

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

**НТУУ
"КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ"**



**МЕХАНІКО-
МАШИНОБУДІВНИЙ
ІНСТИТУТ**



**КАФЕДРА
ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНО-
БУДУВАННЯ**



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З
ДИСЦИПЛІНИ "ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО
ЗАГОТОВОК"**

Для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка».

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА КРЕСЛЕННЯ
ЛИТОЇ ЗАГОТОВКИ**

**ЧАСТИНА І
(ДОВІДКОВИЙ МАТЕРІАЛ)**



**НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
2017**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО "
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З
ДИСЦИПЛІНИ "ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО
ЗАГОТОВОК"**

Для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка».

**РОЗРОБКА КРЕСЛЕННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ
ЛИТОЇ ЗАГОТОВКИ**

**ЧАСТИНА І
(ДОВІДКОВИЙ МАТЕРІАЛ)**

Затверджено методичною радою ММІ НТУУ „КПІ”

**НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
2017**

Методичні вказівки до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка». Розробка креслення та технології виготовлення литої заготовки. (Частина I, довідковий матеріал). Укладачі: Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М. к.т.н., доц. / НТУУ «КПІ», 2017. - 70ст. Затверджено Методичною радою НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». [Електронний ресурс].

*Гриф надано Методичною радою ММІ НТУУ «КПІ»
(Протокол №1 від 28.08.2017 р.)*

Навчальне видання

Методичні вказівки

до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни "Проектування та виробництво заготовок" для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка».

Розробка креслення та технології виготовлення литої заготовки

Укладачі: Добрянський Станіслав Спиридонович

канд. техн. наук, доцент

Малафєєв Юрій Михайлович,

канд. техн. наук, доцент

Відповідальний редактор: Ю.В.Петраков, д-р техн. наук, професор

Рецензенти: В.П. Котляров, д-р техн. наук, професор

В.А. Ковальов, канд. техн. наук, доцент

*За редакцією викладачів
Надруковано з оригінал-макета замовника*

Перед машинобудуванням України стоять завдання підвищення якості продукції та продуктивності праці при її виготовленні, зменшення витрат металу та енергії на кожний виріб, зниження його собівартості.

Великі резерви для виконання цих завдань приховані в удосконаленні методів та способів виготовлення литих, кованих, штампованих та інших заготовок, у дальшому наближенні форми заготовки до форми деталі.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОБОТИ

Розробку креслення і технології виготовлення литої заготовки студенти виконують самостійно або на практичних заняттях паралельно з слуханням курсу лекцій. Така робота - це вирішення комплексної задачі - складання креслення вилівка та розробка схеми технологічного процесу його виготовлення.

Мета роботи:

закріпити та поглибити теоретичні знання, набути при вивченні лекційного матеріалу; прищепити навички використання теоретичних знань для вирішення практичних виробничих задач;

набути навички самостійного вирішення інженерних задач при виборі оптимального технологічного процесу, визначенні вартості заготовки, розробці схеми технології, виборі необхідного обладнання та оснащення, складанні креслення вилівка;

прищепити студентів навички роботи з довідниками, стандартами, у тому числі з Єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД), Єдиною системою технологічної документації (ЄСТД), та Єдиною системою технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), а також з спеціальною і періодичною технічною літературою;

підготувати студента до виконання окремих розділів бакалаврської випускної роботи, курсового проекту з технології машинобудування і магістерської випускної роботи;

надати студентові можливість виявити свої творчі здібності в конструкторській, технологічній і науково-дослідній роботі.

Основні завдання роботи :

на базі вихідних даних призначити найбільш підходящий метод і спосіб одержання заготовки;

визначити групу серійності і складності вилівка;

економічно обґрунтувати правильність вибору заготовки за укрупненими показниками;

розробити схему технологічного процесу;

підібрати обладнання і ливарне оснащення;

розробити ескіз форми і умови формування;

розробити креслення вилівка і технічні умови до його виготовлення; контроль якості вилівка.

Розрахунково-графічна робота або її частина можуть бути науково-дослідною роботою, яка виконується за госпдоговірною або держбюджетною тематикою кафедри, бути частиною комплексної роботи, яку виконує студентське навчально-науково-виробниче об'єднання (СННВО) і т.п. У цьому випадку обсяг та зміст роботи додатково узгоджуються з викладачем.

2. ТЕМАТИКА ТА ОБСЯГ

Тема першої частини розрахунково-графічної роботи (або першої контрольної роботи для студентів заочної форми навчання) - розробка технології виготовлення та креслення литої заготовки... (найменування та шифр деталі).

Завдання на РГР оформляється на бланку для таких робіт і включає: креслення деталі, матеріал, масу і технічні умови (ТУ) на її виготовлення; річну програму випуску в штуках, групу серійності або тип виробництва; рекомендовані методичні вказівки, літературу, довідники, стандарти, преїскуранти, каталоги і т.п.; конкретний зміст пояснювальної записки та графічної частини; етапи та строки виконання роботи та її захисту.

За завданням на першу частину РГР (першу контрольну роботу для студентів - заочників) студент розробляє питання, які указані в розділі I цих вказівок.

Перша частина РГР включає пояснювальну записку обсягом 15-23 сторінок, креслення деталі, ескізи ливарної форми, ливникової системи і креслення заготовки. Конкретний зміст графічної документації визначається керівником і вказується в завданні.

Склад пояснювальної записки:

зміст;

вступ, у якому необхідно коротко охарактеризувати конкретні завдання, які стоять перед машинобудуванням і ливарним виробництвом;

опис призначення та характерних особливостей об'єкта виробництва (виготовлюваної деталі), хімічного складу і фізико-механічних властивостей матеріалу;

обґрунтування методу та способу виготовлення заготовки, визначення групи серійності і складності вилівка;

визначення вартості одержання заготовки та економічне обґрунтування прийнятого способу її виготовлення у порівнянні з іншими способами (при цьому відносні вартість механічної обробки визначається за узгодженням з керівником роботи);

розробка схеми технологічного процесу з складанням ескізу ливарної форми та ливникової системи;

підбір обладнання та оснащення;

розробка креслення вилівка та ТУ на його виготовлення і контроль;
контроль якості вилівка з зазначенням застосованих методів і засобів контролю;
охорона праці при виготовленні вилівоків;
висновки, в яких необхідно підбити підсумки по виконаній роботі і одержаних результатах;
список використаної літератури.

3. ОФОРМЛЕННЯ ТА ЗАХИСТ

Графічна документація роботи повинна відповідати вимогам ЄСКД, її необхідно виконувати за допомогою комп'ютерів на аркушах формату А2 розміром 420X594 мм або на аркушах інших форматів переважно в масштабі 1:1.

Основні написи виконують за ГОСТ 2.104-68.

Пояснювальна записка повинна бути надрукована (шрифт „Times New Roman Суг“, 12пт., міжрядковий інтервал - множник 1,5) на аркушах формату А4 з одного боку. Поля обмежені рамкою: зліва-35, справа-10, знизу і зверху - по 20 мм.

Усі формули повинні бути вписані стандартним шрифтом. Усі символи необхідно розшифрувати і указати джерела, звідки узяті ці залежності або числові значення параметрів.

Посилання на використані джерела є обов'язковими і в них повинні бути указані порядковий номер джерела в списку літератури, сторінка і номер таблиці. Наприклад: ([3], с. 12, табл.4).

Пояснювальна записка повинна включати матеріали, указані в розділі 2, формули і необхідні розрахунки, допоміжні графічні матеріали до розрахунків і пояснень, ескізи ливарної форми і ливникової системи (ЛС), а також стержнів (при необхідності), креслення деталі і заготовки.

Технічні характеристики вибраного обладнання повинні бути оформлені у вигляді таблиць, у яких указують параметр, його розмірність і числове значення .

У списку літератури наводять: прізвище автора(ів), його (їх) ініціали, назву книжки, місце видання, видавництво, рік видання і кількість сторінок.

Виконана в повному обсязі перша частина РГР (перша контрольна робота для студентів-заочників) підписується студентом та керівником і комплектується у вигляді пояснювальної записки.

Послідовність комплектування пояснювальної записки (формат А4):

1. Титульний аркуш, оформлений згідно з дод. І.
2. Завдання на РГР.
3. Зміст.
4. Вступ.
5. Призначення та особливості об'єкта виробництва.
6. Вибір та обґрунтування способу виготовлення заготовки.
7. Економічне обґрунтування способу вибору заготовки.
8. Розробка схеми технологічного процесу виготовлення заготовки.
9. Вибір обладнання та оснащення.
10. Розробка креслення виливка і технічних умов на його виготовлення та контроль
11. Контроль якості виливка.
12. Охорона праці.
13. Висновок.
14. Список літератури.
15. Додатки (креслення деталі; креслення виливка, ескіз форми з ливниковою системою).

Повністю оформлену першу частину РГР у вигляді пояснювальної записки з додатками студент вкладає в папку (на ній послідовно вказують: Міністерство освіти і науки України; Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського"; механіко-машинобудівний інститут, кафедра технології машинобудування; РГР з дисципліни "Проектування та виробництво заготовок").

Частина 1. Розробка технології виготовлення та креслення литої заготовки

Виконав (дата) студент гр ... (підпис), (Прізвище та ініціали); Прийняв (дата) з оцінкою (підпис), (Прізвище та ініціали), Київ -.....р.

Студент захищає першу частину РГР перед викладачем не пізніше 31 березня в присутності інших студентів. Захист складається з короткої доповіді студента (3-3 хв.), у якій він викладає завдання, технічні рішення роботи і їх обґрунтування, а потім відповідає на запитання.

Перша частина РГР оцінюється за рейтинговою системою оцінювання успішності студентів, а контрольна робота студентів-заочників оцінюється за системою "зараховано" - "не зараховано".

Студенти, які не здали РГР, до складання диференційованого заліку з дисципліни "Проектування та виробництво заготовок" не допускаються.

4. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ПЕРШОЇ ЧАСТИНИ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

4.1. Призначення і особливості об'єкта виробництва

Виходячи з креслення деталі і ТУ на її виготовлення описують об'єкт виробництва, його призначення (на розсуд студента) і технічні особливості. Особливу увагу звертають на конфігурацію і точність

поверхонь деталей, можливість максимального наближення форми заготовки до форми деталі при різних методах і способах виготовлення заготовки. Використовуючи стандарти на матеріали /11/ та дод. 2, визначають хімічний склад і фізико-механічні властивості матеріалу деталі і складають відповідну таблицю. Далі обґрунтовуються необхідність, можливість та доцільність заміни матеріалу деталі на інший, більше придатний за фізико-механічними, технологічними і іншими властивостями ([1], с. 21-61, 11).

4.2 Вибір та обґрунтування способу виготовлення заготовки

У машинобудуванні для одержання заготовок найбільш широко застосовують лиття, обробку металів тиском і зварювання, а також комбінації цих методів. Однак кожен з методів має велику кількість способів одержання заготовок. Так, наприклад, виливки можна виготовляти у піщано-глинистих, оболонкових формах, кокілях, під тиском, відцентровим литтям, за моделями, які виплавляються, тощо.

Найчастіше при виборі методу необхідно в першу чергу враховувати матеріал деталі і її призначення. Наприклад, якщо на кресленні деталі вказаний чавун або марка сталі з буквою "Л", то заготовку для деталі слід одержувати литтям, тому що чавуни не обробляються тиском через низькі пластичні властивості, а буква "Л" указує на те, що сталь має підвищену рідкотекучість і занижені пластичні властивості.

Вибір способу одержання заготовки завжди є складним завданням і залежить від типу виробництва, матеріалу і вимог, які ставляться перед якістю деталі, розміру, маси і конфігурації деталі, якості поверхонь заготовки і забезпечення необхідної точності; можливостей наявного обладнання.

Найбільш важливим критерієм правильності вибору способу одержання заготовки є мінімальна собівартість готової деталі, яка складається з вартості матеріалу, витрат на виготовлення заготовки і її механічну обробку.

Для цього виконують техніко-економічний порівняльний аналіз вибору заготовки ([1], с 6-14, [2], с 141-154; [3], с. 114-134; [4], с. 8-17; [9], ГОСТ 20645-83; див. дод. 2.13, табл. 1.1-1.5).

При виборі способу виготовлення виливків і виконанні техніко - економічного аналізу одержання заготовки литтям необхідно визначити групи серійності і складності виливків (дод 3).

4.3. Економічне обґрунтування вибору заготовки

Для правильного вибору способу виготовлення заготовки необхідно визначити собівартість готової деталі з урахуванням механічної обробки заготовки. Якщо технологічний процес механічної обробки не змінюється при заміні способу виготовлення заготовки, то менша собівартість заготовки визначає більш вигідний спосіб її одержання. Проте на практиці часто заміна способу виготовлення заготовки обумовлює зміну трудомісткості її механічної обробки.

У зв'язку і тим, що студенти самостійно ще не можуть пронормувати трудомісткість механічної обробки заготовки, то у кожному конкретному випадку питання вирішується спільно з викладачем.

На початковому етапі виконання роботи собівартість виготовлення виливка можна визначити за прейскурантом № 25-1 [8] або за ([1], табл. 2.7, 2.10, 2.20).

На наступних етапах виконання роботи собівартість виготовлення виливка різними способами визначають за методикою, викладеною у ([1],

с. 14-21; [6; 7], с. 45-56) або за дод. 4. Результати розрахунків приводять у пояснювальній записці.

4. 4. Розробка схеми технологічного процесу виготовлення виливка

Найчастіше схема технологічного процесу виготовлення виливка розробляється у такому порядку [12]:

- аналіз конструкції і технологічності деталі та вибір раціонального способу лиття з двох-трьох найбільш ефективних (див. підрозділ 4.2, 4.3);
- визначення положення виливка (форми) в момент заливання рідкого металу і визначення кількості одночасно одержуваних заготовок;
- установлення поверхні рознімання моделі (форми) та положення моделі при виготовленні форми;
- установлення виду формування, конструкції та розміщення стержнів у формі;
- підбір формувальних і стержньових сумішей, інших матеріалів;
- підбір типу та відповідні розрахунки елементів ЛС, випорів, додатків, холодильників (у міру необхідності);
- визначення умов заливання розплаву і охолодження виливка в формі;
- визначення габаритних розмірів форм або опок;
- призначення способів контролю форми і стержнів, розробка (при необхідності) засобів для контролю і складання форм;
- розробка технічних вимог на виливок;
- визначення затрат часу на виготовлення виливка і (при необхідності) уточнене техніко-економічне обґрунтування вибраного способу;
- розробка креслення виливка, а також (при необхідності) креслень оснастки, пристроїв, ескіза форми.

Аналіз призначення, конструкції та технологічності деталі виконується за кресленням деталі (див. підрозділ 4.2), технічними умовами

на її виготовлений і експлуатацію. Одночасно, виходячи з практики виробництва та літературних даних, намічаються доцільні способи виготовлення виливка. Остаточо раціональний спосіб виготовлення виливка приймається після порівняльного техніко-економічного аналізу конкуруючих способів (див. підрозділ 4.3).

Положення ливарної форми при заливанні розплаву і твердненні повинно сприяти доброму заповненню форми та направленому твердненню виливка, що забезпечує одержання заготовок без усадочної пористості та раковин..

У процесі заливання і тверднення в піщаних формах найбільш відповідальні оброблювані поверхні виливка повинні знаходитися внизу, а при відсутності такої можливості - у вертикальному або похилому положенні. При обробці заготовки з різних боків, у нижній частині форми повинна розміщуватися. Найбільша за розмірами та найбільш чиста поверхня.

Рекомендоване положення тонких стінок виливка нижнє, вертикальне або похиле.

Виливки циліндричної форми типу втулок повинні заливатися а піщані або в металеві стаціонарні форми у вертикальному положенні.

Видовжені заготовки бажано заливати в похилому положенні. Внутрішні стержні при заливі повинні займати найбільш стійке положення, і піднімальна сила, яка діє на стержні, повинна бути направлена до знаків, а не під кутом до них. Вибране положення виливка і стержнів повинно забезпечувати можливість перевірки товщини стінок тіла при складанні форми.

Поверхню рознімання форми визначають, виходячи з конструкції виливка, технічних вимог до нього та конкретних практичних можливостей. При цьому виходять з таких положень:

поверхня рознімання форми повинна займати горизонтальне положення при заливці форми, інакше складену піщану форму необхідно кантувати;

кількість поверхонь рознімання форми повинна бути найменшою (бажано одна), щоб не знизити точність вилівка через можливі зміщення в площині рознімання та зменшити трудомісткість виготовлення форми;

форма повинна мати мінімальну кількість стержнів, найбільш прийнятне таке рознімання, коли відсутні стержні;

вибране рознімання моделі (форми) повинно забезпечувати зручність при виготовленні форми, її складанні, надійність установа стержнів, зручність при контролі розмірів форми, вільне виймання моделі з форми або вилівка з металевої форми;

поверхня рознімання повинна бути плоскою, тому що інакше ускладнюється виготовлення оснащення і форми;

основну частину вилівка або весь вилівок необхідно розміщувати в одній порожнині форми, щоб попередити одержання браку через перекося, а також полегшити суміщення з другою півформою;

модель повинна мати мінімальну кількість від'ємних частин (краще не мати), щоб зменшити неточність розмірів вилівка;

небажаним є пересікання поверхнею рознімання форми тих частин вилівка, взаємне зміщення яких обмежується вимогами приймання даних деталей (наприклад, баз під механічну обробку);

рознімання і положенню піщаних форм при складанні повинні бути такими, щоб не було підвісних стержнів, а стержні устанавлювались у нижній частині форми;

поверхні вилівка, які використовуються як бази при механічній обробці, повинні (по можливості) розміщуватись в одній частині форми, не мати слідів від площини рознімання, уклонів, зміщень та інших дефектів.

З поверхнею рознімання повинні бути узгоджені припуски на механічну обробку, розміщення та розміри уклонів і радіусів переходу, місця розміщення ливників, додатків і литого маркування

На якість виливків суттєво впливають ливникова системо (ЛС), випори, додатки, холодильники. Під ЛС розуміють сукупність каналів і резервуарів, по яких рідкий метал (розплав) надходить з ковша в порожнину ливарної форми.

Конструкції ЛС та методики їх розрахунку наведені в ([9], с. 116-144; [11], с. 36-43) та дод. 5.

При призначенні формувальних матеріалів 1 сумішей керуються рекомендаціями ([9], с. 38-86), стандартами (див. дод. 2) та іншими першоджерелами.

При розробці умов заливання розплаву в форму і охолодження установлюється об'єм порції металу на одну форму, інтервал температури заливання ([9], с. 262, 309-318, 324, 329), довготривалість заливу, час тверднення і т. д.

Витрати часу на виготовлення виливка визначають за методиками, наведеними в довідковій і нормативній літературі ([5], с. 91-105).

Необхідно призначити спосіб відрізки ливників, випорів та додатків і метод очищення виливка ([1], с. 61-114; [3], с. 116-134, [9], с. 5-11, 86-187) та дод. 2 і 6.

4.5. Вибір обладнання та ливарного оснащення

Технічне обладнання ливарного виробництва ділиться на дев'ять основних груп. Обладнання, яке входить у перші чотири групи, відноситься до виготовлення литва в разових піщаних формах, яке входить у п'ять наступних груп - до спеціальних способів лиття.

ГРУПА	Призначення
1	Приготування формувальних матеріалів
2	Виготовлення форм і стержнів
3	Вибивання ливарних форм і стержнів
4	Знищення виливків
5	Лиття в оболонкові форми
6	Лиття за моделями, що виплавляються
7	Лиття під тиском
8	Кокільне лиття
9	Відцентрове лиття

При вивченні і експлуатації ливарних машин спеціалістові доводиться зустрічатися з їх великою різноманітністю. Для спрощення позначень та їх моделей прийнята п'ятизначна система позначень, у якій перша цифра визначає технологічну групу, друга - технологічний тип, третя - конструктивний тип і дві останні цифри показують типорозмір обладнання.

Терміни та основні визначення для ливарних машин наведені в ГОСТ 8111-72.

До спеціального обладнання, яке застосовується в ливарних цехах, належить дробильно-розмельне, електротермічне, транспортне, вентиляційне, компресорне, яке за своїм призначенням не є ливарним технологічним, але пристосоване до вимог ливарного виробництва.

Для виготовлення виливків застосовують велику кількість різних пристроїв, які називають ливарною оснасткою. Найбільш важлива частина оснастки, що включає усі пристрої, які необхідні для одержання в формі відбитка моделі виливка, називається модельним комплектом. Він складається моделей виливка і елементів ЛС, стержневих ящиків,

модельних плит для установки і кріплення моделей вилівка і ЛС, сушильних плит, пристроїв для доводки і контролю форм та стержнів.

При формуванні крім модельного комплекту використовують опоки та різні пристрої - наповнювальні рамки, плити, штирі, скоби, шаблони і т.д. Тому поряд з поняттям "модельний комплект" існує поняття "формувальний комплект", тобто повний комплект оснастки, необхідної для одержання разової форми.

Терміни та визначення на технологічну оснастку ливарного виробництва наведені в ГОСТ 17819-84.

На основне ливарне обладнання і оснастку розроблені стандарти (див. дод. 2). У РГР (контрольній) необхідно підібрати тільки основне ливарне обладнання (формувальну і стержневу ливарну машину в залежності від способу формування; машину для спеціальних способів лиття; змішувальну машину; вибивну ливарну машину тощо) і оснастку (ливарну модель, модельну плиту, опоку, сушильну плиту, елементи ЛС тощо) ([10], с. 63-131, 230-274, 317-389, [9], с. 11-38, 86-166, 337-373) та дод. 2,6 і 7.

4.6. Розробка креслення вилівка і технічних вимог до його виготовлення та контролю

Конструкція литої деталі повинна забезпечити необхідний рівень її характеристик (міцність, жорсткість, герметичність, корозійну стійкість тощо) при заданій масі і точності конфігурації також повинна враховувати технологію її виготовлення, бути технологічною, тобто раціональною для виготовлення та обробки. Для цього конфігурація деталі повинна являти собою сполучення простих геометричних фігур, які дозволяють застосовувати високопродуктивні технологічні методи обробки різанням і

передбачати зручну надійну базу для установки заготовки в процесі обробки (12).

Якщо поверхні деталі не мають технологічних баз, то необхідно передбачити спеціальні елементи (приливи, бобишки, отвори) для базування та закріплення заготовки. Ці елементи можуть бути видалені після обробки.

Задані точність та шорсткість поверхонь деталі повинні бути переконливо обґрунтовані її службовим призначенням.

Завищені вимоги до точності і шорсткості поверхонь ускладнюють технологічний процес обробки різанням, збільшують трудомісткість процесу обробки і підвищують собівартість деталі.

Стандартизація і уніфікація деталей та їх елементів сприяють зниженню трудомісткості їх виготовлення і собівартості в зв'язку з можливістю застосування нормалізованих інструментів та пристроїв, типових та групових технологічних процесів.

Технологічні литі деталі повинні мати:

прості та прямолінійні загальні контури, що полегшує виготовлення модельних комплектів, а також процеси формування, складання форм і очистки виливків;

раціональну товщину стінок у різних перерізах, що забезпечує необхідну міцність конструкції, можливість заповнення форм металом і направлене найбільш сприятливе охолодження виливка;

плавні переходи в спряженнях різних перерізів, що сприяє пониженню внутрішніх напруг, у виливку та появі тріщин;

достатню кількість вікон для зручної і надійної установки стержнів, виводу з них газів і очищення внутрішніх порожнин виливка;

конструктивні уклони, які спрощують виготовлення форми і не приводять до викривлення контурів виливка формувальними уклонами;

можливість транспортування різними засобами.

Литі деталі не повинні мати виступаючих частин, тонкостінних ребер, глибоких западин, закритих порожнин та піднутрень, котрі утруднюють формування (через збільшення кількості стержнів) і механізацію процесу виготовлення виливків.

При проектуванні виливків конструктор повинен вирішити такі питання:

правильно призначити матеріал деталі, який має добрі ливарні властивості;

вибрати спосіб лиття;

визначити положення виливка в формі;

вибрати площину рознімання, установити кількість і розміщення стержнів, призначити товщину стінок виливка., забезпечити наявність технологічних баз для подальшої обробки виливка різанням,

Спосіб лиття вибирають з урахуванням матеріалу деталі, Якщо прийняти середню собівартість виготовлення виливків з сірого чавуну за одиницю, то ця величина складатиме: для ковкого чавуну - 1,3; вуглецевої сталі - 1,6; кольорових сплавів - 3,6.

Конфігурація виливка повинна забезпечити можливість вільного виймання моделі з форм і стержнів з стержневих ящиків. Для цього передбачають формувальні уклони на вертикальних поверхнях виливка, вибираючи їх за ГОСТ 3212-80 у залежності від висоти поверхні.

Для внутрішніх поверхонь виливків приймають уклони більшої величини, ніж для зовнішніх. Слід, по можливості, уникати відлучуваних частин моделі складних поверхонь рознімання.

Необхідно ураховувати, що в результаті спливання домішок та газових пазирів вірогідність появи дефектів на верхніх горизонтальних поверхнях збільшується. Тому уникають верхнього горизонтального розміщення великих поверхонь у формі, особливо поверхонь, котрі повинні мати низьку шорсткість після обробки різанням. З цієї ж причини

припуск на обробку поверхонь, що займають верхнє положення в формі, збільшують.

Необхідно звертати увагу на вільне заповнення форми рідким металам, уникаючи різких змін напрямку та швидкості потоку, урахувуючи ливарні властивості металів: рідкотекучість, усадку, ліквацію, механічне гальмування, що створюється формою і стержнями, термічне гальмування, котре виникає внаслідок різної швидкості охолодження частин виливки.

Необхідно передбачати рівномірне охолодження усіх перерізів виливка і забезпечити його вільну усадку, виключаючи можливість виникнення залишкових напруг, появи тріщин, а також жолоблення.

Конфігурація виливка повинна забезпечувати можливість вільного відрізування додатків, ливників та випорів, вибивання стержнів і виймання каркасів.

При призначенні товщини стінок виливка необхідно урахувувати його розміри та масу, матеріал і спосіб лиття. Визначення товщини стінки розрахунком за діючими в процесі експлуатації деталі навантаженнями не завжди дає потрібний результат. У малонавантажених місцях стінка виходить тонкою і її товщину доводиться збільшувати до певного технологічного мінімуму. Для виливків з сірого чавуну в піщані форми мінімальну технологічно допустиму товщину стінки визначають згідно [12], мм:

$$S=L/200+4,$$

де L - найбільший габаритний розмір виливка, мм.

Внутрішні стінки виливка повинні бути на 20% тоншими від зовнішніх через більш повільне охолодження.

У одному виливку рекомендується передбачати галтелі одного радіуса або обмежувати кількість радіусів, різних за величиною. Різкі зміни перерізів і гострі кути у виливку недопустимі.

Переходи від одного перерізу до іншого повинні бути плавними. Радіуси переходів при спряженні стінок залежать від їх товщини. Слід уникати місцевого скупчення металу в місцях спряження стінок, тому що при цьому можливе утворення пор, раковин та тріщин у виливку ([13], рис. 8.13-8.17).

Рєбра жорсткості розміщують перпендикулярно до площини рознімання форми. У місцях переходу від товстої стінки до тонкої передбачають ливарні ребра, їх товщина повинна складати 0,5...0,6 від товщини тонкої стінки. Радіуси закруглення спряжуваних поверхонь приймають від 1 до 120 мм у залежності від габаритних розмірів поверхонь і кутів спряження.

При конструюванні виливків необхідно ураховувати хід процесу тверднення і кристалізації металу. У виливків з сплавів, що мають велику усадку, необхідно, щоб тверднення проходило знизу уверх у сторону додатку.

При конструюванні литих кутів необхідно ураховувати, що швидкість тверднення зовнішніх кутів більша, ніж внутрішніх. Теплові потоки, що ідуть перпендикулярно до стінок виливка, у внутрішніх кутах пересікаються, створюючи "гаряче місце", яке уповільнює остигання. Тому в вершині кута товщину призначають на 20...25% меншою від товщини спряжуваних стінок.

Внутрішнім порожнинам виливків бажано надавати конфігурацію, яка не вимагає застосування стержнів, тому що стержневі роботи найбільш трудомісткі. При значній кількості порожнин, утворюваних стержнями, намагаються їх уніфікувати. Розміри порожнин і діаметри отворів, котрі утворюються стержнями, повинні дозволяти застосування металевих зміцнюючих каркасів.

Найменші висоти бобишок рекомендується приймати 5 мм при габаритах деталі до 0,5 м, 10...15 мм – від 0,5 до 2 м і 20...25 мм – більше ніж 2 м.

Для лиття в кокіль товщини стінок площею до 30 см² можна призначити для силумінів - 3 мм, для сталей - 8...10 мм, для сірого чавуну (без вибілювання) - 15 мм, товщину внутрішніх стінок призначають у границях 0,6...0,7 від товщини зовнішніх стінок.

Для лиття за моделями, що виплавляються, завдяки високій температурі розжареної форми, що нагріта під заливання, і її малій теплопровідною і, можна одержати з сталі та чавуну складні зовнішні форми заготовок з мінімальною товщиною стінок 1.2 мм і мінімальним діаметром отворів 2 мм. Через малу жорсткість керамічної кірки слід уникати в заготовках площин великої протяжності.

Після остаточного вибору і уточнення технологічного процесу виготовлення заготовки та деталі, вирішення питань, які зв'язані з технологічністю конструкції деталі, оформляють креслення вилівка.

Креслення вилівка з технічними вимогами повинно включати усі дані, необхідні для виготовлення, контролю та приймання заготовки і виконуватись у відповідності з стандартами.

На кресленні вилівка (див. дод. 9) у відповідності з ГОСТ 3.1125-88 указують розміри заготовки з відповідними допусками, припуски на механічну обробку, чорнові (установочні) базові поверхні, поверхню рознімання форми, верх-низ при заливанні, місце маркування (ММ), технічні вимоги тонкими суцільними лініями (1/4 від товщини основних) наносять контур виготовлюваної деталі без дрібних отворів, западин, виточок тощо. Уклони і радіуси заокруглення для наглядності виконують без дотримання масштабу, але з указанням їх розмірів.

У технічних вимогах, які розміщують над штампом креслення або на окремому аркуші у вигляді додатку до креслення заготовки, указують

вимоги, які відносяться до матеріалу деталі (структура, хімічний склад властивості та інш.), вид термічної обробки тощо.

Крім того, технолог-металург, використовуючи нагромаджений досвід виготовлення подібних заготовок, вносить необхідні додаткові вимоги, з яких найбільш розповсюдженими є такі (12):

1. Точність вилівка ...ГОСТ 26645-83.
2. Твердість НВ... заміряти в місці, указаному стрілкою. Перевірка твердості в ...% заготовок.
3. Неуказані уклони виконати ...град.
4. Неуказані радіуси виконати ...мм.
5. Ряд припусків на механічну обробку ...ГОСТ 26645-85.
6. Відхилення за масою \pm ...% (якою не відповідає. ГОСТ 26645-85)
7. Заготовка повинна бути очищена від пригару, обрубана; ливники, випори, додатки і рубчики видалити врівень.
8. Залишки ливників, випорів, додатків за висотою не більше мм
9. Зміщення за розніманням форми не більше \pm ...мм.
10. Різностінність не більше ...мм.
11. Зміщення осі... відносно осі... не більше ... мм.
12. Найменша товщина стінки ...мм.
13. Допускається місцеве стоншення стінки до мм і стовщення до ...мм у кількості не більше ... місць, кожне не більше ...см² , при умові їх розміщення одна від одного на віддалі не менше ...мм.
14. На оброблюваних поверхнях допускаються дефекти, крім тріщин, глибина яких не перевищує 2/3 припуску на механічну обробку.
15. На необроблюваних поверхнях допускаються окремі раковини з найбільшим виміром ...мм, глибиною не більшою ... мм, у кількості не більше ... шт.
16. По периметру рознімання (вікон) допускається рубчик висотою не більшою ...мм і товщиною не більшою ..мм.

17. Неповне видалення пригару допускається в труднодоступних місцях, указаних стрілками.

18. Недоливи не повинні перевищувати ...мм за висотою..мм за довжиною

19. Дефекти, які перевищують допустимі, дозволяється виправляти заварюванням згідно з інструкцією №...

20. Заварювання тріщин, наскрізних раковин не допускається (або допускається при невеликих розмірах до ...мм).

21. Жолоблення (неплоскість) поверхні... не більше, ...мм.

22. Ґрунтувати кругом (або частково: внутрішні порожнини, зовнішні необроблювані поверхні) ґрунтом № ГОСТ...

23. Пофарбувати кругом (або частково: внутрішні порожнини, зовнішні необроблювані поверхні) фарбою №.. ГОСТ ..

Пункти технічних вимог, з одного боку, не повинні понижувати якості виливка, а з другого - не повинні бути надто жорсткими; щоб не викликати необґрунтоване підвищення трудомісткості виготовлення заготовок.

При остаточному оформленні креслення виливка позначають припуски, допуски та інші технологічні елементи виливків.

Під припуском на обробку розуміють шар матеріалу, який видаляється в процесі механічної обробки різанням. Припуски призначаються на усі оброблювані поверхні виливка за ГОСТ 26645-85. При цьому ураховують загальний допуск на розміри елемента поверхні виливка, кількість переходів необхідних для забезпечення заданої точності розмірів або взаємного розміщення поверхонь деталі (іноді заданої шорсткості поверхні; ряд припуску на обробку положення оброблюваної поверхні при заливанні форми тощо).

Припуски можуть призначатись за стандартами, нормами або розраховуватись за спеціальною методикою (при цьому ураховують шорсткість поверхні заготовки і товщину ливарної кірки, точність і шорсткість обробленої поверхні, спосіб базування тощо). При виконанні РГР припуск необхідно визначати за ГОСТ 26645-85.

Допуски на відхилення розмірів поверхонь і елементів виливка призначають за ГОСТ 26645-85 у залежності від класу точності виливка.

Формувальні уклони для виливків, які не мають конструктивних уклонів, виконують на оброблюваних поверхнях поверх припуску на механічну обробку. На необроблюваних поверхнях, які не спряжуються з іншими деталями, - за рахунок одночасного збільшення і зменшення розмірів виливка. На поверхнях, що спряжуються з іншими деталями, формувальні уклони виконують за рахунок зменшення, збільшення або одночасного збільшення і зменшення розмірів виливка (12).

Максимальні формувальні уклони (ГОСТ 3212-80), які установлені для висоти поверхонь до 20 мм, такі: $0^{\circ}20'$ (за моделями, що виплавляються), $1^{\circ}30'$ (за металевими моделями) і $3^{\circ}00'$ (за дерев'яними моделями). Мінімальні уклони установлені для висоти моделі понад 2000 мм і дорівнюють $0^{\circ}15'$ (за дерев'яними моделями).

Кількість значень радіусів литих галтелей в одному виливку повинна бути мінімальною і вибирається рівною 1, 2, 3, 5, 8, 10, 15, 20, 30 мм.

Найменші розміри литих отворів для чавунних виливків у піщаних формах складають 10 мм, при товщині стінок 8... 12 мм, 15 мм при товщині стінок 20...30 мм і 18 мм при товщині стінок 40...30 мм; для сталевих виливків розміри литих отворів відповідно 25 мм при товщині стінок до 40 мм і 30 мм при товщині стінок 40..50 мм.

([1], с. 61-115; [2], с.148-154; [3], с. 120-134, [4], с.16-36, [9], с.168-171, 133-144), дод. 2, 8, 9.

4.7. Контроль якості виливка

Заключний етап виготовлення виливків - контроль їх якості.

Дефекти виливків, які найчастіше зустрічаються, можна розділити на чотири групи:

1) зовнішні, які виявляються безпосередньо на поверхнях виливка (невідповідність розмірів і маси заданим, спаї, заливи, перекося, недоливи та інші);

2) об'ємні, які розміщені у середині виливка і порушують його суцільність (гарячі та холодні тріщини, газові та усадочні раковини і т.п.),

3) невідповідність хімічного складу і структури виливка заданим;

4) незадовільні механічні властивості.

Терміни та визначення дефектів виливків з чавуну і сталі наведені в ГОСТ 19200-80.

Для контролю виливків застосовують зовнішній огляд і вимірювання геометричних розмірів; хімічний склад виливків перевіряють за допомогою хімічного і спектрального аналізу; механічні властивості - визначенням границі міцності При розтягуванні і твердості за Брінеллем; структуру металу виливків установлюють при розгляданні злomu зразків або порівнянні з структурою зразків-шліфів; внутрішні дефекти у виливках (тріщини, раковини, рихлоти) можна виявити магнітним способом, просвічуванням рентгенівськими і гамма-променями, випробуванням на герметичність ([9], с.274-280 та дод. 2).

4.8. Охорона праці

Коротко описують вимоги техніки безпеки при роботі з основним та допоміжним ливарним обладнанням ті оснасткою.

При розробці заходів по охороні праці працюючих і навколишньою середовища необхідно керуватися Нормативами і положеннями відповідних стандартів. Крім того, необхідно виконувати вимоги техніки безпеки, характерні тільки для певних способів виготовлення виливків. ([10], с. 150-152, 229-230, 246-247, 259-260, 275-276, 292-294, 315-317, 356-357, 373-374, [4]с.382).

форма і зразок заповнення титульного аркуша.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра технології машинобудування

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА З ДИСЦИПЛІНИ
"ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЗАГОТОВОК"

Частина І

Розробка креслення та технологічного процесу виготовлення виливка
корпусу редуктора 07.1200.016

Розробив студент гр. МТ-... (підпис) /Марчук В. П./

«___»_____2017р.

Керівник роботи _____

(прізвище, ініціали)

Робота захищена з оцінкою «_____» «___»_____2017 р.

Кількість набраних балів _____

Підпис керівника _____

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
2017

ОСНОВНІ СТАНДАРТИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ
ВИКОНАННІ РОБОТИ

1. Стандарти з питань термінології та оформлення документації
ливарного виробництва

17819-84 Оснастка технологическая литейного производства. Термины и определения

18111 -93 Машины литейные. Термины и определения

18169-86 Процессы технологические литейного производства Термины и определения

19200-80 Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов

18978-73 Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Термины и определения

16482-70 Металлы чёрные вторичные. Термины и определения

17356-89 Горелки газовые. Термины и определения

16382-87 Электроды и установки индукционные. Термины и определения.

3.1401-85 ЕСТД. Правила оформления документов на литьё

3.1423-76 ЕСТД. Правила оформления документов, применяемых при автоматизированном проектировании технологических процессов. Литье

3.1125-88 ЕСТД. Правиле графического выполнения элементов литейных форм и отливок

2.105- 68 ЕСК Д. Общие требования к тексту и документам

2.106- 68 ЕСКД. Текстовые документы

2. Основні формувальні матеріали

- 213 8-74 Пески формовочные
- 17022-81 Графит. Типы, марки и основные технические требования
- 3226-93 Глины формовочные. Общие технические условия
- 13078-67 Стекло натриевое жидкое
- 8830-51 Крепители литейные СП и СВ
- 6034-74 Декстрины
- 5194-91 Патока крахмальная
- 13507-68 Связующее ПК-104
- 3552-63 Связующие ПБ
- 20907-75 Смолы феноло-формальдегидные жидкие
- 4492-69 Смола каменноугольная

3. Основні шихтові матеріали

- 2787-75 Металлы черные вторичные. Общие технические условия
- 805-80 Чугун передельный коксовый
- 5.1534-72 Чугун передельный коксовый. Требования к качеству аттестованной продукции
- 4757-67 Феррохром. Марки и технические требования
- 1415-78 Ферросилиций. Марки и технические требования
- 11070-74 Чушки первичного алюминия
- 1521 -76 Силумин в чушках. Технические условия
- 1583-89 Сплавы алюминиевые литейные в чушках
- 614-73 Бронзы оловянные в чушках
- 2581-78 Сплавы магниевые в чушках
- 1020-77 Латунни литейные в чушках. Технические условия

- 19424-74 Сплавы цинковые в чурках для литья под давлением
3340-88 Кокс литейный каменноугольный. Технические требования

4. Оснастка

4.1. Моделі та стержньові ящики

- 11963-66 Модели и стержневые ящики литейные деревянные
11961-66 Модели и стержневые ящики литейные металлические. Нормы точности
21087-75 Модели и стержневые ящики литейные металлические. Толщина стенок и рёбер
13354-67 Модели и стержневые ящики деревянные. Классы прочности и технические требования
3212-92 Комплекты модельные. Уклоны формовочные
3606-80 Комплекты модельные. Стержневые знаки. Основные размеры
2413-67 Модели и стержневые ящики литейные деревянные. Окраска и маркировка
20340-74 - 20351 -74 Модели литейные. Крепление моделей на металлических модельных г литая
22325-77 -22334-77 Модели и стержневые ящики литейные деревянные
Элементы конструкции
21079-75 - 21087-75 Модели литейные металлические. Элементы конструкции
21293-75 - 21305-75 Ящики стержневые нагреваемые. Элементы конструкции
21074-75 - 21078-75 Корпуса металлических стержневых ящиков для сменных вкладышей на встряхивающие формовочные машины

19505-86 Модели литейные и стержневые ящики пластмассовые.
Технические требования

4.2. Моделі та підпочні плити

20084-74 - 20131 -74 Плиты модельные металлические для
встряхивающих формовочных литейных машин.

20146-74 - 20175-74 Плиты модельные со сменными деревянными
вкладышами для встряхивающих формовочных литейных
машин

22473-77- 22476-77 Плиты модельные координатные. Элементы
фиксирования и крепления моделей

20377-74 - 20386-74 Плиты подпочные

4.3. Опоки

2133-75 Опоки литейные. Типы и основные размеры

8909-75 Опоки литейные цельнолитые стальные и чугунные, технические
требования

22957-78 - 22966-78 Опоки литейные. Элементы конструкции (размеры от
400x300x75 до 3000x2000x800, мм)

14973-69 - 15018-69 Опоки литейные цельнолитые стальные и чугунные.
Конструкция и размеры

15019-69 - 15022-69 Втулки центрирующие и направляющие, цапфы,
скобы и ручки литейных опок

20024-74 - 20033-74 Опоки литейные сварные из прокатной полосовой
стали специальных профилей Конструкция и размеры (размер»
от 400x300x75 до 2000x1200x350, мм)

15491-70 - 15506-70 Опоки литейные цельнолитые из алюминиевых и
магниевых сплавов. Конструкция и размеры (размеры от
300x250x75 до 900x700x300, мм)

14928-69 Опоки литейные для линий изготовления песчаных форм. Типы и основные размеры

4.4. Оснастка для спеціальних способів лиття

19943-74 - 19999-74 Пресс-формы для выплавляемых моделей. Основные размеры. Конструктивные элементы. Требования

19551-74 - 19568-74 Системы литниковые для литья по выплавляемым моделям

17385-72 - 17392-72; 19933-74 - 19948-74 Пресс-формы для литья под давлением Основные размеры. Конструктивные элементы. Технические требования

16234-70 - 16262-70 Кокили Основные размеры. Конструктивные элементы Технические требования

21088-75 - 21093-75 Кокили с жидкостным охлаждением Конструктивные элементы

19507-74 - 19516-74 Кокили облицованные. Конструктивные элементы

19305-73 - 19316-73 Изложницы центробежные Конструкция и размеры. Технические требования

19139-73 Плита модельная размерами 500x400 мм для изготовления оболочковых полу форм. Конструкция и размеры

19130-73 Плита размерами 800x600 мм для изготовления оболочковых полуформ. Конструкция и размеры

4. 5. Інструменти та пристрої

11 55-74- 11801-74, 19645-74, 19646-74 Инструмент литейный формовочный и отделочный

19628-74 - 19642-74 Инструмент литейный обрубной и очистной

9062-89 Жеребейки для чугунных и стальных отливок

4035-63 Гвозди формовочные круглые. Размеры

5. Машины ливарні

- 10580-74 Машины литейные. Общие технические требования
- 18521 -83 Аппараты дробемётные. Технические требования
- 17652-72 Барабаны очистные галтовочные непрерывного действия.
Технические требования
- 17653- 72 Барабаны очистные дробемётные конвейерные периодического действия. Технические требования
- 15595-84 Машины для литья под давлением. Общие технические условия
- 19497-90 Машины литейные кокильные. Технические требования
- 8907-71 Машины литейные стержневые пескодувные. Общие требования и размеры
- 10335-72 Машины литейные стержневые поворотно-вытяжные. Общие требования и размеры
- 18521-83 Аппараты дробемётные. Основные параметры и размеры
- 11369-69 Барабаны очистные галтовочные непрерывного действия.
Основные параметры и размеры
- 10548-74 Барабаны очистные галтовочные. Типы основные параметры и размеры
- 9227-85 Барабаны очистные дробемётные непрерывного действия.
Основные параметры и размеры
- 11046-87 Камеры очистные дробемётные непрерывного действия.
Основные параметры и размеры
- 10954-76 Камеры очистительные дробемётные периодического действия.
Основные параметры и размеры
- 7368-63 Ковши разливочные. Ряд емкостей
- 22096-84 Линии автоматические формовочные. Типы, основные параметры
- 17198-71 Машины для центробежного литья. Основные параметры и размер

- 9580-74 Машины литейные вытяжные и поворотно-вытяжные для полуформ. Основные параметры и размеры
- 19497-90 Машины литейные кокильные. Основные параметры и размеры
- 19497-7020-75 Машины литейные формовочные встряхивающие. Типы, основные параметры и размеры
- 15066-78 Машины литейные формовочные пневматические. Нормы точности
- 19498-74 Пескометы формовочные. Типы, основные параметры и размеры
- 19498-8262-90 Решетки литейные выбивные. Типы, основные параметры и размеры
- 19498-9256-73 Столы очистные дробемётные. Основные параметры и размеры
- 19498-28493-90 Машины для изготовления оболочковых полуформ. Типы, основные параметры и размеры
- 23704-79 Машины для склеивания оболочковых полуформ. Основные параметры и размеры
- 25998-83 Установки электрогидравлические для выбивки стержней. Типы, основные параметры и размеры
- 17588-81 Машины для литья под давлением. Машины присоединительные для крепления пресс-форм
- 18233-72 Машины и оборудование для литья по выплавляемым моделям. Основные параметры и размеры
- 24795-81 Линии для изготовления стержней. Типы, параметры
- 25618-83 Машины отделочные вибрационные. Типы. Основные параметры

6. Плавильные обладнання

- 7606-73 Электроды дуговые сталеплавильные. Общие технические условия
- 16348-70 Электроды индукционные плавильные вакуумные. Общие технические требования
- 10476-75 Электроды индукционные плавильные вакуумные. Типы и номинальные ёмкости
- 16323-70 Электроды индукционные плавильные. Общие технические условия
- 10487-75 Электроды индукционные плавильные. Типы и номинальные ёмкости
- 20553-75 Электроды сопротивления вакуумные. Общие технические требования
- 17658-72 Электроды сопротивления. Общие технические условия
- 11995-75 Электроды сопротивления и электроды пламенные. Основные параметры
- 20552-75 Электроды электрошлакового переплава. Типы. Масса слитков
- 4426-71 Электроды и электроды графитированные
- 4425-72 Электроды и электроды угольные
- 13268-74 Электронагреватели трубчатые (ТЭН)
- 17537-71 Горелки газовые. Классификация

7. Продукция ливарного производства

- 26645-65 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку
- 977-88 Отливки из конструкционной и нелегированной, и легированной стали. Общие технические условия

- 2176-77 Отливки из высоколегированной стали со специальными свойствами
- 21357-75 Отливки из хладостойкой и износостойкой стали. Общие технические условия
- 1412-85 Отливки из серого чугуна
- 11849-76 Отливки из коррозионностойкого и жаропрочного чугуна. Общие технические условия
- 7769-82 Отливки из жаростойкого чугуна
- 1215-79 Отливки из ковкого чугуна
- 1412-85 Отливки из серого чугуна с пластинчатым графитом
- 7293-85 Отливки из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.
Общие технические условия
- 1585-70 Отливки из антифрикционного чугуна
- 2685-75 Сплавы алюминиевые литейные. Марки, технические требования и методы испытаний
- 1583-93 Сплавы алюминиевые литейные в чушках. Технические условия
- 7832-75 Отливки из конструкционной легированной стали. Марки и технические требования
- 2856-79 Сплавы магниевые литейные. Марки и технические требования
- 17711-72 Сплавы медно-цинковые (латуни) литейные. Марки
- 25140-82 Сплавы цинковые литейные. Марки
- 493-79 Бронзы безоловянные. Марки
- 613-79 Бронзы оловянные литейные
- 21437-75 Сплавы цинковые антифрикционные. Марки, технические требования и методы испытаний

8. Методи випробувань

- 3443-75 Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы

определения структуры.

17745-72 Стали и сплавы. Метод определения содержания газов

1778-70 Сталь. Металлографические методы определения
неметаллических включений

8233-56 Сталь. Эталоны микроструктуры

10243-75 Сталь. Метод испытаний и оценки микроструктуры

5639-82 Сталь. Методы выявления и определения величины зерна

22838-77 Сплавы жаропрочные. Метод контроля и оценки макроструктуры

2999-75 Металлы. Метод измерения твердости алмазной пирамидой по
Виккерсу

9012-59 Металлы. Методы испытаний. Измерение твёрдости по Бринеллю

9012-59 Металлы Методы испытаний. Измерение твёрдости по Роквеллу

9012-21073, 0-75-21073,4-75 Металлы цветные. Определение величины
зерна

16438-70 Формы песчаные и металлические для получения проб
жидкотекучести металлов

16817-70 Формы песчаная и металлическая для определения литейной
усадки цветных металлов и сплавов.

ВИЗНАЧЕННЯ ГРУП СЕРІЙНОСТІ ТА СКЛАДНОСТІ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ВИЛИВКІВ

Найбільш розповсюджені способи виготовлення виливків наведені в ([1],с.23-27; [3],С. 117-120; [4], С. 12-15; [13], табл. 1.1-1.5)

Конкретний спосіб виготовлення виливка призначають з урахуванням його матеріалу, маси, серійності випуску та складності ([4], с.8-11).

Згідно з преїскурантом № 25-01 [8] при виробництві виливків у залежності від їх маси та річно: програми випуску розрізняють десять груп серійності (див. табл. Д.3.1). За цією ж таблицею з достатньою для студентських робіт точністю можна визначити тип виробництва, що необхідно знати для правильного вибору способу лиття.

На вибір способу виготовлення виливків, трудомісткість та собівартість суттєво впливає їх складність. Згідно з [8] за конструктивно-технологічною складністю виливки розділяють на шість груп. У преїскуранті № 25-01, 1991 р [8] наведені класифікаційні ознаки груп складності, за сукупністю яких визначають групу складності конкретного виливка. Такими ознаками, що впливають на визначення групи складності виливка, є:

- 1) конфігурація литих поверхонь виливка;
- 2) маса виливка, кг;
- 3) максимальні габаритні розміри, мм;
- 4) товщина основних стінок виливка, мм;
- 5) характеристика виступів, ребер, заглиблень, литих отворів, порожнин (висота, глибина, кількість);
- 6) кількість стержнів на один виливок, шт.;
- 7) характеристика механічної обробки деталі та наявність вимог по шорсткості оброблених поверхонь;

- 8) рівень призначення деталі (загального призначення, відповідального призначення, особливо відповідального призначення);
- 9) особливі технічні вимоги (не пред'являються, непроникність рідни або газів під різними тисками тощо).

У прејскуранті [8] наведена методика та біля 380 рисунків різних виливків, що дозволяє і високою точністю визначити групу складності виготовлюваного виливка.

При виконанні РГР (контрольної) дозволяється користуватись спрощеною методикою визначення груп складності виливків, наведеною нижче.

До групи 1 відносяться виливки простої геометричної форми: плоскі, круглі або напівсферичні. Зовнішні поверхні - гладкі та прямолінійні з невисокими ребрами, бобишками, отворами, заглибленнями, фланцями, які виконуються без стержнів або частин, що віднімаються. Внутрішні порожнини - неглибокі, гладкі, що утворюються переважно болванами або простими стержнями (13, рис 8.1) До них також відносяться прості порожнисті виливки, що виготовляються відцентровим литтям.

До групи 2 відносяться виливки плоскі, круглі або напівсферичні, відкритої коробчастої форми у вигляді поєднання простих геометричних тіл Зовнішні поверхні - прямолінійні та криволінійні, з наявністю ребер, бургтів, кронштейнів, бобишок, фланців з отворами та заглибленнями простої конфігурації, окремі частини яких виконуються стержнями Внутрішні порожнини, - прості, великої протяжності або високі, які оформляються стержнями та болванами (13, рис 8.2).

До групи 3 відносяться виливки відкритої коробчастої, сферичної, напівсферичної, циліндричної та інших форм. Зовнішні поверхні - відносно складної конфігурації з наявністю нависаючих елементів, ребер, кронштейнів, фланців з отворами та заглибленнями, частину яких

Таблиця Д.3.1

Маса одного випивка, кг	Групи серійності випивків [8]									
	Кількість випивків (шт.) у річному замовленні по групах серійності та типах виробництва									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Масове (МВ)		Великосерійне (ВСВ)		Середньосерійне (ССВ)		Малосерійне (МСВ)		Одиничне (ОВ)	
0.63-1.0	понад 1000000	500001- 1000000	300001- 500000	100001- 300000	40001- 100000	20001- 40000	8001- 20000	1501- 8000	301- 1500	300 та менше
1.0-2.5	понад 700000	350001- 700000	200001- 350000	75001- 200000	20001- 75000	12001- 20000	4001- 12000	1001- 1000	201- 1000	200 та менше
2.5-10	понад 400000	200001- 400000	100001- 200000	30001- 100000	12001- 30000	6001- 12000	2001- 6000	501- 2000	121- 500	120 та менше
10-25	понад 200000	100001- 200000	50001- 100000	15001- 50000	8001- 15000	3001- 8000	1001- 3000	301- 1000	71- 300	70 та менше
25-63	понад 120000	60001- 120000	30001- 60000	10001- 30000	6001- 10000	2501- 6000	801- 2500	201- 800	56- 200	55 та менше
63-160	понад 80000	40001- 80000	20001- 40000	7501- 20000	4001- 7500	1501- 4000	601- 1500	101- 600	46- 100	45 та менше

виконують із застосуванням стержнів Внутрішні порожнини - окремі або сполучені геометричні фігури великої протяжності або високі з незначними виступами або заглибленнями, які розміщені в одному або двох ярусах з вільними широкими виходами порожнин (13, рис.8.3).

До групи 4 відносяться виливки закритої або частково відкритої коробчастої та циліндричної форми. Зовнішні поверхні - криволінійні та прямолінійні, з прилягаючими кронштейнами, фланцями, патрубками та іншими елементами різної конфігурації, багато з яких або усі виконуються стержнями. Внутрішні порожнини мають складну конфігурацію значними виступами та заглибленнями. Вони розміщені в одному-двох ярусах і мають один або два вільні виходи (13, рис. 8.4).

До груп 5 та 6 відносяться складні виливки закритої коробчастої циліндричної, сферичної або комбінованої форми Зовнішні поверхні криволінійні, складної конфігурації, з прилягаючим кронштейнами, фланцями, патрубками та іншими складними елементами, які можуть перетинатися і виконуються із застосуванням великої кількості стержнів

Внутрішні порожнини виливків мають складну конфігурацію з криволінійними поверхнями, які перетинаються під різними кутами, і виїмками та виступами, з стрічковими та кільцевими каналами, розмішеними в двох та більше ярусах, з утрудненим виходом (13, рис 8.5).

Об'єктивне визначення групи складності виливка необхідне для правильного вибору способу його виготовлення та визначення вартості, для розробки технологічного процесу його виготовлення

Найбільш об'єктивно і точно групу складності виливка можна визначити за Методикою, наведеною в Прейскуранті № 23 01, 1991 р. [8].

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЛИТОЇ ЗАГОТОВКИ

1. Методика визначення вартості виливків

У зв'язку з тим, що форма, конфігурація та спосіб виготовлення заготовки суттєво впливають на матеріалоемність та трудомісткість механічної обробки, при обґрунтуванні правильності вибору заготовки необхідно виходити з того, що повна вартість деталі складається з вартості матеріалу, вартості виготовлення заготовки та вартості її механічної обробки.

При визначенні вартості виливка рекомендується користуватись методикою, наведеною в Прейскуранті № 25-01, 1991 р [8]. Нижче в скороченому вигляді наведена ця методика, за якою вартість виливка визначається в цінах 1990 р. Для визначення вартості в поточних цінах за рекомендацією викладача вводиться коефіцієнт індексації, рівний 27.

Оплата виливків диференційована за марками сплавів, масою, складністю, серійністю річного заказу, механічними властивостями, характеристиками точності та якості.

За конструктивно-технологічною складністю виливки розділяють на шість груп (див. дод. 3 та [8]).

Оптові ціни на виливки установлені з урахуванням наведених (див. табл. Д 4.1) базових значень класів точності розмірів та маси за ГОСТ 26645-85. За поставку виливків, виготовлюваних з підвищеними або пониженими (проти базових) значеннями класів точності розмірів та маси, застосовуються доплати або знижки в розмірах, наведених у табл. Д. 4.2.

Базові значення ступеня жолоблення (просторової точності) та ступеня точності поверхні, регламентованих при необхідності,

установлюються міністерствами - виготовлювачами виливків. Вони ж затверджують доплат, за них.

Оптові ціни на виливки установлені з урахуванням в табл. Д. 4.3 базових товщій стійок виливків за поставку виливків з потоншеними проти базових товщин стінками проводиться доплата в розмірах, указаних у табл. Д. 4.4. При визначенні розмірів доплат за тонкостінність враховуються усі стінки виливка (в тому числі і ребра).

Доплата за табл. Д. 4.4 застосовуються в тих випадках, коли стоншення стінки, складає за месою віл 71 до 80% від маси виливка. У решті випадків розміри доплат за тонкостінність визначаються множенням величини доплати, передбаченої табл. Д. 4.4, на поправочний коефіцієнт, указаний в табл. Д. 4.5.

Таблиця Д. 4.1

Базові значення класів точності, розмірів та маси виливків за ГОСТ 26645-85

Найбільші габаритні розміри, мм	Група склад - ності виливка	Виливки з кольоро- вих легких (легко- плавких) нетермо- оброблю- ваних сплавів	Виливки з нетермо- оброблюваних чавунних та кольорових важких (тугоплавких) сплавів та термооб- роблюваних кольорових легких (легкосплавних) сплавів	Виливки з термооброб- люваних (тугоплавких) сплавів і термооброб- люваних чавунних сплавів	Виливки з сталевих сплавів
		Класи точності розмірів та маси			
До 100 вкл.	1-2	9	10	11 т	11
	3-4	10	11 т	11	12
	5-6	11 т	11	12	13 т
Від 100 до 250 вкл.	1-2	10	11 т	11	12
	3-4	11	11	12	13 т
	5-6	11 т	12	13 т	13
Від 250 до 630 вкл.	1-2	11 т	11	12	13 т
	3-4	11	12	13 т	13
	5-6	12	13 т	13	14

Таблиця Д. 4.2

Доплати та знижки за відхилення вимог до точності розмірів та маси виливків від базових за ГОСТ 26645-85

Кількість класів підвищення (зниження) точності проти базових величин	Доплата до оптової ціни, %			
	Для виливків з чавунних та сталевих сплавів		Для виливків з кольорових сплавів	
	За точність розмірів	За точність маси	За точність розмірів	За точність маси
Один	7,5	2,5	4,5	1,5
Два	16,5	5,5	40,0	3,3
Три	27,0	9,0	16,2	5,4
Чотири	39,0	13,0	23,4	7,8
П'ять	59,5	17,5	31,5	10,5
Шість	67,5	22,5	40,5	13,5
Сім	За домовленістю		49,5	16,5
Вісім			58,5	19,5
Дев'ять			За домовленістю	

За поставку виливків деталей, внутрішні порожнини яких є резервуарами для рідин та газів (у тому числі під високим тиском) і випробовуються на проникність, доплата складає до 65 % (детальніше див. [8]).

Оплата виливків диференційована по десяти групах серійності (див. дод. 3) в залежності від маси виливків та їх кількості в річному замовленні (табл. Д. 3.1). Оптові ціни на виливки установлені по п'ятій групі серійності. Оплата виливків, виготовлених по 1 - 4 або 6 - 10 групах серійності виконується відповідно зі знижкою або доплатою за табл. Д. 4.6.

У залежності від призначення і вимог, які пред'являються до литих деталей, виливки розділяються на три групи у відповідності з табл. Д. 4.7. Оптові ціни установлені на виливки загального призначення. За виготовлення виливків відповідального призначення передбачається доплата в розмірі 3 %, особливо відповідального призначення - 5 % до оптової ціни за 1 т виливків.

У оптових цінах на виливки з ковкого чавуну за ГОСТ 1215-79, високоміцного чавуну з кулястим графітом за ГОСТ 7293-85 та з антифрикційного чавуну за ГОСТ 1585-85 урахована вартість термічної обробки. Термічна обробка Виливків з інших матеріалів оплачується додатково у відповідності з табл. Д. 4.8.

Прейскурант № 25-01, 1991 р. [8] передбачає ряд інших доплат за виготовлення виливків, у тому числі: 5 % за виплавлення чавуну в індукційних печах або з застосуванням подвійного переплаву; 10 % за виготовлення виливків з металу, виплавленого в мартенівських печах з кислим под ом та в електродугових печах місткістю понад 10 000 кг.

За ґрунтування виливків згідно з технічними вимогами проводиться доплата за табл. Д. 4.9.

Вартість випробувань на твердість, ударну в'язкість, границю текучості, тимчасовий опір, відносне видовження, стиснення, розтягання, зріз, вигин, кручення, мікроаналіз, макроаналіз, спектральний аналіз, включаючи виготовлення зразків для указаних випробувань, а також контроль розмірів та маси ураховані в оптових цінах на виливки і додатковій оплаті не підлатають. Інші види контролю оплачуються додатково згідно з [8].

За проведення випробувань виливків методом ультразвукової дефектоскопії (УЗД) проводиться доплата в розмірі: для виливків перерізом до 200 мм включно - 2,5%; для виливків перерізом понад 200мм - 4% до оптової ціни за 1т виливків.

Таблиця Д.4.3

Базові товщини стінок вилітків [8]

Маса одного вилітка, кг	Базові товщини стінок вилітків, мм													
	з сірого чавуну СЧ 10 СЧ 15 СЧ 18	з сірого чавуну СЧ20,СЧ21 СЧ24,СЧ25 СЧ25,СЧ35 з антифрик- ційного сірого чавуну	з антифрик- ційного високоміц- ного чаву- ну, високо- міцного чавуну з кулястим графітом	з ковко- го чавуну	з леги- ваної сталі	з леги- ваної і безні- келевої високо- легова- ної сталі	з висо- колего- ваної сталі з вмістом нікелю	з брон- зових та лагу- них сплавів	з алюмі- нієвих сплавів	з цинко- вих сплавів				
0,5-1,0	5,5	6	7	7,5	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10
1,0-2,5	6,5	7,5	8,5	9	9,5	10,5	11	11	11	11	11	11	11	11
2,5-5,0	8	9	10	10,5	11	12	13	13	13	13	13	13	13	13
5,0-10,0	9	10,5	11	11,5	12	14	15	15	15	15	15	15	15	15
10-25	10	12	12,5	13	13,5	15	16	16	16	16	16	16	16	16
25-50	11	13	14	14,5	15	17	18	18	18	18	18	18	18	18
50-100	13	15	15,5	16	17,5	20	21	21	21	21	21	21	21	21
100-250	15	17	18	19	20	23	24	24	24	24	24	24	24	24

Таблиця Д. 4.4

Доплата за тонкостінність виливків [8]
(в % до оптової ціни за 1 т виливків)

Відносне стоншення стінок виливка до базової товщини, %	Група складності виливка				
	1	2	3	4	5-6
Від 5,1 - 15,0	10	12	14	18	20
15,1-20,0	14	16	18	22	25
20,1 -25,0	18	20	23	26	30
25,1 -30,0	22	25	28	31	35
30,1 -35,0	26	29	32	36	40
35,1 та більше	30	35	37	41	45

Примітка. За виливки, які виготовляються литтям під тиском, відцентровим литтям, литтям за моделями, що виплавляються, доплата за тонкостінність не виконується.

Таблиця Д. 4.5

Поправочний коефіцієнт k_T до доплати за тонкостінність [8]

Доля маси виливка, яку складають стоншені стінки, %	k_T при масі виливка, кг	
	до 100	100 та більше
До 10 вкл.	0,15	0,25
11-20	0,20	0,45
21-30	0,30	0,55
31-40	0,40	0,65
41-50	0,55	0,75
51-60	0,70	0,85
61-70	0,85	0,95
71-80	1,0	1,0
81-90	1,15	1,20
91-100	1,35	1,40

Таблиця Д. 4.6

Доплата (+) та знижки (-) за серійність для виливків масою до 160 кг (8)
% до оплати ціни

Вид виливків	Група серійності									
	1	2	3	4	5 база	6	7	8	9	10
Для виливків з чавуну з вмістом нікелю більше 5%, з високолегованої нікелевої сталі, швидкоріжучої сталі, кольорових сплавів	-12	-8	-5	-3	0	+3	+6	+10	+15	+23
Для виливків з інших марок чавуну та сталі	-20	-15	-12	-6	0	+6	+13	+18	+30	+40

У преїскуранті 25-01,1991 р. [8] наведені оптові ціни на виливки, які є базовими для визначення оптових цін із стандартизованих марок сірого (табл. Д. 4.10), високоміцного та ковкого чавуну, конструкційної нелегованої сталі (табл. Д. 4.11), алюмінієвих, бронзових олов'яних та безолов'яних, мідно-цинкових (латунних) та цинкових ливарних сплавів: СЧ 20 ГОСТ 1412-85, ВЧ 45 ГОСТ 7293-85, КЧ 45-7 ГОСТ 1215-79, 25Л ГОСТ 977-88, АЛ4 ГОСТ 1583-89 та інші [8].

Оптові ціни на виливки з інших марок указаних вище сплавів визначаються множенням оптової ціни виливків, які виготовлені з базової марки сплаву, на коефіцієнт К, розрахунку оптових він.

У табл. Д. 4.12 наведені коефіцієнти розрахунку оптових цін на виливки з інших марок сірого чавуну за ГОСТ 1412-85 (при цьому за базу беруть вартість виливків з чавуну СЧ 20) та інших марок конструкційної

нелегованої сталі за ГОСТ 977-88 (при цьому за базу беруть вартість виливків з сталі 25Л).

Для виливків з конструкційної легованої сталі з вмістом легуючих елементів не більшим 3 % базовими оптовими цінами є ціни на виливки з нелегованої сталі 25Л ГОСТ 977-88.

Таблиця Д. 4.7

Класифікація виливків за призначенням [8]

Групи виливків	Призначення	Характеристика виливків	Перелік контрольованих показників
1	Виливки загального призначення	Виливки для деталей, конфігурація і розміри яких визначаються тільки конструктивними та технологічними міркуваннями	Зовнішній вигляд. Розміри. Хімічний склад.
2	Виливки відповідального призначення	Виливки для деталей, які працюють при статичних навантаженнях	Зовнішній вигляд. Розміри Хімічний склад Механічні властивості: відносне видовження (для виливків з ковкого, високоміцного, легованого чавуну, сталі та кольорових сплавів), границя текучості або тимчасового опору
3	Виливки особлива відповідального призначення	Виливки для деталей, які розраховуються на міцність і працюють при циклічних та динамічних навантаженнях	Зовнішній вигляд Розміри Хімічний склад. Механічні властивості: відносне видовження (для виливків з ковкого, високоміцного, легованого чавуну, сталі та кольорових сплавів), ударна в'язкість (для виливків з сталі), границя текучості або тимчасового опору

Примітка. Група вилівка повинна указуватись у технічних вимогах на кресленні вилівка.

Таблиця Д. 4.8.

Доплата за термічну і термохімічну обробку та очищенню виливків [8]

Види термічної і термохімічної обробки та очищення	Доплата в крб. за 1 т виливків		
	з нелегованих марок чавуну та сталі	з легованих марок чавуну та сталі	з алюмінієвих сплавів
Відпал або штучне старіння	15	28	45
Нормалізація	15	28	-
Нормалізація (включаючи відпускання)	25	45	-
Ізотермічний відпал	25	45	-
Гартування у воді (включаючи відпускання)	28	48	-
Гартування п маслі (включаючи відпускання)	33	53	60
Азотування та цементация	68	-	-
Травлення (або механічна	8	8	-
очистка від окалини).		55	-
Очистка виливків до металічного блиску	48	-	-
абразивним способом	42	-	-
Очистка виливків у розплавлених солях			

Примітки.

1. Повторна ТО оплачується в тих же розмірах.
2. Доплата за проведення низькотемпературного відпускання в електропечах у безокислюючій атмосфері для знімання залишкових напруг у чавунних виливків складає 45 крб. за 1 т виливків
3. Доплата за проведення в технічно обґрунтованих випадках ТО у вертикальних печах шахтного типу складає 90 крб. за 1 т виливків.

Таблиця Д. 4.9.

Доплата за ґрунтування виливків (в крб. за 1т)

Маса одного вилівка, кг	Групи складності виливків				
	1	2	3	4	5-6
До 1,0	20	22	25	28	33
Від 1,0 до 10	16	18	20	22	24
Від 10 до 50	14	15	17	19	21
Від 50 до 200	12	13	15	17	19

Таблиця Д. 4.10

Оцтові ціни на виливки ГОСТ 26358-84 з сірого чавуну марки
СЧ 20 ГОСТ 1412-85 (в крб. за 1 т)

Маса одного вилівка, кг	Група складності виливків					
	1	2	3	4	5	6
0,45	399	498	614	731	873	1045
0,715	381	475	586	698	832	997
1,125	365	454	561	668	797	954
1,8	349	435	537	639	762	913
2,825	335	418	516	614	732	877
4,5	322	401	496	590	704	843
7,15	310	316	477	568	677	811
11,25	299	373	460	548	653	782
14,25	294	366	452	538	642	768
18	289	360	444	528	630	753
22,5	214	354	431	519	620	742
28,25	279	348	429	311	610	730
36,75	374	142	432	502	599	718
45	270	336	415	494	390	706
56,5	266	331	409	486	580	695
71,5	261	326	402	479	371	684
90	257	321	396	471	562	673

Примітка. Оптову ціну на виливки з проміжною масою визначають
лінійним інтерполюванням

У табл. Д. 4.13 наведені коефіцієнти для розрахунку.

Більш точно та оптові ціни на виливки з інших матеріалів можна визначити за Прейскурантом № 25-01, 1991 р. [8].

Таблиця Д. 4.11

Оптові ціни на виливки з нелегованої сталі марки 25Л ГОСТ 977-88

(в крб. за 1т)

Маса одного виливка , кг	Групи складності виливків					
	1	2	3	4	5	6
0,45	479	597	737	877	1047	1254
0,715	457	570	703	837	999	1196
1,125	438	545	673	801	956	1144
1,8	419	522	644	767	915	1095
2,825	402	501	619	737	879	1052
4,5	387	482	595	708	844	1011
7,15	372	464	572	681	813	973
11,25	359	447	552	657	784	939
14,25	352	449	542	645	770	922
18	346	431	533	634	756	906
22,5	341	424	524	623	744	891
28,25	335	417	515	613	732	876
36,75	329	410	507	603	719	861
45	324	404	498	593	708	847
56,5	319	397	490	584	696	834
71,5	314	391	483	574	685	820
90	309	385	475	565	675	808

Примітка. Оптову ціну на виливки з проміжною масою визначають лінійним інтерполюванням

Розраховану за наведеною вище методикою вартість виготовлення вилівка необхідно зменшити на вартість проданої стружки, яка визначається за формулою

$$S_{\text{стр}} = (Q - q) S_{\text{відх}} / 1000$$

де (Q, q - маса відповідно вилівка та готової деталі; $S_{\text{відх}}$ - ціна 1 т відходів (стружки), крб. (у цінах 1990 р.) табл. Д. 4.14. При визначенні вартості

випусків і відходів у гривнях, вартість у карб, необхідно збільшити на коефіцієнт, що дорівнює 27 (на 2010р.)

Таблиця Д. 4.12

Коефіцієнти для розрахунку оптових цін на виливки з сірого чавуну та нелегованої сталі

Сірий чавун ГОСТ 1412-85	Коефіцієнт к _ц	Конструкційна нелегована сталь ГОСТ 977-88	Коефіцієнт к _ц
СЧ 10	0,95	15Л	0,975
СЧ 15	0,976	20Л	0,985
СЧ 18	0,981	25Л база	1,0
СЧ 20 база	1,0	30Л	1,015
СЧ21	1,003	35Л	1,025
СЧ24	1,007	40Л	1,041
СЧ25	1,01	45Л	1,051
СЧ30	1,02	50Л	1,067
СЧ35	1,05		

Таблиця Д. 4.13

Коефіцієнти для розрахунку оптових цін на виливки з конструкційної легуваної сталі ГОСТ 977-88 до оптової ціни на виливки з сталі марки 25Л, передбаченої в табл. Д. 4.11

Марка сталі	Коефіцієнт к _ц
20ГЛ	1,046
35ГЛ	1,046
20ГСЛ	1,048
30ГСЛ	1,05
30ГІФЛ	1,09
20ФЛ	1,072
30ХГСФЛ	1,083
45ФЛ	1,071
32Х06Л	1,050
40ХЛ	1,060
35 ХМЛ	1,170
35ХГСЛ	1,057
20ДХЛ	1,088

Заготівельні ціни на стружку чорних та кольорових металів

(Прейскуранти №№01-03 та 02-05 1981 р)

Стружка	Ціна за 1 т, крб.
Чавунна	24,8
Сталева	22,6...28,1
Латунна	341... 404
Бронзова	507... 1083
Алюмінієва	240...315

РОЗРАХУНОК ЛИВНИКОВИХ СИСТЕМ

Ливниковою системою називають сукупність каналів і резервуарів, по яких рідкий метал з ковша поступає в порожнину ливарної форми. Ливникова система суттєво впливає на якість виливка.

Основними елементами ЛС (13, рис 7.1) є: ливникова чаша або лійка 1, стояк 2, ливниковий хід (шлакоуловлювач - для чавунів або колектор - або кольорових сплавів) 3, ливники 4, випор 6.

Ливникові системи за способом підводу розплавленого металу в форм> ділять на п'ять типів (13, рис. 7 3): верхню (а), нижню або сифонну (б), бокову (в), ярусну (г) та її різновидність вертикально-щілинну (д), дощову

При машинному формуванні найбільш широко застосовують бокову ЛС, коли ливники підводять у площині рознімання форми.

Для виготовлення виливків застосовують ЛС:

які звужуються $F_{ст} > F_{шл} > F_{лив}$

і які розширюються $F_{ст} < F_{шл} < F_{лив}$

де $F_{ст}$, $F_{лив}$ і $F_{шл}$ - перерізи відповідно стояка, шлакоуловлювача і ливника (ливників).

ЛС, що звужуються, добре уловлюють шлак, збільшують лінійну швидкість проходження метал через канали ЛС їх застосовують для лиття чорних металів, не схильних до окислення, які утворюють неміцні окисні плівки.

ЛС, що розширюються, зменшують швидкість руху металу, сприяють спокійному заповненню форми без окислення металу, їх застосовують для лиття кольорових сплавів, які схильні до окислення і утворюють міцні окисні плівки.

При конструюванні і розрахунку ЛС необхідно враховувати ЛС повинна забезпечувати заповнення форми за певний час з оптимальною швидкістю; ЛС повинна затримувати неметалеві включення; при заданому часі заливання швидкість металу, який витікає з ливників, повинна бути невеликою; витрати металу на ЛС повинні бути мінімальними; ЛС повинна бути технологічною у виготовленні.

Розрахунок ЛС зводиться до визначення площі її найменшого перерізу (стояка або ливників) з подальшим визначенням за співвідношенням площ перерізів решти елементів (14).

Площу найменшого перерізу розраховують за формулою, см²:

$$F_{\text{нп}} = 10000Q / \mu\gamma\tau(2gH_p)^{1/2}$$

де Q - маса металу, який проходить через мінімальний

переріз, кг; g - прискорення вільного падіння, см/с² ;

t - тривалість заливання, с;

μ - коефіцієнт витрат ЛС, який ураховує втрати на тертя, повороти;

γ - густина рідкого металу, г/см³;

H_p - розрахунковий напір, см.

Тривалість заливання форми, с: $\tau = S(\tau Q)^{1/3}$,

де S - коефіцієнт, що залежить від товщини стінки і конфігурації

виливка, для сплавів: чавуну S=1,7 ...2,0; сталі S=0,91... 1,7; мідних

S=2,0...2,1; алюмінієвих S=1,7...3,0; магнієвих S=2,3 ...4,5;

δ- переважаюча товщина стінки виливка, мм

Напір H_p залежить від способу заливання, типу ЛС, положення

виливка в формі та інших факторів Для визначення напору при

заливанні через ливникову чашу необхідно ураховувати рівень металу в чаші, а при заливанні через лійку-рівень металу в ковші.

Для найбільш широко застосовуваного підводу металу в площині рознімання форми :

$$H_p = H_0 - p^2/2c$$

де H_0 - початковий максимальний напір (13, рис 7.4), який дорівнює висоті стояка, см;

r - відстань від найвищої точки виливка до рівня підведу розплаву, см;

c - висота виливка за положенням при заливці, см.

Коефіцієнт α для чавуну приймають при заливанні у сиру форму 0,35... 0,50, а в суху 0,41...0,60; для сталі відповідно, 25...0,42 і 0,30...0,50

Площі перерізів інших елементів ЛС визначають у відповідності з вибраним співвідношенням (14,15).

Для чавунних виливків масою до 1000 кг приймають :

$$F_{\text{лив}} : F_{\text{шл}} : F_{\text{ст}} = 1,0 : 1,1 : 1,15$$

для більш масивних виливків :

$$F_{\text{лив}} : F_{\text{шл}} : F_{\text{ст}} = 1,0 : 1,2 : 1,4$$

для сталевих виливків :

$$F_{\text{лив}} : F_{\text{лх}} : F_{\text{ст}} = 1,0 : 1,2 : 1,4 \text{ або } 1,0 : 1,15 : 1,3$$

де $F_{\text{лх}}$ - переріз ливникового ходу.

Для виливків з алюмінієвих і магнієвих сплавів застосовуються ЛС, які розширюються:

$$F_{\text{сп}} : F_{\text{кол}} : F_{\text{лив}} = 1 : 2 : (3..4);$$

де $F_{\text{кол}}$ - загальна площа поперечного перерізу колекторів. Для мідних сплавів:

$$F_{\text{сп}} : F_{\text{кол}} : F_{\text{лив}} = 1 : 2 : 2 (1 : 2 : 4 \text{ або } 1 : 4 : 4).$$

ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ ТА ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ВИЛИВКІВ

Основні властивості ливарних сплавів

Ливарні сплави	Густина, г/см ³	Ливарна усадка сплаву, %	Температура, °С		Границя міцності, Н/мм		Твердість за Брінелем, НВ
			плавлення	залливу в ливарні форми	при розтягуванні	при вигині	
Чавун:							
сірий	7,1...7,3	0,9...1,3	1150...1260	1260...1400	98...441	274...637	143...289
білий	7,4...7,7	1,5...2,0	1150...1260	1240...1360	98...196	294...490	300...700
ковкий	7,2...7,4	1,4...1,7	1150...1350	1380...1450	294...784	588...980	100...320
високоміцний	7,1...7,2	0,5...1,0	1150...1260	1280...1400	392...784	784...1372	140...369
Сталь лита							
вуглецева	7,8	2,0	1420...1520	1500...1600	392...588	-	149...169
Бронза	8,6	1,5	1000...1050	1100...1150	392...490	-	100
Латунь	8,6	1,5	900...1050	1000...1100	274...294	-	80
Сплави:							
алюмінієві	2,55...2,83	0,5...1,4	610...620	700...780	108...245	-	40...100
магнієві	1,80...1,83	1,0...1,5	600...650	680...780	88...215	-	30...65

Таблиця Д. 6.2

Температури розливання

Характеристика виливків або марка сплаву	Температура розплаву, °С	
	при випусканні з плавильної печі	при заливці ливарної форми, не нижче
1	2	3
Сірий чавун (СЧ 18 та нижче)		
Дрібні	1380	1300
Середні	1360	1300
Великі, дуже великі	1360	1290
Тонкостінні (середні, великі, дуже великі)	1380	1320
Сірий чавун (СЧ 20 та вище)		
Дрібні	1380	1320
Середні	1380	1320
Великі, дуже великі	1380	1300
Тонкостінні (середні, великі, дуже великі)	1400	1330
Високоміцний чавун		
Переважаюча товщина стінок, мм:		
6...20	1380	1320
Більше 20	1380	1300
Ковкий чавун		
Переважаюча товщина стінок, мм:		
До 4	1480	1380
4... 10	1450	1350
10...20	1430	1350
Більше 20	1410	1320
Вуглецеві та низьколеговані сталі		
Дрібні, середні	1550	1420
Великі, дуже великі	1520	1390
Тонкостінні (дрібні та середні)	1550	1450
Високолегована сталь		
Дрібні, середні	1570	1420
Великі, дуже великі	1540	1420
Тонкостінні (дрібні та середні)	1570	1480
Кремниста латунь		
Переважаюча товщина стінок, мм:		
10	1130	1100
20	1080	1050

Таблиця Д. 6.2(закінчення)

1	2	3
Алюмінієві сплави		
АЛ1	780	720... 770
АЛ4	770	730...750
АЛ10	750	690...730
Інші	770	640...750
Олов'яна та фосфориста бронзи		
Переважаюча товщина стінок, мм		
10	1150	1100
10...20	1100	1050
Більше 20	1050	1000
Алюмінієва бронза		
Переважаюча товщина стінок – 10 мм:	1150	1100

Примітка. Невідповідальні товстостінні виливки з сірого чавуну допускається заливати при температурі нижчій 1270 °С, виливки з магнієвих сплавів - при 720...780 °С.

Таблиця Д. 6.3

Тривалість охолодження чавунних виливків

Виливок та ливарна форма	Маса виливка, кг	Час охолодження виливка, год
1	2	3
Базові корпусні деталі (складні станини, стояки, полозки), до яких пред'являють вимоги по стабільності геометричних форм і розмірів. Форми сухі або хімічно - твердіючі.	1001...3000	8...18
	3001... 5000	18...30
Базові корпусні деталі -середньо-габаритні станини, траверси, повзуни, шестерні високої та підвищеної міцності, до яких пред'являють вимоги по стабільності геометричних форм та розмірів. Форми сухі або хімічно твердіючі.	101...500	2...6
	501... 1000	6...9
Виливки ті ж, але виготовлені в підсушених формах	101...500	2...5
	501...1000	5...8

Таблиця Д. 6.3 (закінчення)

1	2	3
Базові корпусні деталі складні і середньої складності, малогабаритні стоїки, полозки, супорти, тумби, основи, до яких пред'являють вимоги по стабільності геометричних форм та розмірів. Форми підсушені	20	0,6... 1,0
Виливки ті ж, але виготовлені в сирих формах	21...100	0,75... 1,5
Різні деталі середньої складності, які виливаються в сирих формах	20	0,4...0,75

Таблиця Д. 6.4

Режими термічної обробки

Матеріал	Температура нагрівання, °С	Швидкість нагрівання, °С (не більша), або тривалість нагрівання, год (в дужках)	Видержка, год	Примітка
1	2	3	4	5
Низькотемпературний відпал				
СЧ35	620	100...150	2...4	Охолодження повільне 10-50 °С/год разом з піччю.
СЧ 32	570	100...150	2...4	
СЧ 28	570	100...150	2...4	
СЧ21	550	100...150	2...4	Видержка залежить від товщини стінки.
СЧ 15	520	100...150	2...4	
Сталь	750-780	120...150	2...8	Застосовують для знімання внутрішніх напруг у виливках.

Таблиця Д. 6.4 (продовження)

1	2	3	4	5
Графітизуючий відпал				
Ковкий чавун (феритний)	950-1050	(15-25)	25-30	При першій видержці проходить розкладання вільного цементиту на аустеніт та графіт
		-	3...4	Проміжне охолодження в печі до 760 ... 950 °С з метою запобігання росту зерна
-	720... 750	-	5...10	При другій видержці графітизується весь вуглець. Охолодження в печі або на повітрі до $t \leq 90$ °С протягом 3 ... 5 год
Ковкий чавун (перлітний)	950... 1050	(15...25)	15...25	Охолодження в печі чи на повітрі до $t \leq 90$ °С протягом 3 ... 5 год. Нагрівання та видержка залежить від товщини стінки
Високотемпературний відпал				
Чавун Сталь	850...950 900... 1000	У залежності від конструкції та маси вилівка		Повільне охолодження з піччю. Застосовують для вирівнювання і пом'якшення структури вилівка
Відпускання				
Чавун	250...350	70...90	1...3	Охолодження на повітрі. Застосовують для знімання гартівних напруг, підвищення в'язкості, пластичності, границі витривалості.

Таблиця Д. 6.4 (продовження)

1	2	3	4	5
Нормалізація				
Сталь	160...600	-	1,5...4	Охолодження на повітрі. Призначення те ж. Види відпускання: низьке (150...200°C), середнє (300...400°C), високе (500...600°C)
Чавун	840...950	Більше 100	1...4	Охолодження на повітрі. Застосовують для виправлення структури, одержання перлітної металічної основи, підвищення механічних властивостей Видержка складає 1 год на 25 мм товщини стінки
Сталь	800...850	Більше 100	2...3	Охолодження на повітрі. Застосовують для підвищення механічних властивостей.

ВИБІР ОСНАСТКИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Таблиця Д.7.1

Вибір оснастки та обладнання при розмірах нормалізованих опок, мм

Середній габаритний розмір $(L+B)/2$, де: L - довжина, B - ширина	Довжина або діаметр D	Крок по довжині	Ширина B	Крок по ширині	Висота	Крок по висоті
500	300...750	50	250...500	50	50...350	25; 50
501...750	800... 1200	100	250...750	50	100...600	25; 50
751...1000	1400... 1600	100	350...1000	50...100	150...600	25; 50
1001...1500	1800...2400	200	450... 1500	50... 100	150...600	25; 50
1501...2500	2500...4000	200; 250	650...2500	50; 100; 200 100;	200...800	50; 100
2501...3500	4250...5500	250; 500	1000...3500	200; 250 100; 200;	300... 1000	50... 100
3501...5000	6000... 8000	500	1100...5000	250	350...1000	50... 100

Таблиця Д. 7.2

Відстань між осями центруючі отворів під штири в опоках, мм

Довжина L або діаметр D опок на просвіт	Відстань між осями центруючих отворів
Від 300 до 750	$(L + 100) \pm 0,2$
"800 " 1200	$(L + 120) \pm 0,5$
"1400 " 1600	$(L + 160) \pm 0,5$
"1800 " 2400	$(L + 200) \pm 1,0$
"2500 " 4000	$(L + 240) \pm 1,5$
"4250 " 5500	$(L + 280) \pm 1,5$
"6000 " 8000	$(L + 320) \pm 1,5$

Таблиця Д. 7.3

Формувальні машини

Марка машини	Тип машини і спосіб виймання моделі з форми	Найбільші розміри опок на просвіт, мм	Хід вантажки, мм	Максимальна вантажопідйомність, кг	Продуктивність (півформ за 1 год)
1	2	3	4	5	6
91226Б	Вібропресова напівавтоматична з штифтовим підйомом опок	500 x 400 x 200	150	150	120
91271Б М	Струшуючі з допресуванням напівавтоматична з штифтовим підйомом опок	500 x 400 x 200	150	150	100
253М	Струшуюча з допресуванням з поворотним столом	600 x 500 x 250	240	400	50
266М	Струшуюча з допресуванням з протяжною рамкою	600 x 500 x 250	250	400	50
ПФ-4	Пресова формувальна	756 x 676 x 110	-	-	120

Таблиця Д. 7.3 (закінчення)

1	2	3	4	5	6
22111	Струшуючо-пресова без повороту півформи	500 x 400 x 200	200	200	145
22112	Те ж	600 x 500 x 250	220	400	140
22113	Струшуючо-пресова без повороту півформи	800 x 700 x 300	290	700	110
22114	Те ж	1000x800x350	300	1200	95
22211	Струшуючо-пресова з поворотом півформи	500 x 400 x 200	200	200	105
22212	Те ж	600 x 500 x 250	220	400	90
22213	-//-	800 x 700 x 300	290	700	80
22214A	-//-	1000x 800x350	300	1200	75
254M	Струшуюча з допресуванням поворотним столом	800 x 700 x 300	290	600	45
2M265	Струшуюча з допресуванням і протяжною рамкою	800 x 700 x 300	250	400	50
703M	Струшуюча з допресуванням і штифтовим підйомом опок	1000x600x250	230	900	40'
233M	Струшуюча з перекидним столом і витяжним механізмом	1000x800x400	350	1320	20
255M	Струшуюча з допресуванням і поворотним столом	1000x800x350	325	900	40
267M	Струшуюча з допресуванням і протяжною рамкою	1000x800x350	325	1200	45
ЛН203	Струшуюча з штифтовим підйомом опок	1200x1000x500	400	2000	20
СКФ2М	4-х позиційна для виготовлення оболонкових форм з штифтовим підйомом оболонок	300 x 400 *	125	-	75
832	Те ж, 6-позиційна	450x550*	100	-	200
837	Те ж, 8-позиційна	450x550 *	90	-	300

Примітка. Знаком " * " позначений розмір модельної плити.

Таблиця Д. 7.4

Стержневі машини

Машина	Максимальна маса стержня, кг	Найбільші розміри стержньового ящика, мм	Продуктивність шт/год	Тип виробництва
Ручна, струшуюча з перекидним столом (пересувна на колесах) 283	15	400x300x200	10	МСВ, СВ
Струшуюча з поворотним столом СВПМ	50	800x250x300	До 25	МСВ, СВ
Струшуюча з перекидним столом і протяжним механізмом 284М	30	600x400x300	50	МСВ, СВ
Струшуюча з поворотним столом 845	90	1000x800x300	15	МСВ. СВ
Вібропресові ВП-1.ВПФ-51	8	450x400x180	150	СВ
Піскодувна 285М	1	250x150x(20-	360	СВ, МВ
Піскодувна С-216	10	200)	200	СВ, МВ
Піскодувна напівавтоматична 2Б83	8	550x300x325 400x320x(230-400)	200	СВ, МВ
Піскострільні напівавтоматичні установки:				
348	2,5	300x350x300	360	ВСВ, МВ
28Б-1	1,0	250x150x180	360	ВСВ, МВ
28Б-3	6,0	400x300x400	400	ВСВ, МВ
28Б-5	16	630x500x445	200	ВСВ, МВ
28Б-7	40	800x630x500	160	ВСВ, МВ
28Б-9	100	1000x800x555	100	ВСВ, МВ
Машини для виготовлення стержнів у гарячих ящиках:				
4532Б	1,0	200x80x110	200	ВСВ, МВ
4554Б2	2,2	220x150x200	100	ВСВ, МВ
4509А	6,0	400x300x200	80	ВСВ, МВ
4509С	15,0	600x400x200	120	ВСВ, МВ
4705Б	15,0	830x320x220	100	ВСВ, МВ
Човникова, ЗІЛ	4,5	240x220x50/50	160	

Примітка. Для виготовлення стержнів струшуванням також використовують формувальні машини 231, 232, 233, 234, 235 та інші.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афонькин М.Г., Магницкая М.В. Производство заготовок в машиностроении. -Л.: Машиностроение, 1987. - 255 с.
2. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.И. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении - М Машиностроение, 1976 - 288 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т.- 4-е изд., перераб. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова - М.: Машиностроение, 1986. - 655 с.
4. Справочник металлиста. В 5 т -3-е изд., перераб. Т. 3 / Под ред. А. Н.Малова. – М.: Машиностроение, 1977 - 748 с.
5. Справочник нормировщика / Под ред. А.В. Ахумова – Л.: Машиностроение, 1986 - 458 с
6. Курсовое проектирование по технологии машиностроения - 4-е изд., перераб. / Под ред. А.Ф. Горбачевича - Минск: Вышэйш. шк., 1983 - 286с.
7. Дипломное проектирование по технологии машиностроения / Под ред. В. В. Бабука. - Минск. Вышэйш. шк., 1979. - 464 с.
8. Оптовые цены на отливки, поковки и горячие штамповки Прейскурант №25-01 - М.: Прейскурантиздат, 1991. - 159 с.
9. Титов Н.Д., Степанов Ю.А. Технология литейного производства 3-е изд., перераб - М.: Машиностроение, 1985. - 400 с.
10. Матвеев И.В., Тарский В. Л. Оборудование литейных цехов 2-е изд., перераб. - М.. Машиностроение, 1985. - 392 с.
11. Справочник металлиста. В 5 т.- 3-е изд., перераб. Т.2 / Под ред А.Г. Рахштадта и В.А. Брострема. - М: Машиностроение, 1976. - 717 с.
12. Домогацкий В.И. Прогрессивные заготовки в машиностроении Учеб. пособ. - Куйбышев: КАИ, 1983. - 99 с.

13. Иллюстративный материал к лекционному и самостоятельному изучению дисциплины "Проектирование и производство заготовок" с применением ТСО. Кн. I. Литые заготовки / Сост. С. С. Добрянский, С. Г. Радченко - К : КПИ, 1987. - 49 с.

14. Литейное производство / Под ред. И. Б. Куманина - М: Машиностроение, 1971 - 319 с.

15. Головин С.Я. Краткий справочник литейщика. - М -Л: Машгиз, 1960 -375 с.

ЗМІСТ

	Ст.
1. Мета та завдання роботи.....	3
2. Тематика та обсяг.....	4
3. Оформлення та захист.....	6
4. Етапи виконання першої частини курсової роботи.....	9
4.1. Призначення і особливості об'єкта виробництва.....	9
4.2. Вибір та обґрунтування способу виготовлення заготовки.....	9
4.3. Економічне обґрунтування вибору заготовки.....	10
4.4. Розробка схеми технологічного процесу виготовлення виливка.....	11
4.5. Вибір обладнання та ливарного оснащення.....	15
4.6. Розробка креслення виливка і технічних вимог до його виготовлення та контролю.....	17
4.7. Контроль якості виливка.....	25
4.8. Охорона праці.....	26
Додаток 1. Форма і зразок заповнення титульного аркуша.....	27
Додаток 2. Основні стандарти, які використовуються при виконанні роботи.....	28
Додаток 3. Визначення груп серійності та складності при виготовленні виливків.....	38
Додаток 4. Економічне обґрунтування вибору литої заготовки.....	42
Додаток 5. Розрахунок ливникових систем.....	55
Додаток 6. Основні властивості ливарних спленін та термічна обробка виливків.....	58
Додаток 7. Вибір оснастки та обладнання.....	64
Список літератури.....	70