виробів, що випускаються.

Технологічна підготовка – це сукупність взаємопов'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємства до виготовлення та випуску виробів заданої якості за встановлених термінів, обсягу випуску, матеріальних і трудових витрат.

Організаційна підготовка – підготовка виробництва шляхом розробки проектів організації виробництва, праці, постачання та збуту продукції та створення нормативної бази для організації виробництва та планування.

Конструкторська підготовка виробництва (КПВ) включає проектування нової продукції та модернізацію раніше виробленої, а також розробку проекту реконструкції та переобладнання підприємства або його окремих підрозділів.

У процесі проектування визначається характер продукції, її конструкція, фізико–хімічні властивості, зовнішній вигляд, техніко–економічні та інші показники. Результати конструкторської підготовки оформлюються у вигляді технічної документації – креслень, специфікацій матеріалів, деталей та вузлів, зразків готової продукції тощо.

Проектування нової продукції здійснюється проектно–технологічними та науково–дослідними інститутами, науково–технологічними центрами, а також конструкторськими відділами та лабораторіями підприємств.

Зміст та порядок виконання робіт КПВ регламентуються стандартами в єдиній системі конструкторської документації (ЄСКД). ГОСТ 2.103–68 визначає такі **стадії конструкторської підготовки виробництва**:

- технічне завдання;
- технічна пропозиція;
- ескізний проект;
- технічний проект;
- робочий проект.

Етапи конструкторської підготовки.

1. Технічне завдання (ТЗ). Воно розробляється на проектування нового виробу, узгоджується із замовником, і затверджується провідним міністерством (до профілю якого належить виріб, що

розробляється).

Основним завданням розробки ТЗ є обґрунтування технічної можливості створення виробу з високими технічними параметрами якості за максимальної економічної ефективності його виробництва та експлуатації.

ТЗ визначає призначення виробу, сферу застосування та масштаби його виробництва; основні вимоги до виробу; технічні характеристики виробу та загальні експлуатаційні показники; показники якості та особливі вимоги до виробу; технологічні, організаційні та економічні умови виробництва.

2. Технічна пропозиція (ТП). При розробці ТП обґрунтовується доцільність виробу на основі аналізу технічного завдання замовника, наявних технологічних рішень та технічних можливостей, а також проводиться всебічна оцінка всіх можливих варіантів створення виробу, порівняння з існуючими виробами, а також патентний пошук.

Технічна пропозиція узгоджується із замовником та затверджується в установленому порядку. Після цього ТП є основою розробки ескізного проекту.

3. Ескізний проект (ЕП) полягає в розробці початкового варіанта майбутньої конструкції виробу. Ескізний проект складається з графічної частини та пояснювальної записки.

Перша частина містить принципові конструктивні рішення, що дають уявлення про виріб та принцип його роботи, а також дані, що визначають призначення, основні параметри та габаритні розміри (тобто конструктивне оформлення майбутньої конструкції виробу, включаючи креслення загального виду). На цій стадії розробляється документація для виготовлення макетів, здійснюється їх виготовлення та випробування, після чого коригується конструкторська документація.

Друга частина ЕП містить розрахунок основних параметрів конструкції, опис експлуатаційних особливостей та зразковий графік робіт з технічної підготовки виробництва.

Затверджений ЕП є підставою для розробки технічного проекту.

4. Технічний проект. Технічний проект передбачає виконання графічної та розрахункової частин, а також уточнення техніко-економічних показників виробу, що виробляється.

Основним завданням технічного проекту є розробка остаточного технічного рішення, що дає повне уявлення про устрій виробу.

У графічній частині технічного проекту наводяться креслення загального виду виробу, що проектується, вузлів у складанні та основних деталей. Креслення обов'язково узгоджуються з технологіями.

У пояснювальній записці містяться опис та розрахунок параметрів основних складальних одиниць та базових деталей виробу, опис принципів його роботи, обґрунтування вибору матеріалів та видів захисних покриттів, опис усіх схем та остаточні технікоекономічні розрахунки. На цій стадії розробки варіантів виробів виготовляється і випробовується дослідний зразок.

Технічний проект проходить всі ті самі стадії узгодження і затвердження, як і технічне завдання.

5. Робочий проект полягає у розробці повного комплексу конструкторської документації на виріб. У робочий проект входять розробка креслень загальних видів, складальних одиниць та всіх оригінальних деталей, уточнення специфікацій на кожен складальну одиницю, розробка компоновальних креслень, виготовлення дослідних зразків, стендові, заводські та державні випробування.

Питання для самоперевірки

1. Що таке матеріальна відомість?
2. Що розуміють під технічною підготовкою виробництва?
3. Для чого складається відомість оснастки?
4. Назвіть етапи етапи конструкторської підготовки виробництва.
5. Які види конструкторських документів ви знаєте?

2.4.4 Тема 4. Конструктивно–складальні елементи машини та основні відомості про обробку металів різанням

Література: [1]-[5].

Проектування нового виробу із заздалегідь заданими властивостями – це завжди творчий процес. Проектування конструкцій будь-яких машин здійснюється у два етапи: попереднє (ескізне) і робоче проектування (конструювання). Результатом етапу попереднього проектування є технічне та економічне обґрунтування альтернативних варіантів структури створюваної машини. Ескізне

проектування уточнює параметри і характеристики машини.

Наступним за ескізним проектуванням йде етап конструювання, коли в результаті отримують строго однозначну конструкцію машини. І вже після створення конструкції машини, визначають способи її виготовлення – починається технологічна підготовка виробництва.

Створення машини як виробу машинобудівного заводу є результатом складного виробничого процесу, протягом якого матеріали і напівфабрикати, що надходять на завод, перетворюються на окремі елементи машини (деталі), і вже потім з'єднуються (збираються) в машину.

З'єднання елементів машини між собою (складання машини) здійснюється різними способами, вибір яких залежить від конструкції машини та масштабу випуску. Складання машини полягає у з'єднанні первинних елементів машини (деталей) у складальні одиниці (вузли) і в остаточному з'єднанні між собою всіх елементів (деталей і вузлів).

Назви конструктивних елементів машини (виробів) визначаються міждержавним стандартом ГОСТ 2.101–2016 (ГОСТ 2.101–68). Отже згідно стандарту, **виробом** називається будь-який предмет або набір предметів виробництва, що підлягають виготовленню на підприємстві. Залежно від призначення їх ділять на вироби основного виробництва та вироби допоміжного виробництва.

До **виробів основного виробництва** слід відносити вироби, призначені для постачання (реалізації). До виробів **допоміжного виробництва** слід відносити вироби, призначені тільки для власних потреб підприємства (об'єднання), що виготовляє їх.

Вироби, призначені для постачання (реалізації) та одночасно використовувані для власних потреб підприємством, виробляючим їх, слід відносити до виробів основного виробництва.

Сукупність дій, у яких сировину, матеріали чи напівфабрикати перетворюються на готову продукцію, є **виробничим процесом**. У виробничий процес входять й допоміжні процеси, що забезпечують можливість виготовлення продукції, транспортування, контроль, зберігання, збут, виготовлення пристосувань тощо.

Процеси виготовлення заготовок, обробки та збирання є **технологічними процесами**. Технологічний процес виготовлення деталей є частиною виробничого процесу.

У машинобудуванні виробничий процес включає:

- управління;

- конструювання;
- організацію та підготовку виробництва;
- планування;
- постачання;
- виготовлення заготовок;
- обробку деталей машин;
- складання деталей у вузли та загальне складання машини;
- контроль;
- транспортування;
- зберігання;
- збут продукції підприємства.

Процеси виготовлення заготовок, обробки деталей та їх складання можна загалом охарактеризувати як робочі процеси видозміни предметів праці та виготовлення виробу.

Обробка деталей для надання їм точних розмірів та певної форми, необхідної за кресленням або технічними умовами, шорсткості поверхні, виконується або зняттям стружки або без зняття стружки електричними, хіміко–механічними та іншими видами обробки.

Для отримання відповідних механічних та фізичних властивостей деталей застосовують різні види термічної обробки. Таким чином, при виготовленні деталей доводиться зустрічатися з найрізноманітнішими технологічними методами залежно від вимог, які пред'являються до деталі.

Розглядаючи обробку деталей як частину робочих процесів видозміни предметів праці та виготовлення виробу, ми можемо сукупність дій з деталлю охарактеризувати терміном «технологічний процес». Отже, технологічний процес є частиною виробничого процесу.

Обробка металів різанням – це процес зрізання ріжучим інструментом з поверхонь заготовки шару металу у вигляді стружки для отримання необхідної геометричної форми, точності розмірів, взаєморозташування і шорсткості поверхонь деталі. Заготовками для механічних цехів слугують прокат (круглий, квадратний, смуговий, труби тощо), поковки, штампування і відливки. Заготовки, що надходять у механічні цехи, мають припуск на обробку різанням.

Припуск залежить від низки чинників: розмірів, форми і конструктивних особливостей виготовлюваної деталі, виду заготовки, масштабів виробництва (кількості деталей, що виготовляються) тощо.

В середньому величини «припуску на сторону» становлять: для штамповок $1,5 \div 7$ мм, для поковок – $2,5 \div 20$, для виливків (у піщано-глинисті форми) – $3 \div 30$ мм.

Питання для самоперевірки

1. Що таке шевінгування?
2. Для чого використовуються зуборізні довбаки?
3. Які види зубонарізання ви можете назвати?
4. Як називаються верстати на яких процес зрізання шару матеріалу із заготовки здійснюється різцем при поступальному русі?
5. При яких видах обробки використовується протягування?

2.4.5 Тема 5. Структура технологічних процесів виготовлення деталей

Література: [1]-[5].

«Технологічний процес» (скор. «техпроцес») – це частина виробничого процесу, яка містить цілеспрямовані дії зі зміни та (або) визначення стану предмета праці. До предметів праці відносять заготовки. Практично будь-який технологічний процес можна розглядати як частину складнішого процесу виробництва.

Структура технологічних процесів виготовлення деталей машин досить різноманітна. Технологічний процес містить велику кількість різних елементів, які у певному поєднанні і утворюють технологічний процес.

Правильний вибір елементів технологічного процесу та встановлення найкращого їх поєднання є досить складним завданням, яке вирішується при проектуванні процесу виготовлення виробу. Тому від інженера-технолога вимагається ясне уявлення сутності та призначення кожного елемента технологічного процесу.

Оскільки технологічний процес складається з операцій, які виконуються у певній послідовності, тому розрізняють операції технологічні, транспортні та контрольні (рис. 5.1).

Отже, операція є частиною технологічного процесу і служить основною розрахунковою одиницею визначення продуктивності та планування завантаження устаткування, і навіть для технічного нормування праці.

Технологічна операція – це частина технологічного процесу обробки сировини, однієї заготовки або напівфабрикату (або сукупності декількох заготовок, або напівфабрикатів, що одночасно обробляються), яка виконується одним робітником або групою робітників на одному робочому місці.

Технологічна операція характеризується незмінністю об'єкта виробництва, обладнання та робочих виконавців. Зміна однієї з цих умов вже означає перехід до іншої операції. Операції в технологічному процесі нумеруються у порядку їхнього виконання.

Залежно від того, яке число операцій входить у технологічний процес – більше або менше, судять про ступінь концентрації технологічного процесу. Чим менша кількість операцій, тим вони складніші, а ступінь концентрації технологічного процесу вища.

Технологічні операції розрізняються:

за видами обробки – токарна обробка деталей, фрезерна обробка, слюсарна обробка, холодне штампування, цементация, гальванічне нікелювання тощо;

за суттю виконуваної обробки – наприклад свердління отвору $\varnothing 50$ мм, шліфування шийки валу $\varnothing 50$ мм, нарізання різьби М24х0,75 та ін.;

за видами застосовуваного обладнання – наприклад обробка на агрегатному верстаті, автоматна обробка тощо.

Транспортна операція – є частиною технологічного процесу обробки сировини, заготовок чи напівфабрикатів і є сукупністю дій, пов'язаних із переміщенням сировини, заготовок чи напівфабрикатів від однієї технологічної чи контрольної операції до іншої.

Контрольна операція – також є частиною технологічного процесу обробки сировини, заготовок або напівфабрикату і являє собою сукупність дій з перевірки відповідності розміру (або декількох розмірів), форми, якості обробленої поверхні або фізико-механічних властивостей сировини заготовки, напівфабрикату або деталі вимогам креслення або технічним умовам.

Технологічні, транспортні та контрольні операції можуть бути ручними (виконані робітником вручну), механізованими та автоматизованими, що виконуються спеціальними машинами напівавтоматами та автоматами. Підвищення рівня механізації та автоматизації операцій (зменшення ручних операцій) – є одним з найбільш прогресивних напрямів удосконалення технологічних

процесів у машинобудуванні.

Структура технологічних операцій може бути різною.

Складовими технологічної операції є: установки, позиції, переходи, проходи, різні допоміжні прийоми.

Питання для самоперевірки

1. Що таке технологічна операція?
2. Що таке контрольна операція?
3. Які є види технологічних операцій?
4. Назвіть складові технологічної операції.
5. Які види позицій ви можете назвати?

2.4.6 Тема 6. Технологічність конструкції виробу. Бази у машинобудуванні

Література: [1]-[5].

Розробка нового виробу є складним конструкторським завданням, пов'язаним із досягненням не тільки необхідного технічного рівня цього виробу, але і з наданням його конструкції таких властивостей, які забезпечують максимально можливе зниження витрат праці, матеріалів та енергії на його виготовлення, технічне обслуговування та ремонт. Розв'язання цього завдання визначається спільною роботою конструкторів та технологів.

Для методичного та практичного забезпечення даної задачі розроблено низку стандартів та методичних вказівок у рамках Єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), в яких узагальнено досвід передових підприємств та організацій, дано основні визначення та технології проведення технологічного аналізу складальних креслень виробів.

Технологічністю конструкції виробу, згідно з ГОСТ 14.205–83, називається сукупність властивостей конструкції виробу, що визначають її адаптивність до досягнення оптимальних витрат при виробництві, адаптивність до технічного обслуговування та ремонту із заданими показниками якості; адаптивність конструкції виробу до обсягу випуску та умов виконання робіт.

Під ***забезпеченням технологічності конструкції виробу*** розуміють функцію підготовки виробництва, що передбачає

взаємопов'язане вирішення конструкторських та технологічних завдань, спрямованих на підвищення продуктивності праці, досягнення оптимальних трудових і матеріальних витрат, скорочення часу на виробництво (в тому числі і монтаж за межами підприємства-виробника), технічне обслуговування та ремонт виробу.

Саме поняття «технологічність» можна трактувати як властивість виробів, що проявляється відповідно до вимог економічної технології виготовлення. Іншими словами, технологічність конструкції можна характеризувати як властивість конструкції, що проявляється в оптимальних витратах ресурсів (трудових, матеріальних та ін.) при її виробництві, експлуатації, ремонті та утилізації.

Досвід машинобудування показує, що шляхом підвищення технологічності конструкції виробу можна отримати додаткове скорочення трудомісткості виготовлення на 15...25 % і зниження собівартості на 5...6 %.

Звідси стає очевидною важливість вирішення завдань, пов'язаних з відпрацюванням конструкції виробу на технологічність, під якою розуміють частину робіт із забезпечення технологічності, спрямованих на досягнення заданого рівня технологічності та виконуваних на всіх етапах розробки виробу.

Питання для самоперевірки

1. Що таке похибка базування?
2. Що розуміють під технологічністю конструкції виробу?
3. Які фактори впливають на забезпечення технологічності конструкції виробу?
4. Назвіть види технологічності конструкції виробу.
5. Назвіть вимоги які є неодмінною умовою забезпечення технологічності виробів.

2.4.7 Тема 7. Види заготовок для деталей машин та способи їх виготовлення

Література: [1]-[5].

Вибір заготовки – важлива стадія проектування технологічного процесу. Від того, наскільки правильно обрано заготовку, великою

мірою залежить складність механічної обробки деталі. Від правильності встановлення форми, розмірів та припусків на обробку, точності розмірів та твердості матеріалу залежать: витрата матеріалів, кількість операцій або переходів, витрата інструменту, трудомісткість і, в результаті, вартість процесу обробки та виготовлення деталі в цілому. При точній заготовці з малими припусками, собівартість механічної обробки буде низькою. При грубій заготовці з великими припусками собівартість механічної обробки буде високою, витрати металу на один виріб великими.

При розробці технологічного процесу виготовлення деталі можуть бути **два принципові напрями**:

- отримання заготовок, що найбільш наближаються за формою та розмірами до готових деталей. У цьому випадку на заготівельні цехи припадає значна частка трудомісткості виготовлення деталі та відносно менша частка припадає на механічні цехи;
- отримання грубої заготовки з великими припусками; тоді на механічні цехи припадає основна частка трудомісткості та вартості виготовлення деталі.

Перший напрям відповідає, як правило, масовому та великосерійному виробництву, оскільки дороге сучасне обладнання заготівельних цехів, яке забезпечує високопродуктивні процеси отримання точних заготовок, економічно виправдовується лише при великих масштабах виробництва. **Другий напрям** типово для індивідуального та дрібносерійного виробництва, коли застосування дорогого обладнання в заготівельних цехах абсолютно неекономічне.

Вибір заготовок для деталей, що не виготовляються безпосередньо із сортового прокату (матеріалу), обумовлюється такими факторами:

- геометричними формами та розмірами деталей;
- технічними умовами на матеріал деталі (хімічний склад, механічні властивості, структура, розташування волокон і т.п.);
- мінімальною вартістю виготовлення деталі в цілому;
- наявністю наявного обладнання та оснащення загальних цехів;
- капітальними витратами та тривалістю підготовки нових технологічних процесів виготовлення заготовок.

Особливо виділимо заготовки із сортового матеріалу. Вибір їх простий, потрібно визначити тільки діаметр і довжину, наприклад, при заготовках із сортового прокату круглого перерізу.

При грубих неточних заготовках зазвичай потрібно введення розмітки перед механічною обробкою для того, щоб викроїти деталь з таких заготовок. В іншому випадку може виявитися, що на деяких поверхнях не вистачить припуску для обробки і залишаться деякі поверхні необробленими. Розмітка також буває необхідна при заготовках складної конфігурації та великих розмірів, навіть якщо вони виконані за формою та розмірами задовільно.

Способи виготовлення литих заготовок та характеристика їх за точністю розмірів описані в спеціалізованій літературі і не є темою цього навчального курсу. Проте слід відзначити що найменш точними, а отже, і з найбільшими припусками виходять виливки при ручному формуванні в піщано–глинисті форми за шаблоном та дерев'яними моделями. Ці методи вимагають водночас найменших капітальних витрат для здійснення, тому їх застосовують головним чином в індивідуальному і дрібносерійному виробництві.

Питання для самоперевірки

1. Як здійснюється управління формуванням поверхневого шару деталей машин?
2. Чому вибір заготовки є важливою стадією проектування технологічного процесу?
3. Які два принципові напрями можуть бути при розробці технологічного процесу виготовлення деталі?
4. Якими факторами обумовлений вибір заготовок для деталей, що не виготовляються безпосередньо із сортового прокату?
5. Які види заготовок застосовуються у машинобудуванні?

2.4.8 Тема 8. Технологічні розмірні ланцюги. Припуски на обробку деталей машин

Література: [1]-[5].

Створення та вдосконалення конструкцій, технологічних процесів виготовлення і складання машин різних типів, встановлення точності розмірів і розмірне налаштування верстатних технологічних

систем взагалі неможливе без виконання розмірного аналізу.

Сам розмірний аналіз базується на теорії та практиці розрахунку розмірних ланцюгів і дає змогу на стадії проєктування відпрацьовувати виріб на технологічність, обґрунтовувати вибір методу складання, розраховувати оптимальні допуски розмірів, визначати точнісні параметри конструкторського і технологічного плану.

У загальному випадку незалежні один від одного, розташовані по замкнутому контуру один за одним, розміри прийнято називати **розмірним ланцюгом**. Розмірні ланцюги, що зв'язують операційні розміри та відносні повороти поверхонь оброблюваних деталей, а також розмірні ланцюги верстатів та пристроїв, за допомогою яких вони утворюються, називаються **технологічними розмірними ланцюгами**.

Одним з основних питань, з яким доводиться зустрічатися технологу при розробці технологічного процесу, є визначення загальних і операційних припусків на обробку. Встановлення оптимальних припусків на заготовках, що перетворюються на стружку при обробці різанням, має велике значення.

Слід зазначити, що метал, який надалі перетворюється на стружку, становить відносно невелику вартість, проте вартість зняття його з заготовки – велика. Прибирання стружки, її подальше дроблення, транспортування від робочих місць за межі цеху – ускладнюють роботу цехів і вимагають спеціальних пристроїв: стружкодробарки, транспортери та ін.

Правильно встановлені припуски на обробку забезпечують:

- економію металу;
- мінімальний час обробки;
- скорочення браку;
- підвищення якості виробів.

Отже, економія металу та рентабельність технологічних процесів великою мірою залежать від встановлення раціональних загальних та операційних припусків.

Вченими цієї галузі знань розроблено наукову методику розрахунку припусків на обробку. Крім того, створено багатий нормативний матеріал щодо визначення припуску на механічну обробку у вигляді таблиць. З робіт у цій галузі найбільш відомі наукові праці проф. В.М. Кована, в яких запропоновано методику

встановлення припусків розрахунковим шляхом на науковій основі.

Питання для самоперевірки

1. Що таке розмірний ланцюг?
2. Назвіть два види технологічних розмірних ланцюгів.
3. Що визначає ланка розмірного ланцюга?
4. Яку ланку називають вихідною?
5. Яка ланка називається замикаючою?

2.4.9 Тема 9. Вибір та розрахунок режимів різання. Забезпечення точності механічної обробки

Література: [1]-[5].

Обробка металів різанням є технологічною операцією (або комплексом операцій) над заготовкою з метою отримання деталі необхідних конфігурації, розмірів і параметрів, за рахунок взаємодії ріжучого інструменту із заготовкою, при якій відділяється шар матеріалу у вигляді стружки, або металевого пилю.

Обробка різанням виконується на заготовках із чорних і кольорових металів, що мають певні фізико-механічні властивості. Для обробки заготовки застосовують різні види різання. Вибір конкретного виду залежить від властивостей заготовки, конфігурації майбутньої деталі і типу операції, яку необхідно виконати.

Вибір та розрахунок режиму різання для кожної операції (глибини різання, подачі, швидкості різання та числа проходів) для конкретних умов обробки, заданих вимог до точності та шорсткості обробленої поверхні деталі є дуже важливою складовою роботи з проектування технологічного процесу.

Оптимальний режим різання повинен мати найвигіднішу комбінацію цих величин. Він повинен забезпечувати:

- найменшу собівартість обробки деталі;
- найбільшу продуктивність на даній операції;
- якість обробленої поверхні відповідно до вимог креслення;
- точність розмірів оброблених поверхонь відповідно до вимог креслення деталі.

При розгляді впливу жорсткості технологічної системи на точність обробки було встановлено, що кількість проходів та величина

подачі помітно впливають на величину похибки розміру та форми деталі. Швидкість різання, у разі, наприклад, обробки неврівноважених деталей, також може істотно впливати на точність.

Залежно від умов виробництва, режими різання доводиться розраховувати окремо так, щоб задовольняти одній з цих вимог, якщо вона домінує над іншими або декількома. Слід зазначити, що режим різання завжди визначається з урахуванням стійкості ріжучого інструменту.

Питання для самоперевірки

1. Що повинен забезпечити оптимальний режим різання?
2. Що таке період стійкості інструментів?
3. Як обирають режими різання абразивного інструменту?
4. Як визначити величину подачі, що допускається жорсткістю заготовки?
5. В чому полягає сутність графоаналітичного методу вибору режиму різання?

2.4.10 Тема 10. Конструкція і принципи роботи сучасного верстата з ЧПУ

Література: [1]-[5].

На сьогоднішній день практично кожне підприємство, що займається механічною обробкою, має у своєму розпорядженні верстати з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Верстати з ЧПУ виконують ті ж функції, що й звичайні верстати з ручним управлінням, проте переміщення виконавчих органів цих верстатів керуються електронікою.

У чому ж основна перевага верстатів з ЧПУ і чому все більше заводів воліє вкладати гроші саме в сучасне обладнання з автоматичним управлінням, а не купувати відносно дешеві універсальні верстати?

Першим очевидним плюсом від використання верстатів з ЧПУ є більш ***високий рівень автоматизації виробництва***. Випадки втручання оператора верстата у процес виготовлення деталі зведені до мінімуму. Верстати з ЧПУ можуть працювати практично автономно, день за днем, тиждень за тижнем, випускаючи продукцію з незмінно

високою якістю. При цьому головною турботою верстатника-оператора є в основному підготовчо-заклучні операції: встановлення та зняття деталі, налагодження інструменту тощо. В результаті один працівник може обслуговувати одночасно кілька верстатів.

Другою перевагою є **виробнича гнучкість**. Це означає, що для обробки різних деталей потрібно лише замінити програму. А вже перевірена та відпрацьована програма може бути використана у будь-який момент та будь-яку кількість разів.

Третім плюсом є **висока точність та повторюваність обробки**. За однією і тією ж програмою ви зможете виготовити з необхідною якістю тисячі практично ідентичних деталей.

Ну і, нарешті, числове програмне управління дозволяє **обробляти такі деталі, які неможливо виготовити на звичайному устаткуванні**. Це деталі зі складною просторовою формою, наприклад штампи та прес-форми.

Варто зазначити, що сама методика роботи за програмою дозволяє більш точно **прогнозувати час обробки** деякої партії деталей і більш повно **завантажувати обладнання**.

Верстати з ЧПУ коштують досить дорого і вимагають більших витрат на встановлення та обслуговування, ніж звичайні верстати. Проте їхня висока продуктивність легко може переkritи всі витрати при грамотному використанні та відповідних обсягах виробництва.

Числове програмне управління (ЧПУ) - це автоматичне керування верстатом за допомогою комп'ютера (який знаходиться всередині верстата) та програми обробки (керівної програми). До винаходу ЧПУ керування верстатом здійснювалося вручну або механічно.

Осьовими переміщеннями верстата з ЧПУ керує комп'ютер, який читає програму управління (УП) і видає команди відповідним двигунам. Двигуни змушують переміщатися виконавчі органи верстата – робочий стіл чи колону зі шпинделем. В результаті проводиться механічне оброблення деталі.

Датчики, встановлені на направляючих, надсилають інформацію про фактичну позицію виконавчого органу назад у комп'ютер. Це називається **зворотним зв'язком**. Як тільки комп'ютер дізнається про те, що виконавчий орган верстата знаходиться у потрібній позиції, він виконує наступне переміщення. Такий процес триває, доки читання керуючої програми не дійде до кінця.

За своєю конструкцією та зовнішнім виглядом верстати з ЧПУ схожі на звичайні універсальні верстати. Єдина зовнішня відмінність цих двох типів верстатів полягає у наявності у верстата з ЧПУ пристрою числового програмного управління (УЧПУ), яке часто називають *стійкою ЧПУ*.

Питання для самоперевірки

1. В чому полягають переваги верстатів з ЧПУ?
2. Що таке числове програмне управління?
3. Назвіть функціональні складові (підсистеми) ЧПУ.
4. З чого складається підсистема приводів?
5. Які види крокових двигунів використовують на верстатах з ЧПУ?

2.4.11 Тема 11. Основи технічного нормування у машинобудуванні

Література: [1]-[5].

Нормою праці називається кількість праці, яка має бути витрачена виконання заданої роботи. Нормування праці полягає в тому, щоб встановити час, протягом якого має бути виконано роботу.

Час, заданий робочому на виготовлення одиниці виробленої продукції, називається **нормою часу**. Визначення таких норм і є завданням нормування праці. Вивченням методів встановлення норм часу займається окрема дисципліна, яка називається **технічним нормуванням**.

Технічне нормування в машинобудуванні, в даному лекційному курсі ми розглядатимемо як частину технології машинобудування. На виробництві часто, крім норм часу, мають справу з нормами виробітку. **Нормою виробітку** називається завдання на виготовлення одиниць продукції (штуки, кілограми тощо) в одиницю часу (робочу зміну, годину).

Норми часу і норми виробітку іноді встановлюють на основі досліду. Нормування за «дослідними» даними має істотні недоліки:

- такі норми часу відображають те, що досягнуто у минулому;
- дослідні норми – це суб'єктивні норми, тобто. вони певною мірою залежать від суб'єктивних даних того, хто їх визначає. Вони не базуються на обліку фактичних виробничих

можливостей та даних науки.

Нормування праці повинно здійснюватися на основі використання досягнень науки і техніки, які не тільки підвищують продуктивність праці, але і полегшують працю робітника, на зростанні свідомого ставлення робітника до своєї праці. На цій основі створюються нові прогресивні форми організації праці, нові методи та прийоми роботи, встановлюються прогресивні режими роботи обладнання.

Наукове нормування процесу праці прийнято називати **технічним нормуванням**. Норми часу, встановлені цим способом, називаються **технічними нормами часу**.

Технічні норми, що встановлюються на підприємствах, мають бути передовими та прогресивними. Вони мають базуватися на:

- безперервному прогресі техніки виробництва (механізації, автоматизації, електрифікації виробничих процесів, застосуванні високопродуктивних машин, передових технологій тощо);
- безперервному зростанні культурно-технічного рівня робітників, їх ставленню до праці, що виявляються у розвитку творчої ініціативи, у виникненні нових форм організації праці;
- безперервному вдосконаленні та підвищенні ефективності форм організації праці та виробництва (покращення організації робочих місць, виділення допоміжних функцій, впровадження потокових методів тощо.).

Технічно обґрунтованою нормою часу (технічною нормою часу) називається норма, встановлена розрахунковим шляхом з урахуванням:

- застосування раціональної, передової для даного типу та характеру виробництва технології;
- максимально високого та економічно доцільного використання верстата, інструменту та пристроїв;
- раціональної організації виробництва, яка враховує досвід передовиків виробництва;
- визначення витрат часу за окремими робочими прийомами та елементами робочих прийомів з використанням прогресивних норм ативів на режим роботи обладнання та тривалість робочих прийомів.

Прогресивна норма встановлюється у розрахунку виконання її робітником, який повністю опанував техніку на своєму робочому місці, темп роботи якого вищий за середній. Норма часу, отже, має передбачати передового робітника, який забезпечує високий виробіток продукції, але не рекордсмена.

Освоєння технічних норм вимагає раціональної організації та своєчасного постачання робочого місця всім необхідним для безперебійної роботи. За такої організації не повинно бути ні втрат часу через простої обладнання та робітника, ні втрат на невиробничу роботу з причин організаційно-технічних неполадок.

Технічні норми часу, як було зазначено вище, встановлюються для передових і водночас реальних організаційно-технічних умов виробництва. Так як ці умови не залишаються незмінними, а систематично змінюються та покращуються, то й технічні норми періодично мають переглядатися.

Під технічним нормуванням слід розуміти встановлення шляхом розрахунку норм часу або норм виробітку в результаті перевірки та виявлення виробничих можливостей робочого місця та проектування регламенту найбільш продуктивної роботи.

Основним завданням технічного нормування процесів праці є виявлення та використання резервів зростання обсягу виробництва та забезпечення систематичного підвищення продуктивності праці на базі впровадження технічно обґрунтованих норм часу.

Предметом цієї дисципліни «Технічне нормування процесів праці» є розробка теорії та практики встановлення технічно обґрунтованих норм часу на основі вивчення, узагальнення та впровадження передових форм організації праці, що забезпечують найбільш раціональне використання робочого часу, засобів праці та предметів праці.

Питання для самоперевірки

1. Що таке норма праці?
2. Як називається час заданий робочому на виготовлення одиниці виробленої продукції?
3. Що таке норма виробітку і за якою формулою її визначають?
4. Які недоліки у метода нормування за «дослідними» даними?
5. Що таке технічні норми часу?

2.4.12 Тема 12. Методика вибору способів обробки поверхонь деталей і комповновки технологічних операцій процесу виготовлення деталі

Література: [1]-[5].

Технологічні процеси за рівнем узагальнення поділяють на два види: одиничний і типовий.

Одиничний технологічний процес застосовується тільки для виготовлення одного конкретного виробу. Це процес виготовлення або ремонту виробу (деталі) одного найменування, типорозміру і виконання.

До переваг одиничного технологічного процесу належать: можливість врахування всіх особливостей цього виробу і конкретних виробничих умов, багатоваріантність прийнятих рішень. Основним недоліком одиничного технологічного процесу є великі витрати часу і праці.

Типовий технологічний процес застосовується для виготовлення групи схожих виробів. Типовий технологічний процес характеризується єдністю змісту і послідовності більшості технологічних операцій для групи виробів (деталей) із загальними конструктивними ознаками.

В основі типової технології лежить класифікація виробів на класи – підкласи – групи – підгрупи – типи. Із групи конструктивно подібних виробів (деталей) обирають типового представника, який має найбільшу сукупність властивостей виробів (деталей).

Питання для самоперевірки

1. На які види за рівнем узагальнення поділяють технологічні процеси ?
2. Чим характеризується типовий технологічний процес?
3. В якій послідовності рекомендується розробляти технологічний процес виготовлення деталі?
4. Які фактори впливають на вибір методів обробки і необхідної кількості переходів?
5. Якої послідовності рекомендується дотримуватися під час вибору методів обробки та формування технологічних операцій?

2.4.13 Тема 13. Технологічні особливості виготовлення агрегатів та вузлів автомобілів

Література: [1]-[5].

Масове виробництво таких складних машин як автомобілі – вимагає хорошої організації та кооперування підприємств, широкого застосування автоматизації та механізації виробничих процесів. Велика номенклатура деталей з різних матеріалів, різноманітні технологічні процеси, великий парк складного технологічного устаткування, що використовується при виготовленні деталей, зумовлюють багатогранність виробничого життя підприємств.

На різних заводах, що виробляють автомобілі, існують різні методи виготовлення однойменних деталей цих машин, що пояснюється різними програмами випуску об'єктів виробництва, наявністю різного устаткування та іншими причинами.

Розгляд різних технологічних процесів виготовлення найважливіших деталей автомобілів далі ведеться стосовно великих програм випуску. У цих умовах дедалі більшого розвитку набуває автоматизація технологічних процесів. У виданій технічній літературі присвяченій цьому питанню, термін «автоматизація технологічних процесів» вживається різними авторами в різному сенсі.

В даному навчальному курсі під автоматизацією слід розуміти не тільки вищий щабель механізації, не тільки результат поступового технічного розвитку, а й якісно новий етап, стрибок у розвитку продуктивних сил.

Відмітна риса автоматизації на сучасних автомобільних заводах полягає в тому, що виробничий процес здійснюється без втручання людини, яка лише задає програму дій механізмам, які не тільки замінюють фізичну працю людини, а й виконують функції управління і контролю. Людина втручається в автоматичну роботу машини лише в тому разі, якщо з якихось причин її дії відхиляються від заданих програмою. Під час механізації виробничого процесу людина детально контролює його перебіг і керує ним.

Характерним напрямком в автоматизації цих процесів у машинобудуванні є саме застосування автоматичних верстатних ліній. У механоскладальних цехах автомобільних заводів знаходять застосування не тільки автоматичні лінії верстатів для обробки

деталей, а й автоматичні лінії обладнання, призначеного для складання вузлів або цілих агрегатів машин. Під час автоматизації складання складних об'єктів, як-от двигунів автомобілів, часто автоматичні пристрої для складання окремих елементів розташовують на лінії з транспортним пристроєм, перемижуючи з позиціями, на яких деякі складальні роботи виконуються вручну. Такі лінії можна називати напівавтоматичними.

Одразу хочу зауважити, що в даному курсі розглядаються технологічні особливості обробки лише деяких деталей автомобілів, причому розподіл матеріалу в тексті не цілком відповідає класифікації деталей за їхніми технологічними ознаками. Також слід зазначити що в існуючій навчальній і технічній літературі (переважно англійській), викладено великий матеріал з питань ручного і механізованого складання, але майже відсутні відомості про автоматичні установки, напівавтоматичні та автоматичні лінії для складання вузлів, механізмів і агрегатів автомобілів, що з'явилися останнім часом. Тому для отримання найсучаснішої інформації з напрямку «Автоматизація складальних процесів в автомобілебудуванні» слід навчитися самостійно користуватися пошуковими системами на кшталт Google.

Питання для самоперевірки

1. В чому полягають технологічні особливості виготовлення агрегатів та вузлів автомобілів на сучасному виробництві?
2. Назвіть характерні технологічні особливості корпусних деталей.
3. На які категорії з технологічного погляду можуть бути поділені деталі типу корпусних?
4. Що треба зробити у заготовках корпусних деталей для зменшення внутрішніх напружень?
5. Яких параметрів варто дотримуватися при конструюванні литих корпусних деталей?

2.4.14 Тема 14. Технологічні особливості виготовлення деталей двигунів внутрішнього згорання

Література: [1]-[5].

Колінчасті вали штамнують із квадратних або круглих прутків, розрізаних попередньо в нагрітому стані. При цьому іноді

застосовують автомати з лічильними пристроями для автоматичного визначення довжини заготовки, що відрізається, зважаючи на фактичні розміри перерізу прутка і для регулювання відповідного положення упору на ножицях для різання прутка.

Під час підготовки заготовки під штампування на кувальних вальцях забезпечується більш висока точність її остаточного формоутворення в штампі на пресі. Після штампування проводять обрізку облоя на відрізному пресі і потім гаряче правлення в штампі під молотом. Висадку фланців здійснюють на горизонтально-кувальних машинах.

Припуски на механічну обробку колінчастих валів, штампованих на пресах і молотах, становлять 3–4 мм на бік, штампувальні ухили 7–10°, радіуси заокруглень 2–3 мм. Штамповані заготовки колінчастих валів автомобільних і тракторних двигунів виготовляють за 8–9-м класом точності. Допустима кривизна поковок у площині роз'єму штампів не більше 1,5 мм. Зміщення від зсуву штампів допускається до 2 мм.

Механічна обробка колінчастих валів – трудомісткий процес не тільки внаслідок значної кількості точнооброблюваних поверхонь, а й через малу жорсткість цих деталей, що мають тенденцію згинатися і скручуватися під дією сил різання.

За значних програм випуску для обробки шийок колінчастих валів застосовують особливо жорсткі верстати певного призначення, влаштовані так, що затискачі деталі розташовані досить близько до місць дії сил різання для зменшення вигину та скручування вала під час обробки.

Жорсткість колінчастих валів різна в різних напрямках: менша в площині кривошипа, ніж у площині, перпендикулярній до першої. Деформація вала в першому випадку відбувається за рахунок вигину шік вала. Через порівняно малу жорсткість колінчастих валів важко забезпечити високу точність цих деталей під час механічного оброблення, якщо не передбачено певне чергування попереднього та остаточного оброблення окремих поверхонь деталей і правильне їхнє закріплення в пристосуваннях.

Деформації колінчастих валів у процесі обробки під дією сил різання спричиняють биття корінних шийок і появу похибок у величині радіусів кривошипів і в кутовому розташуванні колін. Для зменшення цих похибок застосовують холодне правлення валів у

процесі механічного оброблення.

Через малу жорсткість колінчастих валів центрові отвори на кінцях вала використовують лише під час обточування і шліфування кінців вала і крайніх корінних шийок. Застосування центрального приводу під час обточування корінних шийок колінчастих валів забезпечує зменшення згинального і скручувального моментів порівняно з одностороннім приводом.

Колінчасті вали піддають холодному виправленню (після центрування і після всіх операцій, при виконанні яких відбувається деформація вала). Багатоколінчасті вали правлять також і до механічної обробки, встановлюючи їх у призми.

Правка валів небажана, оскільки під час неї виникають внутрішні напруження в деталі, внаслідок чого зменшується її опірність деформаціям під час обробки. Однак у разі зменшення числа правок виникає необхідність у збільшенні припусків на обробку, що спричиняє збільшення трудомісткості обробки. Фрезерування торців і центрування колінчастих валів можна виконувати окремо (у двох операціях) або, більш продуктивно, одночасно на фрезерно-центровочних напівавтоматах.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть найважливіші поверхні точно координованих отворів у блоку циліндрів двигуна автомобіля?
2. Як здійснюється базування блока циліндрів двигуна під час обробки допоміжних баз?
3. Розкажіть порядок обробки лінійного блоку циліндрів двигуна.
4. Назвіть найважливіші точні отвори у блоків що не гільзуються.
5. Назвіть найважливіші точні отвори у блоків що гільзуються.

2.4.15 Тема 15. Технологія виготовлення кузовів і кабін автомобілів

Література: [1]-[5].

Удосконалення автомобілів, зростаючі вимоги споживачів, екологічні вимоги та інші чинники зумовлюють необхідність розробок різноманітних кузовів з урахуванням ергономіки, сучасних напрямів дизайну тощо.

На початку розвитку автомобілебудування використовувалася рамна конструкція кузовів. Рама призначалася для кріплення кузова і всіх механізмів автомобіля, була самостійним вузлом, що сприймає навантаження, які виникають під час руху автомобіля. Автомобілі з рамною несучою конструкцією кузова мали різні варіанти форми, залежно від їхнього функціонального призначення, і не обмежувалися жорсткими вимогами до кузова.

Поворотним кроком у розвитку конструкцій кузовів стало створення в 50-х рр. XX століття безрамного автомобіля з несучим кузовом. Кузов став найважливішою частиною автомобіля, а для легкових автомобілів і автобусів – одним із найбільш трудомістких агрегатів. Трудомісткість виготовлення кузова легкового автомобіля становить до 60 % всієї трудомісткості виготовлення автомобіля.

Компонування, форма, конструкція і технологія виробництва кузова чинить великий вплив на технічну характеристику автомобіля, його тягово–швидкісні характеристики і паливну економічність, безпеку руху і, що особливо важливо, багато в чому визначає термін служби автомобіля. Більшість вимог щодо пасивної безпеки забезпечуються саме конструкцією кузова.

Характерними особливостями кузовних конструкцій є їх відносно мала жорсткість, великі розміри і складність просторових форм деталей. Ці особливості та вимоги взаємозамінності зумовлюють складну систему проектування і виробництва кузовів, виготовлення майстер–моделей, штампів, складально–зварювальних пристосувань і контрольного оснащення.

Треба розуміти що ***кожна нова модель автомобіля – це новий кузов (нова кабіна)***. Безперервне вдосконалення зовнішніх форм автомобіля, зниження маси і підвищення експлуатаційних характеристик – це ті основні завдання, які стоять перед конструкторами, технологами і виробничим персоналом кузовного виробництва автомобільного заводу.

А для забезпечення масового випуску автомобілів необхідна організація потокового виробництва для всіх технологічних процесів: від виготовлення окремих кузовних деталей до складання та оздоблення кузова в цілому.

Тому дуже важливо, щоб студенти як майбутні автомобільні інженери – конструктори кузовів знали основи технологічних процесів їх виготовлення, а інженери-технологи – основи їх

проектування. Тільки в цьому разі конструкції автомобільних кузовів, складальних одиниць і деталей будуть більш технологічними, а технологія виготовлення всього кузова – досконалішою.

У кузовобудуванні найбільше застосування знайшли сталі 08ГСЮТ, 08ГСЮФ, 07ГСЮФ. До складу цих сталей входять також нікель ($-0,1\%$) і мідь ($-0,15\%$). Окрему групу сталей підвищеної міцності складають двофазні (феритно–мартенситні) сталі.

Основними перевагами цих сталей є підвищена (за даної міцності) пластичність і високі показники деформаційного зміцнення. Вони мають низькі значення відношення межі плинності σ_T до межі міцності σ_B , мають здатність до зміцнення за незначних (-5%) ступенів деформації. Для цих сталей характерний широкий інтервал міцності – від 400 до 1 000 МПа. Низьке значення відношення σ_T / σ_B для вихідного стану сталей визначає їхню хорошу штампуваність, що відповідає категоріям ОСВ, СВ і ВГ.

Вартість двофазних сталей на 35–40 % вища, ніж звичайних листових сталей. Останнім часом, в автомобілебудуванні, збільшується застосування алюмінієвих сплавів, що пояснюється їхньою малою питомою вагою, хорошими характеристиками міцності, корозійною стійкістю, задовільними технологічними властивостями.

В автокузовобудуванні здебільшого застосовують алюмінієві сплави систем Al-Cu, Al-Mg, Al-Mg-Si, Al-Mg-Mn, які випускають у вигляді листів, стрічок, профілів. Провідні автомобільні фірми використовують алюмінієві сплави під час виготовлення кузовів автомобілів, що випускаються малими серіями. Широке застосування алюмінієвих сплавів стримується їхньою відносно високою вартістю і низькою технологічних труднощів.

У цехах штампування кузовних деталей у великосерійному і масовому виробництві як основне технологічне устаткування застосовують кривошипні механічні преси простої, подвійної і потрійної дії, багатопозиційні преси–автомати, а також комплексно механізовані та автоматичні лінії на базі цих пресів.

Листоштампувальні преси простої дії призначені для виконання доробних операцій (обрізка, пробивання, правка, фланцювання тощо), а також для витяжки нескладних деталей.

Сучасні листоштампувальні преси оснащуються різними додатковими механізмами, покликаними підвищити надійність і продуктивність машини та забезпечити якість деталей, які

виготовляються.

Для забезпечення високої якості зварних з'єднань і точності розмірів складальних одиниць і кузова (кабіни) в цілому необхідний контроль на всіх етапах виробничого процесу. Обсяг і послідовність контролю за операціями встановлюють відповідно до технологічного процесу, виходячи з креслення виробу і технічних вимог.

Якість складальної одиниці характеризується насамперед якістю виконаних з'єднань. Якість з'єднань, одержуваних точковим зварюванням, визначається статичною міцністю кожної зварювальної точки, яка залежить від розмірів її ядра за умови відсутності дефектів у самому ядрі та зоні термічного впливу.

Залежно від сприйманих зварними з'єднаннями навантажень під час експлуатації автомобіля до них висуваються різні вимоги щодо якості зварювання. До міцнісних показників зварювання належать міцність зварювальної точки, кількість точок, їхній крок і розташування в з'єднанні. Міцність точки вважається задовільною, якщо діаметр ядра або міцність з'єднання на зріз буде не нижчою за встановлені межі. Зварна точка вважається якісною, якщо утворюється ядро сочевицеподібної форми заданого діаметра і необхідної глибини проплавлення.

З'єднання, розташовані на лицьовій поверхні, повинні мати мінімальні сліди зварювання. Розміри вм'ятин від електродів не повинні перевищувати допустимих меж. Якість зварювання складальних одиниць залежить також від ширини фланців або розміру їх перекриття. За малої ширини фланців або недостатнього перекриття можуть відбуватися виплески металу, що послаблює з'єднання, погіршує зовнішній вигляд виробу.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть характерні особливості кузовних конструкцій.
2. За рахунок чого забезпечується висока якість кузова?
3. Які основні завдання, які стоять перед конструкторами, технологами кузовного виробництва автомобільного заводу?
4. Які вимоги висуваються до матеріалів призначених для виготовлення кузовів?
5. На які види поділяють холоднокатаний листовий прокат призначений для низки внутрішніх невідповідальних деталей кузовів і кабін?

2.4.16 Тема 16. Складання автомобілів як завершальний етап їх виготовлення

Література: [1]-[5].

Сучасне автомобілебудування випускає широку номенклатуру виробів, що відрізняються функціональними властивостями, технічними та економічними параметрами. При цьому явно проглядаються *дві тенденції розвитку виробництва*:

- 1) збільшення номенклатури виробів, що випускаються, для забезпечення всіх вимог споживача;
- 2) скорочення термінів їх оновлення.

У першому випадку поставлені завдання вирішуються створенням конструкцій виробів за блочно–модульним принципом, що дає змогу з набору типових вузлів компонувати машини з різними споживчими властивостями.

Для вирішення завдань другого напряму створюються технології, що забезпечують випуск різних виробів із мінімальними витратами ресурсів і часу на перехід від однієї моделі до іншої. При цьому конструктивна складність виробів машинобудування зростає приблизно вдвічі кожні 10–15 років, зростають вимоги до їхньої якості та надійності.

Аналіз машинобудівного виробництва показав, що наявні значні диспропорції в розвитку технологічних процесів є гальмом для комплексної автоматизації виробництва. Якщо в заготівельному, механообробному та інших виробництвах відбулися дуже великі зміни в структурі парку технологічного устаткування, що призвело до істотного скорочення ручної праці та підвищення якості продукції шляхом впровадження сотень тисяч напівавтоматів, автоматів, автоматичних ліній і дільниць, то в складальному виробництві ручна праця все ще залишається переважаючою.

Детальний аналіз процесів складання і різних аспектів його автоматизації дав змогу виявити *головні проблеми в цій галузі виробництва*:

- непристосованість конструкцій машин і їхніх частин до вимог автоматичного складання;
- неефективність заміни механізмами ручних операцій складання без докорінної зміни їх змісту;

- жорсткі вимоги до точності автоматичних складальних машин і їхня висока вартість;
- труднощі в забезпеченні швидкого переналагодження, гнучкості, надійності складального обладнання.

Є чимало прикладів ефективного вирішення цих проблем. Однак під час автоматизації складання ризик невдалого рішення набагато вищий, ніж, наприклад, у сфері обробки деталей. Можливо, тому у світі кількість фірм, зайнятих виготовленням складальних машин і ліній, у десятки, навіть сотні разів менша, ніж верстатобудівних.

Технологія та автоматизація процесів складання – це найбільш наукомістка галузь машинобудування.

Складання – це заключний етап будь-якого виробничого процесу в машинобудуванні, проте технологічні процеси механічної обробки завжди виявляються підпорядкованими технології складання, тому ***технологія виробництва будь-якого виробу починається з опрацювання технології складання.***

Тільки розглядаючи двигун як закінчений агрегат, можна визначити призначення кожної окремої деталі, установити для неї необхідну точність розмірів і шорсткість, визначити вимоги до поверхневого шару, тобто призначити технічні умови на виготовлення і складання агрегату. Вивчивши технологію складання машини і роботу вузлів та окремих деталей, призначають допуски розмірів на сполучні поверхні, і визначають метод складання.

Трудомісткість складання становить 25÷35 % загальної трудомісткості виготовлення виробів; у разі великого обсягу пригінних робіт (одиничне і дрібносерійне виробництво) вона може досягти 40÷50 %.

Основні напрямки підвищення продуктивності складання – усунення пригінних робіт, раціональна побудова технологічного процесу, механізація та автоматизація. Конструкція машини повинна забезпечувати її складання з попередньо зібраних вузлів, що дає змогу здійснювати паралельне складання і випробування вузлів, скорочує тривалість циклу складання.

У технічних умовах вказують точність складання, якість сполучення, їхню герметичність, жорсткість стиків, моменти затягування різьбових з'єднань, точність балансування обертових частин та інші технічні відомості. А також призначають метод

виконання з'єднань, послідовність складання, методи проміжного та остаточного контролю виробу.

На основі аналізу конструкції виробу передбачають конструктивні зміни, що спрощують складання. Прогнозують перспективність виробництва виробів, оскільки від цього залежить ступінь механізації та автоматизації складання.

Конструктор визначає методи забезпечення заданої точності замикальних ланок розмірних ланцюгів, які можуть бути змінені, якщо технолог запропонує більш раціональний метод складання. Зменшення кількості деталей і вузлів, а також використання стандартних деталей і вузлів знижують вартість виготовлення машини. Нормалізація кріпильних та інших деталей скорочує номенклатуру складальних інструментів і дає змогу ефективніше використовувати засоби механізації складальних робіт.

Необхідно забезпечувати зручне підведення механізованого складального інструменту до місць з'єднання деталей і легкість захоплення їх вантажопідйомними пристроями.

Під час складання перевіряють правильність взаємного розташування елементів виробу, якість виконаних з'єднань (момент затягування різбових з'єднань, силу запресовування, зазори в сполученнях, герметичність з'єднань, якість припасування поверхонь, що стикаються, тощо), правильність постановки деталей, масу вузлів і виробу загалом, врівноваженість частин виробу, що обертаються, та ін. Як засоби технічного контролю використовують універсальні інструменти (щупи, індикатори, динамометричні ключі тощо), а також спеціальні контрольні-вимірювальні пристрої та пристосування.

Контроль ділиться на приймальний і проміжний. Під час приймального контролю перевіряються всі зібрані вироби і найбільш відповідальні вузли. Проміжний контроль (суцільний або вибірковий) проводиться після виконання найскладніших операцій і тих операцій, де висока ймовірність браку.

Заключною контрольною операцією технологічного процесу виготовлення машини є випробування. Випробування можуть бути приймальними, контрольними і спеціальними виробничими.

Приймальні випробування проводять для визначення фактичних експлуатаційних характеристик машин (продуктивність, потужність, витрата палива, точність розмірів тощо), перевірки правильності роботи механізмів і вузлів.

Машина, що надходить на випробувальну станцію, повинна мати супровідну карту, в яку заносяться дані про результати перевірки окремих вузлів у процесі складання.

Під час випробування створюють умови, близькі до умов експлуатації, перевіряють правильність дії органів керування, точність і надійність роботи механізмів, відсутність мимовільних зсувів, заїдань, провертання тощо.

Питання для самоперевірки

1. Які дві тенденції розвитку виробництва проглядаються у сучасному автомобілебудуванні?
2. Що заважає комплексній автоматизації машинобудівного виробництва?
3. Що стало причиною переносу виробництв західних промислово розвинених країн в Китай та країни Південно-Східної Азії?
4. Що є причиною підвищення цін на товари та повернення виробництв у країни розробники технологій останнім часом?
5. Які основні напрямки підвищення продуктивності складання?

3 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Студенти заочної форми навчання відповідно до програми курсу «Технологічні основи автомобілебудування» самостійно вивчають літературу, що рекомендується, і виконують одну контрольну роботу, яка складається з трьох питань. Залік по контрольній роботі студент одержує при особистій співбесіді з викладачем.

Оформляти роботу рекомендується на аркушах формату А4 (210x297), зброшурованих і закріплених у швидкозшивачі. При оформленні роботи слід керуватися вимогами ДСТУ 3008:2015 - «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання» (Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016).

При виконанні контрольної роботи необхідно пояснювати текст схемами і рисунками в масштабі. На обкладинці роботи треба вказати: назву предмета; прізвище, ім'я, по батькові студента; шифр; спеціальність; номер залікової книжки; домашню адресу (для іногородніх) з поштовим індексом; дату виконання. Контрольна робота повинна бути підписана студентом.

Матеріал контрольної роботи розташовується в наступному

порядку:

- титульний лист;
- теоретична частина;
- графічна частина;
- висновки;
- перелік посилань.

Наприкінці роботи обов'язково необхідно привести список використаної літератури та електронних джерел, на які наведені посилання в контрольній роботі, з обов'язковим зазначенням по кожному літературному джерелу прізвища та ініціалів автора, назви книги, місяця видання, видавництва і року видання, URL електронного ресурсу.

Контрольна робота повинна бути особисто підписана студентом. Залік по контрольній роботі студент одержує при особистій співбесіді з викладачем.

3.1 Список варіантів контрольних робіт

ВАРІАНТ 1

1. Історія розвитку технології машинобудування за кордоном.
2. Загальна схема роботи з CAD/CAM-системою. Види моделювання
3. Стадії технічної підготовки виробництва.

ВАРІАНТ 2

1. Розвиток науки в галузі машинобудування.
2. Виробнича інфраструктура підприємства.
3. Конструкторська підготовка виробництва.

ВАРІАНТ 3

1. Проектування маршрутних технологічних процесів складання вузлів і машин.
2. Виробнича структура цеху.
3. Управління верстатом з ЧПУ: органи управління, основні режими роботи, індикація системи координат.

ВАРІАНТ 4

1. П'ятикоординатне фрезерування та 3D-корекція
2. Технологічна підготовка виробництва.
3. Види та форми технологічних карт

ВАРІАНТ 5

1. Перші етапи розвитку автомобільної індустрії.
2. Етапи технологічної підготовки виробництва.
3. Основні відомості про обробку металів різанням.

ВАРІАНТ 6

1. Послідовність проектування технології складання.
2. Система документації з організації технологічної підготовки виробництва.
3. Класифікація металорізальних верстатів.

ВАРІАНТ 7

1. Порядок заповнення маршрутної та операційної карт.
2. Виробничий та технологічний процеси у машинобудуванні.
3. Оснастка. Ріжучий інструмент.

ВАРІАНТ 8

1. Функціонування системи ЧПУ. Мови для програмування обробки. Основи програмування обробки
2. Види виробів та їх структура. Аналіз конструкції деталей, вузлів і машин.
3. Загальні відомості про різьби.

ВАРІАНТ 9

1. Роль конструктора в технологічному забезпеченні якості автомобіля.
2. Мастильно-охолоджувальні рідини.
3. Принципові основи проектування технологічних процесів.

ВАРІАНТ 10

1. Особливості та етапи конструкторсько–технологічної підготовки виробництва автомобілів.
2. Концентрація та диференціація технологічних процесів.
3. Спільна робота конструкторів та технологів над технологічністю конструкції виробу.

ВАРІАНТ 11

1. Послідовність обробки. Загальні принципи технології обробки деталей.
2. Методи, що використовуються під час розроблення технологічних процесів.
3. Розподіл складної складальної одиниці на прості елементи.

ВАРІАНТ 12

1. Основні терміни та визначення виробничого процесу. Типи виробництва.
2. Поняття про налаштування верстатів.
3. Заходи щодо скорочення витрат матеріалів.

ВАРІАНТ 13

1. Основні форми організації технологічних процесів.
2. Методи одержання заданих розмірів. Похибки налаштування.
3. Вимоги до експлуатаційної технологічності конструкцій.

ВАРІАНТ 14

1. Інформаційні технології в підготовці виробництва автомобілів.
2. Головні фактори, що впливають на забезпечення технологічності конструкції виробу.
3. Основні вимоги до конструкції деталей для обробки на верстатах з ЧПУ.

ВАРІАНТ 15

1. Організаційна структура управління підприємством (цехом).
2. Якісна оцінка технологічності конструкції виробу.
3. Поняття про базування та бази у машинобудуванні. Класифікація баз.

ВАРІАНТ 16

1. Організація основного виробництва машинобудівного підприємства.
2. Правила вибору баз. Похибка базування.
3. Загальні положення щодо оптимізації режиму різання. Вибір економічного режиму різання.

ВАРІАНТ 17

1. Вибір режиму різання найбільшої продуктивності.
2. Кількісна оцінка технологічності конструкції виробу.
3. Загальні положення щодо вибору заготовок.

ВАРІАНТ 18

1. Загальні вимоги, яким має задовольняти режим різання. Призначення періоду стійкості ріжучого інструменту.
2. Виробнича технологічність виробів.
3. Характеристика конструктивних, технологічних та економічних параметрів заготовок.

ВАРІАНТ 19

1. Організація поточкових та автоматизованих методів виробництва.
2. Методи виготовлення заготовок.
3. Класифікація параметрів поверхневого шару деталей та їх характеристика.

ВАРІАНТ 20

1. Функціональні складові (підсистеми) ЧПУ. Підсистема приводів

2. Однорідність матеріалу заготовок.
3. Види технологічних розмірних ланцюгів. Основні поняття та визначення, які належать до теорії розмірних ланцюгів.

ВАРІАНТ 21

1. Вантажопідйомні машини та механізми. Експлуатація, огляд та вибраковування пристроїв.
2. Техніко—економічне обґрунтування вибору заготовок.
3. Розрахунок похибки замикаючої ланки розмірного ланцюга.

ВАРІАНТ 22

1. Основні поняття про слюсарні операції, токарну обробку металів, свердління, фрезерування, шліфування, протягування, стругання, зуборізання.
2. Методи досягнення точності замикаючої ланки.
3. Виправлення та відрізка заготовок.

ВАРІАНТ 23

1. Попередня обробка заготовок.
2. Вибір режиму різання при багатоінструментній обробці.
3. Управління формуванням поверхневого шару деталей машин.

ВАРІАНТ 24

1. Вплив похибок виготовлення ріжучого інструменту та пристроїв на точність обробки.
2. Термообробка заготовок.
3. Основи числового програмного управління. Особливості устрою та конструкції фрезерного верстата з ЧПУ.

ВАРІАНТ 25

1. Очищення заготовок перед механічною обробкою.
2. Розрахунок режимів різання, які забезпечують потрібну якість обробки. Управління процесом обробки.
3. Припуски на обробку деталей машин. Основні причини похибок при механічній обробці.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ З ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ

На підставі робочої програми дисципліни та вимог організації навчального процесу, кафедра розробляє контрольні заходи з перевірки якості засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни. Контрольні заходи з дисципліни «Технологічні основи автомобілебудування» передбачають наступне:

- опитування за окремими темами лекційного курсу;
- виконання тестових письмових робіт на рубіжному контролі;
- виконання та захист практичних робіт;
- виконання та захист контрольних робіт;
- складання заліку.

Для закріплення поточних знань протягом семестру, до проведення підсумкового модульного контролю, проводяться контрольні заходи (письмове опитування студентів за матеріалами лекцій, що були прочитані), на підставі яких студент отримує загальну оцінку.

При виконанні письмової роботи, студенти одержують завдання по висвітленню певних теоретичних питань або розв'язку завдань. Робота виконується студентом письмово й здається викладачеві. При цьому оцінюються володіння матеріалом по темі роботи, аналітичні здатності студента, його володіння методами, уміння й навички, необхідні для виконання завдань.

Залік націлений на комплексну перевірку освоєння дисципліни. Залік проводиться в усній або письмовій формі по білетах, у яких наводяться питання (завдання) по всіх темах курсу. Студенту дається час на підготовку. Оцінюється володіння матеріалом, його системне освоєння, здатність застосовувати потрібні знання, навички й уміння при аналізі проблемних ситуацій і вирішенні практичних завдань.

Слід зазначити, що всі заплановані заходи мають бути складені позитивно. Негативна оцінка з будь якого контрольного заходу свідчить про незасвоєння студентом навчального матеріалу.

Студент, який одержав за результатами модульного контролю позитивні оцінки, виконав всі завдання, що передбачені робочим навчальним планом дисципліни допускається до складання заліку.

Студент, який отримав на модульному контролі незадовільну оцінку або не з'явився на нього, має можливість повторного складання протягом одного-двох тижнів.

5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Надається перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни «Технологічні основи автомобілебудування». Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані студентом для самопідготовки при вивченні дисципліни, не обмежуються тільки цим, наведеним нижче переліком літератури.

Базова

1. Копей В., Одосій З., Онисько О. Технологія машинобудування : навчальний посібник. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. 217 с.
2. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування : навч. посіб. Львів : Магнолія, 2018. 500 с.
3. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1 : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2013. 125 с.
4. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2015. 116 с.
5. Основи технології машинобудування. Самостійна та індивідуальна робота студентів : навч. посіб. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, С. І. Сухоруков. Вінниця : ВНТУ, 2021. 90 с.

Допоміжна

6. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1 : практикум. Вінниця : ВНТУ, 2017. 106 с.
7. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : практикум. Вінниця : ВНТУ, 2015. 116 с.
8. Горбатюк Є. О. Технологія машинобудування : навч. посіб. Львів : «Новий світ - 2000». 2009. 358 с.
9. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т. Технологічні основи машинобудування : навч. посіб. Івано-Франківськ : Факел, 2002. 182 с.
10. Бучинський М. Я., Горик О. В., Чернявський А. М. Основи

- творення машин. Харків : Вид-во «НТМТ», 2017. 448 с.
11. Короп І. В., Петренко В. П. Інтелектуальна власність : навч. посіб. / за заг. ред. В. П. Петренка. Івано-Франківськ : Факел, 2008. 208 с.
 12. Корець М. Машинознавство. Київ : Знання України, 2001. 448 с.
 13. Флора В. Д. Принципи технічної творчості : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, 2005. 398 с.
 14. Карпаш О. М., Шейнбаум В. С., Карпаш М. О. Інженерна діяльність в умовах сталого розвитку : навч. посіб. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2014. 285 с.
 15. Рудь Ю. С. Основи конструювання машин : підручник. 2-е вид., переробл. Кривий Ріг : Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
 16. ДСТУ 3321-2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 55 с.
 17. ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 Єдина система конструкторської документації. Експлуатаційні документи. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 39 с.
 18. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : підручник Львів : Світ, 2006. 624 с.
 19. Технологія конструкційних матеріалів: підручник. 2-ге вид., перероб. і допов. / за ред. М. А.Сологуба. Київ : Вища шк., 2002. 374 с.
 20. Аверченков В. І. Збірник задач і вправ з технології машинобудування : навч. посіб. Житомир : ЖІТІ, 2001. 314 с.
 21. Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин : лабораторний практикум / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, О. М. Мироненко та ін. Вінниця : ВНТУ, 2006. 119 с.
 22. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2013. 123 с.
 23. іРуденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Київ : Вища школа, 1993. 414 с.
 24. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин / Руденко П. О., Харламов Ю. О., Шустик О. Г. Київ : ІСДО, 1993. 304 с.
 25. Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, О. М. Мироненко та ін. Вінниця : ВНТУ, 2006. 119 с.

26. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ. / В. А. Кирилович, П. П. Мельничук, В. А. Яновський ; під заг. ред. В. А. Кириловича. Житомир : ЖІТІ, 2001. 600 с.
27. Розмірно-точнісний аналіз конструкцій та технологій / В. Д. Рудь, О. О. Герасимчук, Т. П. Маркова. Луцьк : РВВ ЛДТУ, 2008. 344 с.
28. Сторож Б. Д., Мазур М. П., Карпик Р. Т., Каразей В. Д. Технологічні основи машинобудування : навч. посібник. Хмельницький : ТУП, 2003. 153 с.
29. The CNC Handbook : Digital Manufacturing and Automation from CNC to Industry 4.0 / Hans Bernhard Kief, Helmut A. Roschiwal, Karsten Schwarz. Industrial Press, Inc., 2021. 2156 p.
30. Rakesh Kumar Phanden, Ravinder Kumar, Pulak Mohan Pandey, Ayon Chakraborty. Advances in Industrial and Production Engineering : Lecture Notes in Mechanical Engineering (ISBN 978-981-99-1328-2). Singapore : Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2023. 418 p.

6 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Система NX (колишня назва - Unigraphics) компанії Siemens. URL: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/nx/>. (дата звернення: 16.01.2024)
2. Система CATIA. URL: <https://www.3ds.com/products-services/catia/>. (дата звернення: 16.01.2024)
3. Система SolidWorks. URL: <https://www.solidworks.com>. (дата звернення: 16.01.2024)
4. Welcom to ANSYS, Inc. – Corporate Homepage. URL: <https://www.ansys.com>. (дата звернення: 16.01.2024)
5. Система PTC Creo Elements/Pro (колишня назва Pro/ENGINEER) компанії PTC (Parametric Technology Corporation). URL: <https://www.ptc.com/en/industries/automotive>. (дата звернення: 16.01.2024)