

Характеристика технологічних методів отримання та обробки заготовок

1. Види заготовок для деталей машин. Припуски на обробку деталей

Заготовками для виготовлення деталей машин можуть служити:

- 1) виливки чавунні, сталеві, з кольорових металів, з пластмас;
- 2) поковки і штамповки;
- 3) прокат сталі (гарячекатаної і холоднотягнутої) і кольорових металів.

Вибір виду заготовок залежить від конструктивних форм деталей, їхнього призначення, умов роботи в зібраній машині, випробовуваних напруг і т. д.

Фасонні деталі, що не підлягають ударним навантаженням, дії розтягування і вигину, виготовляються зазвичай із чавунних виливків; для фасонних деталей машин, що працюють у важких умовах і зазнають великих напруг, замість чавунних виливків застосовуються сталеві. З чавуну відливають станини, рами, плити, коробки, картери, корпуси підшипників, шківів, маховики тощо; з більш дрібних деталей – фланці, втулки, кронштейни, зубчасті колеса тощо; великі деталі зі сталі зазвичай не відливають з огляду на важкість отримання таких виливків.

Заготовки у вигляді поковок, виготовлених куванням, і штамповок, виготовлених у штампах, застосовуються для деталей, що працюють переважно на вигин, розтягнення, кручення і мають у різних своїх частинах значну різницю в поперечних перерізах. При виготовленні поковок прагнуть отримати конфігурацію заготовки, що наближається до спрощеного обрису деталі.

Для правильного рішення в окремих випадках необхідно проаналізувати, що вигідніше: дати спрощену конфігурацію заготовки і знімати надлишок матеріалу при обробці на верстатах або виготовити більш точну поковку, яка за конфігурацією і розмірами наближається до готової деталі, і завдяки цьому знімати менше металу на верстатах.

Заготовки у вигляді поковок (отримані вільним куванням) застосовуються переважно для великих деталей, а в одиночному і дрібносерійному виробництвах – і для дрібних деталей.

Заготовка у вигляді штамповок виходить куванням у штампах; вона має значні переваги над вільним куванням. У штампованій заготовці структура металу більш однорідна, завдяки чому деталь буде міцнішою. Штампкуванням отримують розміри, найбільш наближені до остаточних; у деяких виробництвах штамповані заготовки використовуються без подальшої механічної обробки або з дуже незначною обробкою. При виготовленні штамповок краще використовується метал і зменшується його витрата. Процес виготовлення штамповок порівняно з куванням значно швидший і потребує менш кваліфікованої робочої сили. Собівартість штампованих заготовок менша, ніж кованих.

Заготовки можуть застосовуватися у вигляді штамповок тільки в тому випадку, якщо за виробничою програмою потрібна значна їх кількість, тобто у великосерійному і масовому виробництві, оскільки для виготовлення таких заготовок необхідні дорогі штампи, собівартість яких у цьому випадку розподіляється на собівартість великої кількості заготовок.

Заготовки з прокату (круглого, квадратного, шестигранного) застосовуються для деталей, що за конфігурацією наближаються до якогось виду певного прокату, коли немає значної різниці в поперечних перерізах деталі і коли можна при отриманні остаточної її форми уникнути зняття великої кількості металу. Виготовлені з прокату деталі, за винятком валів, мають порівняно невеликі розміри.

Правильне рішення щодо вибору заготовок, з точки зору технічних вимог і можливостей застосування різних їх видів, можна отримати тільки в результаті техніко-економічних розрахунків шляхом зіставлення варіантів собівартості готової деталі при тому чи іншому вигляді заготовки.

Будь-яка заготовка, призначена для подальшої механічної обробки, виготовляється з *припуском* на розміри готової деталі. Цей припуск, що являє собою надлишок матеріалу, необхідний для отримання остаточних розмірів і заданого класу шорсткості поверхонь деталей, знімається на верстатах різальними

інструментами. Поверхні деталі, що не піддаються обробці, припусків не мають.

Різниця розмірів заготовок і остаточно обробленої деталі визначає величину припуску, тобто шару, який знімається при механічній обробці.

Припуски поділяють на загальні і міжопераційні. Під *загальним* розуміють припуск, що знімається протягом усього процесу обробки даної поверхні – від розміру заготовки до остаточного розміру готової деталі. *Міжопераційним* називають припуск, який видаляють при виконанні окремої операції. Величина припуску зазвичай дається «на сторону», тобто вказується товщина шару, що знімається на цій поверхні. Іноді для циліндричних деталей припуск дається «на діаметр», тобто вказують подвійну товщину шару, який знімається, що має бути обумовлено.

Припуск має бути таких розмірів, що забезпечують виконання необхідної для даної деталі механічної обробки при задоволенні встановлених вимог до шорсткості та якості поверхні металу і точності розмірів деталей при найменшій витраті матеріалу і найменшій собівартості виготовлення деталі. Такий припуск є *оптимальним*. Встановлення оптимальних припусків на обробку є дуже важливим техніко-економічним питанням.

При збільшенні припуску на обробку вага (маса) заготовки зростає; матеріалу потрібно більше і, отже, собівартість заготовки і готової деталі підвищується.

Зняття зайвих припусків збільшує трудомісткість обробки, отже, зростає і основна заробітна плата виробничих робітників за обробку однієї деталі зі збільшеними припусками. Тому доцільно призначати припуск, який можна видалити за один прохід. На верстатах середньої потужності за один прохід можна знімати припуск до 6 мм на сторону.

При зайвих припусках вага заготовок і стружки збільшується, верстати для зняття надмірної кількості матеріалу мають працювати з великою напругою, внаслідок чого збільшується їх знос і витрати на ремонт.

Зайві припуски викликають підвищення витрат на різальний інструмент, оскільки зайвий матеріал знімається кількома проходками, внаслідок чого збільшується основний (технологічний) час роботи інструменту і, отже, збільшується його витрата.

З іншого боку, занадто малі припуски не дають можливості виконати необхідну механічну обробку з бажаною точністю і чистотою, в результаті чого виходить брак, що також здорожує виріб.

Таким чином, необхідно прагнути до призначення оптимальних припусків, що забезпечують виконання механічної обробки із забезпеченням виконання вимог до точності і чистоти оброблюваних поверхонь при найменшій собівартості деталі; при оптимальних припусках зменшуються витрати металу, витрати часу на обробку і збільшується продуктивність обладнання та оснащення.

Величини припусків на обробку і допуски на розміри заготовок залежать від низки факторів, ступінь впливу яких різний; до числа основних факторів належать такі:

- а) матеріал заготовки;
- б) конфігурація і розміри заготовки;
- в) вид заготовки та спосіб її виготовлення;
- г) вимоги щодо механічної обробки;
- д) технічні умови щодо якості та класу шорсткості поверхні і точності розмірів деталі.

Величина загального припуску залежить від товщини дефектного поверхневого шару, що підлягає зняттю, і припусків, необхідних для всіх проміжних операцій механічної обробки - міжопераційних припусків, що враховують похибки форми, просторові відхилення, які виникають у попередній обробці, похибки установлення, допуски на операційні (проміжні) розміри, необхідну шорсткість поверхні.

Оскільки розміри заготовок можуть мати допустимі відхилення, спрямовані у додатний і від'ємний бік, то при визначенні загальної величини припуску слід додати до розміру заготовки величину можливого від'ємного (мінусового) відхилення (якщо таке допускається), інакше припуск буде недостатній для механічної обробки.

Таким чином, загальний (сумарний) припуск складається з таких основних величин:

- 1) товщини дефектного поверхневого шару, що підлягає зняттю за перший чорновий прохід різального інструменту;

2) суми припусків на всі проміжні операції, що враховують вплив низки факторів (похибка форми, просторові відхилення, похибка установлення, операційні допуски на розміри, клас шорсткості поверхні тощо);

3) величини негативного відхилення від номінального розміру заготовки (якщо таке передбачено).

2. Методи отримання заготовок

2.1. Отримання заготовок литтям. Загальні поняття

Лиття – один із найдавніших і найбільш поширених способів виготовлення виробів і заготовок для деталей машин і механізмів.

Литтям називають виготовлення заготовок для виробів заповненням завчасно виготовлених ливарних форм розплавленим металом, сплавом або іншим конструкційним матеріалом.

Після кристалізації і охолодження металу або сплаву виріб виймають із форми і передають на механічну обробку.

Виливками називають вироби, виготовлені литтям.

Ливарні форми можуть бути разовими і багаторазовими.

Разові форми використовують лише один раз, після виймання вилівка з форми її руйнують.

Багаторазові форми використовують сотні і тисячі разів; виливки виймають із форми витрушуванням або виштовхуванням.

Галузь машинобудування, яка займається виготовленням виробів литтям, називають *ливарним виробництвом*.

Жодна галузь машинобудування не обходиться без деталей, виготовлених литтям. Частка деталей, виготовлених литтям, у машинах становить близько 50 %, а у верстатах – близько 80 %. Литтям виготовляють блоки циліндрів і поршні двигунів внутрішнього згоряння, лопаті газових турбін тощо.

Найбільшу кількість виливків – близько 70 % загальної маси – виливають із сірого чавуну, далі йдуть сталеві виливки, виливки з мідних, алюмінієвих та інших сплавів.

Чисті метали мають незначні ливарні властивості, тому з них не виготовляють виливків. Зі сплавів для виготовлення виливків використовують лише ті, які мають достатні ливарні властивості.

Ливарними сплавами називають сплави, що мають хороші ливарні властивості.

До них належать чавуни, сталі, бронзи, силуміни тощо.

Найважливіші ливарні властивості сплавів – плинність розплаву, усадка, ліквіація, температура плавлення.

Плинністю називають здатність розплаву швидко заповнювати порожнину ливарної форми.

При хорошій плинності розплав точніше відтворює внутрішню конфігурацію форми, ніж при недостатній. Плинність сплавів залежить від температури нагрівання: з підвищенням температури плинність розплавів зростає. В процесі виготовлення виливків використовують сплави з оптимальною економічно вигідною температурою плавлення.

Усадкою називають властивість розплавів зменшувати свій об'єм при охолодженні від температури заливання до кімнатної. Розрізняють *усадку об'ємну і лінійну*. Так, лінійна усадка сірого чавуну дорівнює 1 %, сталі – 2 %. Усадка призводить до утворення раковин, тріщин у виливках.

Ліквіацією називають неоднорідність хімічного складу сплаву в різних частинах вилівка після кристалізації і охолодження до кімнатної температури. Ліквіація залежить від хімічного складу сплавів і швидкості охолодження вилівка. Так, у чавунах і сталях сірка, фосфор і вуглець збираються у верхній і центральній частинах вилівка. Важкі компоненти сплавів збираються в нижній частині вилівка. Ліквіації запобігають перемішуванням розплавів перед заливанням у форми і прискореним охолодженням у процесі кристалізації.

Ліквіація істотно впливає на властивості вилівка: чим вона менша, тим кращою є механічна властивість вилівка.

1. *Чавуни*. Для виготовлення виливків використовують сірий і білий чавуни. Основну масу виливків виготовляють з сірого чавуну. Це пояснюється його невисокою ціною (порівняно з іншими сплавами), хорошими ливарними властивостями, відносно невисокою температурою плавлення (1100–1200 °С); великою плинністю розплаву, незначною усадкою (близько 1 %). Виливки, отримані з сірого чавуну, майже у 1,5 разу дешевші, ніж зі сталі, і в кілька разів дешевші, ніж виливки зі сплавів кольорових металів. З чавуну виготовляють деталі машин і механізмів, які не зазнають великих ударних навантажень (рис. 1).

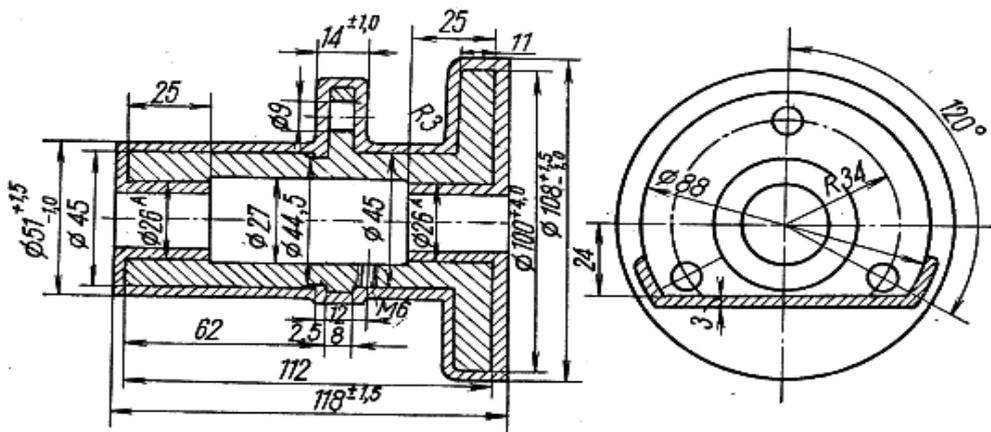


Рис. 1. Заготовка чавунної втулки у вигляді виливка

У ливарних цехах чавун плавлять переважно в печах стовбурного типу, які називають *вагранками*.

2. *Сталі*. Порівняно з чавунами розплавлені сталі мають гірші ливарні властивості: меншу плинність, яка ускладнює заповнення ливарної форми, велику усадку ($> 2\%$), високу температуру плавлення (1400–1540 °С). Проте хороші механічні властивості сталевих виливків зумовлюють широке використання сталі в ливарному виробництві.

Виливки виготовляють з вуглецевих сталей, які містять до 0,8 % вуглецю.

Крім вуглецевих сталей, виливки виготовляють з конструкційних легованих сталей, зносостійких і інших сталей з особливими властивостями.

У ливарних цехах сталь виплавляють у кисневих конвертерах, мартенівських і електричних печах.

3. *Сплави кольорових металів*. Для виготовлення виливків використовують мідні, алюмінієві та інші сплави, які мають хороші ливарні властивості.

Мідні сплави розплавляють у дугових, індукційних і вогневих печах. Вогневі печі використовують рідше, оскільки в них витрачається багато палива, а пічні газы окислюють мідні сплави.

Для розплавлення алюмінієвих сплавів використовують електричні печі спеціальної конструкції.

2.1.1. Способи лиття

Лиття в разові ливарні форми.

Найбільш поширеними способами лиття в разові форми є:

- лиття в піщано-глиняні форми;
- лиття в оболонкові форми;
- лиття у форми, виготовлені за разовими моделями, які стоплюються, розчиняються або перетворюються на газ.

1. Лиття в піщано-глиняні форми.

Для виготовлення піщано-глиняних форм необхідно мати формову і стрижневу суміші, модельний комплект для виготовлення форми, опоки, підмодельну плиту.

Для виготовлення форм і стрижнів використовують лише ті суміші, які мають велику пластичність, міцність, вогнестійкість і газопроникність. Пластичність потрібна суміші в процесі формування, міцність – для запобігання руйнуванню форми під час збереження або заливання розплавом, вогнестійкість – для витримування формою високої температури, яку має розплав, а газопроникність – для випускання водяної пари і газів, які утворюються під час наповнення розплавом вологої форми.

Формові і стрижневі суміші складаються з піску, глини, протипригарних і в'язучих речовин.

Пісок – основна сировина для виготовлення разових ливарних форм і стрижнів. Найчастіше використовують кварцовий пісок, основною складовою частиною якого є кремнезем (SiO_2). Кремнезем має велику вогнестійкість ($T_{\text{пл}} - 1713\text{ }^\circ\text{C}$), твердість і хімічну стійкість.

Глина виконує роль зв'язки в процесі виготовлення формових сумішей. Після зволоження глина стає більшпластичною.

Стрижні виготовляють у стрижневих ящиках. Ящики набивають стрижневою сумішшю ручним або машинним способом. Порожнину ящика поступово наповнюють сумішшю і утрамбовують. Для збільшення міцності стрижнів їх армують дротом. Після завершення формування стрижня ящик розбирають, стрижень виймають. Для додання міцності стрижням їх висушують.

Якщо до складу стрижневої суміші додають термореактивну смолу, то такі стрижні виготовляють у металевих ящиках, нагрітих до температури 250–280 °С. Під дією теплоти смола полімеризується, твердне і стрижень набуває потрібної міцності.

Розплав заливають у форми за допомогою ковшів. Перед тим як наповнити форми, розплав певний час витримують у ковші для виходу газів з розплаву, витікання шлаку і неметалевих включень на поверхню.

Розплав у форму заливають безперервним потоком, ливарна чаша має бути заповненою. Якщо не дотримуватися цих вимог, то розплав у формі може окислюватися, а у виливках будуть виникати дефекти.

Після заповнення форми розплав кристалізується, виливок застигає. Тривалість охолодження виливка залежить від його маси, виду сплаву, властивостей формової суміші і становить від декількох хвилин до декількох годин або навіть діб. Тривале охолодження економічно не вигідне, тому іноді охолодження прискорюють, наприклад форму обдувають холодним повітрям.

Застиглі виливки вибивають з форми за допомогою вібраторів і інших машин; стрижні вибивають вручну або на пневматичних машинах, або в гідрокамерах струменем води під тиском 3–10 МПа.

Ливники і випори відокремлюють від сталевих виливків газовим різанням, а від чавунних – зубилами, пилами тощо.

Поверхню виливків від залишків формових і стрижневих сумішей очищають за допомогою піску і дробу у спеціальних апаратах – пісcomedетах і дробометах. Застосовують також піскогидравлічне очищення, при якому струмінь води з піском під тиском більше 7 МПа направляють на виливок.

Питання для самоконтролю

1. Які види заготовок деталей машин Вам відомі?
2. Назвіть методи отримання заготовок деталей машин.
3. Визначте загальні поняття лиття.