

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«Теоретичні основи проектування оснастки»

для студентів спеціальностей

136 «Металургія»,

131 «Прикладна механіка»

денної та заочної форм навчання

2020

Конспект лекцій з дисципліни «Теоретичні основи проектування оснастки» для студентів спеціальності 136 «Металургія», 131 «Прикладна механіка» денної та заочної форм навчання /Укл.: О.В.Алексєєнко, В.М.Юзвак-. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 42с.

Укладач: О.В.Алексєєнко, стар. викл.
Юзвак В.М., к.т.н., доцент

Рецензент: В.М. Сажнів, к.т.н., доцент

Відповідальний
за випуск: В. Г. Іванов, доцент, д. т. н.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Машини і технологія
ливарного виробництва»
Протокол № 1
від «18» серпня 2020р.

Рекомендовано до видання
НМК Інженерно-фізичного
факультету
Протокол № 1
від «08» вересня 2020р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Методологія інженерного проектування і конструювання.....	4
1.1 Специфічні особливості процесу проектування.....	6
1.2 Етапи проектування та їх взаємозв'язок.....	7
1.3 Узагальнення процедури і завдання проектування.....	7
1.4 Психологія творчості проектувальника.....	8
2 Загальні відомості про заготовки і їх характеристика	10
2.1 Поняття, класифікація, види, способи отримання, форми, матеріали машинобудівних заготовок	10
2.2 Технологічні властивості ливарних сплавів	11
3 Проектування ливарних заготовок	14
3.1 Вимоги до конструкції і матеріалу виливка	14
3.2 Допустимі відхилення розмірів виливка	15
3.3 Призначення і розміри припусків виливка на обробку різанням	18
3.4 Межові відхилення маси і вимоги до шорсткості поверхні виливка.....	19
4 Технологічність конструкції виливка.....	22
4.1 Загальні вимоги технологічності виливка	22
4.2 Визначення товщини стінки виливка	24
4.3 З'єднання стінок виливка між собою, радіуси скруглень, переходи.....	25
4.4 Методи розвантаження місця скупчення сплаву в локальних частинах виливка	27
4.5 Конструювання обрамлень, буртиків, платиків, ухилів....	31
4.6 Вибір баз для механічної обробки виливків.....	34
4.7 Оформлення креслення виливка.....	35
5 Конструювання оснастки.....	37
5.1 Етапи конструювання, виготовлення та експлуатації оснастки	37
5.2 Теоретичний і практичний досвід основ конструювання і виготовлення оснастки ливарних цехів	39
Література	41
Електронні ресурси	42

ВСТУП

Теоретичні основи проектування оснастки ливарного виробництва включають:

Теоретичні положення створені на підставі наукових знань, здобутих шляхом спостереження за нашим довкіллям і його усвідомленням.

Рушійною силою є творчість, яка складається з п'яти етапів:

- накопичення знань, формулювання мети;
- концентрація зусиль на досягненні мети;
- відпочинок – зняття напруги з «сірої» речовини, відволікання;
- еврика – рішення, зміна відомого, нова ідея;
- доведення, узагальнення, аналіз, прийняття рішення.

Еврика – прозріння (потрійне задоволення): душа – хоче, голова – знає, руки – можуть.

Проектування, згідно з ГОСТом 22487-77, – це процес опису, потрібний для створення ще неіснуючого об'єкта, оптимізації заданих характеристик об'єкта або алгоритма його функціонування, усунення некоректності первісного опису і послідовного представлення описів різними мовами.

І останнє в назві дисципліни «Оснастка ливарних цехів» – це формоутворюючі та конструктивні приладдя, механізми, інструменти, за допомогою яких виготовляють виливки.

У конспекті викладені основні теоретичні положення про методологію, особливості та психологію творчості проектувальника. Наведено відомості про класифікацію, способи отримання, технологічні властивості матеріалів ливарних машинобудівних заготовок.

Викладені вимоги до конструкції вилівка, межові відхилення розмірів, маси, припусків на механічну обробку, шорсткості поверхні вилівка.

Особливу увагу приділено поняттю «технологічність вилівка», ігнорування вимог якого, в промислових умовах часто призводить до великих моральних, матеріальних, енергетичних і термінових втрат.

При підготовці конспекту використовувався конспект лекцій доцента кафедри В.М.Юзвака.

1 МЕТОДОЛОГІЯ ІНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ І КОНСТРУЮВАННЯ

Проектування і конструювання складають основу інженерного мистецтва і не є синонімами. Конструкція створюється на підставі даних проекту, таким чином, проектування випереджає конструювання.

Проект є результатом творчої діяльності з інформаційними, теоретичними і експериментальними потоками.

Сучасна науково-технічна революція постійно створює нові і вдосконалює існуючі технічні системи для задоволення матеріальних і інтелектуальних потреб людини.

Технічна система – множина технічних об'єктів, зв'язаних між собою, та має доцільність (перетворення маси, енергії, інформації).

Характерною особливістю людини є все зростаюче бажання споживати плоди технічного прогресу. Цей факт обумовлює виробництво нових технічних засобів, а це в свою чергу вимагає творчого підходу до цих проблем.

Логічна послідовність задоволення потреб людини приведена на рис. 1.1 [3].



Рисунок 1.1 – Співвідношення підсистем в системі задоволення суспільних потреб

Методологія творчої технічної діяльності включає:

- опис творчої діяльності (креслення, пояснювальна записка, схеми, плани);
- однозначну, незаперечну, повну та незайву інформацію;
- будь яке рішення – ризик, може допомогти інтуїція, але вона повинна мати здоровий глузд;
- спостереження, гіпотеза, експеримент, теорія (індукція – дедукція);
- заготовка повинна мати загальну базу для подальшої обробки, мінімум розмірів.

Для створення дійсно нового треба: «Бажати! Дивитись! Бачити! Слухати! Чути! Розуміти! Думати і творити!»

1.1 Специфічні особливості процесу проектування

Специфічними особливостями процесу проектування (П) є:

- продуктом П є відомості про ще не існуючий об'єкт;
- процедура П – це опис об'єкта в обмеженому просторі;
- проектування не спроможне побудувати сувору математичну модель об'єкта;
- проектування – колективна діяльність;
- проектування – багатоваріантне і вимагає різноманітних знань;
- об'єкти проектування мають блочно-ієрархічну структуру.

Блочно-ієрархічний метод (рис.1.2) передбачає декомпозицію процесу проектування на окремі блоки і рівні. Це дозволяє більш детально вивчити об'єкт проектування, формулювати і вирішувати завдання певної складності, які можна легко збагнути, проаналізувати і прийняти рішення.

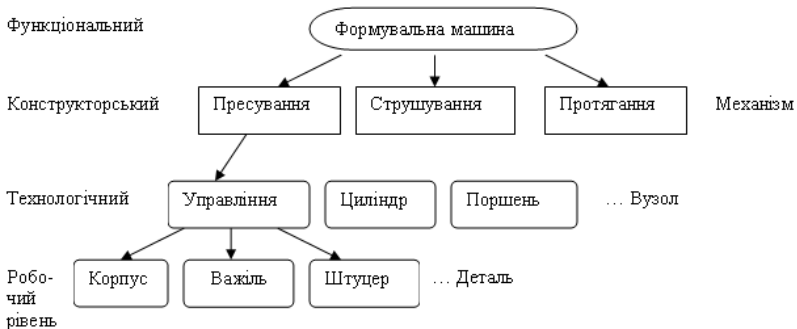


Рисунок 1.2 - Блочно-ієрархічний метод проектування

Недоліком блочно-ієрархічного методу є те, що проектувальник не завжди має загальне уявлення про об'єкт, систему, процес, частиною якого є окремий блок.

1.2 Етапи проектування та їх взаємозв'язок

Основними етапами проектування згідно з ЄСКД, ЄСТД є:

- 1) технічне завдання на проектування (маса, продуктивність, енерго- і трудосміність);
- 2) попереднє проектування або науково-дослідні роботи (структура, розрахунки та ін.);
- 3) ескізне проектування або дослідно-конструкторські роботи (конкретизація, уточнення, побудова моделі та ін.);
- 4) технічне проектування – проробка рішень, дослідний зразок, випробування, корегування.

На всіх етапах проектування слід дотримуватися послідовності дій: пошук інформації → вибір і аналіз інформації → розрахунки, ескізи → прийняття рішення → оформлення рішень в зручному для використання вигляді.

1.3 Узагальнення процедури і завдання проектування

Крім викладених у розділі 1.1, проектування має ще й такі особливості: нестабільність і невизначеність постановки завдання, його мінливість у процесі проектування, труднощі створення об'єкта і широке поле творчості.

Невизначеність може мати відношення до інформаційного входу X , виходу Y , апарату проектування об'єкта Π .

Проаналізуємо трьохзначні змінні XYP , які задані однозначно O , множиною реалізацій M і такими, які підлягають визначенню, тобто невідомі H .

Тоді можливі 27 постановок проектної задачі, вісім з них мають практичне значення і поділяються на чотири групи:

- 1) об'єкт може бути скомпанований з готових блоків

$$X^O Y^O \Pi^O; X^O Y^M \Pi^O; X^O Y^M \Pi^M;$$

- 2) готових блоків немає, але є аналоги, змінивши параметри яких отримаємо рішення

$$X^M Y^M \Pi^M;$$

3) немає аналогів, але відомі принципи їх побудови

$$X^O Y^H \Pi^M; X^M Y^H \Pi^M; X^H Y^H \Pi^M;$$

4) невідомі навіть принципи побудови об'єкта – треба провести фундаментальні і прикладні дослідження, їх аналіз і тільки потім створювати об'єкт

$$X^H Y^H \Pi^H.$$

Таким чином, проектування здійснюється шляхом синтезу і аналізу.

1.4 Психологія творчості проектувальника

Проектувати – означає творити нове на підставі наукових знань і практичного досвіду. Творчість на високому рівні є мистецтвом. Особливо це стосується проектування і конструювання ливарної оснастки. Процес створення оснастки в ливарному виробництві є дійсно мистецтвом, яке забезпечує галузі машинобудування, культури, літератури, друкарського виробництва, науки високоякісним литвом. Прикладами цього є ракетне, атомне, авто-, авіо-, моторобудування, Цар-Пушка і Цар-Колокол, пам'ятники Петру I, Миколі I, Єкатерині II, коні Клодта, каслінське литво, друкарські матриці, кліше, науково-дослідне обладнання.

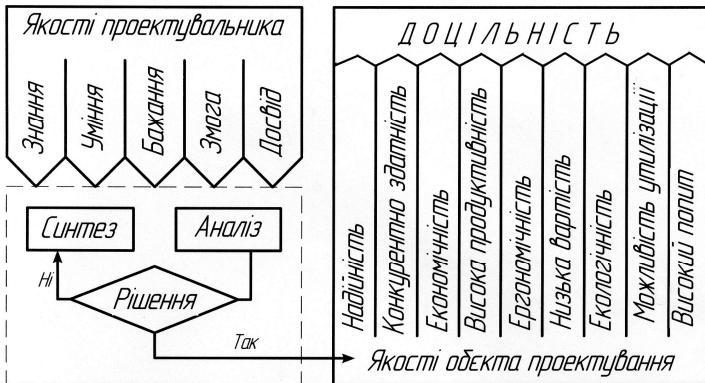


Рисунок 1.3- Етапи проектування.

Успіх у цьому напрямку визначається людьми, які повинні бути принаймні:

- освіченими в загальному і спеціальному напрямках;
- майстрами у галузі ливарного виробництва;
- зацікавленими духовно, матеріально, морально та ін.;
- допитливими, сумлінними, відповідальними, відданими справі, порядними, впевненими і мати велике бажання працювати.

Перешкоди в творчості можуть бути власного і загального порядку. Для їх подолання доцільно робити наступне [1]:

- не боятися знайомства з предметом – це дає обізнаність з метою його створення (скріпка для паперу може бути корисною для чистки отворів, утворення отворів замість шила, як пружина, ланка ланцюга, відмичка і т.д.);
- не лякатися критики ідей – суперечка народжує істину;
- виключити вплив авторитетних осіб, диктат керівництва, вважати сумнівними загальновідомі рішення;
- мати бажання нести відповідальність.

Перешкодами можуть бути також:

- відсутність довгострокової мети;
- невдалий експеримент;
- часті зміни рішень, напрямків;
- відсутність контакту з керівником;
- горизонтальний потік ідей, заперечення нового;
- відсутність коштів на заохочення творчості.

Успіх там, де легко, радісно, бажано, корисно працювати!

Керівник повинен володіти такими якостями:

- відповідальність;
- обізнаність;
- винахідливість;
- рішучість;
- вміння переконувати;
- мати щирих однодумців;
- впевненість в ідеї (актуальність, науковість, практичність);
- вміння захопити оточення ідеєю;
- виявляти вдячність, чуйність, працьовитість;
- бути технологом, економістом, продавцем в одній особі.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАГОТОВКИ І ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Виробництво машин, приладів, апаратів у машинобудуванні складається з таких етапів:

- виробництво заготовок;
- обробка заготовок;
- збирання вузлів;
- збирання машин;
- контроль, регулювання, обкатка, випробування;
- комплектація і підготовка до продажу.

Згідно з ГОСТом 14.004-83, виробничий процес – це сукупність дій робітників і обладнання, спрямованих на виготовлення продукції. Виробничий процес охоплює підготовку виробництва, стадії виготовлення, транспортування, контроль, випробування, атестацію, реалізацію.

Згідно з ГОСТом 3.1109-82, частина виробничого процесу, спрямована на зміну предмета праці, називається технологічним процесом, який змінює форму, розміри, властивості з метою отримання виробу, який відповідає заданим технічним умовам.

2.1 Поняття, класифікація, види, способи отримання, форми, матеріали машинобудівних заготовок

В машинобудуванні використовують зварні ($\approx 50\%$), литі ($\approx 40\%$) та ковани ($\approx 10\%$) заготовки.

Відповідно до ГОСТу 3.1109-82, заготовка – предмет праці, з якого за рахунок зміни форми, розмірів, властивостей виготовляють деталь.

Заготовки можуть бути:

- машинобудівні профілі (квадрат, коло);
- одиночні (литі, ковани, штамповані);
- комбіновані (з'єднані зваркою, пайкою).

Нас цікавлять литі заготовки – виливки.

В машинобудуванні 75–80% виливків виготовляють у піщаних формах ручною, машинною або стержневою формовкою. Ці виливки мають низьку точність, високу шорсткість поверхні і припуски на механічну обробку. Маючи низьку вартість виготовлення, вони відзначаються високою вартістю механічної обробки порівняно з виливками, виготовленими спеціальними методами лиття.

Спеціальними способами лиття отримують від 20 до 25% загального випуску виливків, які мають низьку шорсткість поверхні, менші припуски на механічну обробку, а інколи їх повну відсутність.

Порівняльна характеристика способів лиття наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика способів лиття

Спосіб лиття	Матеріал виливка	Вага виливка, кг	Товщина стінки, мм	Шорсткість поверхні, мкм	Особливості виливків
1	2	3	4	5	6
ПГФ	СЧ, Ст, кольор.	0,5–10000	≥3	320–80	Любі
Оболонки	—	0,1–80	2–4	160–20	Тонкі, компакт.
ЛВМ	Спец. сплави	0,01–135	≥0,7	40–10	Складні, без обр.
Кокіль	Ст, Чав, кол.	0,1–50	≥3	80–20	Прості, товсті
ЛПТ	Zn, Al, Mg, Cu	0,001–13	≥4	40–10	Складні, тонкі
ВЦЛ	СЧ, Ст, Cu	0,1–3000	≥4	80–20	Симетричні

Примітка: ПГФ – піщано-глинисті форми; ЛВМ – лиття за витоплюваними моделями; ЛПТ – лиття під тиском; ВЦЛ – відцентрове лиття.

За геометричними параметрами виливки поділяють на: корпусні, площинні, тіла обертання.

Для виробництва виливків використовують чорні і кольорові сплави (рис.2.1).

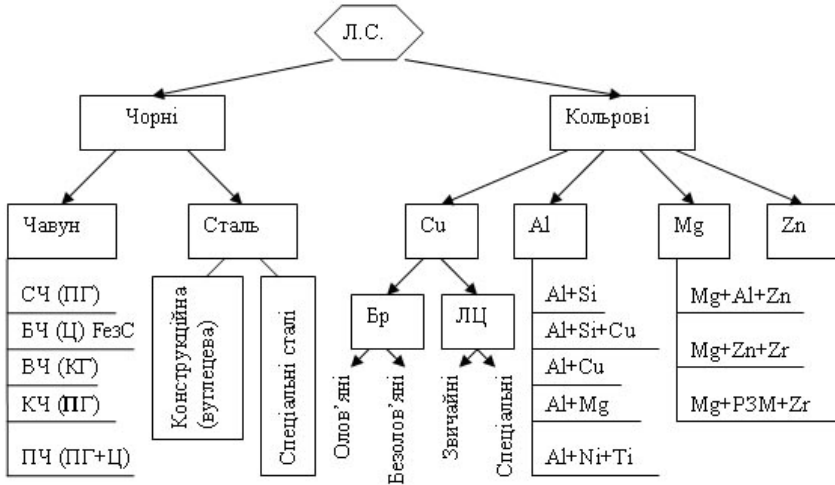
2.2 Технологічні властивості ливарних сплавів

Основними властивостями ливарних сплавів є:

1) рідинотекучість – здатність сплаву в рідкому стані заповнювати формоутворюючу порожнину і чітко відображати геометрію і розміри виливка.

Рідинотекучість може бути: нульова, дійсна, умовно-дійсна, практична, і залежить від:

- в'язкості – тертя частинок сплаву між собою при русі (пуази);
- поверхневого натягу (мДж/м²);
- теплоакумуляуючої здатності форми (ϵ_{ϕ});



СЧ(ПГ) – сірий чавун з пластинчастим графітом (ПГ);
 БЧ(Ц) – білий чавун (вуглець у вигляді з'єднання Fe_3C (цементита));
 ВЧ(КГ) – високоміцний чавун з кулястим графітом (КГ);
 КЧ(ПГ) – ковкий чавун з пластівчастим графітом (ПГ);
 ПЧ(ПГ+Ц) – половинчастий чавун (графіт (вуглець) присутній у вільній формі (ПГ) і у зв'язаному з залізом стані – Fe_3C (цементиті));
 Бр – бронза; ЛЦ – латунь

Рисунок 2.1 – Класифікація ливарних сплавів (Л.С.)

$$v_{\phi} = \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \gamma} \quad , (\text{ккал}/\text{м}^2 \text{с}^{1/2} \text{ К}), \quad (2.1)$$

де λ – теплопровідність, Вт/мК,

c – теплоємність, Дж/кгК,

γ – щільність, кг/м³.

– тертя між сплавом і формою;

– впливу хімічного складу сплаву ($P \uparrow$; $(C+Si) \uparrow$; $(S+Mn) \uparrow$; $(Cr, Mo, Ti) \downarrow$, (\uparrow – збільшує рідинотекучість, \downarrow – зменшує рідинотекучість)),
 де P, C, Si... – символи хімічних елементів.

2) усадка – зменшення розмірів і об'єму вилівка при твердінні і охолодженні. Існує лінійна ($E_{\text{лін}}$), об'ємна ($E_{\text{в}}$), ливарна ($E_{\text{лив}}$) усадки.

Лінійна усадка починається при температурі між ліквідусом і солідусом ($L \leftrightarrow C$) і супроводжується передусадковим розширенням. Причиною цього явища є фазова перебудова, поява неметалевих вкраплень і вилучення газів із сплаву.

$$E_{\text{лін}} = \frac{l_{\text{ф}} - l_{\text{в}}}{l_{\text{в}}} \cdot 100\%, \quad (2.2)$$

де $l_{\text{ф}}$ – розмір форми, м;

$l_{\text{в}}$ – розмір виливка, м.

Ливарна усадка – це різниця між лінійними розмірами моделі ($l_{\text{м}}$) і виливка ($l_{\text{в}}$).

$$E_{\text{лив}} = \frac{l_{\text{м}} - l_{\text{в}}}{l_{\text{в}}} \cdot 100\%. \quad (2.3)$$

Повна об'ємна усадка складається з усадки в рідкому стані ($E_{\text{вр}}$), усадки при твердінні ($L \leftrightarrow C$) $E_{\text{в(л-с)}}$ і усадки в твердому стані $E_{\text{вТВ}}$.

$$E_{\text{впов}} = E_{\text{вр}} + E_{\text{в(л-с)}} + E_{\text{вТВ}}. \quad (2.4)$$

3) усадкові раковини – порожнини в тілі виливка, які виникають унаслідок усадки сплаву при твердінні і залежать від хімічного складу сплаву ($Ст = 3-10\%$, $СЧ = 1,5-2,5\%$, $БЧ = 2,5-6\%$, $ВЧ = 0-13\%$, $МЧав^1 = 2-3,5\%$); температури сплаву перед твердінням; податливості форми; конструкції виливка;

4) усадкові пори виникають, коли живлення локальних об'ємів виливка зупинилось. Усадкові пори можуть бути: розсіяні при повільному твердінні, вісьові, розташовані в центрі виливка, локальні в товстих частинах виливка;

5) ліквация – неоднорідність хімічного складу сплаву в різних частинах виливка – може бути дендритною і зональною.

Крім технологічних властивостей, важливих для ливарного виробництва, при виборі сплаву для виливка слід враховувати здатність його до оброблювання, зварювання, деформації.

¹ Мчав – модифікований чавун.

3 ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНИХ ЗАГОТОВОК

3.1 Вимоги до конструкції і матеріалу виливка

При проектуванні виливків слід дотримуватися загальних і спеціальних технічних вимог. До загальних вимог належать:

- виливок повинен мати просту геометрію (плита, корпус, тіло обертання, комбіновану конструкцію) з мінімумом ребер, порожнин, виступів;

- конструкція виливка має забезпечувати її міцність, жорсткість, шорсткість, задану вагу і точність згідно з ГОСТом 26645-85 (маса, жолоблення, припуски, розміри);

- конструкція виливка повинна бути технологічною для обраного методу виготовлення;

- базові площини повинні бути розташовані хоча б в одній півформі для гарантії зручності і точності механічної обробки виливка;

- матеріал виливка повинен бути технологічним та економічним;

- виливок за конструкцією повинен бути легкооброблюваним на фінішних стадіях (легке вилучення стержнів та їх каркасів);

- виливок повинен бути компактним, з мінімальною витратою сплаву.

До спеціальних вимог належать такі властивості: герметичність, зносостійкість, термостійкість, холодостійкість, корозійна стійкість, кислотостійкість, декоративність [5].

Герметичність – це здатність виливка утримувати тиск рідини і газів від 0,5 до 30 МПа або утримувати вакуум від низького ≤ 100 Па до дуже високого $> 10^{-5}$ Па.

Зносостійкість – здатність матеріалу протистояти зносу виливків, які працюють у вузлах тертя зі змащенням і без нього.

Термостійкість – здатність матеріалу зберігати міцність при високих температурах.

Холодостійкість – здатність матеріалу виливка працювати при мінусових температурах не руйнуючись.

Корозійностійкість – стійкість матеріалу виливка проти окислення і перетворення сплаву в іржу.

Кислотостійкість – здатність матеріалу виливка не вступати в

хімічну реакцію з кислотами.

Декоративність – можливість нанесення гальванічних, хімічних, дифузійних або інших захисних, декоративних покриттів.

Характер вимог залежить від ступеня відповідальності вилівка (підлогова плита, вантаж, авто, авіа, космос тощо), економічної доцільності (кількість, вартість, якість), можливостей ливарного цеху (обладнання, кадри, методи контролю, сплави).

За даними М. М. Галдіна вилівки поділяють на три категорії відповідальності залежно від обсягу прийомоздавальних випробувань (табл. 3.1). [5]

Таблиця 3.1 – Категорії відповідальності вилівоків

Вид контролю	Категорія відповідальності		
	I	II	III
Візуальний	100 %	100 %	100 %
Розміри	100 %	10 %	5 %
Геометрія	100 %	10 %	5 %
Хімічний склад	Плавка	Плавка	Плавка
Механічні властивості	100 %	10 %	Плавка
Ультразвуковий	100 %	10 %	-
Магнітний	100 %	-	-
Рентгенівський	100 %	10 %	-
Електричні властивості	100 %	-	-
Щільність	100 %	-	-
Флюорисцентний	100 %	-	-

Перша категорія – вилівки, які повинні довго працювати в умовах великих навантажень і агресивному середовищі.

Друга категорія – вилівки, які повинні працювати в близьких до нормальних умов з середніми навантаженнями.

Третя категорія – малонавантажені вилівки, які працюють у звичайних умовах.

3.2 Допустимі відхилення розмірів вилівка

Розмірна точність – ступінь відповідності фактичних розмірів вилівка розмірам, які вказані на кресленні вилівка.

Точність розмірів виливка залежить від:

- габаритних розмірів виливка;
- складності конфігурації (знижує точність оснастки, форм, стрижнів);
- способу лиття (ПГФ, кокіль, ЛВМ, ЛПД);
- температурних режимів литва (залівка форми і охолодження виливка);
- кількості роз'ємів модель-форма;
- категорії відповідності виливка;
- кількості стрижнів, середньої товщини стінки та маси виливка.

Допуски на точність виливка регламентовані ГОСТом 26645-85, який має 22 класи точності розмірів (1, 2, 3т, 3, 4, 5т, 5, 6, 7т, 7, 8, 9т, 9, 10, 11т, 11, 12, 13т, 13, 14, 15, 16).

Номинальні розміри виливка від 0 до 10000 мм. Ступінь жолоблення, згідно з ГОСТом 26645-85, має межі 0,10–60,0 мм.

Ступінь жолоблення елементів виливка залежить від співвідношення розмірів його сторін. Відношення найменшого габаритного розміру (H_{\min}) виливка до найбільшого (H_{\max}) впливає на ступінь жолоблення елементів виливка (СЖ):

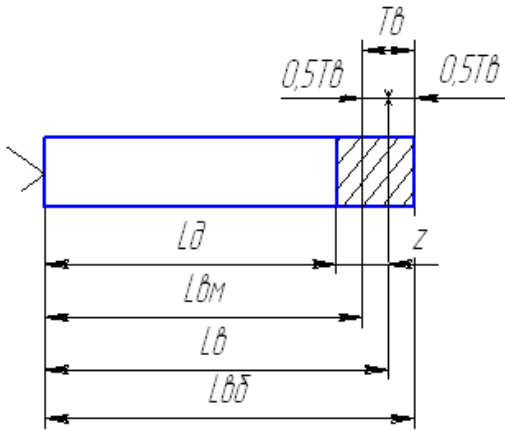
H_{\min} / H_{\max}	>0,20	0,2-0,1	0,1-0,05	≤0,05
СЖ	1-7	2-8	3-9	4-10

Зв'язок між розмірами елементів виливка, допусками виливка (T_B) і припусками (z) на обробку різанням представлений на рис.3.1.

Допуски розмірів елементів виливка, які створює одна частина форми або стрижня, а також від бази до литої поверхні, визначають на один–два класи вище.

На один–два класи нижчі допуски призначають на товщину стінок ребер, фланців та елементів, які створюються за допомогою рухомих елементів форми, трьома і більше стрижнями, частинами форми.

Для розмірів виливка, які охоплюють отвори, поле допуску розташовують «в плюс» – (А), а для тих, які охоплені «в мінус» – (Б) (рис.3.2).



L_d – номінальний розмір деталі;
 $L_{вм}$ – найменший розмір виливка;
 L_v – номінальний розмір виливка;
 $L_{вб}$ – найбільший розмір виливка;
 T_v – допуск виливка;
 Z – припуск (середній) на обробку різанням

Рисунок 3.1 – Зв'язок між розмірами виливка ($L_{вм}$, L_v , $L_{вб}$), допусками виливка (T_v) і припусками на обробку різанням (Z).

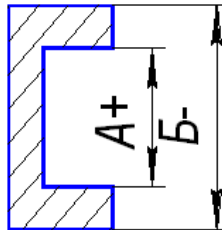


Рисунок 3.2 – Схема для призначення «знака» допуска виливка

3.3 Призначення і розміри припусків виливка на обробку різанням

Припуски на обробку виливка різанням призначають для досягнення:

- заданих кресленням кінцевих або проміжних розмірів;
- бажаної шорсткості поверхні деталі;
- якості поверхневого шару сплаву (НВ, декоративні і захисні покриття).

Розмір припуску залежить від:

- класу точності виливка;
- габаритних і номінальних розмірів;
- положення виливка при заливці (низ-бік-верх);
- способу лиття і виду сплаву.

Визначають припуск для кожного елемента виливка згідно з ГОСТом 26645-85 за шістьма рядами припусків та допусків на розміри виливка від 0 до 60 мм. Менше значення припуску – для більш грубих квалітетів точності обробки деталей, більше – для точніших квалітетів.

Положення виливка при заливці впливає на значення припуску:

- нижні і бокові поверхні мають менші припуски на обробку деталі;
- верхні поверхні вимагають більших припусків аж до наступного ряду (верхні поверхні виливка більш насичені шлаком, частками ливарної форми, неметалевими вкрапленнями і газами за рахунок їх спливання під час твердіння).

Крім основних припусків можна призначати допоміжні припуски, які компенсують відхилення розташування елементів виливка через:

- жолоблення – за рахунок внутрішніх напруг;
- зміщення по площині роз'єму – високий знос центруючих і спрямовуючих штирів і втулок модельних плит і опок, рухомих і нерухомих плит прес-форм і коків;
- похибок розташування поверхні, яка обробляється відносно бази обробки (призначають коли найбільше із межових відхилень розташування перевищує половину допуску на відповідний розмір виливка).

Загальний припуск на механічну обробку дорівнює сумі основного і допоміжного припусків.

Рекомендовані в ГОСТ 26645-85 класи точності розмірів і мас виливків, а також ряди припусків на механічну обробку виливків для різних сплавів і способів лиття наведені у табл.3.2.

Таблиця 3.2 – Класи точності розмірів і мас виливків, ряди припусків на обробку різанням виливків при різних способах лиття.

Спосіб лиття	Максимальний габаритний розмір виливка, мм	Класи точності розмірів і мас виливків, ряди припусків для сплавів з температурою плавлення, °С	
		Нижче 700	Вище 700
1	2	3	4
Під тиском у металеві форми	До 100	3т-5*/1	3-6/1
	>100	3-6/1	3-7т/1
У керамічні форми, за витоплюваними і випалюваними моделями	До 100	3-6/1	3-7т/1-2
	>100	4-7/1-2	5т-7/1-2
У кокль і під низьким тиском у металеві форми без стержнів та з піщаними стержнями, у піщані форми, які твердіють у контакті з оснасткою	До 100	4-9/1-2	5т-10/1-3
	100-630	5т-10/1-3	5-11т/1-3
	>630	5-11т/1-3	6-11/2-4
У піщані форми, які твердіють без контакту з оснасткою; відцентрові, сухі і сирі піщані форми	До 630	6-11/2-4	7т-12/2-4
	630-4000	7-12/2-4	8-13т/3-5
	>4000	8-13т/3-5	9т-13/3-6

Примітка: Чисельник – класи точності розмірів і мас; знаменник – ряди припусків.

3.4 Межові відхилення маси і вимоги до шорсткості поверхні виливка

Відхилення маси виливка залежить від її номінального значення, способу лиття і точності виготовлення виливка. Номінальна маса виливка – маса деталі з урахуванням припусків на обробку різанням. Верхні межові відхилення маси наведені в ГОСТ 26645-85, нижні можуть бути обумовлені в кресленні виливка (0,5–20% від маси виливка 0,1→25000 кг).

Якість поверхневого шару виливка – це сукупність службових властивостей як результат впливу на нього одного або кількох послідовно використаних технологічних процесів. Поверхневий шар

вливка якісно відрізняється від матеріалу його середини. Поверхневий шар має менші розміри зерен металевої матриці сплаву за рахунок прискореного його охолодження порівняно з внутрішніми прошарками.

Шорсткість поверхні вливка залежить від способу його виробництва, сплаву і габаритних розмірів (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Шорсткість поверхні вливи́ків, отриманих різними методами лиття

Шорсткість	Спосіб лиття					
	ЛПТ	ВМ	К	ПГФ	ВО	ГФ
Rz, мкм	≤ 20	10–40	≤ 40	80–320	40–80	< 20
Ra, мкм	2,5–0,32	0,64–0,32	–	–	–	2,5–1

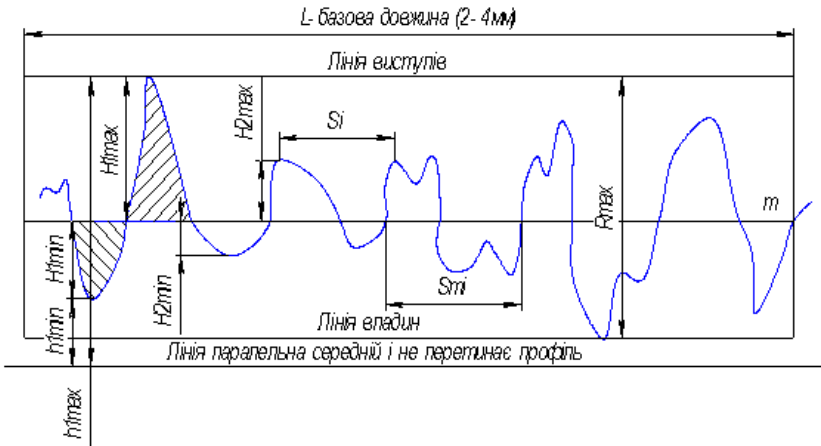
Примітка. ЛПТ – лиття під тиском; ВМ – лиття за витоплюваними моделями; К – лиття в кокіль; ПГФ – лиття у піщано-глиняні форми; ВО – вакуумно-оболонкове лиття; ГФ – лиття у гіпсові форми.

За ГОСТом 2789-85 потрібно визначити на поверхні вливка найбільше або номінальне значення таких параметрів:

- R_a – середньоарифметичне відхилення висоти нерівностей профілю за десятьма точками;
- R_z – найбільша висота нерівностей профілю на базовій довжині L (рис. 3.3).

Деталі можуть бути:

- механічно не оброблені: точність і шорсткість досягається технологічним шляхом (ковка, штамповка, лиття);
- механічно оброблені: всі поверхні обробляються, оскільки забезпечити технологічним шляхом задану точність і шорсткості не можливо або це економічно недоцільно;
- частина поверхонь обробляється, а частина – ні.



- L – базова довжина поверхні вимірів;
 m – середня лінія профілю;
 R_{\max} – найбільша висота нерівностей профілю;
 S_i – середній крок нерівностей профілю по вершинах;
 S_{mi} – середній крок нерівностей профілю;
 $H_{i\max}$ і $H_{i\min}$ – відхилення п'яти \max і \min профілю.

Рисунок 3.3 – Схема профілю поверхні

Шорсткість визначають на очищеній поверхні виливка без ливарних дефектів.

$$R_a = \sum_{i=1}^{10} (H_{i\max} + H_{i\min}) / 10 \quad (3.1)$$

$$R_z = R_{\max}$$

Шорсткість поверхні виливка має вплив на міцність, зносостійкість, корозійну стійкість, товарний вигляд.

Знизити шорсткість виливка можливо за рахунок зниження шорсткості ливарної форми (металізація, фарбування, покриття, складу формувальної і стрижньової суміші).

4 ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ ВИЛИВКА

4.1 Загальні вимоги технологічності виливка

Технологічність конструкції виробу, згідно з ГОСТом 14.205-83, – це сукупність властивостей конструкції, які визначають її здатність до оптимальних витрат під час виробництва, експлуатації, ремонту і забезпечення при цьому заданих показників якості, обсягу виробництва і умов роботи.

Технологічність закладається на стадії проектування і має відносне поняття (технологічна для одного типу виробництва, а для іншого - ні) і залежить від виробничих можливостей підприємства.

Існують якісні і кількісні показники технологічності [6, 7, 8].

Якісні показники – «добре-погано», «допустимо-недопустимо» – шлях порівняння. Критерієм є досвід конструктора і технолога.

Кількісні показники – це:

– трудоємність виготовлення виливка – сумарні витрати часу по всіх технологічних операціях;

– собівартість виготовлення виливка – сума вартості матеріалів, заробітної плати, збитків від зносу оснастки і обладнання, енергії, амортизації будівель;

– коефіцієнт виходу годного литва (КВГЛ) – відношення маси виливка до маси витраченого сплаву на її виготовлення (маси виливка, маси ливниково-живильної системи і маси сплаву, витраченого на брак виливків):

$$КВГЛ = \frac{M_{\text{в}}}{M_{\text{в}} + M_{\text{лжс}} + M_{\text{бр}}}; \quad (4.1)$$

де $M_{\text{в}}$ – маса виливка, кг;

$M_{\text{лжс}}$ – маса ливниково-живильної системи, кг;

$M_{\text{бр}}$ – маса запланованої кількості виливків на брак (2...3% від маси виливка), кг.

У металообробці існує коефіцієнт використання сплаву (КВС), який дорівнює [15]:

$$KBC = \frac{M_d}{M_3}; \quad (4.2)$$

де M_d – маса деталі, кг;

M_3 – маса заготовки, кг.

Коефіцієнт необробленої поверхні (КНП) – відношення необробленої поверхні (Пн) до всієї поверхні (П) – характеризує точність і шорсткість деталі.

Підвищують технологічність виливка:

- прямолінійні контури, складені із простих геометричних, уніфікованих форм;
 - економічно обґрунтована точність виливка і шорсткість його поверхні;
 - максимальна геометрична і розмірна наближеність до готової деталі;
 - вибір ливарного сплаву забезпечить щільність, шорсткість поверхні, добрі ливарні властивості;
 - відсутність гострих кутів і різких переходів від тонких до товстих стінок, глухих отворів, піднутрень, щілин;
 - нероз'ємна, або з прямою площиною роз'єму модель;
 - зручність монтажу – демонтажу модельних плит, виготовлення форм, стержнів, обрубки, очистки та механічної обробки виливків;
 - уніфіковані, нормалізовані і стандартизовані деталі та вузли оснастки;
 - отвори для зручності кріплення стержнів, транспортування і обрубки виливка;
 - конструктивні ухили поверхонь виливка дозволять не використовувати формувальні ухили (збільшують масу виливка);
 - відсутність особливих вимог до методів контролю, транспортування, захисних покриттів.
- Ці вимоги зменшать трудомісткість, вартість, термін виготовлення і підвищать якість виливків.

4.2 Визначення товщини стінки виливка

При конструюванні виливка приймають мінімальну товщину стінки, визначену розрахунком на міцність для повного використання механічних властивостей сплаву.

Товщина стінки виливка залежить від:

- площі поверхні стінки (розвинутої, її довжини і ширини);
- рідинотекучості сплаву виливка;
- теплоакумуляюючих властивостей форми і стрижня;
- наявності термічних вузлів;
- габаритних розмірів виливка.

Мінімальну товщину стінки виливка (δ_B) для піщано-глинистої форми можна визначити за діаграмою (рис. 4.1)

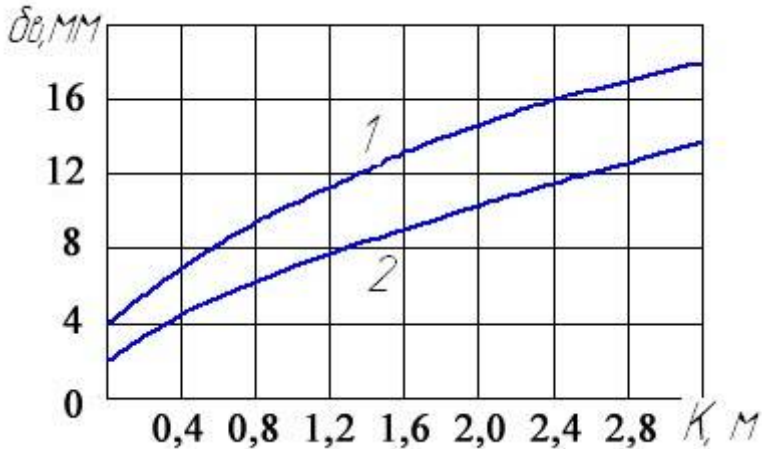


Рисунок 4.1 – Залежність мінімальної товщини стінки виливка від її приведеного розміру (K) при литті у піщано-глиняну форму мідних (1) і алюмінієвих (2) сплавів

Приведений розмір (K) визначають:

$$K = \frac{2L + B + H}{3}, \quad (4.3)$$

де L , B , H – відповідно довжина, ширина і висота виливка, м.

При $K > 3$ товщину стінки виливка приймають $\delta_B \geq 20$ мм.

Більш розповсюджені у машинобудуванні мінімальні товщини стінок виливків наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Мінімальні товщини стінок виливка (δв) для різних сплавів

Сплав	Zn	Al	BrO	BrAJ	ЛЦ40	ВЧ	Ст	Сч
δв, мм	3–5	4–5	3–6	6–7	4–6	10–15	10–15	8–12

Залежно від розташування стінок (внутрішні, зовнішні, верх-низ у формі при заливці, оброблювані, необроблювані) їх товщину збільшують або зменшують у 0,8–1,5 раз.

Залежно від способу лиття і розвинутості площі стінки її мінімальна товщина може бути у межах від 0,15 до 5 мм.

4.3 З'єднання стінок виливка між собою, радіуси округлень , переходи

У ливарному виробництві не технологічні гострі кути, кромки, переходи (зміна товщини і напрямку стінки виливка). Плавні з'єднання спрощують виготовлення оснастки, формовки, заливки, створення щільної структури металеві матриці виливка.

Якщо немає змоги уникнути з'єднань товстих (масивних) перетинів з тонкими, то передбачають скруглення (галтелі) між ними. Співвідношення товщин стінок виливка не повинно бути більшим, ніж 1:4.

З'єднання стінок виливка, які відрізняються за їх товщиною ≤ 2 рази виконують у вигляді галтелі радіусом $R=(\delta_1+\delta_2)/4$, а якщо > 2 разів, то у вигляді клина (рис 4.2 а, б, в).

У з'єднаннях L-подібної форми радіус галтелі внутрішнього кута (г) визначається за формулами (рис. 4.3).

З'єднання T-подібної форми виконують за схемами (рис. 4.4).

З'єднання чотирьох стінок, для запобігання створення теплового вузла, необхідно розподілити (рис. 4.4 б).

Мінімально допустимі радіуси скруглень для різних способів лиття у виробничих умовах приймають для: піщано-глинистих форм $r \geq 3$ мм, оболонкових форм і форм лиття за витоплюваними моделями $r \geq 2-3$ мм, кокільного лиття $r \geq 3-5$ мм, лиття під тиском $r \geq 1-1,5$ мм.

Розрахований або прийнятий на підставі теоретичних знань і практичного досвіду радіус скруглення наближають до значення із рядів чисел, яким віддає перевагу ГОСТ 10948-81 (1, 2, 3, 5, 8, 10, 16, 20, 25, 32, 40). Краще, коли для одного виливка приймають один загальний радіус скруглень.

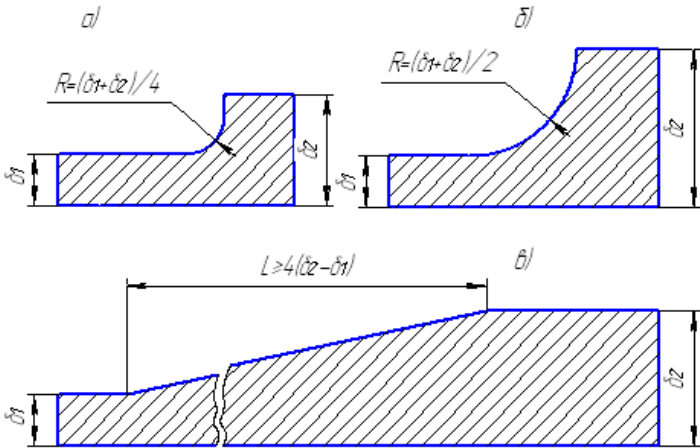


Рисунок 4.2 – З'єднання стінок виливка різної товщини

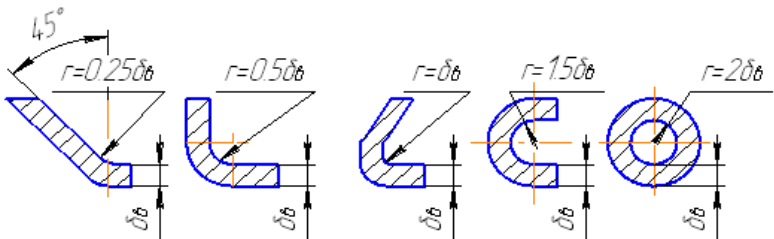


Рисунок 4.3 – Радіуси кутових з'єднань L-подібної форми

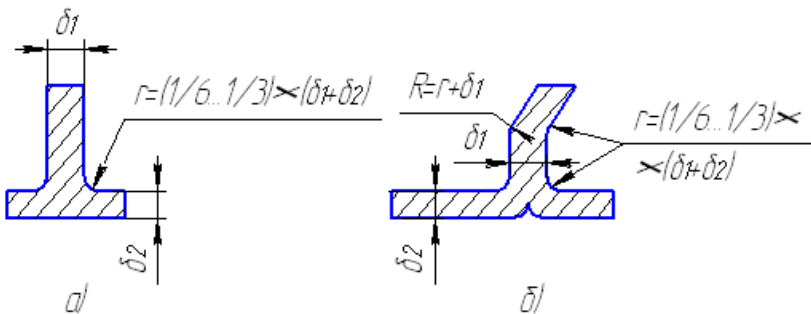
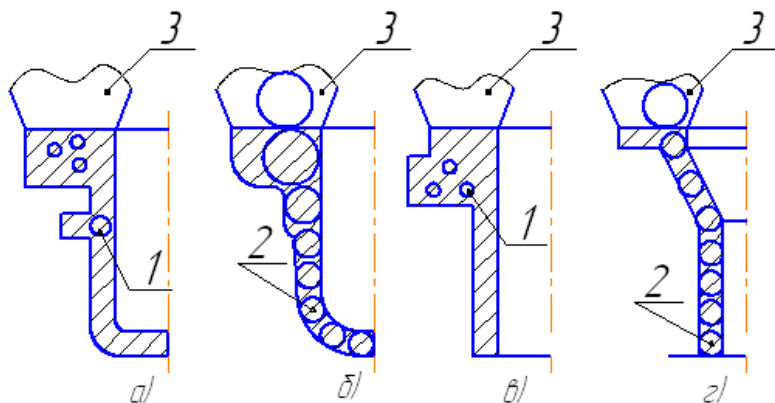


Рисунок 4.4 – Радіуси кутових з'єднань Т-подібної форми

4.4 Методи розвантаження місця скупчення сплаву в локальних частинах виливка

Виливок повинен мати таку конструкцію, яка б створювала умови спрямованої кристалізації. У нижній частині розташовують (положення виливка при заливці) менш масивні елементи виливка, по мірі збільшення висоти маса (товщина стінок) збільшується, самі верхні шари виливка повинні живитися при кристалізації від додатка (рис. 4.5).

Такі умови повинні закладатися при конструюванні виливка. Перевірити їх можна методом куль, які вільно викочуються від тонких до товстих частин виливка знизу вверх, якщо ні, то тоді вводять штучно-технологічні ухили (ДСТУ 3212-92) або напуски (рис. 4.5 б), але це знижує коефіцієнт використання сплаву (КВС) і збільшує трудомісткість обробки різанням. Тому доцільніше змінити конструкцію деталі (рис. 4.5 г).



1-раковина; 2-куля; 3-додаток

Рисунок 4.5 – Конструкції деталей виливків «а» і «в» - нераціональні, «б» і «г» - раціональні

Покращити умови спрямованої кристалізації можна:

– забезпечивши однакові товщини стінок виливка (рис. 4.6);

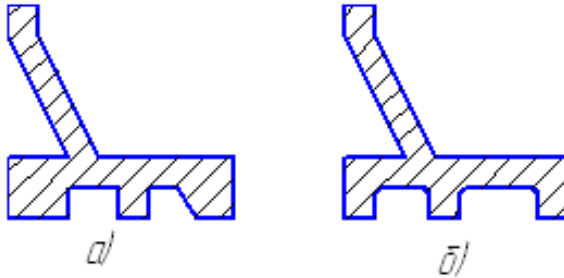


Рисунок 4.6 – Конструкція вилівка з місцевим скупченням сплаву (а) і розподіленням (б)

– створивши допоміжну порожнину (рис. 4.7, б), галтелі і скруглення (рис. 4.7, в);

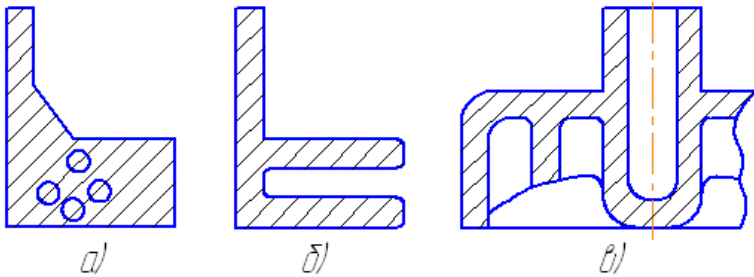


Рисунок 4.7 – Конструкції вилівоків зі скупченням сплаву (а), розподіленням (б, в), за рахунок створення порожнини і гребінчастого переходу, скруглення і галтелі

– дотримавшись певних умов для отворів у корпусних деталях (виступи і бобишки), шківках, колесах(ступиці) (рис.4.8). Діаметр отвору d повинен дорівнювати, або бути більшим половини діаметра бобишки D ($d \geq D/2$). У протилежному разі сплав навколо отвору буде кристалізуватися останнім (скупчення маси), що спричинить виникнення рихлот усадкового походження. Виступи і бобишки створюють з метою підвищення конструктивної міцності вузла. Параметри вузла можуть дорівнювати: висота $H=(4-6)d$, але $H \geq 2,5\delta_b$; діаметр бобишки $D=d+(2-3)\delta_b$;

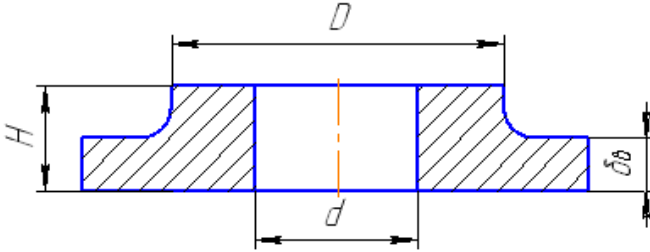


Рисунок 4.8 - Ступиця з отвором

– передбачивши вікна або отвори для фіксації і вилучення стрижнів, які створюють внутрішню порожнину (рис. 4.9). Кількість отворів залежить від габаритних розмірів стрижня (два для доступу до стрижня і ще один для його вилучення при очищенні виливка);

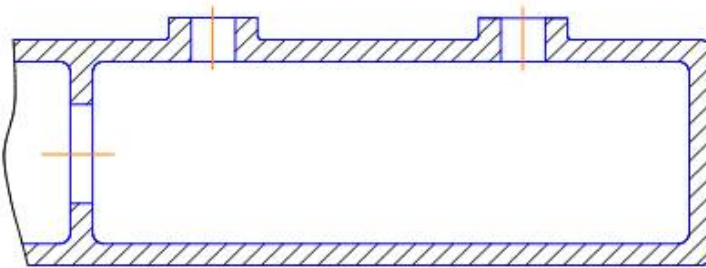


Рисунок 4.9 – Розташування отворів для фіксації стрижнів і вилучення їх з виливка

– створивши рівностінні поперечні перетини виливка (рис. 4.10 а). Конструкція поперечного перетину (рис. 4.10 б, в) полегшує і зміцнює вузол, але дорожча в виконанні;

– перерозташували ребра жорсткості шахово, по колу, К, Н і Х подібно (рис. 4.11 а, б, в, г) відповідно, витримавши умови $L \geq 2\delta_p$ і $D = 4\delta_p$ (δ_p – товщина ребра жорсткості). Висота ребра повинна бути меншою ніж п'ятикратна товщина стінки виливка, а відстань між ребрами приймають рівною одній або двом його висотам.

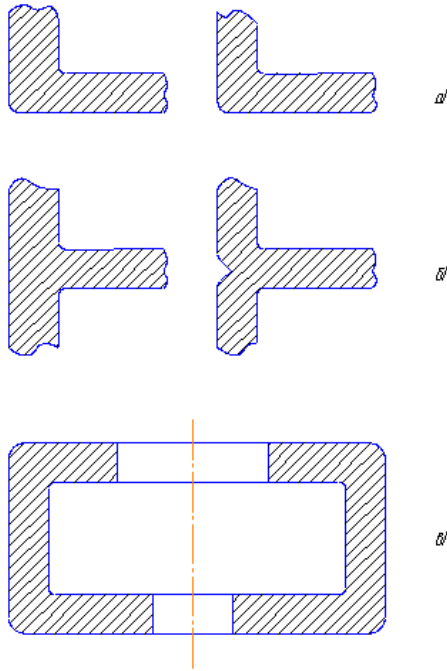


Рисунок 4.10 – Створення поперечних перетинів виливків однакої товщини

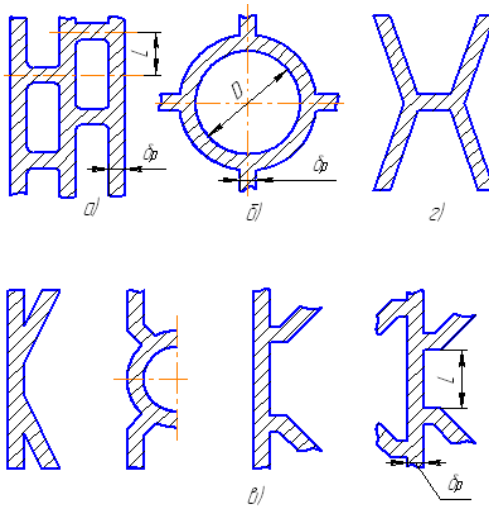
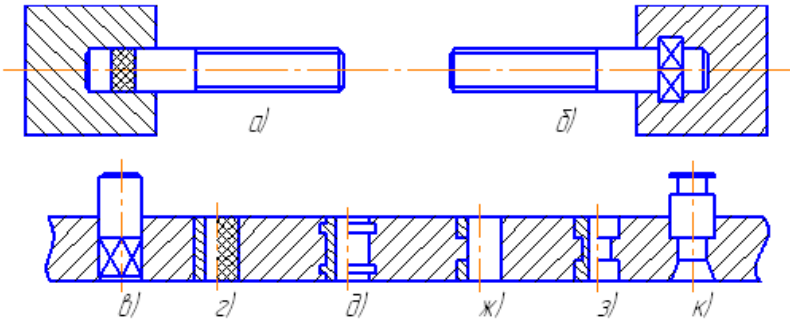


Рисунок 4.11 – Рациональне схрещення ребер жорсткості

– застосувавши армування виливків, що зменшує місцеве накопичення сплаву, збільшує локальну міцність, щільність, герметичність, зносостійкість, теплопровідність, створює зовнішні і внутрішні різьби, довгі внутрішні канали. З'єднання арматури з виливком відбувається за рахунок стискаючих напруг, які виникають при усадці сплаву, а також за рахунок дифузійних процесів на межі «арматура-виливок». Способи встановлення арматури наведені на рис. 4.12.



а, г-з допомогою накатки; б, в - чотири-, шестикутником; д - буртом;
ж - з використанням отвору; з - кільцеве піднутрення; к - конус і піднутрення

Рисунок 4.12 – Способи кріплення арматури в стінці виливка

Таким чином, змінюючи конструкцію виливка, створюємо умови для покращення його якості.

4.5 Конструювання обрамлень, буртиків , плитиків , ухилів

При створенні вікон і отворів у виливках виникає загроза появи тріщин. Щоб уникнути їх, треба навколо вікон і отворів зробити обрамлення для зміцнення цієї частини виливка (рис. 4.13).

Розміри одно- і двобічних обрамлень (буртиків) при литті у піщано-глиняні форми наведені у табл. 4.2.

При конструюванні плитиків (рис 4.14,а) їх треба об'єднувати в один платик (рис. 4.14,б). Це зміцнює конструкцію виливка і робить його більш технологічним при литті.

Радіуси скруглень у місцях встановлення обрамлення і плитиків дозволяють зберігати до 80–90 % міцності виливка, знеміцненого отворами (рис. 4.15).

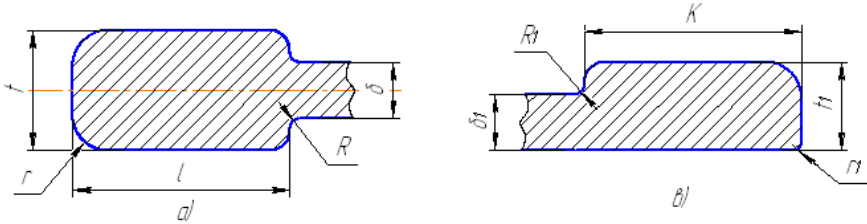


Рисунок 4.13 – Двобічні (а) і однобічні (в) обрамлення вікон (отворів) виливків

Таблиця 4.2 – Розміри (мм) двобічних і однобічних обрамлень (буртиків)

Товщина δ (δ_1) стінки вливка, мм	Обрамлення							
	Двобічні				Однобічні			
	t	r	l	R	R1	r1	K	t1
4	8	2	10	3	5	1	10	7
5	10	2	12	3	5	1	10	8
6	12	2	14	3	6	2	10	10
7	14	3	16	5	8	3	12	12
8	16	3	18	6	8	3	12	14
10	18	3	20	6	10	3	15	16
12	22	5	25	8	12	5	18	20
14	25	5	28	8	15	5	20	22
16	28	5	30	8	16	6	22	26
18	30	6	32	8	16	6	25	28
20	32	6	32	8	20	8	28	30
22	35	8	35	10	20	8	30	32
25	38	8	35	10	20	10	32	35

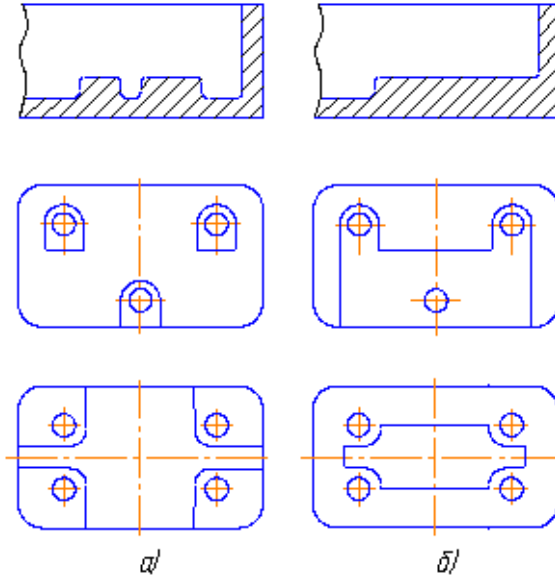
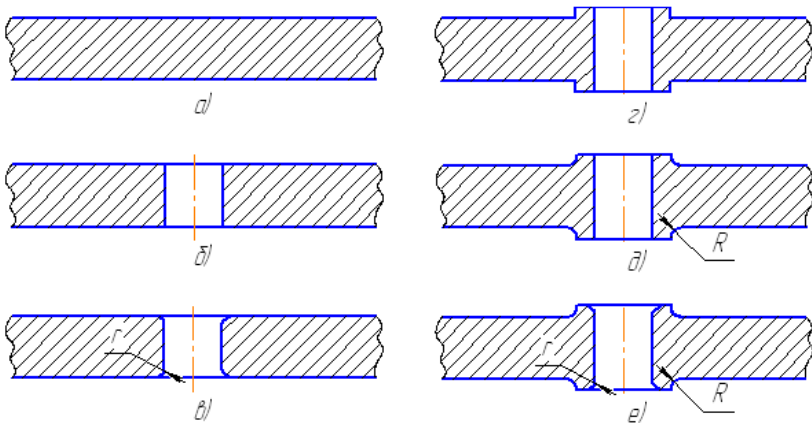


Рисунок 4.14 – Конструкції платиків, які розташовані нетехнологічно (а) і технологічно (б)



а-стінка без отворів(100%); б-отвори з гострими кромками(60%); в - отвори зі скругленими кромками(74%); г, д-отвори в бобишках відповідно без радіусів скруглень(49%) і з радіусом(80%); е – те ж, що і д, але гострі кромки отвору скруглені радіусом r (90%) (у дужках – міцність стінки, % від міцності стінки без отворів).

Рисунок 4.15 – Оформлення отворів у стінках виливка

Поверхні виливка, перпендикулярні площині роз'єму, повинні мати ухили для полегшеного вилучення напівформ (рис. 4.16). Бажано передбачити в деталі конструктивні ухили, якщо це неможливо виконати за технічними вимогами до деталі, то конструктор призначає формовочні ухили відповідно з ДЕСТ 3212-92.

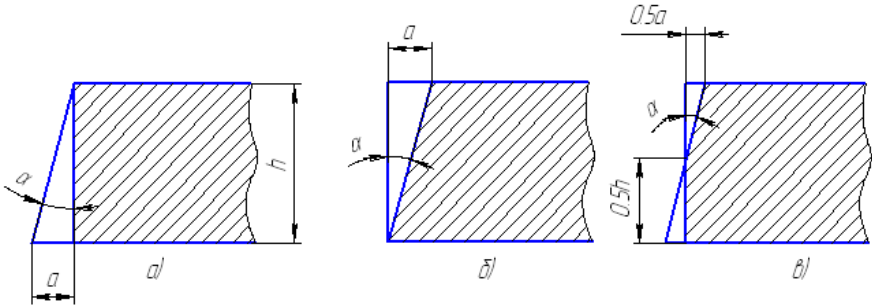


Рисунок 4.16 – Розташування ухилів на виливках

Литі ухили виконують на вертикальних стінках виливка (положення при заливці) залежно від товщини стінки (у градусах або міліметрах) (рис. 4.16):

- товщина стінки менше трьох міліметрів, або стінка буде механічно оброблятися – ухил у «плюс» (збільшення) (рис. 4.16, а);
- товщина стінки 3–6 мм – ухил у «плюс-мінус» (рис. 4.16, в);
- при товщині стінки більше 6 мм – у «мінус» (рис. 4.16, б).

Таким чином обрамлення, платики, ухили підвищують якість і технологічність виливка.

4.6 Вибір баз для механічної обробки виливків

База – поверхня, вісь, точка, яка належить виливку і використовується для його орієнтації відносно вибраної системи координат. Існують бази чорнової і чистової механічної обробки.

Чорновими базами звичайно служать поверхні, які не обробляються, або їх вісі. Від цих баз проставляються розміри до інших необроблюваних або оброблюваних поверхонь. Бажано, щоб обидва види баз збігалися. Якщо це не можливо, то їх з'єднують між собою якомога меншими розмірами.

При призначенні чорнових баз треба враховувати такі рекомендації:

- точність зборки ливарної форми не повинна впливати на точність чорнової бази;
- чорнові бази повинні розташовуватись у одній із напівформ (це дозволяє уникнути їх зміни при перекосах і зміщенні напівформ);
- по кожній із трьох вісей координат слід призначати тільки одну базу;
- передбачити, щоб кожна база використовувалась для виконання максимальної кількості операцій механічної обробки - це гарантія найвищої точності деталі.

4.7 Оформлення креслення виливка

Креслення виливка виконують згідно з вимогами ГОСТ 3.1125-81. Воно повинно мати всі дані щодо виготовлення і прийому його технічним контролем.

Початковим документом є креслення деталі. При одиничному виробництві креслення виливка виконують на копії креслення деталі. Спочатку визначають площину роз'єму форми, положення виливка при заливці, призначають ливарні ухили, припуски на оброблювані поверхні, радіуси скруглень. Враховуючи форми, розміри, положення внутрішніх порожнин та отворів, визначають кількість, форми і розміри стрижнів.

У серійному і масовому виробництвах на виливок роблять самостійне креслення, на якому тонкими суцільними лініями зазначають контур оброблюваних поверхонь, отворів, піднутрень, проточок, які не виконуються литвом.

Залишки живильників, додатків, випорів та інших подібних елементів, якщо вони не видаляються повністю у ливарному цеху, також зображають тонкими лініями на кресленні виливка.

Проставляючи розміри, бажано виконувати їх кожен окремо, а не ланцюжком (у цьому випадку допуски на розміри підсумовуються, що знижує точність виливка).

По кожній із трьох вісей координат треба зв'язати чорнову базу з відповідною базою чистової обробки тільки одним розміром.

У технічних умовах на виливок треба вказати наступні вимоги:

– точність виливка згідно з ГОСТ 26645-85 (класи точності розмірів, маси, ступінь жолоблення і ряд припусків на механічну обробку);

– не вказані на кресленні радіуси скруглень, формувальні ухили і т. ін.;

– вимоги до матеріалу виливка, його термічної обробки, місця заміру твердості, металографічного контролю і встановлення зразків «свідків»;

– довідки про вид, кількість, розміри і місця розташування допустимих ливарних дефектів (усадкова та газова пористість, раковини, тріщини тощо), а також методи їх усунення;

– додатково, у разі потреби, вказати герметичність, жаро-, хімічно-, корозійно-, холодостійкість, місце маркування деталі, її зміст і шрифт.

Таким чином, технологічність конструкції виливка охоплює велику кількість вимог, умов і показників.

5 КОНСТРУЮВАННЯ ОСНАСТКИ

5.1 Етапи конструювання, виготовлення та експлуатації оснастки

Після остаточного визначення технологічності конструкції майбутнього виливка укладається двобічний договір (замовник-виконавець) і починається процес конструювання оснастки. Послідовність етапів конструювання, виготовлення і експлуатації оснастки наведено на рис. 5.1.

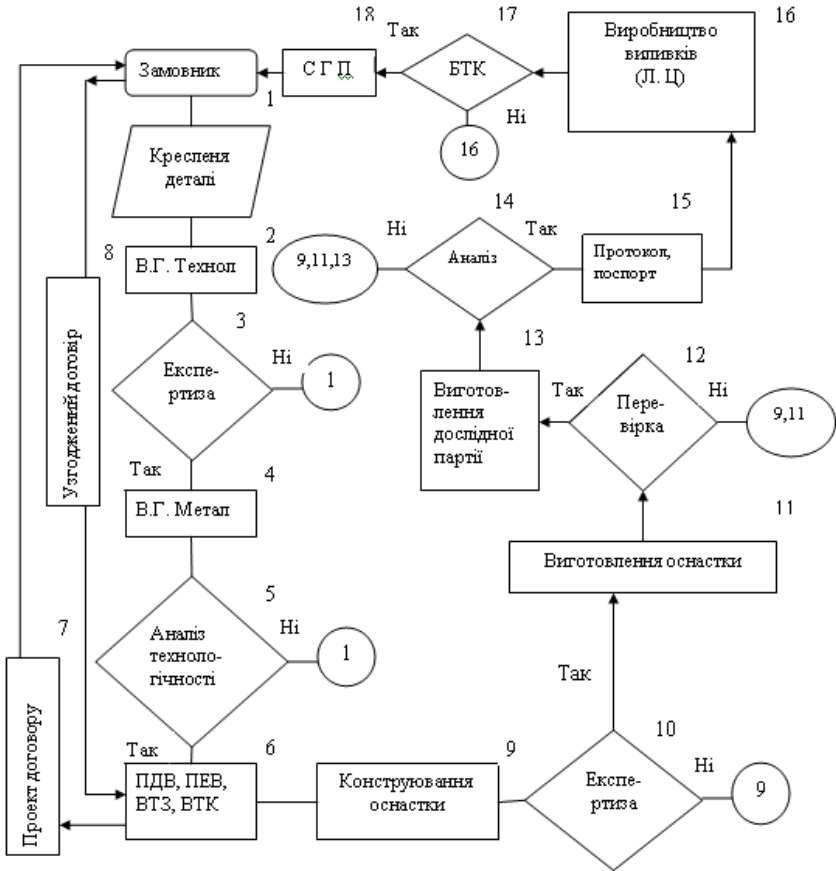


Рисунок 5.1 – Блок-схема алгоритму етапів конструювання, виготовлення і експлуатації оснастки

Опис інформації, яку несе блок-схема (рис. 5.1):

- блок 1 – креслення деталі (геометрія, матеріал, габарити, технічні вимоги, шорсткість поверхні, структура і властивості сплаву, методи контролю, призначення деталі і ступінь її відповідності;
- блок 2,3 – відділ головного технолога (експертиза креслення деталі) - визначає спосіб виготовлення деталі (ковка, штамповка, точіння, зварювання, ливарне виробництво та ін.);
- блок 4,5 – відділ головного металурга – проводить аналіз технологічності деталі (можливість виготовлення виливка ливарними методами, сплав, вага, габарити, товщини стінок і їх розгалуженість, співвідношення товщин стінок, наявність теплових вузлів, піднутрень, отворів, пазів, виступаючих частин, бажана кількість виливків, призначення деталі, методи контролю та ін.) і визначає ливарний метод виготовлення виливка;
- блок 6 – планово-диспетчерський відділ (ПДВ), планово-економічний відділ (ПЕВ), відділ праці і зарплати (ВПЗ), відділ технічного контролю (ВТК);
- блок 7 – складання проекту договору з замовником, обумовлення термінів виконання замовлення, кількості, якості, вартості виливків;
- блок 8 – узгодження договору з боку замовника;
- блок 9 – конструювання оснастки (креслення виливка, майстер-моделі, промоделі, моделі, плит, стержневих ящиків, шаблонів, пристосувань, спеціальних інструментів, драйсрів);
- блок 10 – обговорення і захист конструкції елементів оснастки на технічній раді;
- блок 11 – виготовлення оснастки в спеціалізованому цеху;
- блок 12 – перевірка комплектності, працездатності, якості виготовлення та узгодженості оснастки з її кресленням;
- блок 13 – виготовлення дослідної партії виливків з допомогою нової оснастки;
- блок 14 – розмічання, розрізання, перевірка геометрії і розмірів виливка на узгодженість з його кресленням;

– блок 15 – складання протоколу розбіжностей і його узгодження або оформлення паспорту на оснастку;

– блок 16 – виробництво виливків (ливарний цех) за командою планово-диспетчерського відділу;

– блок 17 – контроль якості виливків та відповідності їх параметрів кресленню виливка;

– блок 18 – склад готової продукції, з якого після оплати її вартості, виливки відправляють замовнику.

Таким чином здійснюється конструювання, виготовлення і експлуатація оснастки.

5.2 Теоретичний і практичний досвід основ конструювання і виготовлення оснастки ливарних цехів

Основи конструювання і виготовлення оснастки полягають у наступному:

– паралельність – одночасність операцій проектування окремих елементів оснастки (моделі, плити, прес-форми, драйера, шаблони);

– безперервність – поточність, тобто скорочення часу на виконання операцій;

– прямоточність – найкоротший шлях між операціями;

– пропорційність – відповідність продуктивності працівника (обладнання) трудомісткості операції;

– диференціація – відповідальні операції (розмічання, доводка та ін.) слід доручати робітнику високої кваліфікації, а невідповідальні – робітнику низької кваліфікації;

– стандартизація – майже на всі елементи оснастки існують державні стандарти (ДЕСТ), галузеві стандарти (ГСТ), стандарти підприємств (СТП), машинобудівні нормалі (МН), технічні умови (ТУ), керівні технічні матеріали (КТМ) і т.ін.;

– механізація, автоматизація, роботизація трудомістких, рутинних, шкідливих операцій.

Використати цей накопичений досвід можна лише на спеціалізованих, високотехнологічних, сучасних підприємствах з проектування і виготовлення ливарної оснастки.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Хилл П. Наука и искусство проектирования. Методы проектирования./П. Хилл . - М.: Мир, 1973.- 264с.
- 2 Феллер М.Д. Составление текстовых производственных документов./М.Д. Феллер ,Ю.П. Полторака.- М.: Изд. стандартов, 1990.- 144с.
- 3 Дитрих Я. Проектирование и конструирование: системный подход. Пер. с польск. М.: Мир, 1981.- 456с.
- 4 Конструирование технологичных отливок. Р. Рихтер. Пер. с нем. - М.: Машиностроение, 1968.- 254с.
- 5 Галдин Н.М. Цветное литье: Справочник / Н.М. Галдин, Д.Ф. Чернега/ М.: Машиностроение, 1989.- 528с.
- 6 Специальные способы литья: Справочник, В.А. Ефимов и др. – М.: Машиностроение, 1994.- 287 с.
- 7 Галдин Н.М. Отливки в точном машиностроении,Н.М. Галдин . - М.: Машиностроение, 1983.- 176 с.
- 8 Лакеев А.С. Прогрессивные способы изготовления точных отливок./ А.С.Лакеев и др .-К.: Техніка, 1984.- 160с.
- 9 Справочник по чугуному литью / Под. общ. ред. Н.Г. Гиршовича.- Л.: Машиностроение, 1978.- 758с.
- 10 Технологичность конструкций изделий: Справочник/ Т.К. Алферова, Ю.Д. Амиров и др. -М.: Машиностроение, 1985.- 368с.
- 11 Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учебн. пособие / П.А. Руденко, Ю.А. Харламов, В.М. Плескач.- К.: Вища шк., 1991.- 247с.
- 12 Липницкий А.М. Технология цветного литья./А.М. Липницкий и др. -Л.: Машиностроение, 1986.- 224с.
- 13 Джонс Дж.К. Инженерное и художественное конструирование. Пер. с англ. -М.: Мир, 1976.- 240с.
- 14 Степанов Ю.А. Технология литейного производства. Специальные виды литья./ Ю.А.Степанов и др.-М.: Машиностроение, 1983.- 287с.
- 15 Сосненко М.Н., Святкин Б.К. Общая технология литейного производства. /М.Н. Сосненко ,Б.К. Святкин .- М.: Высш. шк., 1975.- 372с.

16 Конспект лекцій з дисципліни «Теоретичні основи проектування оснастки» для студентів напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» усіх форм навчання. Укладач: В.М.Юзвак. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 38 с.

ЕЛЕКТРОННІ РЕСУРСИ

1. Теоретические основы литейных процессов..
http://www.youtube.com/watch?v=TfKaWNmc9IE&list=PLeZKCAzE-HW6Aw3NNfIfG16ILZ_Y2iq1C&index=10

2. Разливка и литье. Отливка в песчаные формы.
https://www.youtube.com/watch?v=bP0Gw242SgY&list=PLeZKCAzE-HW6Aw3NNfIfG16ILZ_Y2iq1C&index=13

3 .Разливка и литье. Оборудование и устройства
http://www.youtube.com/watch?v=nGJPnA9h20I&list=PLeZKCAzE-HW6Aw3NNfIfG16ILZ_Y2iq1C&index=12

4 .Процессы формирования стальной оливки
http://www.youtube.com/watch?v=ghzMNkG_r0o&list=PLeZKCAzE-HW6Aw3NNfIfG16ILZ_Y2iq1C&index=16

5 .Производство отливок в ПГС. Общие сведения.
http://www.youtube.com/watch?v=xtalu24D_-k

6 .Литье в кокиль
http://www.youtube.com/watch?v=YuvLEXJf1XM&list=PLeZKCAzE-HW6Aw3NNfIfG16ILZ_Y2iq1C&index=18