

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«Конструювання і виготовлення оснастки спеціальних видів
лиття»
для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка
денної та заочної форм навчання.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Конструювання і виготовлення оснастки спеціальних видів лиття» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форм навчання /Укл. : В. М. Сажнів. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - , с.

Укладач: В. М. Сажнів, доцент, канд. техн. наук.

Рецензент: В. Г. Іванов, доцент, канд. техн. наук.

Відповідальний за випуск: В. В. Луньов, професор, д. т. н.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Машини і технологія
ливарного виробництва»
Протокол № 10
від «17» червня 2016р.

Рекомендовано до видання
НМК Інженерно-фізичного
Факультету
Протокол № 10
від «21» червня 2016р.

Зміст

ВСТУП.....	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 ПРЕС-ФОРМИ ДЛЯ ЛИТТЯ ЗА ВИТОПЛЮВАНИМИ МОДЕЛЯМИ	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 ПРЕС-ФОРМИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ	14
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 КОКІЛІ	21

Вступ

Тенденція переходу від традиційних способів лиття в піщані форми до спеціальних способів лиття пояснюється тим, що спеціальні способи лиття сприяють різкому зниженню витрат праці і металоємності виливків, досягненню високих значень фізико-механічних характеристик і експлуатаційних властивостей литих деталей.

Отримані спеціальними способами литі деталі успішно конкурують з деталями, виготовленими з деформованих матеріалів, металевих порошків та ін. Литі деталі у зрівнянні з деталями, виготовленими іншими способами, мають ряд переваг, а саме: меншу вартість, можливість отримання складних криволінійних поверхонь, внутрішніх порожнин, виступів, розташованих у різних площинах, при мінімальній механічній обробці, що особливо важливо при виготовленні деталей з матеріалів, що погано обробляються.

Основним недоліком всіх спеціальних видів лиття є висока вартість конструювання та виготовлення головного інструмента, який забезпечує отримання вказаних вище переваг: прес-форм, кокілів, моделей, тому питання проектування оснастки, вибір матеріалів для її виготовлення, стійкість, шляхи її підвищення є основною темою даного лабораторного практикуму. В ньому розглянуті спеціальні види лиття, які знайшли найбільше застосування в промисловості: лиття за витоплюваними моделями, лиття під тиском, лиття у кокіль.

Лабораторна робота №1

Прес-форми для лиття за витоплюваними моделями

1.1. Мета роботи

Виконання лабораторної роботи повинно забезпечити:

- знання конструкцій прес-форм для лиття за витоплюваними моделями;
- засвоєння основ конструювання і виготовлення технологічної оснастки для лиття за витоплюваними моделями.

1.2. Загальні відомості

В промислових умовах, при виготовленні виливків литтям за витоплюваними моделями, прес-форма – основний інструмент для отримання моделі виливка.

Класифікують прес-форми ЛВМ за дев'ятьма ознаками: за точністю, складністю, матеріалом прес-форм, способом виготовлення прес-форм, способом заповнення модельною масою, способом охолодження прес-форм, механізацією, кількістю моделей, що одноразово отримують у прес-формі, положенням площини роз'єму.

Прес-форма повинна забезпечити отримання якісних моделей за мінімально коротким часом. Вона повинна бути простою у виготовленні, зручною у експлуатації та обслуговуванні, надійною та довговічною.

Конструювання прес-форми починають з вибору матеріалу формоутворюючих деталей прес-форми. Для цього використовують такі матеріали: сталі вуглецеві 35, 45 та інструментальні У7, У8; алюмінієві сплави, АК9ч, АК2, Д16; легкоплавкі кольорові сплави: сплав Вуда, Розе, ЦАМ4-1; латунь; епоксидні пластмаси; еластичні матеріали: формо-пласти; гума; силікон; гіпс.

Основні фактори, які впливають на вибір матеріалу, це – кількість виливків на рік, вимоги до точності розмірів, складність моделі, вимоги до чистоти поверхні, термін виготовлення прес-форми.

Розрахунок розмірів формоутворюючих порожнин прес-форми проводять з урахуванням значень усадок модельної маси, метала виливка, керамічної оболонки при прожарюванні, а також значень збільшення розмірів форми при нагріванні під заливання, при

нагріванні розплавом, розширенні гіпсової форми при сушінні. У зв'язку із складністю проведення точних розрахунків розмірів формоутворюючих порожнин, на практиці користуються спрощеною формою для цих розрахунків:

$$L_{пр} = L_{ном} + \frac{L_{ном} \times \sum \alpha}{100} \pm \delta \pm \delta';$$

де $L_{пр}$ – розмір порожнини прес-форми, мм;

$L_{ном}$ – розмір виливка з креслення, мм;

$\sum \alpha$ – сумарна усадка, % ;

δ – допуск на розмір виливка, мм («+» – для внутрішніх поверхонь прес-форми, «-» – для зовнішніх);

δ' – допуск на розмір прес-форми, мм («+» – для внутрішніх поверхонь прес-форми, «-» – для зовнішніх).

Сумарна усадка $\sum \alpha$ зазвичай береться із практичних даних. Вона враховує тільки три із вказаних вище усадок и розширень: лінійну усадку модельної суміші, лінійне розширення керамічної оболонки, лінійну усадку сплава виливка. Всі інші значно менше впливають на розмірну точність виливка і, при необхідності, будуть компенсовані при доведенні прес-форми. Значення сумарної усадки $\sum \alpha$ з практичних даних для різних матеріалів виливків, %:

- сталь вуглецева – 1,25...1,6;
- сталь легована – 1,0...2,0;
- чавун сірий – 0,5...0,65;
- чавун ковкий – 0,95...1,1;
- сплави алюмінієві – 1,1...1,3;
- латунь – 0,95...1,25;
- бронза олов'яна – 0,75...1,0;
- бронза алюмінієва – 1,45...1,55

значення допусків на розміри виливка δ при застосуванням кварцевих вогнетривких матеріалів наведено у таблиці 1.1.

Допуски на розміри прес-форм δ' приймаються 0,2 від допуску на розмір виливка δ .

Ливникові канали для модельної маси в прес-формах повинні бути короткими, компактною форми, з мінімальною кількістю поворотів. Площа перетину ливника для модельної маси з повітрям

невелика: діаметр кола, вписаного в перетин ливника у два і більше разів менше діаметра кола, вписаного у термічний вузол, до якого підведений ливник. Для модельної маси без повітря діаметр кола, вписаного у ливник, дорівнює діаметру кола, вписаного у тепловий вузол, або до 30% менше.

Таблиця 1.1 – Допуски на розміри виливків при литті за витоплюваними моделями

Найбільший габаритний розмір виливка, мм	Кольорові легкі термообробляємі сплави	Нетермообробляємі чорні та кольорові тугоплавкі сплави	Термообробляємі чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термообробляємі сталі
	Допуски на розміри, мм			
< 100	0,36 – 1,4	0,44 – 1,8	0,56 – 2,2	0,7 – 2,8
100 – 250	0,56 – 2,2	0,7 – 2,8	0,9 – 3,6	1,1 – 4,4

Конструкція прес-форми, положення площини її роз'єму, матеріал формуютьуючих елементів, спосіб виготовлення залежать від серійності виробництва і прийнятого для виготовлення моделей обладнання.

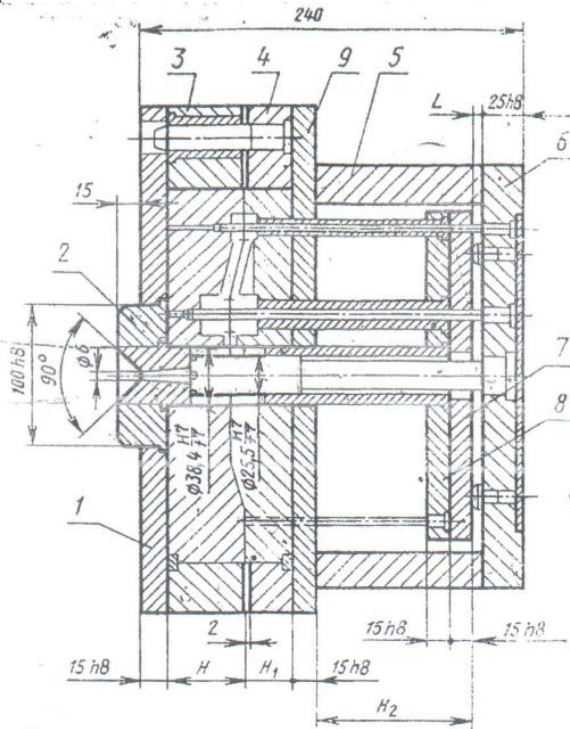
У великосерійному і масовому виробництві, при використанні для виготовлення моделей автоматів 653 та 655, прес-форми виконуються автоматизованими, і тільки з вертикальною площиною роз'єму. Вони складаються з рухомої і нерухомої частини (обойм), де розташовані матриці, в яких виконані формуютьуючі порожнини прес-форми (рис. 1.1).

Такі прес-форми бувають одномісні для виготовлення моделей виливків, моделей ЛЖС, а частіше – багатомісні для виготовлення ланок моделей виливків одночасно з елементами ливниково-живильної системи.

В автоматизованих прес-формах отримують моделі з високою розмірною точністю. Елементи таких прес-форм виготовляють з прокату або поковок сталей 35, 45, У7, У8, У8А.

Для моделей простої конфігурації робочі порожнини виконують механічною обробкою безпосередньо в тілі плит(матриць). В інших випадках робочі порожнини виконують теж механічною обробкою у

вставках, які монтують в спеціальні гнізда матриць і піджимають опорною та проміжною плитами.



1 – плита опорна; 2 – втулка центруюча; 3 – обойма рухома; 4 – обойма нерухома; 5 – стійка; 6 – основа; 7 – плита притискна; 8 – плита виштовхувачів; 9 – плита проміжна.

Рисунок 1.1 – Автоматизована прес-форма

Внутрішні порожнини і отвори в моделях виконують рухомими і нерухомими металевими стрижнями. Рухомі стрижні встановлюють в нерухомій частині прес-форми, нерухомі – в рухомій.

Вилучення моделі з прес-форми виконується виштовхувачами, встановленими на плиті виштовхувачів, яка приводиться в дію підставкою автомата.

В таких прес-формах виконуються також системи вентиляції і охолодження.

Матеріали і конструкції всіх елементів автоматизованих прес-форм регламентуються стандартами: ГОСТ-19947-74 – ГОСТ-19999-74.

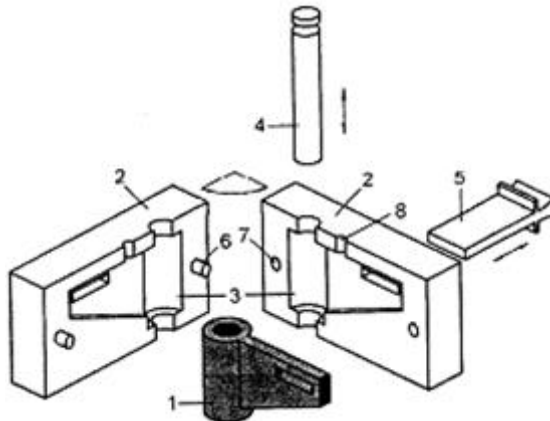
У серійному виробництві, при використанні для виготовлення моделей шприц-машин або гідравлічних пресів, застосовують ручні прес-форми, виготовлені механічною обробкою. В таких прес-формах отримують моделі з достатньо високою точністю. Формоутворюючі елементи в них виготовляють з алюмінієвих сплавів: литих АК2, або деформівного Д16.

Півформи скріплюють скобами або накидними болтами з «барашками». Внутрішні порожнини в моделях виконують рухомими металевими стрижнями, а також водорозчинними, керамічними, графітовими (для титану). В такій прес-формі передбачають знакові частини.

Центруються півформи направляючими штирами і втулками.

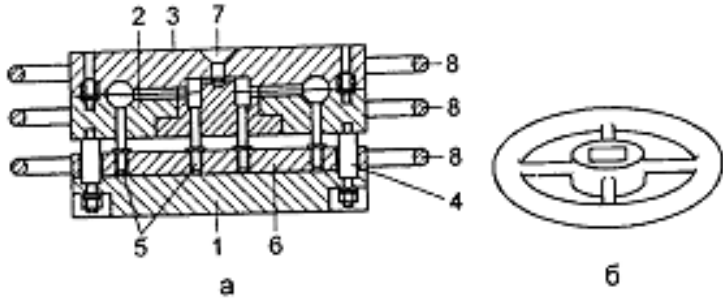
Півформи можуть бути комбінованими, коли застосовують вкладиші з пластмаси, латуні, бронзи, сплаву Вуда або алюмінієвого сплаву.

Ручні прес-форми можуть бути як з вертикальною (рис. 1.2), так і з горизонтальною площиною роз'єму (рис. 1.3). Прес-форми з горизонтальним роз'ємом можуть бути оснащені виштовхувачами.



1 – модель виливка; 2 – півформи; 3 – робочі порожнини; 4 – стрижень круглого перетину; 5 – стрижень прямокутного перетину; 6 – направляючі штирі; 7 – направляючі втулки; 8 – ливниковий отвір

Рисунок 1.2 – Ручна прес-форма



1 – опорна плита; 2 – нижня пів форма; 3 – верхня півформа; 4 – опорна стойка; 5 – виштовхувачі; 6 – рухома плита; 7 – ливниковий отвір; 8 – рукоятки.

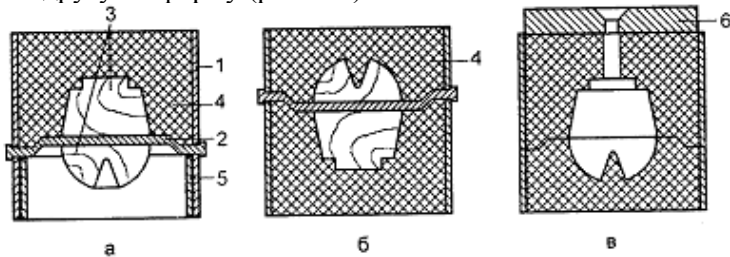
Рисунок 1.3 – Ручна прес-форма з виштовхувачами (а), модель виливка (б)

В таких же прес-формах виготовляють моделі ЛЖС

У одиночному і дрібносерійному виробництві для виготовлення моделей виливків невеликої точності, нескладної конфігурації і моделей ЛЖС на шприц-машинах і гідравлічних пресах використовують прес-форми, виготовлені без механічної обробки робочих порожнин, літі.

Матеріал таких прес-форм: легкоплавні кольорові сплави, гіпс, пластмаси, еластичні (гумоподібні) матеріали.

Спосіб виготовлення литих прес-форм, незалежно від матеріалу, який використовується, приблизно однаковий: закріплюють майстер-модель (еталон моделі) на пластині, встановлюють обичайки, заливають будь-яким із вказаних матеріалів півформу, перевертають і заливають другу півформу (рис. 1.4).



1 – обичайка; 2 – сталевая пластина 3 – еталон; 4 – гіпс; 5 – опора; 6 – металева пластина.

Рисунок 1.4 – Схема етапів виготовлення гіпсової прес-форми.

Різниця тільки в положенні поверхні роз'єму: у прес-формах з легкоплавких сплавів роз'єм вертикальний, у всіх інших – горизонтальний; та у матеріалі еталону, наприклад, у гіпсових прес-форм він може бути навіть з пластиліну або глини, тоді як в інших – тільки металевий.

Літі прес-форми можуть бути також комбінованими. Спосіб виготовлення комбінованих прес-форм близький до розглянутого вище, тільки формують поверхні та площини роз'єму виконуються гольванопластикою, металізацією або напиленням.

1.3. Завдання на підготовку до лабораторної роботи

При підготовці до лабораторної роботи студент повинен повторити наступний теоретичний матеріал, необхідний для розуміння сутності лабораторної роботи:

- особливості конструкцій автоматизованих і ручних прес-форм для ЛВМ;
- матеріали які використовуються для виготовлення формують і конструктивних елементів прес-форм;
- розрахунки розмірів формують порожнин прес-форм;
- способи виготовлення прес-форм.

1.4. Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

Перед початком виконання роботи студент повинен знати:

- фактори, які впливають на вибір матеріалу для прес-форм ЛВМ;
- фактори, які впливають на вибір способу виготовлення прес-форм ЛВМ;
- елементи центрування півформ;
- механізми виштовхування моделей;
- поняття про модельну ланку;
- поняття про внутрішні і зовнішні поверхні порожнини прес-форм;
- розрахунок розмірів формують порожнин;
- методи охолодження прес-форм;
- конструкції вентиляційної системи.

1.5. Матеріали, інструмент прилади, обладнання

Для виконання лабораторної роботи надаються:

- прес-форма автоматизована;
- прес-форма ручна металева;
- прес-форма ручна пластмасова;
- креслення вилівка «Фланець»(для автоматизованої прес-форми);
- документація на прес-форми для витоплюваних моделей.

1.6. Порядок проведення лабораторної роботи

Роботу виконувати в наступній послідовності:

- розібрати прес-форми автоматизовану, ручні металеву і пластмасову;
- ознайомитися з конструкціями та елементами прес-форм;
- зібрати прес-форми;
- нанести на кресленні вилівка «Фланець» елементи ливарної форми згідно з прес-формою;
- виконати ескіз ланки моделей вилівка «Фланець» згідно з прес-формою;
- виконати ескіз прес-форми на виливок «Фланець» з визначенням всіх її елементів.

1.7. Зміст звіту

Звіт про виконану лабораторну роботу повинен містити:

- короткий опис конструкцій прес-форм для ЛВМ та способів їх виготовлення;
- ескіз вилівка «Фланець» з елементами ливарної форми;
- ескіз прес-форми на виливок «Фланець»;
- специфікацію деталей прес-форми на виливок «Фланець» з визначенням матеріалів для їх виготовлення.

1.8. Рекомендована література

1. Репях С.И. Технологические основы литья по выплавляемым моделям [текст] / С.И. Репях. – Днепропетровск: Лира, 2006. – 1056 с.
2. Литьё по выплавляемым моделям [текст] / В.Н. Иванов, С.А. Казеннов, Б.С. Кучман и др.; под ред. Я.И. Шкленника, В.А. Озерова. – М.: Машиностроение, - 1984. – 408 с.
3. Специальные способы литья [текст]: Справочник / В.А. Ефимов, Г.А. Анисимович, В.Н. Бабич и др.; под общ. Ред. В.А. Ефимова. – М. Машиностроение, 1991. – 436 с.

Лабораторна робота №2

Прес-форми для лиття під тиском

2.1. Мета роботи

Виконання лабораторної роботи повинно забезпечити:

- знання конструкцій прес-форм для лиття під тиском;
- засвоєння основ конструювання і виготовлення технологічної оснастки для лиття під тиском.

2.2. Загальні відомості

Литтям під тиском виготовляють складні по конфігурації виливки великої точності, з високою чистотою поверхні. Виготовлення виливків проводять на машинах лиття під тиском, які по принципу роботи камери пресування поділяють на машини з гарячою камерою пресування і машини з холодною камерою пресування.

Гарячекамерні машини використовуються для виливків із сплавів з температурою плавлення до 500°C (свинець, олово), тобто сплавів, з яких виливки для конструкційних деталей не застосовуються. Всі машинобудівні виливки виготовляються на холоднокамерних машинах, які в свою чергу поділяються на машини з вертикальною і горизонтальною камерами пресування. Найбільше використання в промисловості знайшли машини з горизонтальною холодною камерою пресування. Ливарні машини цієї підгрупи найбільш зручні в експлуатації і обслуговуванні.

Основним інструментом цього виду лиття, від якого в найбільшій мірі залежить якість виливків, є прес-форма.

Прес-форми для лиття під тиском дуже різноманітні, тому для полегшення конструювання і виготовлення їх класифікують за рядом ознак: за ступенем уніфікації, за лінією роз'єму, за габаритами і масою, за рівнем регулювання температури, за ступенем автоматизації, за кількістю виливків у прес-формі та ін..

Можна класифікувати прес-форма ще за кількома ознаками, але вказаних вище ознак достатньо для визначення основних характерних

прес-форми, необхідних для конструювання як прес-форми в цілому, так і комплектуючих її деталей.

Деталі прес-форм по їх призначенню поділяються на три групи:

- деталі, що утворюють робочу порожнину прес-форми (вкладиші матриць і пуансонів, вставки, стрижні, виштовхувачі);
- деталі металопроводу (стакани, втулки, наконечники пресуючого плунжера, п'ятки, розсікачі);
- деталі конструктивного призначення (плити або обойми матриць і пуансонів, плити виштовхувачів, колонки, втулки, упори та ін..).

Деталі першої групи визначають стійкість прес-форм, а також якість виливків, інші – роботоздатність прес-форм. Тому конструкціям всіх деталей прес-форм, властивостям їх матеріалів слід приділяти особливу увагу.

В теперішній час для виготовлення прес-форм застосовується дуже багато матеріалів. Це і високолеговані хромомолібденванадієві та хромовольфрамванадієві сталі, і високовуглецеві інструментальні, і економно леговані та вуглецеві конструкційні сталі. Найбільш застосовувані матеріали наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Матеріали прес-форм.

Деталі прес-форми	Марки сталей
Вкладиші, вставки	3Х2 В8Ф, 4ХВ2С, 4Х8В2, 4Х5В2ФС, 4Х5В4ФСМ, 3Х5МФС, 38Х5МВСФ, 3Х3МЗФ, 5ХНМ
Стрижні	У8А, У10А, 4Х2В8Ф, 5ХНМ, 4ХВС, 3Х2В8Ф, Х12М
Виштовхувачі	У10А, У12А, 3Х2В8Ф, 4Х5МФС
Стакани, втулки, наконечники, розсікачі	3Х2Ф8Ф
Плити обойм матриць, пуансонів, виштовхувачів, підкладні	40, 45, 50 Ст3, Ст5, Ст6
Колонки, втулки	У7, У8

Крім вказаних вище основних деталей, прес-форми для складних виливків мають ще цілий ряд деталей, які входять у склад

механізмів для автоматизації роботи прес-форм. Від надійної їх роботи залежить працездатність прес-форм, продуктивність роботи, вартість виливків. Це такі механізми:

- приводів стрижнів;
- приводів виштовхувачів;
- підігріву і охолодження прес-форм;
- змащування і очищення прес-форм;

При проектуванні прес-форм слід приділяти особливу увагу конструюванню цих механізмів.

Як було відзначено вище, деталі першої групи (вкладиші, вставки, стрижні, виштовхувачі) визначають якість виливків, і, в першу чергу, це стосується точності їх розмірів. А точність розмірів виливка залежить від точності розмірів зовнішніх і внутрішніх поверхонь порожнин прес-форми, тобто від правильно врахованої усадки металу у специфічних умовах лиття під тиском, а також прийнятих значень ухилів, радіусів закруглень та ін.

У виливках, виготовлених під тиском, вільній усадці металу створюють перепони стрижні і випуклі частини у рухомій та не рухомій частинах прес-форми. Враховуючи, що видалення виливків із прес-форм виконується при температурах 250-400°C, тобто в стадії кінцевої кристалізації металу, то усадка, яку враховують при розрахунку робочих порожнин, значно нижча, ніж при вільній усадці. Крім того, треба враховувати збільшення розмірів порожнини форми при підігріві прес-форми. В практиці лиття під тиском приймають такі значення лінійної усадки, %:

- стрижень, що перешкоджає усадці: Al, Mg, Zn-0.5;Cu-0,6;
- стрижень, що не дуже перешкоджає усадці: Al, Mg, Zn-0,5; Cu-0,8;
- виливок без стержнів: Al, Mg, Zn-0.9;Cu-1.0;

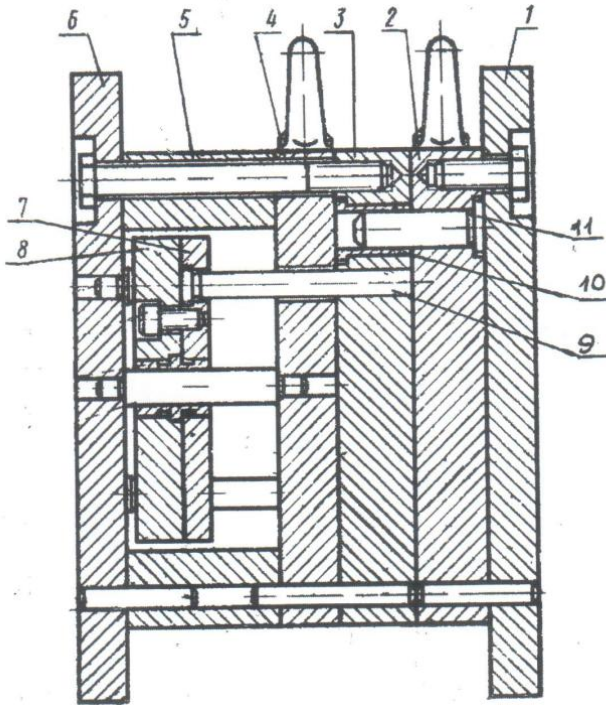
Оптимальні значення ухилів для зовнішніх поверхонь 45'; для внутрішніх 1°. Мінімальний радіус закруглень 05,-1,0 мм, мінімальний діаметр отвору – 2,5 мм.

При проектуванні прес-форм слід не забувати про уніфікацію і нормалізацію їх складових частин. Це значно скорочує час проектування і виготовлення прес-форм, знижує вартість виливків. Суть нормалізації прес-форм зводиться до обмеження їх конструкцій.

Нормалізуються виштовхувачі, стрижні, плити, направляючі колонки і втулки, вкладиші, приводи виштовхувачів і стрижнів та ін..

Для однотипних виливків розробляють постійний комплект деталей і вузлів, для конкретного виливка конструюють тільки вкладиші. Деталі комплектів однакові по своїй конструкції, тому їх виготовляють заздалегідь, застосовуючи типові технологічні процеси і групову оснастку.

Ще більшу ефективність можна отримати при використанні найбільш вдосконаленої уніфікації – блоків універсальних (рис. 2.1).



1 – плита кріплення нерухома; 2 – обойма нерухома; 3 – обойма рухома; 4 – лита підкладна; 5 – стійка; 6 – плита кріплення рухома; 7 – плита виштовхувачів; 8 – плита зйому; 9 – колонка; 10 – втулка; 11 – колонка.

Рисунок 2.1 – Блок універсальний прес-форм лиття під тиском

Блок теж складається з комплекту деталей і вузлів, в обоймах якого є гнізда під змінні вкладиші. Блок постійно закріплений на

машині. Міняють тільки вкладиші на виливки даної групи. На блоки та деталі, що входять у блок, розроблені ГОСТи (ГОСТ 19933-74 – ГОСТ -19946-74). Трудомісткість проектування прес-форм знижується на 30%, а трудомісткість їх виготовлення – на 25%. До-речі, процес виготовлення прес-форм для лиття під тиском є дуже трудоемним. Вартість їх виготовлення інколи сягає кількох мільйонів гривень. Найбільш великі прес-форми (США) мають масу 30-45 т. Такі прес-форми виготовляють більше року.

Найбільш розповсюджений спосіб виготовлення деталей прес-форм – механічною обробкою. Це стосується в першу чергу найбільш важливих деталей прес-форм,– вкладишів,– які мають найчастіше дуже складну конфігурацію робочих порожнин. Цей спосіб дозволяє отримати високу розмірну точність виливка,але він дуже трудомісткий. Крім того, стійкість вкладишів, отриманих механічною обробкою, нижче, ніж отриманих іншими способами.

В теперішній час для підвищення стійкості механічно оброблених вкладишів використовують або традиційні сталі після інтенсивної ковки, або нові високолеговані сталі. Але вони погано піддаються механічній обробці. Тому, для підвищення точності, зниження трудомісткості використовують верстати ЧПУ з сучасним абразивним інструментом.

Достатньо високі значення стійкості показують вкладиші, робочі порожнини яких отримують методом холодного видавлювання. Однак, цей спосіб отримання вкладишів із сталі 3Х2В8Ф вимагає великої потужності пресів, навіть при виготовленні вкладишів для дрібних виливків.

Наступний спосіб виготовлення вкладишів – литтям. Використовують лиття за витоплюваними моделями, в оболонкові форми, Шоу - процес. Стійкість литих вкладишів близька до стійкості кованих і оброблених механічно, а за рахунок економії високолегованої сталі і зниження механічної обробки вартість литих вкладишів на 20-40 % нижча, ніж кованих. Недолік – нижча точність.

Достатньо високі результати по стійкості мають вкладиші, виготовлені з твердих сплавів ВК8, ВК15, ВК30 з обробкою робочої порожнини електроіскровим, а потім електроерозійним способами.

В останні роки для виготовлення вкладишів починають використовувати аддитивні технології – технології «виращування»

вкладишів без будь-яких моделей, штампів, металорізальних інструментів та ін., а завдяки комп'ютерним технологіям.

Для підвищення стійкості прес-форм, особливо механічно оброблених, при конструюванні необхідно передбачити захист робочих поверхонь від руйнування під дією високих температур, деформацій, хімічної взаємодії з рідким металом. Для захисту робочих поверхонь застосовують захисні покриття:

- хіміко-термічна обробка;
- електро-хімічні і хімічні покриття;
- металізація;
- електролітичні покриття.

2.3. Завдання на підготовку до лабораторної роботи

При підготовці до лабораторної роботи студент повинен повторити теоретичні матеріали:

- особливості конструкцій холоднокамерних прес-форм з вертикальною і горизонтальною камерами пресування;
- деталі прес-форми для ЛПТ;
- матеріали для виготовлення деталей прес-форм;
- порядок розрахунків розмірів формуютьючих порожнин прес-форм;
- механізми прес-форм.

2.4. Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

Перед початком виконання роботи студент повинен знати:

- деталі прес-форм для ЛПТ: формуютьючі, металопроводу, конструктивні, матеріали для їх виготовлення;
- механізми прес-форм: виштовхування виливків, приводу стрижнів; підігріву і охолодження, очищення, змащування прес-форм;
- елементи центрування півформ;
- особливості розрахунку розмірів робочих порожнин прес-форм;
- конструкції вентиляційних систем.

2.5. Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

Для виконання лабораторної роботи надаються:

- прес-форма для машини з горизонтальною холодною камерою пресування
- документація на універсальні прес-форми для лиття під тиском.

2.6. Порядок проведення лабораторної роботи

Роботу виконувати в наступній послідовності:

- розібрати прес-форму;
- ознайомитися з деталями і механізмами ливарної форми;
- зібрати прес-форму;
- виконати ескіз виливка з елементами ливарної форми (допускається в аксонометрії);
- виконати ескіз прес-форми з визначенням основних деталей.

2.7. Зміст звіту

Звіт на виконану лабораторну роботу повинен містити:

- опис конструкцій і способів виготовлення прес-форм для лиття під тиском;
- ескіз виливка з елементами ливарної форми;
- ескіз прес-форми;
- специфікація основних деталей прес-форми з визначенням матеріалів для їх виготовлення.

2.8. Рекомендована література

1. Горюнов Н.Н. Пресс-формы для литья под давлением [текст]: Справочное пособие / Н.Н. Горюнов. – Л.: Машиностроение (Ленинградское отделение), 1973. – 256 с.
2. Белопухов А.К. Технологические режимы литья под давлением [текст] / А.К. Белопухов. – М.: Машиностроение, 1985. – 272 с.
3. Специальные способы литья [текст]: Справочник / В.А. Ефимов, Г.А. Анисович, В.М. Бабич и др.; под общ. ред. В.А. Ефимова. – М.: Машиностроение, 1991. – 436 с.

Лабораторна робота №3

Кокілі

3.1. Мета роботи

Виконання лабораторної роботи повинно забезпечити:

- знання конструкцій кокілів;
- вміння обирати матеріал кокіля;
- засвоєння основ конструювання і виготовлення кокілів.

3.2. Загальні відомості

Кокіль – металева форма з природним або примусовим охолодженням, яка заповнюється розплавленим металом під дією гравітаційних сил. Найчастіше кокіль складається з двох півформ і плити, на яку вони спираються. Півформи взаємно центруються штирями і скріпляються замками. Порожнини і отвори у виливках можуть бути виконаними металевими і піщаними стрижнями.

Класифікуються кокілі за наступними ознаками.

В залежності від наявності або відсутності поверхні роз'єму кокілі бувають нероз'ємні і роз'ємні.

В залежності від розташування поверхні роз'єму кокілі бувають з горизонтальною площиною роз'єму, вертикальною і комбінованою.

В залежності від кількості робочих порожнин кокілі поділяють на одномісні і багатомісні.

В залежності від способу охолодження розрізняють з повітряним, рідинним та комбінованим охолодженням.

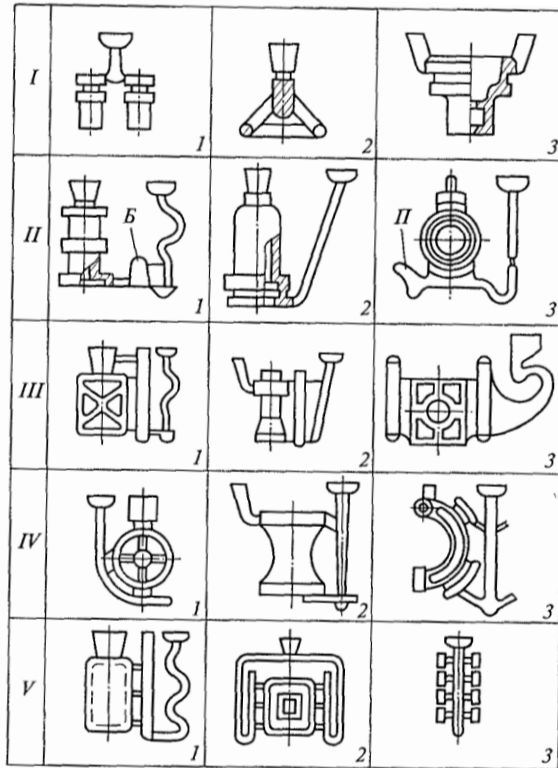
До основних елементів конструкції кокілів відносяться:

- формоутворюючі елементи: половини кокілів, нижні плити (піддони), вставки, стрижні;
- конструктивні елементи: виштовхувачі, плити виштовхувачів, системи нагрівання і охолодження, вентиляційні системи, центруючі штирі і втулки.

При конструюванні кокіля роз'єм кокіля бажано виконувати плоским, кількість рухомих і від'ємних частин повинна бути мінімальною.

Розміри половини кокіля повинні бути достатніми для розміщення вилівка з ливниково-живильною системою. Відстань від робочої порожнини до краю кокіля приймають не менше 30-40 мм, а в місці ливникової системи – 70 мм.

Ливникові системи використовують з підведенням розплаву зверху, знизу, збоку, комбіновані і ярусні (рис. 3.1)



I – підведення розплаву зверху; II – знизу; III– збоку; IV – комбіновані; V – ярусні

Рисунок 3.1 – Ливникові системи при литті в кокіль

Ливникові системи з верхнім підводом використовують для дрібних невисоких виливків типу втулок і кілець.

Ливникові системи з нижнім підводом використовують для виливків корпусів, високих втулок, кришок.

Ливникові системи із щільовим живильником використовують при литті циліндричних виливків: поршнів, втулок, обійчайок.

Ливникові системи з комбінованим підводом використовують для складних виливків.

Ярусні ливникові системи використовують складних тонкостінних виливків або для дрібних виливків у великій кількості.

Розміри кокіля повинні дозволяти розміщувати його на плитах кокільних машин. Основні розміри немеханізованих витряхних та створчастих кокілів і механізованих (для встановлення на машинах), а також розміри конструктивних елементів регламентується стандартами: ГОСТ 16234-70 – ГОСТ 16262-70.

Контури стінок кокіля повинні по можливості повторювати контури виливка для підвищення його стійкості і полегшення управління тепловим режимом.

Для складних великих виливків кокіль роблять не суцільним, а розчленовують його на частини для зменшення термічних напружень і попередження жолоблення.

Вибір товщини робочої стіни кокіля є одним із найважливіших етапів його проектування. Для точних розрахунків використовують формули Петриченка А.М., Вейника А.І., для спрощених – формулу Дубініка Н.П., або графіки Серебро В.С. На практиці найчастіше використовують графік по ГОСТ 16237-70 (рис. 3.2).

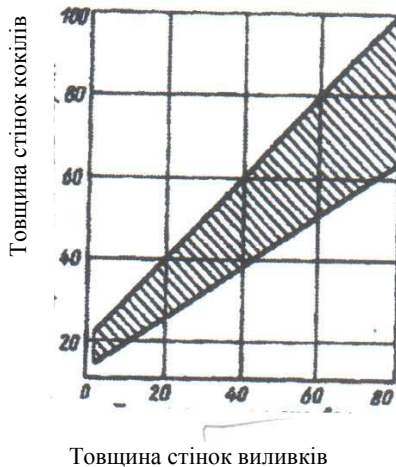


Рисунок 3.2 – Рекомендовані товщини стінок кокіля, мм

В процесі експлуатації у кокілі виникають значні термічні напруження. Тому матеріали частин кокіля, що стикаються з розплавом, повинні добре протистояти термічній втомі, мати високі механічні властивості, мінімальні структурні перетворення, володіти високими ростостійкістю і окалиностійкістю, добре оброблятися, бути не дефіцитними і недорогими. Таким вимогам найбільше відповідають:

- сірі чавунні С420, С425: для кокілів для дрібних, середніх виливків з алюмінієвих, магнієвих, мідних сплавів, чавуну;
- високоміцні чавуні ВЧ-40, ВЧ-45: для кокілів для дрібних, середніх, великих і особливо великих виливків із алюмінієвих, магнієвих, мідних сплавів, чавуну, сталі;
- мідь та її сплави, леговані сталі: для вставок для інтенсивного охолодження, та масивних стрижнів;
- силуміни АК7ч, АК7Ц9: для водоохолоджуваних кокілів для дрібних виливків з алюмінієвих, мідних сплавів;
- сталі 45, 30ХГС, 35 ХНМ: для стрижнів, вставок;
- сталі У8А, У10А: для виштовхувачів;
- сталь 25: для ексцентриків, вісей валів.

Виготовляють кокілі механічною обробкою або литтям. Для дрібних виплиwkів з алюмінієвих, магнієвих, цинкових сплавів виготовляються кокілі з литих чавунних заготовок або сталевих поковок механічною обробкою.

Великі кокілі виготовляють литими з чавуну або сталі без механічної обробки, тільки з зачисткою робочих поверхонь. Лита поверхня забезпечує підвищення стійкості кокіля.

Моделі для виготовлення литих кокілів можуть бути з будь-якою матеріалу, навіть гіпсові, інколи використовують відпрацьовані деталі.

Форми для литих кокілів можуть бути:

- піщані по CO_2 – процесу – для сталевих кокілів;
- піщано-глиністі – для чавунних кокілів;
- оболонкові – для чавунних кокілів;
- керамічні по Шоу-процесу – для чавунних і сталевих кокілів з високими вимогами до точності робочих поверхонь;
- напівкокілі – для чавунних і сталевих кокілів з оформленням робочої поверхні нижньою металевою півформою.

Інколи для поліпшення податливості кокіля його формоутворюючі півформи виконують або з багат шарових сталевих листів з прокладками з наступною механічною обробкою або з дроту без механічної обробки.

Для підвищення стійкості кокілів, при їх проектуванні слід передбачити постійні покриття робочих поверхонь, крім покриттів, які будуть передбачені при розробці технології лиття. Найбільше на практиці застосовується високотемпературне плазменне, та газополум'яне напilenня неметалевими матеріалами (Al_2O_3 , ZnO_2 та ін.).

Для алюмінієвих кокілів анодування анодною плівкою із сплаву Al9 є обов'язковим.

Для усунення можливості утворення газової пористості у виливках, при проектуванні кокіля необхідно передбачити вентиляційну систему. Площа вентиляційних каналів на 25% повинна перевищувати площу живильників. Розміри і форма вентиляційних каналів і пробок регламентується ГОСТ 16250-70.

Для попередження утворення щілин по роз'єму кокіля під дією динамічного і статичного тиску розплаву при заливанні і твердінні, при проектуванні необхідно передбачити механізм запирання. Необхідне зусилля запирання може бути розраховане по наступній формулі, яка враховує тільки гідростатичний тиск розплаву, без зусиль, що виникають з-за жолоблення кокіля:

$$P = 2 \times q \times \rho \times H \times F \times k,$$

де P – зусилля запирання кокіля, н;

q – прискорення вільного падіння $9,81 \text{ м/с}^2$;

ρ – щільність розплаву, кг/м^3 ;

H – відстань від рівня розплаву в чаші до центру тяжіння перетину виливка, м;

F – площа перетину виливка в площині роз'єму, м^2 ;

k – коефіцієнт запасу.

При твердінні і охолодженні виливка він затискається в кокілі і стрижні обтискаються виливком. Тому при розробці технології лиття передбачають підриг стрижнів, а при конструюванні кокіля проектують виштовхувачі.

Конструкції виштовхувачів, пристроїв для виштовхування виливків, контр-виштовхувачів регламентуються ГОСТ 16246-70, ГОСТ 12247-70.

3.3. Завдання на підготовку до лабораторної роботи

При підготовці до лабораторної роботи студент повинен повторити наступний теоретичний матеріал, необхідний для розуміння сутності лабораторної роботи:

- особливості конструкцій кокілів;
- матеріали, які використовуються для виготовлення формоутворюючих і конструктивних елементів кокілів;
- види ливникових систем при литті в кокіль;
- порядок розрахунків товщини стінки кокіля, зусилля запирання кокіля;
- способи виготовлення кокілів.

3.4. Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи

Перед початком виконання роботи студент повинен знати:

- порядок розрахунку товщини стінки кокіля;
- призначення штирів, втулок, ребер охолодження;
- методи попередження жолоблення кокіля;
- матеріали кокілів;
- стійкість кокілів;
- конструкції механізмів виштовхування виливків;
- методи фіксації половинок кокіля;
- вентиляційні системи кокілів;
- вибір ливникової системи;
- водохолоджувані кокілі.

3.5. Матеріали, інструмент, прилади, обладнання

Для виконання лабораторної роботи надаються:

- кокіль для виготовлення виливка «Поршень»;
- креслення виливків;
- документація на металеві форми (кокілі).

3.6. Порядок проведення лабораторної роботи

Роботу необхідно виконувати в послідовності:

- ознайомитися з конструкцією кокіля на вилівок «Поршень»;
- отримати у викладача креслення виливка;
- обрати тип ливникової системи для заданого виливка;
- нанести на креслення виливка елементи ливарної форми;
- накреслити ескіз кокіля;
- розрахувати товщину стінки кокіля і зусилля запирання;
- обрати матеріал кокіля і спосіб виготовлення.

3.7. Зміст звіту

Звіт про виконану роботу повинен містити:

- короткий опис видів і конструкцій кокілів;
- креслення виливка з елементами ливарної форми ;
- ескіз кокіля;
- розрахунки товщини стінки кокіля і зусилля запирання;
- специфікацію деталей кокіля з визначенням матеріалів для їх виготовлення.

3.8. Рекомендована література

1. Гини Э.Ч. Специальные виды литья [текст]: Учебник для студентов высших учебных заведений / Э.Ч. Гини, А.М. Зарубин, В.А. Рыбкин; Под ред.. В.А. Рыбкина. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 352 с.
2. Кокильное литьё [текст]: справочное пособие / Дубинин Н. П., Беликов О.А., Вязов А.Ф. и др.. –М.: Машиностроение, 1967. –460 с.
3. Специальные способы литья [текст]: Справочник / В.А. Ефимов, Г.А. Анисович, В.Н. Бабич и др.; под общ. ред. В.А. Ефимова. – М.: Машиностроение, 1991. – 463 с.