

Лекція 1.7

Тема 1.5 Припуски на обробку деталей машин

Поняття про припуск

- 1) Загальна характеристика припуску.
- 2) Фактори, які впливають на величину припуску
- 3) Методи визначення припусків
- 4) Методика побудови схеми графічного розташування припусків і допусків

Будь-яка заготовка призначена для подальшої механічної обробки, виготовляється з припуском на розмір готової деталі. Цей **припуск** являє собою *надлишок матеріалу, необхідний для отримання кінцевих розмірів та заданого класу шорсткості поверхні деталі, знімається на верстаті ріжучим інструментом*. Поверхні деталі, які не підлягають обробці, припусків не мають.

Різниця розмірів заготовки та обробленої деталі визначають **величину припуску**, тобто *шар, який повинен бути знятий при механічній обробці*.

Припуски поділяють на загальні та міжопераційні. Під **загальним припуском** розуміють *припуск, що знімається протягом всього процесу обробки даної поверхні – від розміру заготовки до кінцевого розміру готової деталі*. **Міжопераційний припуск** – *припуск, який знімають при виконанні окремої операції*. Величина припуску зазвичай дається на сторону, тобто вказується товщина шару, що знімається на даній поверхні. Іноді для циліндричних деталей припуск дається на діаметр, тобто вказують подвійну товщину знімаемого шару, що повинно бути оговорено.

Припуски можуть бути симетричні та асиметричні, тобто розташовані по відношенню до осі заготовки симетрично та асиметрично. Симетричні припуски можуть бути у зовнішніх та внутрішніх поверхнях тіл обертання. Вони можуть бути також у протилежних плоских поверхнях, що оброблюються паралельно або одночасно. Але можливе і асиметричне розташування припусків.

Припуск повинен мати розмір, що забезпечує виконання для даної деталі механічної обробки при задоволенні встановлених вимог до шорсткості та якості поверхні металу і точність розмірів деталі при найменшому розході матеріалу та найменшій собівартості деталі. Такий припуск являється оптимальним. Встановлення оптимальних припусків на обробку є важливим техніко-економічним питанням.

Надмірні припуски викликають зайві витрати на виготовлення деталі, тим самим збільшуючи її собівартість, яка складається з трьох основних елементів: витрат на матеріал, основної заробітної плати виробничників та накладних витрат.

При збільшенні припуску на обробку маса заготовки збільшується, матеріалу необхідно більше і, відповідно, собівартість заготовки та готової деталі збільшується.

Зняття надмірних припусків збільшує трудомісткість обробки, відповідно, збільшується і основна заробітна плата виробничників за обробку однієї деталі зі

збільшенням припуску. Тому доцільно назначати припуск, який можна видалити за один прохід. На верстатах середньої потужності за один прохід можна зняти припуск до 6 мм на сторону.

Накладні витрати, що входять у собівартість деталі і прийняті у відсотках від основної заробітної плати виробників, зі збільшенням заробітної плати також збільшуються.

В число накладних витрат також входять витрати, пов'язані з експлуатацією верстата при обробці деталі, наприклад затрати на ремонт, інструмент, електроенергію, транспорт, амортизаційні відрахування, а також додаткова заробітна плата, нарахування та ін.

Різниця розмірів заготовок та остаточно обробленої деталі визначає величину припуску, тобто шару, який повинен бути знятий при механічній обробці.

При надмірних припусках маса заготовок і знімаємої стружки збільшується, верстата для зняття зайвої кількості матеріалу повинні працювати з великим навантаженням, в результаті чого збільшується їх знос і затрати на ремонт.

Надлишкові припуски викликають підвищення затрат на ріжучий інструмент, так як надмірний матеріал знімається в декілька проходів, в результаті чого збільшується основний (технологічний) час, тобто час роботи інструменту, а отже, збільшується його розхід.

При надмірних припусках часто приходиться збільшувати глибину різання (щоб зменшити число проходів), а це вимагає підвищення потужності верстата і в результаті – збільшення розходу електроенергії.

Як видно, **надмірні припуски викликають підвищення всіх трьох основних елементів собівартості деталі.**

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

Таким чином, **необхідно прагнути до призначення оптимальних припусків, що забезпечують виконання механічної обробки з задоволенням вимог до точності та чистоти оброблюваних поверхонь при найменшій собівартості деталі.** При оптимальних припусках зменшується розхід металу, затрати часу на обробку та збільшується продуктивність обладнання.

Зараз прагнуть до максимального зменшення припусків на обробку і отримання заготовок, що вимагають меншої механічної обробки або взагалі не потребують її.

Встановлюючи розміри припусків на обробку, необхідно вказати допустимі відхилення, тобто допуски на розміри заготовки, так як отримати заготовку точно встановлених розмірів не можливо. Допустимі відхилення припусків повинні лежати в певних межах, так як при великій різниці в розмірах заготовок з'являються великі труднощі у виробництві – необхідно часто перенастроювати верстата на розміри заготовок, знижується точність роботи в пристосуваннях, обмежується їх застосування.

2 Фактори, що впливають на величину припуску

Величини припусків на обробку і допуски на розмір заготовок залежать від ряду факторів, ступінь впливу яких різна. До них належать:

- 1 Матеріал заготовки.
- 2 Конфігурація та розміри заготовок.
- 3 Вид заготовки і способи її виготовлення.
- 4 Вимоги до механічної обробки.

5 Технічні вимоги у відношенні до якості і класу шорсткості поверхні і точності розмірів деталі.

Матеріал заготовки. У заготовок, одержаних литтям, поверхневий шар має тверду корку. Для нормальної роботи ріжучого інструменту необхідно, щоб глибина різання була більшою за товщину корки відливки. Виходячи з цієї вимоги і повинен бути призначений припуск. Товщина корки буває різною, вона залежить від матеріалу, розмірів відливки і способу лиття. Для відливок з сірого чавуну – від 1 до 2 мм; для сталейних відливок – від 1 до 3 мм.

Поковки та штамповки можуть бути з легированої чи вуглецевої сталі; поковки виготовляють із злитку чи прокату.

При виготовленні поволок на них утворюється шар окалини, який при подальшій механічній обробці сильно збільшує знос ріжучого інструменту. Іноді цей шар буває на стільки твердий, що інструмент не може його оброблювати. Тому глибина різання повинна бути більша товщини шару окалини. При обробці вуглецевих сталей для цього часто є достатнім глибина різання 1,5 мм; для легированих сталей – 2-4 мм.

Для поволок із злитків припуски повинні бути більші, ніж для поволок з прокатного матеріалу, так як на поверхні злитків бувають іноді тріщини і пазури, поперечні перерізи яких при прокаті зменшуються.

Поверхневий шар у штамповок знеуглецьовується, і при обробці його необхідно видалити. Товщина цього шару буває різною: у штамповок з легированої сталі до 0,5 мм; з вуглецевої – 0,5-1 мм в залежності від конфігурації і розмірів деталі та ін. факторів.

Конфігурація та розміри заготівки. Заготовки складної конфігурації отримати вільною ковкою важко, тому, заради спрощення форми, іноді необхідно збільшувати припуски на обробку.

В штамповках складної конфігурації ускладнене течія металу, тому для таких штамповок також необхідно збільшувати припуски.

У відливках складної конфігурації з метою досягнення рівномірного охолодження металу необхідно робити плавні, поступові переходи від тонких стінок до товстих, не допускаючи різкої зміни поперечних перерізів. Ця вимога також викликає необхідність збільшувати припуски.

При виготовленні крупних відливок необхідно враховувати усадку, яка в таких відливках досягає значних розмірів, і призначати для них збільшені припуски.

Вид заготовки та способи її виготовлення. Заготовки бувають відливки, поковки, штамповки і з прокату.

Відливка може бути виготовлена по різному: машинною чи ручною формовкою; по дерев'яним чи металевим моделям; в земляну чи металеву (кокіль) оболонкову форму; під тиском, відцентровим литтям; по моделям, що виплавляються.

В залежності від виду заготовки і способу її виготовлення величина припусків і допусків на розмір заготовки різна. Так, для литої заготовки, виготовленої ручною формовкою, припуск **більше**, ніж у відливці машинної формовки. Припуск у відливці, отриманій у земляній формі, **більше**, ніж у відлитій в металічній формі; у заготовці, отриманій литтям під тиском, **менше**, ніж у відливках, в металічних формах.

Найбільш точними, і відповідно, з найменшими припусками отримують відливки при литті в ободочкові та металеві форми, при литті під тиском, по моделям, що виплавляються. При цих методах точність розмірів відливок відповідає 4-5-му класам точності, шорсткість – 4-6-му класам по ГОСТ 2.789-73.

Якщо порівнювати припуски штамповки та поковки для одних і тих же деталей, то можна впевнитися, що припуски у поковок більше, ніж у штамповок.

В заготовках з прокату припуски менші, ніж в заготовках, отриманих литтям, ковкою або штамповкою. В заготовках з прокату припуски даються таких розмірів, які забезпечують необхідні точність та клас шорсткості поверхні після механічної обробки.

В деяких випадках доводиться збільшувати припуски в заготовках, щоб була можливість виконання механічної обробки. Так, наприклад, у тіл обертання іноді необхідно давати припуски для установки в центрах або збільшувати довжину заготовки, щоб її можна було зажати в патроні верстата.

Вимоги до механічної обробки. В залежності від вимог шорсткості поверхні і точності розмірів деталі приймається той чи інший спосіб механічної обробки. Для кожної проміжної операції механічної обробки необхідно залишати припуск, що знімається ріжучим інструментом за один чи декілька проходів. Відповідно, загальний припуск знаходиться в залежності від способу механічної обробки, що необхідний для виготовлення деталі за технічними вимогами.

Необхідно мати на увазі, що при то деталь трохи деформується і розміри її змінюються. В зв'язку з цим для деталей, що підлягають то, необхідно збільшувати розміри припусків на механічну обробку.

Технічні вимоги до якості поверхні, шорсткості і точності розмірів. Вимоги, що пред'являються до деталі у відповідності до технічних вимог, обумовлюють величину припуску. Чим вище ці вимоги, тим більше, як правило, повинна бути величина припуску. Якщо, наприклад, по технічним вимогам, щоб поверхня металу була чистою без будь-яких розслоювань, волосин, чорноти, раковин, то припуск доводиться збільшувати для видалення з поверхні металу всіх цих недоліків. Якщо поверхня

повинна бути гладкою, то необхідно назначати припуск, що дозволяє після чорнової обробки провести чистову.

Якщо розміри деталі повинні бути виконані точно в межах встановлених допусків, то припуск повинен забезпечити можливість досягнення необхідної точності і класу шорсткості поверхні, що повинно бути враховано при визначенні величини припуску.

При цьому необхідно передбачити шар металу, що компенсує похибку форми, що виникає в результаті попередньої обробки (особливо то), а також похибки установки деталі на даній операції.

3 Визначення величини припусків

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, що виникають при попередній обробці, похибки установки, допуски на операційні (проміжні) розміри, необхідну шорсткість поверхні.

Так як розміри заготовок можуть мати допустимі відхилення, направлені в позитивну та від'ємну сторони, то при визначенні загальної величини припуску необхідно додати до розміру заготовки величину можливого від'ємного (мінусового) відхилення (якщо таке допускається), бо припуск буде недостатній для механічної обробки.

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

1. Товщина дефектного поверхневого шару, що підлягає зняттю за перший чорновий прохід ріжучого інструменту.
2. Сума припусків на всі проміжні операції, що враховують вплив ряду факторів (похибки форми, просторові відхилення, похибки установки, операційні допуски на розміри, клас шорсткості поверхні).
3. Величини від'ємного відхилення від номінального розміру заготовки (якщо таке передбачене).

Припуск на товщину дефектного шару, що підлягає зняттю за перший чорновий прохід ріжучого інструменту, а також припуск для різних видів заготовок можна приймати за таблицями.

Величини припусків на проміжні операції механічної обробки можна приймати за довідниками, за встановленими досвідними та експериментальними даними.

Сума припусків на всі проміжні операції, передбачені ТП, разом з припуском на товщину дефектного поверхневого шару визначається загальний припуск по кожній оброблюваній поверхні.

Розміри припусків на відливки встановлені стандартами. ГОСТ 1.855-55 встановлює припуски на механічну обробку відливок з сірого чавуну в залежності від

трьох класів точності (1-3-й). Таким же чином ГОСТ 2.009-55 встановлює припуски для сталених фасонних відливок (1-3 класу точності). Цими даними користуються при проектуванні ТП.

У виробничих умовах розміри припусків встановлюють на основі досвіду, користуючись практичними даними в залежності від маси та габаритних розмірів деталей, конструктивних форм і розмірів, необхідної точності і класу чистоти обробки. Багато заводів та ННІ мають свої нормативні таблиці припусків, розроблені ними на основі довгого досвіду щодо характеру свого виробництва.

В якості техніко-економічного показника, що характеризує використання металу при механічній обробці, приймається коефіцієнт використання металу γ . При виготовленні сталених заготовок штампуванням на молотах для ступінчастих валів і валів з фланцями $\gamma = 0,7 \dots 0,8$; для валів гладких $\gamma = 0,35 \dots 0,50$; для зубчастих коліс з обробленими зубами $\gamma = 0,35 \dots 0,50$.

При чавунних відливках, лиття в земляні форми машинною формовкою по металічним моделям: для корпусних деталей $\gamma = 0,8 \dots 0,9$; для шківів та маховиків невеликих розмірів $\gamma = 0,7 \dots 0,85$; для гільз, стаканів, втулок $\gamma = 0,55 \dots 0,65$.

Припуск на оброблення поверхонь заготовки призначають на основі розрахунково-аналітичного чи табличного методу.

1. Розрахунково-аналітичний метод ґрунтується на аналізі технологічних факторів, які впливають на припуски попереднього та виконуваного переходів технологічного процесу оброблення поверхні. Детальне врахування вказаних факторів є доцільним в крупносерійному та масовому виробництві з метою забезпечення економії металу.

2. Табличний метод. Таблиці припусків є узагальненням виробничих даних і не враховують всіх умов оброблення конкретної деталі. Дослідно-статистичні припуски здебільшого є значно завищеними. Табличний метод простий, проте у разі його використання проектні рішення приймають догматично, без аналізу умов виконання операцій та пошуку шляхів економії матеріалу. Сфера застосування цього методу – одиничне, середньо - і дрібносерійне виробництво.

Використовуючи розрахунково-аналітичний метод, залежно від умов виконання операції і виду оброблюваних поверхонь, значення припуску визначають диференційованим розрахунком складових елементів припуску. Метод передбачає розрахунок припусків за всіма послідовно виконуваними переходами оброблення певної поверхні та встановлення проміжних розмірів (які визначають розташування поверхні) і розмірів заготовки. Розрахунковою величиною є мінімальний припуск, достатній для усунення на виконуваному переході похибок оброблення та дефектів поверхневого шару, отриманих на попередньому переході, а також компенсації похибок, які виникають на виконуваному переході. З використанням значення мінімального припуску розраховують проміжні розміри, які визначають розташування оброблюваної поверхні, та розміри заготовки.

Коли з оброблюваної поверхні необхідно зняти лише сліди від попереднього оброблення, і до того ж не здійснюється переустановлення заготовки (наприклад, під час розрахунків припуску на технологічні операції суперфінішу та полірування), то значення мінімальною припуску беруть з врахуванням висоти нерівностей профілю, які виникли на попередній технологічній операції (переході).