

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання Комплексного курсового проєкту  
з гарячого штампування  
для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка  
освітньої програми Обладнання та технології пластичного  
формування конструкцій машинобудування  
всіх форм навчання

**2024**

Методичні вказівки до виконання Комплексного курсового проекту з гарячого штампування для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка освітньої програми Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування всіх форм навчання /Укл.: А.М. Бень. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 28 с.

Укладач: А.М. Бень, ст. викл.

Рецензент: В.В. Широкобоков, доц., к.т.н.

Відповідальний за випуск: А.М. Бень, ст. викл.

Затверджено  
на засіданні кафедри ОМТ  
протокол № 8 від 26.06.2024

Рекомендовано до видання  
НМК машинобудівного факультету  
протокол № 1 від 27.08.2024

**ЗМІСТ**

1 Мета і завдання курсового проекту .....	4
2 Обсяг і зміст курсового проекту .....	5
3 Методичні вказівки до виконання окремих розділів пояснювальної записки.....	6
4 Вимоги до оформлення курсового проекту .....	15
5 Графік виконання курсового проекту.....	16
6 Захист та оцінка курсового проекту .....	17
7 Перелік посилань .....	18
Додаток А Варіанти завдань для курсового проектування .....	19

## 1 МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Комплексний курсовий проєкт з гарячого штампування є самостійною творчою роботою студента. Тому у цих методичних вказівках відображені тільки основні положення щодо мети і завдання, обсягу, змісту та вимог до проєкту та порядку його виконання.

Основна мета курсового проєкту - надати студентам навички самостійної творчої роботи при вирішенні інженерних задач з розробки технологічних процесів кування або гарячого штампування із виконанням необхідних розрахунків та оформленням відповідних документів.

### Основні завдання, що вирішуються:

- закріплення теоретичних положень дисциплін технологія гарячого штампування, проєктування та розрахунок штампного оснащення для гарячого штампування;

- засвоєння сучасної методики проєктування технологічних процесів, штампного оснащення з урахуванням вимог стандартизації та уніфікації;

- опанування правилами техніки безпеки, охорони праці та навколишнього середовища при виконанні штампвальних робіт;

- вміння надавати критичний аналіз існуючим технологіям, розробляти більш удосконалену та економічно ефективну технологію.

При розробці технологічного процесу штампування необхідно вирішити наступні питання:

- за кресленням деталі, що задається, сконструювати креслення поковки і розрахувати її масу;

- визначити спосіб штампування (перпендикулярно або вздовж осі заготовки), а також групу та підгрупу, до якої належить поковка згідно класифікації;

- вибрати операції послідовності штампування (переходи);

- розрахувати масу, форму та розміри заготовки з урахуванням відходів;

- сконструювати рівчаки і виконати креслення штампу;

- визначити потрібне зусилля штампування та вибрати необхідне обладнання;

- скласти карту технологічного процесу;

- спроектувати робоче місце штампвальника;

- розробити заходи щодо охорони праці та навколишнього середовища;

- розрахувати штучний час на виготовлення деталі (нормування часу).

Під час виконання курсового проєкту студент не повинен обмежуватися тільки навчальною і методичною літературою, що рекомендується. В достатньому обсязі він має користуватися науковою та технічною літературою, періодичними виданнями, керівними матеріалами провідних організацій та підприємств, що відображають останні досягнення в ковальсько-штампувальному виробництві.

## 2 ОБСЯГ І ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт складається з пояснювальної записки (ПЗ) та графічної частини.

У ПЗ необхідно надати:

- обґрунтування вибору прийнятого варіанту технологічного процесу;

- необхідні технологічні розрахунки;

- розробку конструкції штампу одного з технологічних переходів (за згодою з викладачем), виконавши при цьому необхідні розрахунки на міцність;

- підбір потрібного штампувального та нагрівального обладнання;

- визначення трудоемності виготовлення поковки за обраною технологією;

- розробити заходи щодо охорони праці та навколишнього середовища;

- організацію робочого місця штампувальника, що відповідає безпечним умовам праці.

Приблизний обсяг ПЗ 30...40 аркушів формату А4. Ілюстративний матеріал виконується у вигляді рисунків (креслень) з підписами як для текстових документів.

Приблизний обсяг графічної частини роботи 3,0...4,5 аркуша формату А1 і містить в собі:

- лист поопераційних переходів штампування, починаючи з

креслення заготовки, технологічне креслення — 0,5...1 аркуш;

- робочий інструмент (ножі) для різання вихідного металу на заготовки, складальне креслення - 0,25...0,5 аркуша;

- формують інструмент (молотовий штамп, вставки до КГШП або ГKM і т.п.), складальне креслення - 1...2 аркуша;

- штамп для обрізання облою та прошивання отвору - 0,5...1 аркуша;

- робочі креслення деяких деталей штампів – до 0,5 аркуша (за узгодженням із викладачем).

Уся графічна частина курсового проекту повинна знайти достатнє відображення в ПЗ.

Відомості специфікацій на складальні креслення необхідно розмістити у кінці ПЗ як додаток.

Текстові та графічні матеріали виконуються згідно з вимогами діючих стандартів.

При виконанні реальних або дослідницьких курсових проектів їхній обсяг та зміст визначаються індивідуально.

### **3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

#### Рекомендований зміст ПЗ курсового проекту:

- титульний лист;
- завдання на курсовий проект;
- реферат;
- зміст;
- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів;
- вступ;
- креслення готової деталі;
- обґрунтування методу штампування;
- розробка креслення поковки і технологічних вимог;
- визначення виду, розмірів облойної канавки та об'єму облою;
- вибір та розрахунок переходів штампування;
- визначення розмірів вихідної заготовки;

- визначення температурного режиму деформації і вибір способу нагрівання заготовки;
- розрахунок зусиль і вибір штампувального обладнання;
- вибір способу обрізання облою та прошивання отвору, розрахунок зусиль та вибір обладнання;
- конструювання і розрахунок штампів;
- організація робочого місця штампувальника;
- методи контролю та управління якістю;
- техніка безпеки, охорона праці та навколишнього середовища;
- розрахунок трудоемності;
- стандартизація та уніфікація;
- перелік посилань;
- додаток А. Відомості специфікацій;
- додаток Б. Карта технологічного процесу.

**3.1 Титульний лист** є першою сторінкою ПЗ і оформлюється згідно діючих вимог.

**3.2 Завдання на курсову роботу** оформляється, як правило, на друкарському бланку, виконаному на двох сторінках аркуша. До завдання додається креслення готової деталі. У вихідних даних завдання обов'язково вказується річна програма виробництва розрахункової поковки.

**3.3 Реферат** має бути стисненим, інформативним і містити відомості про обсяг ПЗ, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків, джерел згідно із переліком посилань. Текст реферату рекомендується надавати у такій послідовності:

- об'єкт розробки;
- результати;
- основні конструктивні і технологічні показники;
- висновки.

Реферат виконується обсягом не більш, як 500 слів, і, бажано, щоб він уміщувався на одній сторінці формату А4. Ключові слова, що є визначальними для розкриття суті ПЗ, вміщують після тексту реферату, з абзацу. Перелік ключових слів містить від 5 до 15 слів, надрукованими великими літерами в називному відмінку в рядок через коми.

**3.4 Зміст** починається з нової сторінки і включає послідовно перелічені назви усіх розділів, підрозділів, пунктів тощо (які

розміщені після сторінки “Зміст” в тому випадку, якщо вони мають заголовки) із зазначенням сторінок, на яких вони вміщені.

**3.5 Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів** починається з нової сторінки і містить пояснення, що використані у роботі.

**3.6 Вступ** розташовується на окремій сторінці і включає до себе стислу оцінку сучасного стану і значення гарячого штампування, а також мету курсового проєкту.

**3.7 Креслення готової деталі** оформлюється, як правило, на форматі А4 із зазначенням чистоти обробки, матеріалу, маси, технічних вимог.

**3.8 Обґрунтування методу штампування** виконується з урахуванням:

- вимог до деталі при її експлуатації;
- особливостей плинності металу при деформуванні заготовки з метою забезпечення максимальної міцності;
- розміру річної програми виробництва.

Слід також мати на увазі, що у кожного виду ковальсько-штампувальних машин є свій характерний вид виготовлених на них поковок. Однак різноманітність форм поковок дуже велика і серед них є такі, що з успіхом можуть бути виготовленими на різних видах машин. В таких випадках вибір варіанту технологічного процесу штампування виконується шляхом розробки декількох варіантів з наступним їхнім техніко-економічним аналізом та вибором найбільш оптимального для конкретних умов.

**3.9 Розробка креслення поковки і технологічних умов** відбувається у такій послідовності:

- вибір поверхні роз'єму;
- призначення припусків, допусків і напусків;
- визначення штампувальних нахилів та побудова лінії роз'єму;
- визначення радіусів закруглення;
- у поковках з отворами конструюють наметування під прошивання та визначають розміри плівки під прошивання;
- вирішення питань конструювання, пов'язаних з розташуванням волокон у поковці, способами та зручністю штампування, з розташуванням баз наступної механічної обробки, місць клеймування, випробування на твердість і т.п.;
- призначення технічних вимог на виготовлення поковки;

- класифікація поковки з визначенням класу, групи, підгрупи, типу тощо.

Креслення поковки розробляється у відповідності з державними стандартами.

**3.10 Визначення виду, розмірів облойної канавки та об'єму облою** відбувається у залежності насамперед від об'єму та форми заготовки, що надається у рівчак, а також у відповідності з вертикальними перерізами рівчака та заготовки, у випадку штампування на КГШП – в залежності від зусилля пресу.

В той же час форма та розміри канавки чинять вплив на процес витікання металу в облой. Розміри облойних канавок визначаються за емпіричними залежностями та табличним даними - нормалям: для молотових штамів, для штамів КГШП.

**3.11 Вибір та розрахунок переходів штампування.** Кількість та вид переходів визначаються формою та розмірами поковки, а також розподілом її об'єму по елементам фігури. Перш, ніж переходити до вибору рівчаків штампу, рекомендується спочатку проаналізувати штампування аналогічних поковок відповідно встановленої класифікації.

Штампування на молотах. При штампуванні на молотах можливі різноманітні варіанти послідовного застосування рівчаків, які визначаються розмірами поковки та формою її поперечного перерізу.

Обов'язковим є застосування у всіх випадках остаточного штампувального рівчака, а застосування заготівельних рівчаків бажано, але не обов'язково. Галузі застосування цих рівчаків визначається формою та розмірами поковки.

Пережимний, підкатний та протяжний рівчаки використовуються для перерозподілу об'єму заготовки вздовж її осі. Існує декілька варіантів використання рівчаків для цієї мети. Вибір зводиться до оптимального варіанту з найменшою трудоемністю для переміщення металу. Вибір заготівельних рівчаків можливо здійснювати за діаграмою, попередньо побудувавши розрахункову заготівку, епюри її діаметрів та перерізів.

Штампування на кривошипних гаряче-штампувальних пресах (КГШП). Вибір переходів штампування на КГШП поковок подовженої форми аналогічний до вибору штампування на молотах. Виняток складають лише підкатний, протяжний та відрубний заготівельні рівчаки, оскільки на КГШП неможливо виконання таких

операцій, як підкатка та протяжка. У таких випадках доцільно застосування ковальських вальців як заготівельного обладнання для даного перерозподілу об'єму металу у заготовці.

Характерною рисою штампування на КГШП є застосування рівчаків для видавлювання та фасонування.

Не дивлячись на загальну схожість штампування на молотах та пресах, технологічні переходи штампування безпосередньо переносити від молота до КГШП не можна. Це зумовлено різним характером плину металу при деформуванні та утворенням надмірного облою при штампуванні на пресі. Але цьому можна запобігти поступовим наближенням форми заготовки до форми поковки, тобто збільшенням кількості рівчаків. Тому поковки, які штамнуються на молоті за один перехід, на пресі доцільно штампувати за два або декілька переходів. Існують й інші засоби запобігання надмірного утворення облою: забезпечення ускладненого плину металу до канавки, застосування фасонної заготовки відповідної форми, розміщення площини роз'єму штампа у зоні ускладненої деформації.

Відмінною особливістю штампування на КГШП круглих та квадратних у площині роз'єму поковок є застосування фігурної площадки для осаджування та додаткових рівчаків.

Поковку можливо штампувати в одному рівчаку у випадку повного заповнення його переважно за рахунок осаджування та видавлювання. Можливість штампування в одному остаточному рівчаку виключається при виході металу заготовки до роз'єму штампа раніше кінця третьої стадії штампування.

#### Штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ).

При багаторівчаковому штампуванні на ГКМ найчастіше застосовують такі операції та відповідні їм переходи: набір, формування, прошивка, пробивання. Утворення і обрізання облою та відрізання кінця прутка відносяться до неосновних переходів.

При проектуванні переходів штампування на ГКМ слід враховувати, що форма, розміри заготовки, що отримані у будь-якому рівчаку штампу, повинні передбачати і забезпечувати розміщення та центрування заготовки у наступному рівчаку штампу, що передній упор машини використовується тільки при першому переході. Тому слід використати задній упор, оскільки його можна застосовувати на всіх переходах.

При визначенні кількості і розмірів набірних переходів необхідно керуватися правилами висадки.

Штапування на гідравлічних пресах застосовується при штапуванні великих поковок, малопластичних сплавів, різноманітних видах штапування видавлюванням, при глибокому прошиванні або протягуванні прошитих заготовок.

Для гідравлічних пресів характерне штапування у штампах з роз'ємними матрицями, завдяки чому можна отримати поковки досить складної форми. Гідравлічні преси також широко застосовують для штапування порожнистих поковок циліндричної форми типу втулок.

**3.12 Визначення розмірів вихідної заготовки.** Вибір виду та розмірів вихідної заготовки залежить від типу обладнання, групи, маси та розмірів поковки і може бути виконаний за методиками.

Розрахунок розмірів заготовки в загальному виді виконується в такій послідовності:

- визначається об'єм заготовки як сума об'ємів поковки, облою, плівки під прошивання, відходу на вигар, кліщовину;

- визначаються довжина і діаметр розрахункової заготовки з урахуванням прийнятих переходів штапування. В окремих випадках доцільне будівництво епюри діаметрів та перерізів;

- розрахунковий діаметр заготовки округлюється до найближчого значення сортаменту з відповідним корегуванням довжини;

- встановлюється коефіцієнт використання металу.

Після визначення розмірів вихідної заготовки визначається спосіб розділення прутка та вибір обладнання. За узгодженням з керівником курсового проекту може складатись карта розкрою згідно з діючими стандартами на технологічну документацію:

**3.13 Визначення температурного режиму деформації і вибір способу нагрівання заготовки.** Температурний інтервал штапування для наданого матеріалу заготовки встановлюється за рядом показників, що пов'язані зі зміною температури: пластичність, опір деформування, зміна розмірів зерна при нагріванні та різних степенях деформації, фазовий стан тощо.

Спосіб охолодження визначається в основному хімічним складом матеріалу, що обробляється, а також розмірами перерізу поковки.

При виборі способу нагрівання та типу нагрівального обладнання враховують: спосіб штампування, властивості матеріалу, тип виробництва, умови праці.

Нагрівання металу слід робити з максимально допустимою швидкістю, що зменшує ріст зерна, угар та глибину знеуглецьованого шару.

Визначається спосіб нагрівання: газополуменевий, електричний, індукційний, окислювальний, безокислювальний тощо.

Час нагрівання заготовки визначається за емпіричними залежностями, перевіреними практикою та табличними даними.

Продуктивність нагрівального пристрою має відповідати прийнятій продуктивності технологічного обладнання.

Виходячи з цього, підбирають тип, розмір та кількість нагрівальних пристроїв.

### ***3.14 Розрахунок зусиль і вибір штампувального обладнання.***

Розрахунок зусиль проводиться на підставі відомих залежностей, що перевірені практикою. При цьому необхідно вірно встановити температурні умови деформації та прийняти відповідні значення питомих зусиль, коефіцієнтів тертя та характеристик міцності.

Вибір типорозміру штампувального обладнання здійснюється насамперед за максимально необхідним зусиллям.

Маса падаючих частин штампувального молоту встановлюється за емпіричною залежністю або на підставі формул та номограм.

Зусилля КГШП визначається за формулами. При виборі пресу, щоб запобігти перевантаженню, навантажувальний графік зусиль деформацій має вписуватись у графік припустимих навантажень.

Зусилля штампування на ГKM визначається за формулами.

Після визначення потрібного зусилля штампування необхідний типорозмір обладнання встановлюється за каталогами та довідниками. Крім потрібного зусилля, при виборі обладнання слід враховувати:

- величина ходу рухомих частин пресу або молоту має відповідати вимогам технологічної операції;

- закрыта висота пресу має дати можливість встановлення та регулювання штампу;

- габарити столу та повзуна пресу мають забезпечувати встановлення штампів, подачу заготовок та видалення поковок і відходу.

Взагалі вибір штампувального обладнання та проектування штампового оснащення - питання взаємопов'язані. Конструкція штампа повинна узгоджуватися із конструктивними та технологічними можливостями обладнання.

Після вибору пресу або молоту у пояснювальній записці надається його технічна характеристика.

**3.15 Розрахунок зусиль та вибір обладнання для обрізання облою та прошивання отвору.** В залежності від розмірів поперечного перерізу та властивостей матеріалу поковки обрізання облою та прошивання плівки у отворах може виконуватись у гарячому або холодному стані. Потрібне технологічне зусилля визначається за формулами.

Обрізання облою та прошивання плівки здійснюється на кривошипних обрізних пресах, які обирають за аналогічними вимогами, що викладені у п.3.14.

**3.16 Конструювання і розрахунок штампів** бажано виконувати за вказаною нижче послідовністю, маючи на увазі, що більшість елементів штампів нормалізовано та стандартизовано.

Молотовий штамп:

- вирішити питання про доцільність застосування заготівельних, штампувальних або відрубних рівчаків;
- сконструювати та розрахувати рівчак, що вибрані, накресливши їх на аркушах пояснювальної записки;
- вибрати тип та розміри облойної канавки, виїмку під кліщовину та литнікову канавку (якщо вони потрібні);
- розглянути питання про необхідність врівноваження зусиль зсуву;
- визначити товщину дна та стінок між рівчакми штампу;
- провести компонування рівчаків на дзеркалі штампу, визначити оптимальні габарити штампу із врахуванням технічної характеристики молоту та їхнього відновлення при ремонтах;
- уточнити габаритні розміри штампів, виходячи з умов змінання опорних поверхонь;
- вибрати розміри заготовок під штампи;
- оформити креслення молотового штампу.

Штампи для КГШП.

Загальні принципи конструювання рівчаків штампів для КГШП мало чим відрізняються від молотових. Однак тут використовуються

штампи складної конструкції (нормалізовані блоки, рівчаків вставки, виштовхувачі тощо). Ця обставина вносить ряд особливостей у конструювання штампів:

- на підставі прийнятих переходів штампування вибрати нормалізовані рівчаків вставки (не більше трьох пар);
- вибрати конструкцію та габаритні розміри блока штампу;
- детально проробити конструкцію кожної рівчаків вставки, враховуючи можливе застосування виштовхувачів, пружинних компенсаторів тощо; обґрунтувати вибір матеріалу вставок;
- оформити складальне креслення рівчаків вставок штампу.

Штампи для ГKM розробляються також на підставі прийнятих переходів штампування:

- встановлюється кількість та види рівчаків штампу;
- розробляється конструкція вставок матриць та пуансонів кожного переходу з урахуванням розміщення та центрування заготовки за переходами, а також габаритів блоків матриць та пуансонів вибраної ГKM;
- оформлюється складальне креслення штампу.

Обрізний штамп:

- вибрати спосіб обрізання (гарячий або холодний) і тип штампу;
- розробити конструкцію матриці та пуансону, звернувши особливу увагу на взаємодію пуансону з поковкою та матрицею при обрізанні облою та прошиванні півки;
- вибрати спосіб закріплення матриць та пуансонів;
- розробити спосіб віддалення облою, півки та поковки зі штампу;
- оформити складальне креслення штампу.

Штамп для виправлення та калібрування розробляються при наявності цих операцій у технологічному процесі штампування.

**3.17 Організація робочого місця штампувальника** надається у вигляді планування обладнання на ділянці штампування. В ПЗ наводиться опис планування, засоби механізації та автоматизації, що використовуються, послідовність дій робітника при виконанні технологічного процесу.

**3.18 Методи контролю та управління якістю** повинні забезпечити безумовне виконання усіх вимог, що ставляться до поковки, а також своєчасне виявлення та усунення будь-яких

відхилень від розробленого технологічного процесу. Перелічуються методи та дії, що передбачаються з цією метою.

**3.19 Техніка безпеки, охорона праці та навколишнього середовища.** Визначаються умови, що забезпечують безпечну роботу на технологічному обладнанні, а також надаються рекомендації щодо створення відповідних санітарно-гігієнічних умов.

**3.20 Розрахунок трудосможності** проводиться за методикою шляхом визначення штучного часу виробництва поковки відповідно до розробленого технологічного процесу. Якщо технологічний процес виконується на штампувальній лінії, до складу якої входить різне обладнання (наприклад, нагрівальне, штампувальне, обрізне), то штучний час визначається для кожного обладнання, що надалі дозволить встановити заробітну платню робочих.

**3.21 Стандартизація та уніфікація.** Визначається міра використання стандартних та уніфікованих вузлів штампів, які розробляються. Вказуються стандарти та нормалі, що використані при кресленні штампів та складанні технологічної документації.

**3.22 Перелік посилань** містить у алфавітному порядку всю використану навчальну, довідкову, методичну, нормативну та іншу літературу.

**3.23 Додатки** оформлюються як продовження ПЗ на наступних сторінках. Обов'язковими є специфікації до креслень, а також один із технологічних документів за узгодженням з керівником курсового проєкту (карта розкрою, операційна карта штампування тощо). Можуть бути наведені інші додатки (роздрук розрахунків на ЕОМ тощо).

## **4 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ**

Крім вимог, що надані у цих методичних вказівках, слід мати на увазі вимоги відповідних стандартів Єдиної системи конструкторської документації та Єдиної системи технологічної документації.

## 5 ГРАФІК ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Виконання курсового проєкту умовно може бути поділене на такі етапи (у дужках вказана приблизна трудоемність кожного етапу):

- обґрунтування методу штампування та розробка креслення поковки (10%);

- розрахунок переходів штампування, креслення технологічного листа (10%);

- конструювання формуючого штампу та вибір обладнання, креслення різального та формуючого інструменту (30%);

- конструювання обрізного та прошивного штампу, відповідні креслення (15%);

- остаточне оформлення пояснювальної записки та креслень (30%);

- захист курсового проєкту (5%).

Перед початком виконання курсового проєкту студент узгоджує з викладачем календарний план (індивідуальний графік) виконання етапів роботи, який відображається у завданні на курсовий проєкт.

## 6 ЗАХИСТ ТА ОЦІНКА КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Студент допускається до захисту, якщо він повністю виконав етапи проєкту у передбачений термін та підписав у керівника пояснювальну записку та креслення.

Захист курсових проєктів проводиться згідно із затвердженим завідувачем кафедри графіком захисту на засіданнях комісії, яка складається з 2-3 викладачів.

Студенту для доповіді надається 5-7 хвилин, протягом яких він повідомляє про тему проєкту, технічне завдання, шляхи його виконання та отримані результати.

При оцінюванні курсового проєкту комісія приймає до уваги:

- оригінальність і повноту запропонованого технологічного процесу та конструкторського опрацювання;
- використання сучасних досліджень та виробничого досвіду;
- якість оформлення пояснювальної записки та графічної частини, їх відповідність діючим стандартам;
- вміння працювати з навчальною, довідковою, методичною літературою;
- ритмічність роботи та своєчасність представлення до захисту;
- грамотність, стислість та точність доповіді та відповідей на запитання.

Комісія може дати рекомендації щодо висування оригінальних робіт на конкурс або публікації статті по даній розробці.

## 7 ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Надається частковий перелік літератури, що рекомендується при виконанні курсової проєкту, але слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані, не обмежуються тільки цим переліком.

1. Гаряче об'ємне штампування: навчальний посібник / І.С. Алієв, Я.Г. Жбанков. Краматорськ : ДДМА, 2013. 244 с.
2. Forging, Stamping and General Smithing... / B. Saunders. E. & F.N. Spon, limited, 2012. 512 p.
3. ASM Handbook, Volume 4A: Steel Heat Treating Fundamentals and Processes / Editor: Jon Dossett and George E. Totten. ASM International, 2013. 784 p.
4. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Гаряче об'ємне штампування / Ж.П. Дусанюк, І.О. Сивак, С.В. Дусанюк, С.В. Репінський. Вінниця : ВНТУ, 2006. 106 с.
5. ASM Handbook Volume 14A: Metalworking: Bulk Forming. Editor: S.L. Semiatin. ASM International, 2005. 888 p.

## ДОДАТОК А

## Варіанти завдань для курсового проєктування

1	ШЕСТЕРНЯ	Варіант	I	II	III
		L	105	110	125
		L <sub>1</sub>	40	52	65
		L <sub>2</sub>	24	36	48
		d	26	24	30
		d <sub>1</sub>	52	60	65
		d <sub>2</sub>	32	38	45
		R	2	2	2
		Сталь	15ХГНТ	15ХГ	20ХГ
		N <sub>г</sub> , шт	200тис.	150тис.	100тис.

2	ШЕСТЕРНЯ ЗАДНЬОГО МОСТА	Варіант	I	II	III
		L	290	320	330
		L <sub>1</sub>	60	63	65
		L <sub>2</sub>	140	150	160
		d <sub>1</sub>	142	150	160
		d <sub>2</sub>	80	85	90
		d <sub>3</sub>	63	65	70
		d <sub>4</sub>	60	63	65
		Сталь	15ХГНТА	15НМ	15ХГ
		N <sub>г</sub> , шт	200тис.	150тис.	100тис.

3	ВАЛ ВТОРИННИЙ РОЗДАТОЧНОЇ КОРОБКИ	Варіант	I	II	III
		$d_1$	143	150	160
		$d_2$	103	110	120
		$d_3$	90	95	100
		$d_4$	30	32	34
		$d_5$	46	48	50
		$h_1$	45	48	50
		$h_2$	20	30	32
		$h_3$	56	60	65
		$L$	240	250	260
		Сталь	15ХГНТА	15ХФ	20ХФА
$N_r$ , ШТ	100тис.	70тис.	10тис.		

4	ШЕСТЕРНЯ ЗАДНЬОГО МОСТА ЦИЛІНДРИЧНА	Варіант	I	II	III
		$d$	70	65	55
		$d_1$	110	105	100
		$d_2$	75	70	65
		$L_1$	52	48	42
		$L_2$	100	90	80
		$L$	260	250	240
		Сталь	15ХГНТА	15ХФ	20ХФА
$N_r$ , ШТ	100 тис.	70 тис.	10 тис.		

5	ВТУЛКА	Варіант	I	II	III
		d	34	36	38
		d <sub>1</sub>	75	80	85
		d <sub>2</sub>	42	45	118
		d <sub>3</sub>	70	75	80
		d <sub>4</sub>	110	120	125
		L	20	21	22
		L <sub>1</sub>	18	19	20
		L <sub>2</sub>	100	110	120
		Сталь	Сталь 45	40Г	50Г
		N <sub>г</sub> , ШТ	200тис.	150тис.	100тис.

6	ВТУЛКА	Варіант	I	II	III
		d <sub>1</sub>	82	85	90
		d <sub>2</sub>	50	55	60
		h	48	50	52
		Сталь	12ХНЗА	12ХН2	13ХНЗА
		N <sub>г</sub> , ШТ	200 тис.	150 тис.	100 тис.

7	МАГНІТОПРОВІД ОБМОТКИ	Варіант	I	II	III
		$d_1$	130	140	150
		$d_2$	100	110	120
		$d_3$	130	140	150
		$d_4$	170	180	190
		$d_5$	200	210	220
		$h_1$	30	40	50
		$h_2$	5	5,5	6
		$H$	75	90	95
Сталь	Сталь 20	Сталь 30	15Г		
$N_r$ , шт	200тис.	150тис.	100тис.		

8	ВИЛКА КАРДАНА	Варіант	I	II	III
		$S$	20	22	24
		$S_1$	26	28	30
		$S_2$	52	55	60
		$L_1$	72	77	84
		$L_2$	78	84	90
		$d_1$	24	26	28
		$d_2$	20	22	24
		$R$	12	13	14
Сталь	Сталь 35	40Г	50Г		
$N_r$ , шт	200тис.	150тис.	100тис.		

9	ШЕСТИРНЯ ЗАДНЬОГО МОСТА ВЕДЕНА	Варіант	I	II	III
		$d_1$	220	200	190
		$d_2$	63	60	55
		$d_3$	95	90	85
		$d_4$	160	150	140
		$d_5$	190	180	170
		$h_1$	65	63	60
		$h_2$	45	42	40
		$a$	5	7	8
		Сталь	15ХГНТА	5ХНС	40Х
		$N_r$ , ШТ	500 тис.	40 тис.	200 тис.

10	ПРОБКА КУЛЬОВОГО ПАЛЬЦЯ РЕАКТИВНОЇ ШТАНГИ	Варіант	I	II	III
		$d$	25	32	40
		$d_1$	48	50	52
		$d_2$	75	80	85
		$d_3$	65	70	75
		$d_4$	36	42	50
		$h_1$	18	19	20
		$h_2$	13	14	15
		$H$	22	34	25
		Сталь	Сталь 40	40Г	50Г
		$N_r$ , ШТ	200 тис.	175 тис.	100 тис.

11	ВТУЛКА ЗАДНЬОГО КОЛЕСА	Варіант	I	II	III
		$d_1$	100	110	120
		$d_2$	55	60	65
		$d_3$	30	32	35
		$d_4$	40	42	45
		H	80	85	90
		$h_1$	70	80	85
		$h_2$	10	11	12
		$h_3$	4	4,2	4,5
		Сталь	40ХНМА	40ХФА	50ХФА
		$N_r$ , шт	200 тис.	175 тис.	150 тис.

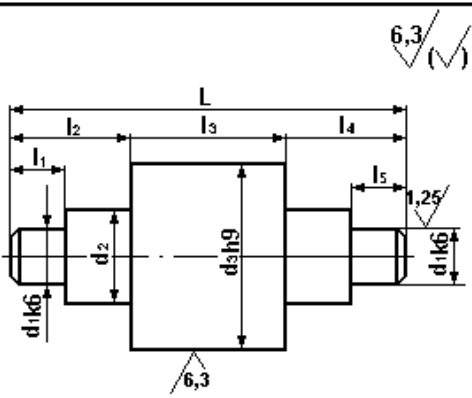
12	ПАЛЕЦ КУЛЬОВОЇ РЕАКТИВНОЇ ШТАНГИ	Варіант	I	II	III
		$d_1$	42	45	48
		$d_2$	50	52	55
		$d_3$	38	40	42
		$d_4$	63	65	70
		$L_1$	122	130	135
		$L_2$	60	63	65
		$L_3$	22	24	25
		L	170	180	190
		Сталь	20ХН	35ХН	30ХМ
		$N_r$ , шт	200 тис.	150 тис.	100 тис.

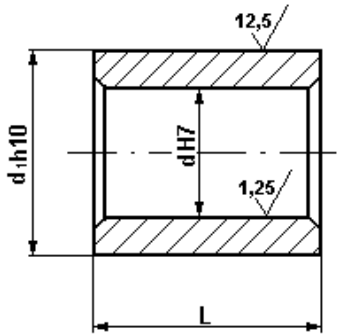
13	ВАЖІЛЬ ВКЛЮЧЕННЯ РОЗДАВАЛЬНОЇ КОРОБКИ	Варіант	I	II	III
		L	100	110	125
		S	22	24	26
		S <sub>1</sub>	11,5	12	13
		S <sub>2</sub>	10	10,5	11
		S <sub>3</sub>	12	13	14
		d	25	28	30
		d <sub>1</sub>	25	26	28
		d <sub>2</sub>	50	52	55
		d <sub>3</sub>	15	16	18
		Сталь	Сталь 45	15Г	20Г
		N <sub>г</sub> , шт	200тис.	150 тис.	100 тис.

14	ШЕСТИРНЯ	Варіант	I	II	III
		m/z			
		h <sub>1</sub>	55	50	45
		h <sub>2</sub>	48	45	40
		h <sub>3</sub>	10	10	10
		H	95	90	85
		d <sub>1</sub>	90	85	80
		d <sub>2</sub>	63	60	55
		d <sub>3</sub>	90	85	80
		d <sub>4</sub>	150	140	130
		d <sub>5</sub>	200	190	180
		Сталь	15ХГНТА	13ХНЗА	12ХМ
		N <sub>г</sub> , шт	100тис.	75тис.	50тис.

15	НАКОНЕЧНИК РЕАКТИВНОЇ ШТАНГИ	Варіант	I	II	III
		$h_1$	55	60	63
		$h_2$	30	32	35
		$h_3$	12	14	15
		$h_4$	3	5	5
		$L$	85	90	95
		$d_1$	75	80	85
		$d_2$	45	48	50
		$d_3$	100	105	110
		$d_4$	32	36	38
		Сталь	Сталь 30	15Х	20Х
$N_r$ , ШТ	150тис.	100тис.	75тис.		

16	БЛОК ШЕСТЕРЕН	Варіант	I	II	III
		$L$	125	130	146
		$R$	2...4	2...4	2...4
		$l_1$	19	20	21
		$l_2$	16	18	20
		$l_3$	16	18	20
		$l_4$	75	80	85
		$l_5$	85	90	85
		$d = d_1$	30	32	34
		$d_2$	32	34	36
		$d_3$	64	70	75
$d_4$	40	42	50		
Сталь	30ХГТ	25ХГС	38ХМЮ		
$N_r$ , ШТ	50 тис.	75 тис.	100 тис.		

17	РОТОР ТУРБОГЕНЕРАТОРА	Варіант	I	II	III
		I <sub>1</sub>	280	300	320
		I <sub>2</sub>	570	600	635
		I <sub>3</sub>	560	600	630
		I <sub>4</sub>	570	600	635
		I <sub>5</sub>	280	300	320
		L	1700	1800	1900
		d <sub>1</sub>	130	140	150
		d <sub>2</sub>	180	190	200
		d <sub>3</sub>	280	300	320
		Сталь	15ХФ	20ХФ	12ХМ
		N <sub>г</sub> , ШТ	5тис.	7тис.	10тис.

18	ШЕСТИРНЯ	Варіант	I	II	III
		d	1060	1000	950
		d <sub>1</sub>	1500	1400	1320
		L	1700	1600	1500
Сталь	15Х	20Х	15ХФ		
N <sub>г</sub> , ШТ	15	10	7		

19	ТУРБИНИЙ ДИСК	Варіант	I	II	III
<p>Technical drawing of a turbine disk showing a cross-section with dimensions: <math>d_1</math> (outer diameter), <math>d_2</math> (inner diameter), <math>d_3</math> (threaded diameter), <math>h_1</math> (height of the inner part), <math>h_2</math> (total height), and a surface finish of <math>6.3/\sqrt{(\sqrt{)}}</math>. The drawing also shows a chamfered edge with a radius of <math>12.5</math> and a thread specification of <math>d_3 H8</math>.</p>		$d_1$	300	250	225
		$d_2$	150	130	110
		$d_3$	80	60	55
		$h_1$	90	70	60
		$h_2$	170	150	140
Сталь	35ХН	38ХА	40Х		
$N_r$ , шт	15	10	5		