**Тема № 3**

**Ливарне виробництво**

1. **Загальна характеристика ливарного виробництва**

Завдяки універсальності ливарному виробництву належить значне місце у сучасному машинобудуванні.

Так, у загальному машинобудуванні маса виливків становить до 60 %, а у верстатобудуванні – до 80% усієї маси машин і верстатів. Це пояснюється можливістю виготовлення деталей від найпростішої до найскладнішої форми, з різних металевих сплавів (пластичних, крихких) масою від кількох грамів до сотень тонн, із стінками завтовшки 2..500 мм і завдовжки до 3000 мм.

Подальше вдосконалення технології ливарного виробництва, механізація й автоматизація всіх процесів, освоєння і впровадження прогресивних способів виготовлення виливків скоротять обсяг їх механічної обробки, знизять вартість і розширять сферу застосування ливарного виробництва в промисловості.

**Суть ливарного виробництва** полягає в тому, що фасонну деталь або заготовку виготовляють заливанням рідкого металу в ливарну форму, порожнина якої за розмірами і конфігурацією відповідає деталі. Такі деталі і заготовки називають **виливками**. Після затвердіння виливки виймають або вибивають з форми і ті з них, щодо точності яких ставлять більші вимоги, обробляють механічно.

До складу ливарного цеху входять такі відділення: модельне, землепідготовче, стрижневе, формувальне, плавильне, вибивальне, обрубне, очисне. У модельному відділенні за робочим кресленням виготовляють модельний комплект; у землепідготовчому – формову та стрижневу суміші; у формувальному – ливарну форму; в стрижневому – стрижень; у плавильному дістають рідкий метал. Готову ливарну форму заливаюьт рідким металом і псля його затвердіння у вибивальному відділенні видаляють із форми виливок; обрубують ливникову систему й очищають виливок від пригару в очисному відділенні. Заключна операція – котнроль якості виливка.

**2. Рідкотекучість та усадки ливарних сплавів**

Для виготовлення виливків найбільш широко застосовують чавуни з різною формою графіту; вуглецеві та леговані сталі; сплави кольорових металів на основі алюмінію, міді, магнію, титану, молібдену та ін. тугоплавких металів.

Для виготовлення якісного виливка поруч із механічними, фізичними та хімічними властивостями ливарні сплави повинні мати ще й ливарні (технологічні) властивості, до яких належать рідкотекучість, усадка, здатність до ліквації та газовбирання.

**Рідкотекучість** – здатність рідкого металу заповнювати щілиноподібні порожнини ливарної форми. Якщо метал рідкотекучий, то він заповнює всю порожнину форми найбільш складної конфігурації, в іншому випадку утворюється недолив в щілинних перерізах виливка.

**Усадка** – зменшення об’єму металу та лінійних розмірів виливка в процесі кристалізації та подальшого охолодження в твердому стані. Отже, усадка може бути об’ємною та лінійною. Внаслідок об’ємної усадки під час кристалізації не вистачає металу для заповнення всієї порожнини форми.

Лінійна усадка металу виливка відбувається в твердому стані при охолодженні до нормальної температури, коли зменшуються лінійні розміри виливка. Лінійна усадка також може спричинити брак виливка за розмірами, якщо її не врахувати при виготовленні моделі виливка.

**Ліквація –** неоднорідність хімічного складу металу виливка за перерізом. Вона негативно впливає на механічні властивості виливка. Розрізняють дендритну, зональну та ліквацію за питомою вагою.

**Газовбирання –** властивість металевих сплавів у рідкому стані (під час перегріву) розчиняти з повітря кисень, азот, водень, які під час охолодження в ливарній формі виділяються і можуть утворити у вмлмвку газові раковини.

За технологічним виконанням розрізняють шість основних способів лиття:

* лиття в оболонкові форми;
* лиття за моделями, що витоплюються;
* лиття у кокіль (металічну форму);
* лиття під тиском;
* відцентрове лиття.

**3. Виготовлення виливок в піщаних разових формах**

Лиття в разові піщано-глинисті форми широко використовуються при отриманні виливків з різноманітних металів та сплавів. Процес отримання форми та виливків за цим способом лиття характеризується простотою та доступністю в умовах багатьох машинобудівних підприємствах.

Процес виготовлення разових форм називають *формуванням.* До складу оснащення входить модель майбутнього виливка, яку частіше виготовляють з дерева. Модель повністю відповідає формі та розмірам виливка, які в свою чергу визначаються на основі креслення готової деталі з врахуванням необхідності механічної обробки (точіння, фрезерування, шліфування тощо).

Для утримання формувальної суміші використовують спеціальні металічні ящики, які називають *опоками*.

Заливання піщано-глинистих форм розплавленим металом здійснюють за допомогою розливних ковшів, які являють собою посудину з листової сталі , футеровану зсередини вогнетривким матеріалом.

При заливанні форма піддається тиску рідкого металу, який намагається підняти верхню напівформу. Тому опоки форми скріплюють скобами чи поміщають на верхню напівформу вантаж.

Виливки в піщано-глинистих формах потрібно охолоджувати до температури 200…400 °С. Для видалення виливка піщано-глинисту форму повністю руйнують. При цьому використовують металеві штирі, вібратори та ін. Елементи ливарної системи від виливка з чавуну та інших крихких сплавів відбивають молотками, кувалдами. При використанні в’язких сплавів ливарну систему відпилюють дисковими фрезами, пилами чи газовими пальниками. Залишки формувальної суміші та заусенці на поверхні виливків видаляють щітками, шротометною обробкою, віброобробко та ін.

**4. Спеціальні способи лиття**

*Виготовлення виливків у кокілях*

Суть способу полягає в тому, що замість разової піщаної форми використовують багаторазову металеву (кокіль). Для утворення у виливку внутрішніх порожнин або отворів стрижні часто роблять також металевими. У кокілях виготовляють виливки з кольорових сплавів, чавуну і рідко із сталі.

Порівняно з піщаними формами кокіль має ряд переваг:

- не потрібні формові суміші і модельно-опокова оснастка;

- підвищуються точність і чистота поверхні виливка;

- високі якість і щільність металу виливка;

- зменшується кількість пилу;

- значно підвищується продуктивність праці.

Недоліки:

- висока вартість кокілю, тому їх застосовують лише в серійному і масовому виробництві;

- непіддатливість кокілю, що збільшує небезпечність утворення тріщин у виливках;

- чавунні виливки, що виготовленні в кокілі, матимуть вибілену поверхню, що потребує відпалювання чавунних виливків.

За конструкцією кокілі можуть бути нерознімними витрушуваними або рознімними з горизонтальним чи вертикальним розняттям.

Особливості технології виготовлення виливків у кокілях полягає в тому, що перед заливанням внутрішню поверхню кокіля покривають вогнетривкою фарбою для ізолювання форми від стикання з рідким металом, щоб збільшити термін служби його або зменшити швидкість охолодження виливка.

*Виготовлення виливків виливанням під тиском*

Суть цього способу полягає в тому, що метал під тиском примусово заповнює металеву прес-форму. Це усуває можливість утворення усадочних раковин і, отже, дає змогу відмовитись від додатків. Завдяки тиску розчинені в металі гази залишаються в розчині, що знижує газову пористість, підвищує щільність і міцність виливків. При цьому способі виливки не потребують механічної обробки. Виливанням під тиском можна виготовити виливки з глибокими порожнинами, отворами малого діаметра (до 2 мм), готовою різьбою, тонкостінні (близько 0,5 мм). Перевагою цього способу є також висока продуктивність і взаємозамінність виготовлених деталей.

Металеві прес-форми дуже складні і дорого коштують, тому лиття під тиском застосовують лише в масовому виробництві тонкостінних невеликих виливків з кольорових сплавів, які мають невисоку температуру плавлення.

*Виготовлення виливків виливанням за витоплюваними моделями*

Суть цього способу полягає в тому, що за нерознімною легкоплав­кою моделлю виготовляють нерознімну разову ливарну форму, моделі з якої потім витоплюють, а в утворену порожнину заливають метал.

У виготовлених виливків немає формувальних уклонів, оскільки фор­ма нерознімна. Для формування використовують кварцову пудру (маршаліт), тому виливки мають точні розміри і високу чистоту поверхонь. Обсяг механічної обробки зменшується на 80...100 % і в 1,5...2 рази ско­рочуються витрати металу на ливникову систему, бо в одній формі виго­товляють навіть десятки штук виливків. Цим способом можна виготовляти виливки із сплавів з будь-якою температурою плавлення, а також важкооброблюваних – різанням і тиском (жароміцні, жаростійкі, різальний інструмент із швидкорізальної сталі тощо).

Легкоплавкі моделі виготовляють з модельної маси, до складу якої входять різні легкоплавкі матеріали, наприклад, парафін, стеарин, віск, це­резин, каніфоль.

Ливарну форму виготовляють нанесенням вогнетривкого покриття, занурюючи блок легкоплавких моделей у суміш з 60...70 % маршаліту і 30...40 % гідролізованого етилсилікату. На моделях утворюється тонкий шар вогнетривкої суміші*.* Для укріплення цього шару блок посипають кварцовим піскомі дають покриттю висохнути; занурення у вогнетривку суміш повторюють ще 3...5 разів із сушінням після кожного разу. Наступ­на операція - витоплювання легкоплавких моделей з вогнетривкої оболонки (форми). Для цього блок моделей з оболонкою занурюють у гарячу воду (90 °С) або ставлять його в сушильну шафу.

*Лиття в оболонкові форми*

Суть способу полягає у використанні у формовій суміші термореак­тивної смоли з технічним уротропіном, яка при не­значному нагріванні плавиться, а при подальшому нагріванні полімеризується і необоротно твердіє. За точністю розмірів і чистотою поверхні виливки, виготовлені в оболонкових формах, перевершують виготовлені в піщано-глинистих формах. Цей спосіб застосовують у серійному і масо­вому виробництві дрібних і середніх виливків з будь-яких сплавів.

Виготовлення оболонкових форм починається з нагрівання модельних металевих плит в електричній печі до температури 220.. .280 °С.Нагріту модельну плиту закріплюють моделлю вниз над бункеромз формовою сумішшю*,* яка складається з піску і домішки 4...6 % смоли у вигляді порошку. Бункер разом з модельною плитою по­вертають на 180°, і формова суміш падає на модельну пли­ту. Смола суміші плавиться і зв'язує зерна піску в напівтверду кірку. По­тім бункер повертається у вихідне положення, формова суміш, що не про­реагувала, падає на дно бункера, а на модельній плиті залишається на­півтверда оболонказавтовшки 6...8 мм*.* Далі модельну плиту подають у піч для остаточного затверднення оболонки при темпе­ратурі близько 350...500 °С*.* Готову тверду оболонку зні­мають з модельної плити за допомогою виштовхувачів*.* Таким способом виготовляють обидві половинки оболонкової форми. Стрижні також виготовляють з цієї суміші в металевих стрижневих ящи­ках за такою самою технологією. Заключною операцією є складання обо­лонкової форми з півформ.

*Виготовлення виливків відцентровим виливанням*

Суть способуполягає в тому, що метал заливають у кокіль, який обер­тається з певною швидкістю. Заповнення кокілю і кристалізація металу відбуваються під дією відцентрових сил, що забезпечує значну щільність металу, оскільки гази і неметалеві домішки важкий метал витискує до внут­рішньої порожнини виливка, а потім їх видаляють при механічній оброб­ці. Перевагою відцентрового виливання є високий вихід придатних вили­вків (до 90 %) завдяки майже повній відсутності витрати металу на лив­никову систему і додатки.