**1. Заготовче виробництво**

**1.1 Вибір методу і способу отримання заготовки**

Необхідність економії матеріальних ресурсів пред'являє високі вимоги до раціонального вибору заготовок, до рівня їх технологічності, що значною мірою визначає витрати на технологічну підготовку виробництва, собівартість, надійність і довговічність виробів.

Правильно вибрати спосіб отримання заготовки – означає визначити раціональний технологічний процес її отримання з урахуванням матеріалу деталі, вимог до точності її виготовлення, технічних умов, експлуатаційних характеристик і серійності випуску.

Машинобудування має в своєму розпорядженні велику кількість способів отримання деталей. Це різноманіття, з одного боку, дозволяє істотно підвищити експлуатаційні характеристики машин за рахунок використання властивостей початкового матеріалу, з іншої – створює труднощі при виборі раціонального, економічного способу отримання деталі.

Особливо важливо правильно вибрати вид заготовки, призначити найбільш раціональний технологічний процес її виготовлення в умовах автоматизованого виробництва, коли розміри деталі при механічній обробці виходять «автоматично» на заздалегідь настроєних агрегатних верстатах або верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ). В цьому випадку недостатні припуски так само шкідливі, як і зайві, а нерівномірна твердість матеріалу або великі ухили на заготівці можуть викликати значні коливання в допусках розмірів готової деталі.

Тому дуже важливий економічно і технологічно обґрунтований вибір виду заготовки для даного виробництва.

Максимальне наближення геометричних форм і розмірів заготовки до розмірів і форми готової деталі – головне завдання заготовчого виробництва.

Задані конструктором геометрія, розміри і марка матеріалу деталі багато в чому визначають технологію виготовлення. Таким чином, вибір виду заготовки відбувається в процесі конструювання, оскільки при розрахунку деталей на міцність, зносостійкість або при обліку інших показників експлуатаційних характеристик конструктор виходить з фізико-механічних властивостей вживаного матеріалу з урахуванням впливу способу отримання заготовки.

Чинники, що впливають на собівартість виробництва в машинобудуванні, діляться на три групи:

1-а група – **конструктивні чинники**, тобто конструктивне вирішення самої деталі, що забезпечує прийнятність її для виготовлення обробкою тиском, литвом, зваркою; вибір марки матеріалу і технологічних умов;

2-а група – **виробничі чинники**, тобто характер і культура виробництва, технологічна оснащеність, організаційні і технологічні рівні виробництва;

3-я група – **технологічні чинники**, що характеризують спосіб формоутворення заготівок, вибір самої заготовки, устаткування і технологічного процесу отримання деталі.

Те, наскільки повно в заготівці врахований вплив чинників першої і другої груп, дозволяє судити про технологічність заготовки.

Під технологічністю заготовки прийнято розуміти, наскільки дана заготівка відповідає вимогам виробництва і забезпечує довговічність і надійність роботи деталі при експлуатації.

Випуск технологічної заготовки в заданих масштабах виробництва забезпечує мінімальні виробничі витрати, собівартість, трудомісткість і матеріаломісткість.

Третя група чинників важлива, коли деталі можуть бути отримані одним або декількома способами литва або обробки тиском, наприклад, фланці, трійники, шестерні. Проте при литві структура металу, а отже, і механічні властивості, нижче, ніж при обробці металів тиском. Також, особливо при литві в кокіль або під тиском, вище вірогідність виникнення ливарної напруги і наявності пористості.

При штампуванні, створюючи направлену структуру, можна збільшити експлуатаційні властивості деталі. В той же час заданий параметр шорсткості поверхні і точність розмірів можуть бути забезпечені в обох випадках.

Таким чином, при виборі способів отримання заготовки насамперед слід враховувати основні чинники (собівартість і вимоги до якості), орієнтуватися на те, що в конкретному випадку є визначальним.

Як інший приклад можна розглянути великогабаритні деталі значної маси, що вимагають для свого виготовлення унікального устаткування великої потужності. Такі деталі доцільно виготовляти зварними. Це дозволяє скоротити тривалість циклу виготовлення, підвищити якість металу за рахунок застосування злитків меншої маси з меншою кількістю ливарних дефектів, але при цьому зменшується коефіцієнт використання металу, збільшується трудомісткість.

Оптимальне рішення при виборі заготівок може бути знайдене тільки за умови комплексного аналізу впливу на собівартість всіх чинників, за обов'язкової умови позитивного впливу способу отримання заготовки на якість виробу.

У собівартості виготовлення деталі значну частку складають витрати на матеріал (близько 60 %). Тому шляху зниження собівартості доцільно шукати в зниженні витрати матеріалу.

Технологічність деталі з певним ступенем наближення оцінюється наступними показниками:

* коефіцієнт виходу придатного;
* ваговій точності;
* використання металу.

КВ.П. – характеризує витрату металу в заготовчому цеху, розмір браку, технологічних відходів, визначається по формулі:

* КВ.П.=М2/М1
* де: М2 – маса початкового металу; М1 – маса заготовлюваного металу.

КВ.Т. – відображає ступінь наближення форми і розмірів заготовки до форми і розмірів деталі, тобто характеризує об'єм механічної обробки, визначається по формулі:

* КВ.Т.=М3/М2
* де: М3 – маса готової деталі.

КВ.М.– відображає загальну витрату металу на деталь, що виготовляється, визначається по формулі:

* КВ.М.=КВ.М. · КВ.Т.=М3/М1

**1.2 Загальні принципи вибору заготовки**

Найширше для отримання заготовок в машинобудуванні застосовують наступні методи: литво, обробка металу тиском і зварювання, а також комбінація цих методів.

Кожен з методів містить велике число способів отримання заготівок.

Метод – це група технологічних процесів, в основі яких лежить єдиний принцип формоутворення.

Литво – отримання заготівок шляхом заливки розплавленого металу заданого хімічного складу в ливарну форму, порожнина якої має конфігурацію заготовки.

Обробка тиском – технологічні процеси, які засновані на пластичному формозмінні металу.

Зварювання – технологічний процес отримання нероз'ємних з'єднань з металів і сплавів в результаті утворення атомно-молекулярних зв'язків між частинками заготовок, що сполучаються.

При виборі методу необхідно орієнтуватися насамперед на матеріал і вимоги до нього з погляду забезпечення службових властивостей виробу (литво – чавун, сталь з позначенням Л).

Особливо відповідальні деталі, до яких пред'являються високі вимоги за розміром зерна, напрямом волокон, а також по рівню механічних властивостей, завжди слід виготовляти із заготовок, отриманою обробкою тиском.

Вибір способу отримання заготовки складне завдання.

Спосіб отримання заготовки має бути економічним, забезпечуючим високу якість деталі, продуктивним, нетрудомістким.

**1.2.1 Основні чинники, що впливають на вибір способу отримання заготовки**

Характер виробництва.

Для дрібносерійного і одиничного виробництва характерне використання як заготовки гарячекатаного прокату, відливань, отриманих в піщано-глинистих формах, поковок, отриманих куванням.

Це обумовлює великі припуски, значний об'єм подальшої механічної обробки, підвищення трудомісткості.

В умовах великосерійного і масового виробництв рентабельні способи отримання заготовок: гаряче об'ємне штампування; литво в кокіль, під тиском, в оболонкові форми по моделях, що виплавляються.

Застосування цих способів дозволяє значно скоротити припуски, понизити трудомісткість виготовлення деталі.

Підвищення точності формоутворювальних процесів, вибір найбільш точних і прогресивних способів отримання заготовок на базі збільшення серійності виробництва є одним з найважливіших резервів підвищення технічного рівня виробництва.

Матеріали і вимоги, що пред'являються до якості деталі.

Матеріали повинні володіти необхідним запасом певних технологічних властивостей – ковкістю, штампуємістю, рідкотекучістю, зварюваністю, оброблюваністю.

Для матеріалів, що деформуються, необхідною технологічною властивістю є технологічна пластичність. Особливо жорсткі вимоги по технологічній пластичності пред'являються до сплавів, з яких деталі отримують холодною обробкою тиском – витискуванням, витяжкою, гнучкою, формуванням.

Якщо метал володіє низькою рідкотекучістю, високою схильністю до усадки, то не рекомендується застосовувати литво в кокіль, під тиском, оскільки із-за низької податливості металевої форми можуть виникнути ливарна напруга, викривлення відливання, тріщини. Доцільно застосовувати оболонкове литво і литво в піщано-глинисті форми.

Для відповідальних, важко навантажених деталей (вали, шестерні, зубасті колеса), для яких пред'являються певні вимоги до якості металу і до фізико-механічних властивостей, – доцільно використовувати поковки, оскільки в процесі деформації створюється дрібнозерниста, направлена волокниста структура, що значно підвищує фізико-механічні властивості матеріалу.

Розміри, маса і конфігурація деталі.

Питома вартість відливок і поковок росте із зменшенням їх маси. Закономірність загальна для всіх способів отримання заготовок і деталей, оскільки трудомісткість формоутворення визначають загальною площею поверхонь, що підлягають обробці.

Розміри деталі часто грають вирішальну роль. При литві по моделях, що виплавляються, в кокіль, під тиском розміри відливання обмежені технологічними можливостями устаткування і інструменту.

Способом гарячого об'ємного штампування можливе отримання поковок до 1000 кг

Якість поверхні заготовок, забезпечення заданої точності.

Використання точних способів забезпечує достатню чистоту поверхні і високу точність заготовок.

Вдосконалення кування і штампування забезпечують параметри шорсткості і точність розмірів, відповідних механічній обробці і навіть фінішних операцій.

Калібрування, холодне витискування забезпечують отримання готових деталей (заклепки, гайки, болти).

Можливості наявного устаткування.

Враховують при виготовленні заготовок способами відцентрового литва, литва під тиском, гарячим об'ємним штампуванням. Іноді це є визначальним моментом.

Наприклад, наявність в ковальському цеху ротаційно-кувальних машин дозволяє отримати ступінчасті заготовки практично без механічної обробки.

Потужність ковальсько-штампувального устаткування визначає номенклатуру виготовлення деталей.

**2. Ливарне виробництво**

**2.1 Загальні відомості про ливарне виробництво. Сучасне полягання і роль ливарного виробництва в машинобудуванні**

Теорія і практика технології ливарного виробництва на сучасному етапі дозволяє отримувати вироби з високими експлуатаційними властивостями. Відливання надійно працюють в реактивних двигунах, атомних енергетичних установках і інших машинах відповідального призначення. Вони використовуються у виготовленні будівельних конструкцій, металургійних агрегатів, морських судів, деталей побутового устаткування, художніх і ювелірних виробів.

Сучасний стан ливарного виробництва визначається вдосконаленням традиційних і появою нових способів литва, рівнем механізації і автоматизації технологічних процесів, що безперервно підвищується, спеціалізацією і централізацією виробництва, створенням наукових основ проектування ливарних машин і механізмів.

Найважливішим напрямом підвищення ефективності є поліпшення якості, надійності, точності і шорсткості відливань з максимальним наближенням їх до форми готових виробів шляхом впровадження нових технологічних процесів і поліпшення якості ливарних сплавів, усунення шкідливої дії на навколишнє середовище і поліпшення умов праці.

Литво є найбільш поширеним методом формоутворення.

Переваги литва це виготовлення заготовок з найбільшими коефіцієнтами використання металу і вагової точності, виготовлення відливань практично необмежених габаритів і маси, отримання заготовок із сплавів, що не піддаються пластичній деформації і важко оброблюваних різанням.

**2.2 Класифікація литих заготівок**

За умовами експлуатації, незалежно від способу виготовлення, розрізняють:

1. **відливання загального призначення** – відливання для деталей, що не розраховуються на міцність
2. **відливання відповідального призначення** – відливання для деталей, що розраховуються на міцність і працюють при статичних навантаженнях;
3. **відливання особливо відповідального призначення** - відливання для деталей, що розраховуються на міцність і працюють при циклічних і динамічних навантаженнях.

Залежно від способу виготовлення, маси, конфігурації поверхонь, габаритного розміру, товщини стінок, кількості стрижнів, призначення і особливих технічних вимог відливання ділять на 6 груп складнощів.

Перша група характеризується гладкими і прямолінійними зовнішніми поверхнями з наявністю невисоких підсилюючих ребер, буртів, фланців, отворів. Внутрішні поверхні простої форми. Типові деталі – кришки, рукоятки, диски, фланці, муфти, колеса вагонеток, маховики для вентилів і так далі

Шоста група – відливання з особливо складними закритими коробчатими і циліндровими формами. На зовнішніх криволінійних поверхнях під різними кутами перетинаються ребра, кронштейни і фланці. Внутрішні порожнини мають особливо складні конфігурації з утрудненими виходами на поверхню відливання. Типові деталі – станини спеціальних МРС, складні корпуси відцентрових насосів, деталі повітродувок, робочі колеса гідротурбін.

Залежно від способу виготовлення їх габаритних розмірів і типу сплавів ГОСТ 26645-85 встановлює 22 класи точності.

**2.3 Ливарні сплави**

Вимоги до матеріалів, використовуваних для отримання відливань:

1. Склад матеріалів повинен забезпечувати отримання у відливанні заданих фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей; властивості і структура мають бути стабільними протягом всього терміну експлуатації відливання.
2. Матеріали повинні володіти хорошими ливарними властивостями (високою рідкотекучістю, невеликою усадкою, низькою схильністю до утворення тріщин і поглинання газів, герметичністю), добре зварюватися, легко оброблятися ріжучим інструментом. Вони не мають бути токсичними і шкідливими для виробництва. Необхідно, щоб вони забезпечували технологічність в умовах виробництва і були економічними.

**2.3.1 Ливарні властивості сплавів**

Отримання якісних відливань без раковин, тріщин і інших дефектів залежить від ливарних властивостей сплавів, які виявляються при заповненні форми, кристалізації і охолоджуванні відливань у формі. До основних ливарних властивостей сплавів відносять: рідкотекучість, усадку сплавів, схильність до утворення тріщин, газопоглинач, ліквацію.

Рідкотекучість – здатність розплавленого металу текти по каналах ливарної форми, заповнювати її порожнини і чітко відтворювати контури відливання.

При високій рідкотекучості сплави заповнюють всі елементи ливарної форми.

Рідкотекучість залежить від багатьох чинників: від температурного інтервалу кристалізації, в'язкості і поверхневого натягнення розплаву, температури заливки і форми, властивостей форми і так далі.

Чисті метали і сплави, що твердіють при постійній температурі, володіють кращою рідкотекучістю, чим сплави, що твердіють в інтервалі температур (тверді розчини). Чим вище в'язкість, тим менше рідкотекучість. Із збільшенням поверхневого натягнення рідкотекучість знижується. З підвищенням температури заливки розплавленого металу і форми рідкотекучість поліпшується. Збільшення теплопровідності матеріалу форми знижує рідкотекучість. Так, піщана форма відводить теплоту повільніше, і розплавлений метал заповнює її краще, ніж металеву форму. Наявність неметалічних включення знижує рідкотекучість. Так само впливає хімічний склад сплаву (із збільшенням зміст сірий, кисню, хрому рідкотекучість знижується; із збільшенням змісту фосфору, кремнію, алюмінію, вуглецю рідкотекучість збільшується).

Усадка – властивість металів і сплавів зменшувати об'єм при охолоджуванні в розплавленому стані, в процесі твердіння і в затверділому стані при охолоджуванні до температури навколишнього середовища. Зміна об'єму залежить від хімічного складу сплаву, температури заливки, конфігурації відливання.

Розрізняють об'ємну і лінійну усадку.

Коли наявна **об'ємна усадка**, з'являються усадкові раковини і усадкова пористість в масивних частинах відливання.

Для попередження утворення усадкових раковин встановлюють прибутки – додаткові резервуари з розплавленим металом, а також зовнішні або внутрішні холодильники.

Лінійна усадка визначає розмірну точність отриманих відливань, тому вона враховується при розробці технології литва і виготовлення модельного оснащення.

Лінійна усадка складає: для сірого чавуну – 0,8-1,3 %; для вуглецевих сталей – 2-2,4 %; для алюмінієвих сплавів – 0,9-1,45 %; для мідних сплавів – 1,4-2,3 %.

Газопоглинання – здатність ливарних сплавів в розплавленому стані розчиняти водень, азот, кисень і інші гази. Ступінь розчинності газів залежить від стану сплаву: з підвищенням температури твердого сплаву збільшується трохи; зростає при плавленні; різко підвищується при перегріві розплаву. При твердінні і подальшому охолоджуванні розчинність газів зменшується, в результаті їх виділення у відливанні можуть утворитися газові раковини і пори.

Розчинність газів залежить від хімічного складу сплаву, температури заливки, в'язкості сплаву і властивостей ливарної форми.

Ліквація – неоднорідність хімічного складу сплаву в різних частинах відливання. Ліквація утворюється в процесі твердіння відливання, із-за різної розчинності окремих компонентів сплаву в його твердій і рідкій фазах. У сталях і чавунах помітно ликвують сіра, фосфор і вуглець.

Розрізняють ліквацію зональну, коли різні частини відливання мають різний хімічний склад, і дендритну – коли хімічна неоднорідність спостерігається в кожному зерні.

**2.3.2 Ливарні сплави**

Широкого поширення чавун набув завдяки хорошим технологічним властивостям і відносній дешевизні. З сірого чавуну отримують найдешевші відливки (у 1,5 разу дешевше, ніж сталеві, у декілька разів – чим з кольорових металів). Сфера застосування чавунів розширюється унаслідок безперервного підвищення його міцності і технологічних характеристик. Використовують сірі, високоміцні, ковкі і леговані чавуни.

1. Чавун є найбільш поширеним матеріалом для отримання фасонних відливок. Чавунні відливки складають близько 80 % всіх відливок.
2. Сталь як ливарний матеріал застосовують для отримання відливок деталей, які разом з високою міцністю повинні володіти хорошими пластичними властивостями. Чим відповідальніша машина, тим більше значуща частка сталевих відливань, що йдуть на її виготовлення. Сталеве литво складає: у тепловозах – 40-50 % від маси машини; у енергетичному і важкому машинобудуванні (колеса гідравлічних турбін з масою 85 тонн, іноді декілька сотень тонн) – до 60 %.

Сталеві відливки після відповідної термічної обробки не поступаються по механічних властивостях поковкам.

Використовуються: вуглецеві сталі 15Л, 55Л; леговані стали 25ГСЛ, 30ХГСЛ, 110Г13Л; неіржавіючі стали 10Х13Л, 12Х18Н9ТЛ і ін.

Серед ливарних матеріалів із сплавів кольорових металів широке застосування знайшли мідні і алюмінієві сплави.

Латунь – найбільш поширені мідні сплави. Для виготовлення різної апаратури для морського суднобудування, що працює при температурі 300°С, втулок і сепараторів підшипників, гвинтів і гайок прокатних станів, черв'ячних гвинтів застосовують складнолеговані латуні. Володіють хорошою зносостійкістю, антифрикційними властивостями, корозійною стійкістю.

Олов'яна бронза (Бро3ц7с5н1) використовується для виготовлення арматуру, шестерні, підшипники, втулки.

Безолов’яні бронзи по деяких властивостях перевершують олов'яні. Вони володіють вищими механічними властивостями, антифрикційними властивостями, корозійною стійкістю. Проте ливарні властивості їх гірше. Застосовують для виготовлення гребних гвинтів крупних суден, важко навантажених шестерень і зубчатих коліс, корпусів насосів, деталей хімічної і харчової промисловості.

Відливання з алюмінієвих сплавів складають близько 70 % кольорового литва. Вони володіють високою питомою міцністю, високими ливарними властивостями, корозійною стійкістю в атмосферних умовах.

Найбільш високими ливарними властивостями володіють сплави системи алюміній – кремній (Al-Si) – силуміни Ал2, Ал9. Вони широко застосовуються в машинобудуванні, автомобільній і авіаційній промисловості, електротехнічній промисловості.

Також використовуються сплави систем: алюміній – мідь, алюміній – мідь – кремній, алюміній – магній.

1. Мідні сплави – бронза і латунь.
2. Алюмінієві сплави.
3. Магнієві сплави володіють високими механічними властивостями, але їх ливарні властивості невисокі. Сплави системи магній – алюміній – цинк – марганець застосовують в приладобудуванні, в авіаційній промисловості, в текстильному машинобудуванні.