

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

«Теоретичні основи проектування оснастки»

для студентів спеціальностей

136 «Металургія» та 131 «Прикладна механіка»

денної та заочної форм навчання

2020

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Теоретичні основи проектування оснастки» для студентів спеціальностей 136 «Металургія» та 131 «Прикладна механіка» денної та заочної форм навчання /Укл.:О.В.Алексєєнко, В.М.Юзвак– Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 21 с.

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

Рецензент: Сажнів В. М., 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
Лабораторна робота №1. Аналіз початкової інформації, яку несе креслення деталі.....	5
Лабораторна робота №2. Аналіз технологічності виливка за габаритними розмірами і вагою деталі.....	7
Лабораторна робота №3. Аналіз технологічності виливка по мінімальній товщині і розвинутості стінки деталі та співвідношенню товщин стінок, які з'єднані між собою.....	9
Лабораторна робота №4. Аналіз конструкції, геометрії і розмірних параметрів деталі для вибору положення виливка у формі під час заливки і місця його живлення.....	11
Лабораторна робота №5. Аналіз конструкції деталі з метою визначення площини роз'єму моделі і форми.....	13
Лабораторна робота №6. Визначення сили вилучення металевго стержня з виливка при литті в металеву форму.....	15
Лабораторна робота №7. Аналіз послідовності проектування, виготовлення та експлуатації оснастки.....	18
Література.....	21

ВСТУП

Задача лабораторного практикуму є вивчення основ проектування ливарної оснастки і придбання навичок самостійної роботи по аналізу початкової інформації. Усвідомити значення ливарного виробництва в машинобудуванні, а також ролі оснастки в підвищенні геометричної і розмірної точності, зниження ваги і шорсткості виливків.

Особлива увага у лабораторному практикумі приділяється аналізу технологічності майбутнього виливка, засвоєння етапів проектування оснастки для різних методів лиття.

При виконанні лабораторних робіт необхідно користуватися правилами техніки безпеки. діючими в лабораторіях кафедри.

Роботи оформляються згідно зі змістом звіту в окремому зошиті.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

АНАЛІЗ ПОЧАТКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ, ЯКУ НЕСЕ КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Мета роботи: 1 Вивчити інформацію, яку несе креслення деталі. 2 Створити загальну уяву про приватні вимоги до деталі. 3 Проаналізувати вимоги і прийняти рішення про можливість виготовлення даної деталі ливарним методом, тобто можливості отримання виливка, максимально наближеного до готової деталі.

Початкова інформація про майбутній виливок має бути точною, важливою, вірогідною тому, що має великий вплив на точність геометрії, розмірів, шорсткість поверхні і його вартість.

Порядок проведення роботи

- 1 - Отримати у викладача креслення деталі.
- 2 - Ознайомитись з кресленням деталі.
- 3 - Визначити геометрію деталі (тіло обертання, плито образна, корпусно-пустотіла...)
- 4 - З'ясувати призначення деталі (авіа, авто, моторобудування, побутова техніка...)
- 5 - По кресленню деталі визначити питання, які наведені в таблиці 1.1 і вписати в неї відповіді.
- 6 - Проаналізувати отриману інформацію.
- 7 - Зробити висновки.

Зміст звіту

Записати назву і мету роботи, ескізно накреслити деталь, оформити табл. 1.1, отримати з креслення деталі інформацію і заповнити табл. 1.1, зробити висновки щодо можливості отримання виливка.

Таблиця 1.1 – Початкова інформація, яку надає креслення.

Найменування параметрів	Значення параметра
1 – Назва деталі	
2 – Сплав деталі	
3 – Геометрія деталі	
4 – Розміри деталі, мм	
Габаритні: довжина	
ширина	
висота	
Товщина стінок деталі:	
максимальна	
мінімальна	
середня	
Радіуси скруглень:	
максимальний	
мінімальний	
Мінімальний діаметр отвору	
Співвідношення товщин стінок деталі	
5 – Присутність пазів, внутрішніх порожнин	
6 – Вага деталі	
7 – Вимоги до деталі	
8 – Призначення деталі	
9 – Шорсткість поверхні деталі	
10 – Можливість формоутворення (обґрунтуйте)	

Контрольні запитання

- 1 Чому початкова інформація про деталь є дуже важливою?
- 2 Що таке геометрична точність деталі?
- 3 Як визначити шорсткість поверхні?
- 4 Як визначити призначення деталі?
- 5 Яку інформацію несе кутовий штамп?
- 6 Як визначити масштаб креслення, якщо він не вказан у кутовому штампі?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ВИЛИВКА ЗА ГАБАРИТНИМИ РОЗМІРАМИ І ВАГОЮ ДЕТАЛІ

Мета роботи: Визначити вплив габаритних розмірів і ваги на вибір метода виготовлення виливка.

Ливарне виробництво, як основна заготівельна база машинобудування, володіє великим розмаїттям методів виготовлення виливків.

Більш розповсюдженим методом литва є литво у піщано-глиняні одноразові форми (ПГФ). В металургії цим методом виготовляється приблизно 90...95% литва від загальних обсягів. Практично габаритні розміри виливків обмежені, при формоутворенні на ливарному плацу, габаритами цехових воріт і можливістю транспортних засобів перевозити виливок до місця призначення (3000х3000х5000 мм). вага виливка може бути до 20 т, більш розповсюджена вага при литті на плацу в межах 500...3000 кг.

При виготовленні ПГФ машинними методами габарити виливка обмежені габаритами робочого простору формувальної машини, який може бути від 400х500х200 мм до 2000х3000х500 мм. Вага дорівнює від 0,1 до 1500 кг.

Друге місце по розповсюдженості займає метод лиття в багаторазові металеві форми (прес-форми лиття під тиском, кокілі, форми відцентрового лиття (400х400х150 мм), кристалізатори безперервного і електрошлакового лиття (250х250х2000...3000 мм). Вага виливків від 0,1 до 100 кг.

В останні десятиліття широке розповсюдження отримав метод лиття за витоплюваними моделями (до 1500х1500х500 мм – гребні гвинти швидкісних катерів). Вага виливків знаходиться в межах 0,008...300 кг.

Порядок проведення роботи

- 1 Отримати у викладача креслення деталей.
- 2 Ознайомитися з кресленням деталей.
- 3 Зробити аналіз початкових даних.
- 4 Накреслити таблицю 2.1.
- 5 Визначити габаритні розміри і вагу деталей і записати в табл. 2.1.
- 6 Зробити аналіз отриманих результатів і визначити метод отримання виливка.
- 7 Зробити висновки.

Таблиця 2.1 – Початкові дані і їх аналіз.

Назва деталі або її №	Габаритні розміри деталі, мм	Вага деталі, кг	Вибраний метод лиття	Мах допустимі	
				Габаритні розміри, мм	Вага, кг

Зміст звіту

Записати назву і мету роботи, оформити табл. 2.1, зробити висновки щодо можливості отримання виливків одним із методів литва.

Контрольні запитання

- 1 Як визначити вагу деталі, якщо вона не вказана в кутовому штампі?
- 2 Які параметри плавильних печей і вантажопідйомних механізмів обмежують вагу виливка?
- 3 Як визначити по кресленню деталі її габаритні розміри?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ВИЛИВКА ПО МІНІМАЛЬНІЙ ТОВЩИНІ І РОЗВИНУТОСТІ СТІНКИ ДЕТАЛІ ТА СПІВВІДНОШЕННЮ ТОВЩИН СТІНОК, ЯКІ З'ЄДНАНІ МІЖ СОБОЮ

Мета роботи: По мінімальній товщині і площі поверхні стінки та співвідношенню товщин стінок, які з'єднані між собою, визначити технологічність вилівка.

Мінімально допустимі товщина і площа стінки, а також співвідношення товщин стінок які з'єднані між собою, наведені в табл. 3.1 і нижче.

Таблиця 3.1 - Мінімально допустимі товщина і площа стінки вилівка при литті в кокіль.

Матеріал вилівка	Мінімальна товщина в залежності від площі поверхні стінки	
	Мін товщина, мм	Площа поверхні, мм ²
Чавун	4...6	≤25
	6...7	25...125
Сталь	8...10	25...125
Алюмінієві сплави	2...4	100...250
	3...5	250...900
	4...6	>900
Магній	3	≤30
Бронза	4...6	≤30

Перехід від тонкої δ_1 до товстої стінки δ_2 вважається плавним, якщо співвідношення $\delta_1 / \delta_2 \leq 1/4$ ($\leq 0,25$), при довжині перехідної частини

$$L \geq (4 \dots 5)(\delta_2 - \delta_1).$$

Порядок проведення роботи

- 1 Отримати у викладача креслення деталі.
- 2 Ознайомитися з кресленням деталі.

3 Визначити по кожному кресленню мінімальну, максимальну та середню товщини стінок ($\delta_{\min}$; $\delta_{\max}$; $\delta_{\text{сер.}}=(\delta_{\min} + \delta_{\max})/ 2$).

4 Визначити співвідношення товщин тонкої і товстої стінки деталі, які з'єднані між собою δ_1 ; δ_2 ; δ_1/ δ_2 =

5 Визначити довжину перехідної частини за формулою $L = (4 \dots 5)(\delta_2 - \delta_1)$.

6 Отримані результати записати в табл. 3.2.

7 Зробити аналіз отриманих даних, визначити ступінь технологічності виливка згідно з даними табл. 3.1.

Таблиця 3.2 – Результати проведених досліджень.

Назва деталі	Результати досліджень, мм							Висновок
	$\delta_{\min}$	$\delta_{\max}$	$\delta_{\text{сер.}}$	δ_1	δ_2	δ_1/ δ_2	L	
1								
2								
3								

Зміст звіту

Назва, мета роботи, табл. 3.1 і 3.2, зробити висновки.

Контрольні запитання

1 Який вплив має товщина стінки виливка на його якість?

2 Чому обмежують співвідношення товщин стінок, які з'єднуються між собою?

3 Як визначити довжину перехідної частини з'єднаних між собою стінок різної товщини?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ, ГЕОМЕТРІЇ І РОЗМІРНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛІ ДЛЯ ВИБОРУ ПОЛОЖЕННЯ ВИЛИВКА У ФОРМІ ПІД ЧАС ЗАЛИВКИ І МІСЦЯ ЙОГО ЖИВЛЕННЯ

Мета роботи: По кресленню деталі вибрати положення і місце живлення виливка при його заливці і кристалізації.

Положення виливка в формі при її заливці рідким сплавом має великий вплив на якість виливка. Розташування формоутворюючої порожнини повинно забезпечити:

- умови для спокійного (ламінарного) заповнення форми рідким сплавом і вилучення із формоутворюючої порожнини повітря і газів;
- легке (без руйнування форми) вилучення моделі з форми, або виливка з металевої форми;
- мінімальну кількість площин – роз'ємів, стрижнів – це спрощує конструкцію оснастки, підвищує точність виливка та продуктивність праці, а також конкурентоспроможність і коштовність виливка;
- спрямоване живлення кожного елемента виливка при його кристалізації – фронт (межа) між твердою і рідкою фазами сплаву повинен постійно поповнюватись рідиною, ущільнюватись і переходити у твердий стан;
- мало коштовне, зручне, продуктивне виготовлення і надійне кріплення елементів оснастки.

Ливниково-живильні системи (ЛЖС) можуть бути з нижнім, верхнім, боковим, комбінованим та ярусним підводом сплаву.

Нижній підвід сплаву до формоутворюючої порожнини забезпечує ламінарне заповнення її сплавом і спрямоване вилучення з неї повітря і газів, але витрати сплаву на ливниково-живильну систему великі. Використовують такі ЛЖС для виливків у яких висота (по розташуванню у формі) значно більша ніж інші розміри.

Боковий підвід сплаву забезпечує плавність заповнення формоутворюючої порожнини, незначно зменшує витрати сплаву на ЛЖС і використовується коли висота (по розташуванню у формі) значно менша інших розмірів.

Верхня (дощова) ЛЖС не забезпечує плавного заповнення формоутворюючої порожнини, значно зменшує витрати сплаву на ЛЖС і використовується для невідповідального литва.

Комбіновані ЛЖС використовують верхній, боковий і нижній підводи з метою покращення умов заповнення форми і живлення при кристалізації виливків відповідального призначення.

Ярусні (щільові)ЛЖС використовують для забезпечення постійного живлення фронту кристалізації, створення її спрямованості і забезпечення високої щільності виливка особливої відповідальності.

Порядок проведення роботи

- 1 Отримати у викладача креслення деталі і ознайомитись з ним.
- 2 Визначити розташування виливка у формі, а також місце його живлення при заповненні формоутворюючої порожнини і кристалізації виливка.
- 3 Зробити креслення виливка в положенні його при заливці.
- 4 По місцю живлення виливка визначити тип ливниково-живильної системи.

Зміст звіту

Назва, мета роботи, креслення виливка в положенні його живлення при заповненні форми і кристалізації. Обґрунтувати прийняте рішення. Зробити висновки.

Контрольні запитання

- 1 Які існують вимоги при визначенні положення виливка у формі при його заливці та кристалізації?
- 2 Спрощення конструкції оснастки підвищує чи знижує точність виливка?
- 3 Які властивості виливка підвищуються при створенні умов спрямованої кристалізації?
- 4 В яких випадках використовують ярусну ЛЖС?
- 5 Яка ЛЖС використовується для невідповідального литва?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩИНИ РОЗ'ЄМУ МОДЕЛІ І ФОРМИ

Мета роботи: По конструкції деталі визначити можливість формоутворення виливка, розташування площини роз'єму моделі і форми.

При визначенні поверхні роз'єму моделі і форми треба керуватись наступними ливарними постулатами:

- весь виливок бажано розташувати в нижній полуформі. Це виключає перекося (зміщення однієї частини виливка відносно іншої);
- площа роз'єма форми, по можливості, повинна бути горизонтальною при її заливці і забезпечити вільне вилучення моделі із форми, зручну укладку і контроль стержнів;
- вибраний роз'єм форми повинен забезпечити зручність ущільнення і збирання форми;
- площину роз'єму бажано мати прямолінійну – полегшується виготовлення модельної оснастки за рахунок механізації і автоматизації цих процесів, зростає продуктивність праці модельщиків і точність оснастки;
- вибирати роз'єм бажано так, щоб була можливість зменшити кількість стержнів, або замінити їх болванами. На практиці користуються такими співвідношеннями висоти H і діаметра D болванів для форм: нижніх $H \leq D$, верхніх $H \leq 0,3 \cdot D$;
- при машинному формуванні – вибір поверхні роз'єму форми залежить від типу формувальної машини;
- базові поверхні для подальшої обробки виливка необхідно розташувати у одній півформі.

Порядок виконання роботи

- 1 Отримати у викладача креслення деталі і ретельно вивчити його.
- 2 Згідно з попередньою інформацією визначити площину роз'єму моделі і форми.

Зміст звіту

Записати назву і мету роботи. Ескізно накреслити деталь. Позначити площину роз'єму. Обґрунтувати прийняте рішення. Зробити висновки.

Контрольні запитання

- 1 Чому бажано розташовувати виливок в одній півформі?
- 2 Що дозволяє прямолінійна площина роз'єму моделі?
- 3 Як впливає роз'єм форми на зручність ущільнення і збирання форми?
- 4 Для чого призначають базові поверхні при механічній обробці виливка?
- 5 Як впливає кількість ливарних стержнів на вартість виливка?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ ВИЛУЧЕННЯ МЕТАЛЕВОГО СТЕРЖНЯ З ВИЛИВКА ПРИ ЛИТТІ В МЕТАЛЕВУ ФОРМУ

Мета роботи: По кресленню виливка і довідковим матеріалам визначити силу вилучення стержня для подальшого вибору виконуючого механізму.

Стержні в металевих формах (кокіля і прес-форми лиття під тиском) можуть бути нерухомі, рухомі, від'ємні і разові. Для полегшення вилучення з виливка стержні мають конусність ($30' \dots 1^{\circ}30'$), яка залежить від роду сплаву виливка, довжини і діаметра стержня.

Без врахування температурного перепаду, між виливком і стержнем, значення сили вилучення металевого стержня P_{CT} підраховують за формулою 6.1:

$$P_{CT} = f_{CT} \cdot T_C \cdot F_{CT}, \quad (6.1)$$

де f_{CT} - коефіцієнт тертя між виливком і стержнем;

T_C - тиск сплаву виливка на стержень, Мпа;

F_{CT} - площа поверхні контакту виливка з стержнем (площа охопту), m^2 .

Значення f_{CT} і T_C для різних сплавів в залежності від ухилу стержня наведені в табл. 6.1.

Порядок проведення роботи

1 Переписати табл. 6.1, визначити діаметр стержня D та його довжину L , згідно з Вашим порядковим номером у журналі академічної групи (табл.6.2).

Розрахувати площу контакту виливка з стержнем за формулою 6.2:

$$F_{CT} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4}, \quad (6.2)$$

2 Розрахувати силу вилучення стержня з виливка P_{CT} за формулою 6.1.

1 Результати записати у табл. 6.1.

2 Проаналізувати отримані дані.

3 Зробити висновки.

Таблиця 6.1 – Початкові дані і розрахунок сили вилучення металевого стержня з виливка.

Основа сплаву виливка	Ухил стержня, °	f_{CT}	T_c , МПа (Н/м ²)	Діаметр D і довжина L стержня охопленого виливком, м		Площа контакту F_{CT} , м ²	Сила вилучення стержня P_{CT} , Н
				D	L		
Cu	1 ⁰	0,35	30,0				
Mg	20	0,15	9,5				
	30	0,10	6,0				
Al	30	0,35	27,5				
	40	0,25	17,5				
Zn	20	0,25	15,0				
	30	0,18	8,0				

Зміст звіту

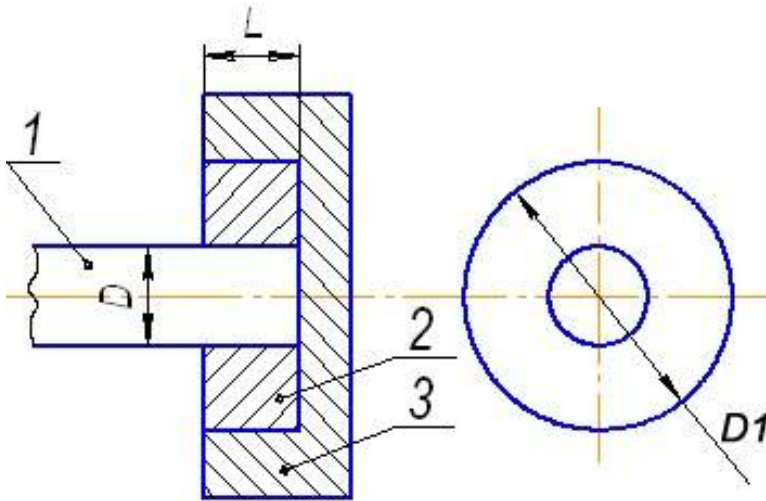
Записати назву і мету роботи. Ескізно виконати рис. 6.1. Переписати табл 6.1 і заповнити пусті колонки. Проаналізувати отримані результати. Зробити висновки.

Таблиця 6.2 – Початкові дані для розрахунку сили вилучення металевого стержня з виливка

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$D, \times 10^{-3}, \text{м}$	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
$L, \times 10^{-3}, \text{м}$	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41

Продовження табл. 6.2

№ п/п	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$D, \times 10^{-3}, \text{м}$	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
$L, \times 10^{-3}, \text{м}$	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29



1 – стержень; 2 – виливок; 3 – нерухома плита металевої форми.

Рисунок 6.1 – Ескіз розташування стержня в виливку.

Контрольні запитання

- 1 Від яких факторів залежить сила вилучення стержня з виливка?
- 2 Які види стержнів використовують при литті в металеві форми?
- 3 Яке призначення стержнів?
- 4 Подумайте, як зменшити силу вилучення стержня з виливка?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

АНАЛІЗ ПОСЛІДОВНОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОСНАСТКИ

Мета роботи: З'ясувати послідовність етапів проектування, виготовлення та експлуатації ливарної оснастки. Проаналізувати призначення та послідовність проектних операцій.

Послідовність етапів конструювання виготовлення і експлуатації оснастки розглянемо у вигляді блок-схеми. (рис. 7.1)

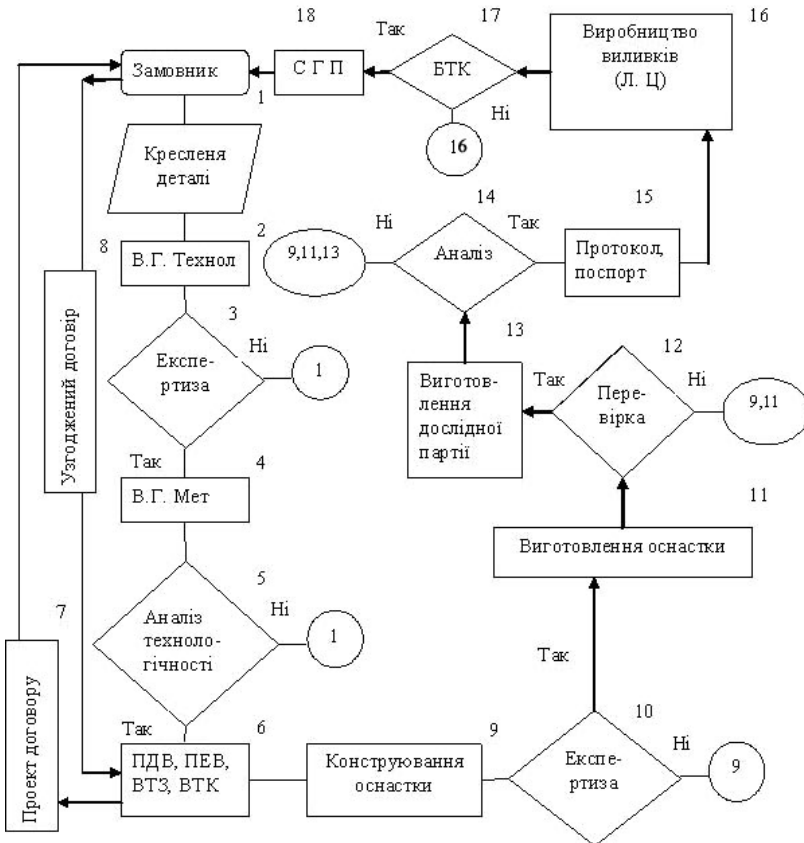


Рисунок 7.1 – Блок-схема алгоритму етапів конструювання, виготовлення і експлуатації оснастки

Опис інформації, яку несе блок-схема (рис. 7.1):

- блок 1 – креслення деталі (геометрія, матеріал, габарити, технічні вимоги, шорсткість поверхні, структура і властивості сплаву, методи контролю, призначення деталі і ступінь її відповідальності).

- блок 2,3 – відділ головного технолога (експертиза) – визначає спосіб виготовлення деталі (ковка, штамповка, точіння, зварювання, ливарне виробництво, ...).

- 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, ...) і визначає ливарний метод виготовлення виливка.

- блок 6 – планово-диспетчерський відділ (ПДВ), планово-економічний відділ (ПЕВ), відділ труда і зарплати (ВТЗ), 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, драйерів, ...).

- 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 відповідно до їх креслення.
- блок 18 – склад готової продукції з якого, після оплати їх вартості, виливки відправляють замовнику.

Порядок проведення роботи

- 1 Отримати у викладача креслення виливка.
- 2 Перемалювати вилівок у зошит (рис. 7.2 – Ескіз виливка «.....».)

Визначити площу роз'єму, положення виливка у формі при його заливці, місце живлення, кількість стержнів і їх конфігурацію.

- 3 Визначити метод виготовлення виливка.

Зміст звіту

Назва, мета роботи, рисунки 7.1 та 7.2, обґрунтувати свої рішення п.п. 2, 3, 4 порядку проведення роботи. Зробити висновки.

Контрольні запитання

- 1 Мета проведення експертизи деталі?
- 2 Мета проведення аналізу технологічності майбутнього виливка?
- 3 Яке призначення блоків 10 та 12 (рис. 7.1)?
- 4 Мета виготовлення дослідної партії виливків?
- 5 Що записують у паспорті оснастки і хто це здійснює?

ЛІТЕРАТУРА

1. Хилл П. Наука и искусство проектирования. Методы проектирования./П. Хилл. - М.: Мир, 1973.- 264 с.
2. Дитрих Я. Проектирование и конструирование: Системный подход. Пер. с польск – М.: Мир, 1981.-456 с.
3. . Рихтер Р .Конструирование технологичных отливок. Пер. с нем. -М.: Машиностроение, 1968.- 254 с.
4. Галдин Н.М. Цветное литье: Справочник / Н.М. Галдин, Д.Ф. Чернега, -М.: Машиностроение, 1989.- 528 с.
5. Ефимов В.А. Специальные способы литья: Справочник./ В.А. Ефимов и др. – М.: Машиностроение, 199.- 436 с.
6. Пушмашев П.И. Определение усилия извлечения стержня из отливки, полученной литьем под давлением/. П.И.Пушмашев.,А.М. Зубакин // Литейное производство. 1975, №12. с. 22 – 23.
7. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Теоретичні основи проектування оснастки» для студентів спеціальності 8.090205 «Обладнання ливарного виробництва» всіх форм навчання / Укладачі: Юзвак В.М., Бялік Г.А. – Запоріжжя:ЗНТУ,2008 - 20 с.