



С.В. Ковалевський, М.Г. Ямпольць, Ю.Б.Борисенко, В.І. Тулупов

Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом

Краматорськ 2005

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

С.В. Ковалевський, М.Г. Ямпольць, Ю.Б.Борисенко, В.І. Тулупов

Визначення припусків
розрахунково-аналітичним методом

Перезатверджено
на засіданні вченої ради
факультету техніки і менеджменту
протокол № 6-02/12 від 27.02.2012

Затверджено
на засіданні кафедри технології
і управління виробництвом
протокол № 4 від 11.10.2005

Краматорськ 2005

УДК 621.91.002
АВТ. ЗНАК

Рецензенти:

Баранов Олександр Михайлович - Головний технолог ЗАО "НКМЗ"

Ковальов Віктор Дмитрович - завідувач кафедри МВ і ІВ ДДМА, проф.

Ковалевський С.В., Ямпольський М.Г., Борисенко Ю.Б., Тулупов В.І.
Р24 Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом. -
Краматорськ. ДДМА. 2005. - 58 с
ISBN.966-7851-71-0

Методичні вказівки припусків розрахунково-аналітичним методом вміщують послідовність до визначення припусків, а також таблиці даних, для цього необхідних. Вони супроводжуються прикладом розрахунку. Ці вказівки з дисципліни "Технологія машинобудування", складені для студентів спеціальностей 7.090202 та 7.090203 денної та заочної форм навчання.

ISBN.966-7851-71- 0

© С.В.Ковалевський,
М.Г.Ямпольський,
Ю.Б.Борисенко,
В.І.Тулупов. 2005
© ДДМА, 2005

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Загальні відомості.....	4
2. Визначення допусків та правило їх вибору.....	7
3. Методика визначення припусків та операційних розмірів.....	8
4. Приклад розрахунку припусків.....	11
5. Оформлення креслення заготовок.....	14
5.1 Правило виконання креслень відливок.....	14
5.2 Правило виконання креслення поковки (штамповки).....	15
Перелік посилань.....	17
Додаток.....	18

ВСТУП

При розробці технологічних процесів, механічної обробки інженер-технолог повинен забезпечити задані якості деталей за всіма параметрами (геометричним, фізико-механічним і ін.) з найменшою собівартістю виготовлення. Виконання цієї вимоги значною мірою залежить від вибору, раціональних величин припусків на механічну обробку, правильності розрахунку, операційних розмірів і значення допусків на них,

Збільшені припуски викликають необхідність введення додаткових технологічних переходів, збільшують трудомісткість процесів механічної обробки, викликають підвищену витрату металу, ріжучого інструмента, силової електроенергії, а в деяких випадках приводять до видалення найбільш стійких до зносу поверхневих шарів деталі, що обробляється.

Зменшення припусків на механічну обробку є одним з способів економії металу і зниження-собівартості виготовлення деталей. Однак недостатні припуски на обробку не забезпечують можливість видалення дефектних шарів металу і отримання необхідної точності, оброблених поверхонь, а в ряді випадків створюють неприйнятні технологічні умови для роботи ріжучого інструменту в зоні твердої кірки або окалини. При малих припусках росте брак, підвищується собівартість продукції, що випускається.

Визначення оптимальних величин припусків на механічну обробку і технологічних допусків на розміри заготовок за всіма переходами є однією з основних технологічних задач, правильне рішення якої має істотне техніко-економічне значення. Ця задача може бути вирішена розрахунково аналітичним або дослідно-статистичним, методом.

Сучасні методи розрахунку припусків базуються на дослідженнях, проведених вітчизняними вченими В. М. Кованом, А. П. Соколовським, І. Б. Плоткиним, В. П. Лузаною, М. Л. Калініним і іншими. Для провідних галузей машинобудування проектно-технологічними інститутами розроблені нормативи для розрахунку загальних і операційних припусків на обробку.

У даних вказівках розглядається методика визначення припусків на обробку розрахунково-аналітичним методом, який в порівнянні з дослідно-статистичним, незважаючи на складність і трудомісткість, забезпечує економію металу, зменшення номенклатури вимірювального інструменту.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Для виготовлення деталей машин, приладів і пристроїв спочатку формують заготовку за допомогою лиття, кування, штампування, пресування та ін. Якби заготовки за розмірами, геометричною формою, шорсткістю і фізико-механічними властивостями поверхневого шару задовольнила вимогам, що висуваються до готової деталі, то її не треба було б піддавати механічній обробці в зв'язку з цим відпала б необхідність в механічних цехах. На виготовлення заготовок в переважній більшості випадків пов'язано з певними погрішностями. Тому на відповідальній поверхні передбачається зайві шари металу, які підлягають видаленню обробкою різанням. Видалення зайвого припуску за одну операцію також не завжди забезпечує необхідні параметри якості. Нерідко його видаляють за декілька операцій, так званих чорнових, напівчистових і чистових. На кожну операцію залишається певний шар металу.

Зайвий шар металу, що підлягає видаленню при обробці різанням, називають припуском. Припуск вимірюється за нормлями до поверхонь, що обробляються.

Припуск буває загальний і операційний.

Операційний припуск - це шар металу, що підлягає видаленню на одній операції при обробці елементарної поверхні.

Загальний припуск являє собою суму операційних припусків і дорівнює шару металу на поверхні заготовки, який необхідний для виконання усієї сукупності технологічних переходів.

Якщо позначити:

Z_0 - загальний припуск, Z_i - операційний припуск на i - тій операції, то

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n Z_i,$$

де n - число операцій.

Загальний припуск дорівнює різниці розмірів заготовки і деталі.

Для зовнішніх поверхонь деталі (мал. 1) припуск на механічну обробку дорівнює:

$$Z_0 = A_3 - A_d;$$

для внутрішніх поверхонь деталі (мал. 2):

$$Z_0 = A_d - A_3$$

де A_3 - розмір чорнової заготовки; A_d - розмір готової деталі.

В залежності від поєднання розмірів, отриманих на попередній операції і які виконуються на даних ступенях обробки, припуск може набувати

різних за величиною значень. Розрізняють наступні можливі значення припусків:

1. Номінальний припуск, що дорівнює різниці номінальних значень розмірів попереднього і даного рівня обробки (для отвору навпаки):

для вала -

$$Z_i = A_{i-1} - A_i,$$

для отвору -

$$Z_i = A_i - A_{i-1}$$

2. Максимально можливий припуск:

$$Z_{i \max} = Z_i + \delta_i.$$

Припуск буде мати максимальне значення тоді, коли розмір попереднього рівня обробки виконаний за найбільшим, а на даному рівні - за номінальним граничним значенням (для вала).

3. Мінімальне можливий припуск.

Припуск буде мати мінімальне значення в тому випадку, коли розмір попередньої ступені обробки виконаний за найменшим, а на даному ступені - за найбільшим значенням (для вала).

При обробці розрізняють одностороннє і двостороннє розташування припусків.

Двосторонні припуски мають місце, наприклад, при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання, а також при обробці протилежних плоских паралельних поверхонь деталей.

Двосторонні припуски бувають симетричні і асиметричні. Симетричні припуски рівні подвоєній величині припуску на сторону. Асиметричний припуск - це такий двосторонній припуск, складові якого на протилежних сторонах заготовки мають різну величину. Асиметричний припуск має місце при різних вимогах до якості поверхонь, у відповідності з чим потрібна різна послідовність операцій для кожної поверхні.

Для забезпечення необхідних геометричних параметрів деталі, що оброблюється, на кожному технологічному переході механічної обробки, що виконується, необхідно передбачати припуск, величина якого була б достатня для компенсації похибок попередньої операції і операції яка виконується.

Професор В.Н. Кован на основі аналізу причин, що впливають на величину припуску, запропонував для визначення мінімальної величини операційного припуску наступну залежність:

а) при послідовній обробці протилежних поверхонь (асиметричний припуск):

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{yi};$$

б) при паралельній обробці протилежних поверхонь (фрезерування плоских поверхонь, підрізування торців тіл обертання):

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{yi});$$

в) при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання:

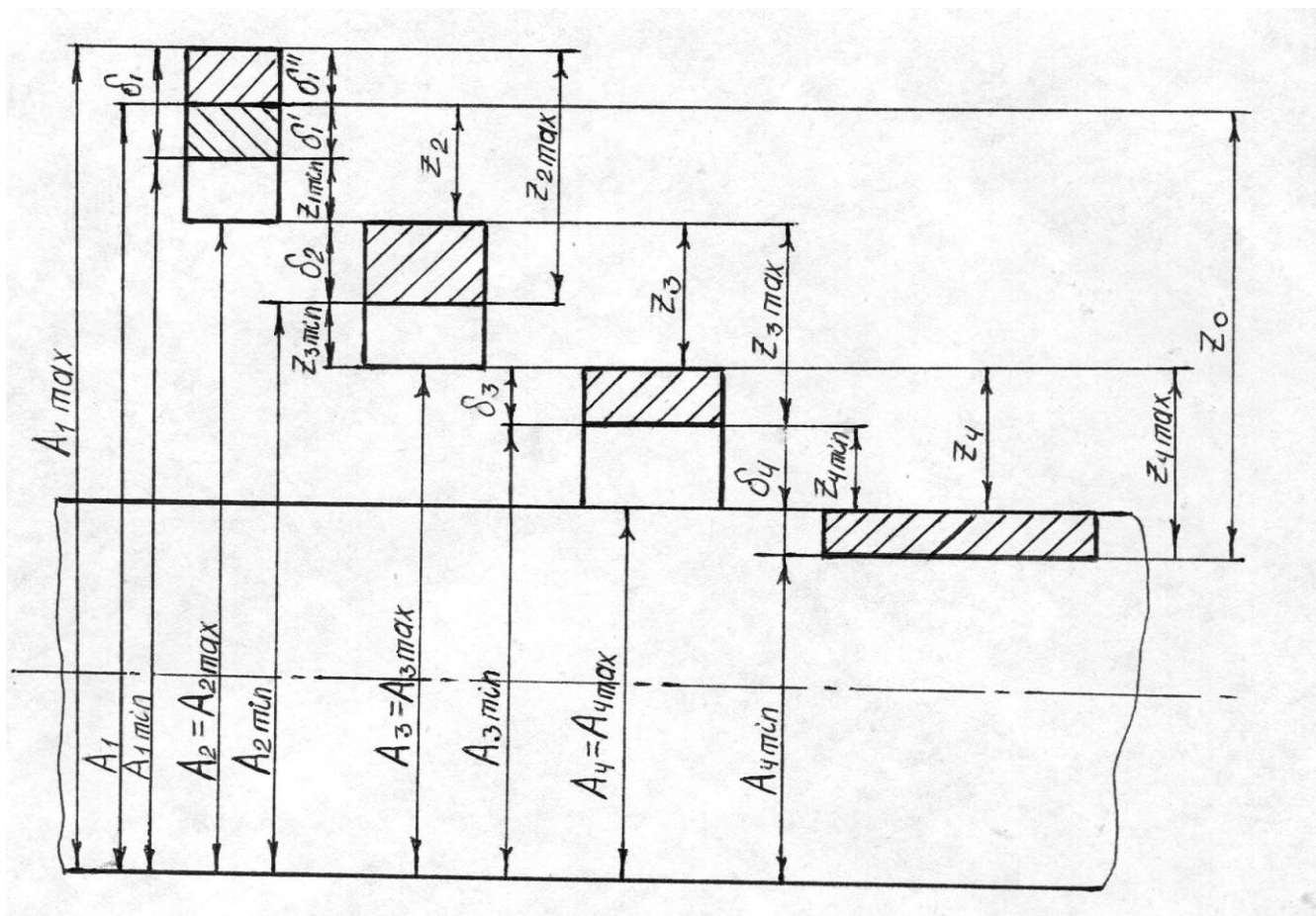
$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}),$$

де Rz_{i-1} - складова припуску, що характеризує висоту мікронерівностей, отриманих при обробці розглянутої поверхні деталі, на попередньому переході, мкм;

T_{i-1} - складена припуску, що характеризує глибину дефектного шару, отриманого на попередньому переході, мкм;

ρ_{i-1} - складова припуску, що характеризує значення, просторових відхилень взаємопов'язаних поверхонь, що залишилися після попереднього переходу, мкм;

ε_{yi} - складова припуску, що характеризує погрішність установки заготівлі на переході, що виконується, мкм.



Малюнок 1 – Схема розташування полів операційних припусків і допусків на обробку зовнішньої поверхні обертання:

Z_0 - загальний припуск на обробку;

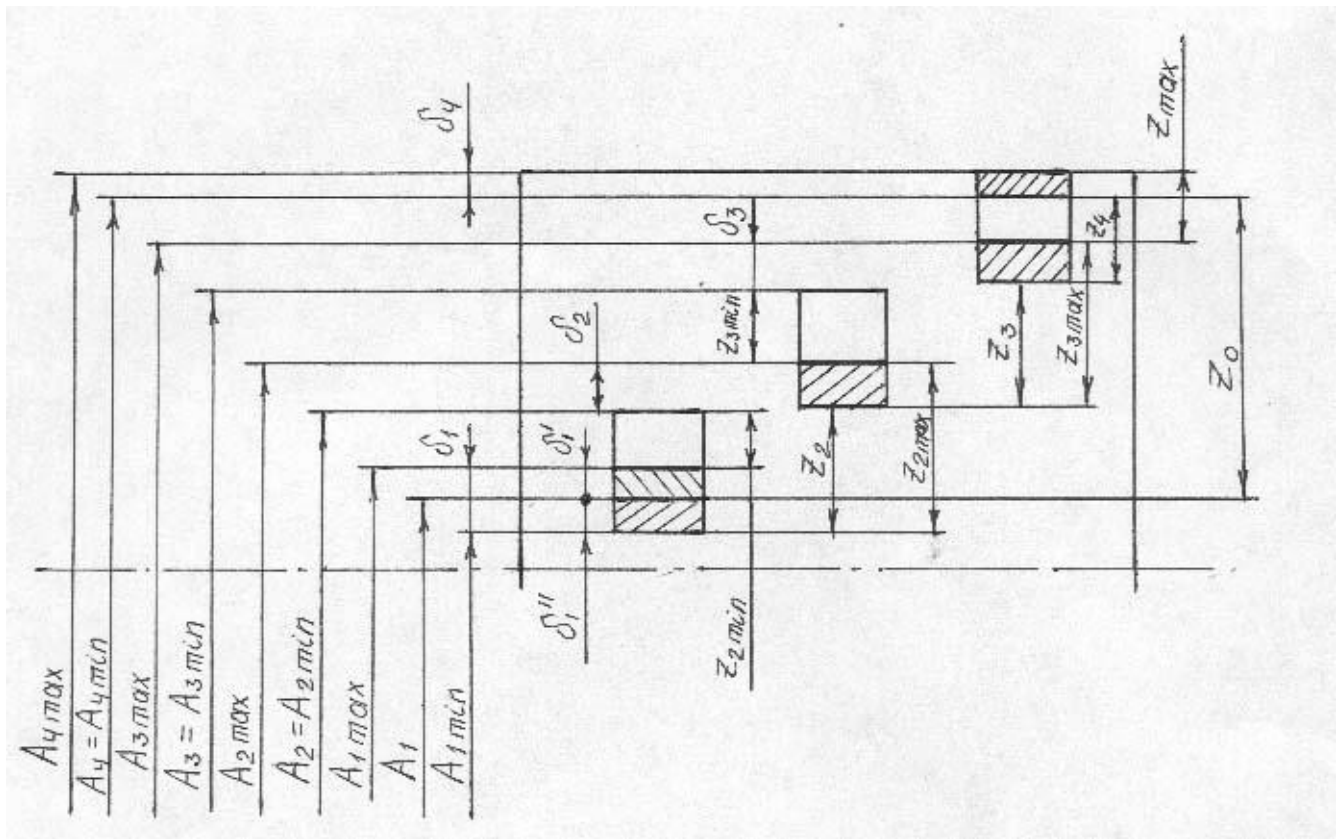
$Z_2, Z_3, Z_3, Z_{3min}, Z_{4 min}, Z_{2max}, Z_{3max}, Z_{4max}$, - відповідно номінальні, мінімальні і максимальні припуски заготовки, міжопераційні розміри після чорнового, чистового точіння і шліфування.

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ - допуски відповідно на розмір заготівлі, між операційні розміри на чорнове, чистове точіння і шліфування;

δ_1, δ_2 - відповідно нижнє і верхнє відхилення на розмір заготовки;

$A_1, A_2, A_3, A_4, A_{2min}, A_{3min}, A_{4min}, A_{2max}, A_{3max}, A_{4max}$,

A_{4max} - відповідно номінальні, мінімальні і максимальні розміри заготовки, міжопераційні розміри після чорнового, чистового точіння і шліфування.



Малюнок 2 – Схема розташування полів операційних припусків і допусків на обробку внутрішньої поверхні обертання:

Z_0 - загальний припуск на обробку;

$Z_2, Z_3, Z_4, Z_{2min}, Z_{3min}, Z_{4min}, Z_{2max}, Z_{3max}, Z_{4max}$ - відповідно мінімальний і максимальний припуски на чорнову, чистову обробку і шліфування отворів;

$\delta_1, \delta_2, \delta_3$ - допуски відповідно на розмір заготовки, на міжопераційні розміри після чорнкової, чистової обробки і шліфування поверхні;

δ_1, δ_2 - нижнє і верхнє відхилення на розмір заготівлі;

$A_1, A_2, A_3, A_4, A_{1min}, A_{2min}, A_{3min}, A_{4min}, A_{1max}, A_{2max}, A_{3max}, A_{4max}$ - відповідно номінальні, мінімальні і максимальні розміри заготовки, міжопераційні розміри після чорнкової, чистової обробки і шліфування.

2 ОПЕРАЦІЙНІ ДОПУСКИ І ПРАВИЛА ЇХ ВИБОРУ

При проектуванні технологічного процесу розраховується розмір кожної поверхні, що обробляється на кожній операції. Точність операційних розмірів регламентується допусками, званими операційними.

В цей час у всіх галузях машинобудування використовуються правила (рекомендації) вибору операційних допусків, що викладаються нижче:

1. Величину операційного допуску потрібно приймати відповідно до економічної точності методу обробки, що використовується в даній операції або даному рівні обробки. Середньо економічну точність прийнято виражати квалітетами (класами) точності.

2. Система ставлення допуску на операційний розмір повинна бути такою, щоб поле допуску відраховувалося в метал ("в тіло").

3. Допуски на розміри ,виконані на операціях завершальної обробки, вибирають у відповідності з економічної точності методу обробки і в тому випадку , як що по кресленню потребується менша точність розміру що видержується.

Потрібність в цій рекомендації з'являється у тих випадках, коли метою прикінцевої обробки є не досягнення заданої по кресленню точності розміру , а виконання інших вимог креслення (чистота поверхні і т.д.) .

Якщо розмір , координує положення обробляє мий в даній операції поверхні, відраховується від ще не обробленої поверхні, то допуск на цей розмір треба прийняти на один клас нижче класу економічної точності методу обробки .

Якщо поверхня, яку обробляємо в даній операції, далі буде використовуватись в якості бази ,то допуск на її розмір вибирається виходячи з умов забезпечення заданої точності установки, точності вимірювання або точності налагодження .

Якщо розмір, витримує мий в даній операції ,впливає на точність інших розмірів деталі, то допуск на нього визначається на основі рішення відповідних розмірних ланцюгів.

Іноді, в таких випадках, приймають допуск по більш високому класу, чим економічна точність приймає мого методу обробки, порогом тут будуть являтися технічні досягнення точності.

Допуск на розмір, координуючий положення осі отвору, повинен проставлятися по симетричній двосторонній системі. Аналогічно вибирається величина та система постановки допуску на відстані між осями шийок кривошипів, колінчатих валів і т.п.

3 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПРИПУСКІВ ТА ОПЕРАЦІЙНИХ РОЗМІРІВ

При визначенні припусків на механічну обробку розрахунково – аналітичним методам спочатку визначаються вид заготовки та спосіб її отримання.

Потім складають маршрутно – операційний технологічний процес обробки деталі і в розрахункову таблицю (табл.1. додатку) записують оброблює мі елементарні поверхні заготовки та технологічні переходи обробки у порядку послідовності їх виконання по кожній елементарній поверхні від чорнової заготовки до кінцевої обробки.

Користуючись маршрутно-операційним техпроцесом, записують в таблицю точність заготовки та квалітети по всіх технологічних переходах.

Потім користуючись таблицями і математичними залежностями визначають $R_z, T, \rho, \varepsilon_y$ – і їх значення записують в таблицю.

Величину мікро нерівностей R_z і глибину дефектного шару T визначають:

При виготовленні деталей з прокату – по табл. 2..4.

При виготовленні деталей з поковок – по табл. 5..9.

При виготовленні деталей з відливок – по табл. 10..13.

Величина просторових відхилень ρ визначається як векторна сума:

$$\rho = \rho_1 + \rho_2.$$

При напрямках векторів що співпадають: $\rho = \rho_1 + \rho_2$; при протилежному - $\rho = \rho_1 - \rho_2$; В тих випадках, коли передбачити напрям векторів важко, їх складають по правилу правого кореню:

$$\rho = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2}$$

Конкретне значення ρ_1, ρ_2 , для різних видів заготовок, а також в залежностях для їх визначення приведенні в таблиці 14...21 додатку.

Похибку установки (у заготовки для обробки на станку визначається в загальному виді як векторна сума похибок базування і похибок закріплення (б (з При розрахунку похибки установки маємо:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_6 + \varepsilon_3;$$

При напрямках векторів що співпадають $\varepsilon_y = \varepsilon_6 + \varepsilon_3$; для протилежного напрямку векторів $\varepsilon_y = \varepsilon_6 - \varepsilon_3$;

В більшості випадків передбачити напрям векторів важко, тому їх складають по правилу квадратного кореню:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}.$$

Похибка базування виникає при базуванні заготовок в пристроях і визначається як граничне поле розсіювання відстаней між вимірювальною і установчою поверхнями в напрямку витриманого розміру.

Величина похибки базування залежить від прийнятої схеми базування і точності виконання базової поверхні заготовки, включаючи відхилення розміру, форми і взаємного розташування поверхонь.

Значення похибки базування ε_6 можна визначити за допомогою відповідних геометричних розрахунків або шляхом аналізу розмірних ланцюгів, що дає в ряді випадків більш просте рішення задачі.

Похибка закріплення ε_3 з'являється в процесі закріплення заготовок в улаштуваннях в зв'язку з коливаннями величини конкретних деформацій

стику “заготовка – опора” улаштування .Похибка закріплення – це визначене поле розсіювання положень установочної поверхні відліку в напрямку витриманого розміру.

Величину зміщення із – за контактних деформацій стику “ заготовка – опора” улаштування визначають по емпіричним залежностям виду:

$$\varepsilon_p = C \cdot Q \cdot \cos \alpha;$$

де C – коефіцієнт, який характеризує умовами контакту, матеріал і твердість базової поверхні заготовки;

Q – сила, діюча на опору;

α -- кут між напрямком витриманого розміру і напрямком найбільшого перетину.

В багатьох випадках похибка установки ε_y для всіх видів заготовок може бути прийнята по табл. 22..28 додатку.

При розрахунку необхідно враховувати:

а) якщо зовнішня поверхня яка оброблюється з базуванням деталі в центрах, то $\varepsilon_y = 0$;

б) якщо поверхнею яка оброблюється, являється торець, то $\varepsilon_y = \delta_e$;

δ_e – допуск на довжину заготовки;

в) якщо на полу чистовій і чистовій обробці деталь встановлюється також, як і попередньому етапі, то з розрахункової формули припуску виключається ε_y ;

г). на етапі тонкої обробки з розрахункової формули припуску ε_y , також виключається, так як на цьому етапі установка деталі як правило, не змінюється.

Потім для двох – трьох поверхонь визначають розрахункові величини мінімальних припусків на обробку $Z_{i \min}$, по всім технологічним переходам і для кожної елементарної поверхні будують схему розташування припусків і допусків.

По схемі розташування припусків і допусків підраховують номінальні операційні розміри. Розрахунок необхідно починати з останнього переходу. Номінальний операційний розмір останнього переходу для зовнішньої поверхні обертання дорівнює номінальному розміру деталі. Номінальний операційний розмір переходу, попереднього останньому, визначають як суму номінального розміру деталі, припуску на останній перехід і допуску на переході, попередньої останньому. Решта операційні розміри визначають аналогічно, номінальні операційні розміри для внутрішніх поверхонь обертання визначають відніманням припусків і допусків.

При використанні для розрахунку номінального значення припуску використовуються слідуєчі залежності:

$$D_{i-1} = D_i + Z_{i-1} - \text{для вала};$$

$$D_{i-1}=D_i+Z_i - \text{для отвору.}$$

При розрахунку на основі мінімального припуску використовують такі рівняння:

$$D_{i-1}=D_i+Z_i^{\min}+\delta_{i-1} - \text{для вала:}$$

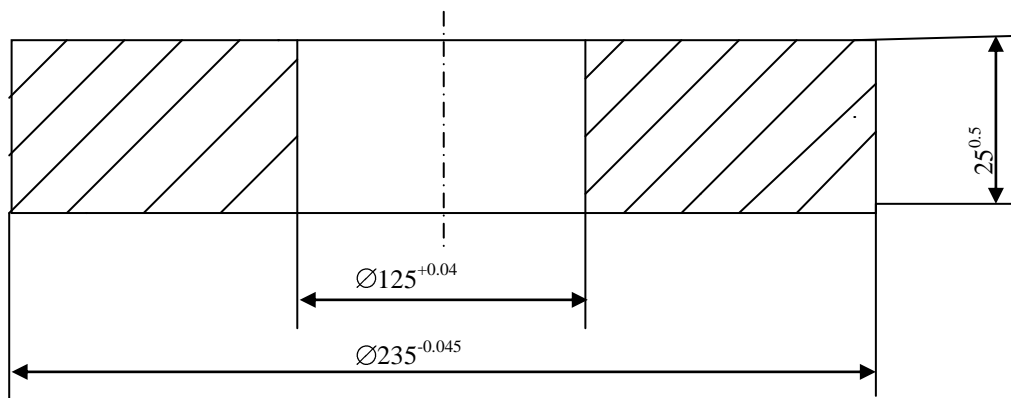
$$D_{i-1}=D_i - Z_i^{\min}-\delta_{i-1} - \text{для отвору.}$$

При визначенні розмірів заготовки в рівнянні включають не всю величину допуску, а тільки ту його частину, яка відраховується в метал.

Розрахунок лінійних операційних розмірів повинен бути виконаний шляхом побудови і рішення технологічних розмірних ланцюгів, т. є. шляхом розмірного аналізу технологічного процесу.

4 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ПРИПУСКУ

Розрахувати припуск на $\varnothing 235_{-0.045}$ для деталі “Кільце”(мал.3).



Малюнок 3 – Кільце

Вихідні дані: матеріал деталі – сталь 45;
Річна програма випуску – 10000 шт.в рік;
Маса деталі – 6 кг.

Враховуючи масу деталі та річний випуск, вибираємо заготовку, отримуємо відкритою (облойною) штамповкою на кривошипом гарячештамповочному пресі.

Визначити через коефіцієнт уточнення ($K_{ут}$) план обробки поверхні $\varnothing 235_{-0.045}$ Ra 0.63

$$K_{ут}=\delta_{заг}/\delta_{дет},$$

де $\delta_{заг}$ – допуск заготовки на розмір що розраховується;

$\delta_{дет}$ – допуск на розмір деталі, $\delta_{дет} = 0,045$ мм.

$$K_{yt}=2.3/0.045=51.11.$$

Число переходів (етапів) механічної обробки $\varnothing 235$

$$n=\lg K_{yt}/0.46,$$

де $\lg K_{yt}$ – десятковий логарифм коефіцієнта уточнення,

$$n=\lg 51.11/0.46=3.72.$$

Приймаємо число переходів $n=4$ (з округленням в більшу сторону). Зарахуванням рекомендацій (табл.5,9 додатку) план обробки $\varnothing 235$ виглядає таким чином:

Заготовка $Rz\ 240\ T=250\ \text{мкм};\ \delta_{\text{заг}}=2.3\ \text{мм}$
(штамповка)

- | | |
|-------------------------|---|
| 1. Попереднє точіння | $Rz100\ T=100\ \text{мкм}\ \delta_{\text{пр.точ.}}=1.15\ \text{мм}$ |
| 2. Кінцеве точіння | $Rz50\ T=50\ \text{мкм}\ \delta_{\text{ок.точ.}}=0.46\ \text{мм}$ |
| 3. Попереднє шліфування | $Rz10\ T=25\ \text{мкм}\ \delta_{\text{пр.шл.}}=0.072\ \text{мм}$ |
| 4. Кінцеве шліфування | $Rz5\ T=15\ \text{мкм}\ \delta_{\text{ок.шл.}}=0.045\ \text{мм}$ |

T – глибина дефектного шару, мкм.

Характеристики Rz , T і δ останнього переходу механічної обробки назначаються по кресленню деталі.

Допуски на визначенні розміри по переходам механічної обробки назначаються з табл.28 додатку.

Перевірка правильності складання плану обробки.

Перевірочні умови:

$$K_{yto} = n \cdot K_{yti} = K_{yt} \cdot K_{yt2} \cdot \dots \cdot K_{ytn}$$

де K_{yto} – коефіцієнт уточнення, визначений по i – му переходу.

$$K_{yti} = \delta_{i-1}/\delta_i,$$

де δ_{i-1} – допуск на розмір, забезпечений попереднім етапом плану;

δ_i – допуск на розмір, забезпечений посереднім етапом.

Тоді:

$$\begin{aligned} K_{\text{ут.пр.точ.}} &= 2.3/1.15 = 2 \\ K_{\text{ут.ок.точ.}} &= 1.15/0.46 = 2.5 \\ K_{\text{ут.пр.шліф.}} &= 0.46/0.072 = 6.39 \\ K_{\text{ут.ок.шліф.}} &= 0.072/0.045 = 1.6 \\ K_{\text{ут.пр.точ.}} &= 2.3/1.15 \end{aligned}$$

$$K_{\text{ут.0.}} = 2 \cdot 2,5 \cdot 6,3 \cdot 1,6 = 1,6.$$

Попередній розрахунковий $K_{\text{ут.}}$ Практично не відрізняється від, що підтверджує правильність прийнятого плану обробки.

Визначити допустиму просторову похибку заготовки

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{зм}}^2 + \rho_{\text{жол}}^2}$$

де $\rho_{\text{см}}$ – допустимі похибки поковок по зміщенню осей фігур, що штамнуються в різних половинах штампів.

$\rho_{\text{жол}}$ – загальна кривизна заготовки

$$\rho_{\text{жол}} = \Delta k \cdot L$$

де Δk – питоме жолоблення, мкм/мм (табл.15 додатку);

L – найбільший розмір заготовки, мм;

Δk – 1,4 мкм/мм (для другої групи точності),

L -- мм (див. креслення деталі)

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{800^2 + (1,4 \cdot 251)^2} = 837,8 \text{ мкм}$$

Просторові відхилення для попереднього і кінцевого точіння:

$$\rho_{\text{пр.точ}} = K_{y1} \cdot \rho_{\text{заг}}$$

$$\rho_{\text{ок.точ}} = K_{y2} \cdot \rho_{\text{заг}}$$

де K_{y1} – коефіцієнт уточнення форми (табл.20 додатку).

$$\rho_{\text{пр.точ}} = 0,06 \cdot 800 = 48 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{ок.точ}} = 0,04 \cdot 800 = 32 \text{ мкм}.$$

На операції шліфування просторового відхилення мале і не враховуються.

Похибки установлення по операціям визначається по таблицям 22...25.

На операції попереднього точіння використовують трьох кулачковий самоцентрувальний патрон $\epsilon_{\text{упр.точ.}} = 800$ мкм.

Для кінцевого точіння $\epsilon_{\text{уок.точ.}} = 100$ мкм (напрямок зміщення заготовки—радіальне).

Для попереднього шліфування $\epsilon_{\text{упр.точ.}} = 100$ мкм (з закріпленням в оправці).

Для кінцевого шліфування $\epsilon_{\text{упр.точ.}} = 180$ мкм (закріплення в оправці).

Визначаємо розрахункові значення мінімальних припусків:

$$2Z_{\min.\text{ок.шлиф.}}=2\cdot(240+250+\sqrt{838.8^2+800^2})=3349 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min.\text{пр.шлиф.}}=2\cdot(100+100+\sqrt{52^2+100^2})=625 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min.\text{ок.шлиф.}}=2\cdot(50+50+\sqrt{35^2+180^2})=566 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min.\text{пр.шлиф.}}=2\cdot(10+25+\sqrt{0^2+180^2})=430 \text{ мкм}$$

Визначити розрахунковий розмір (d_p)

$$d_{pi} = d_{pi-1} + 2Z_{\min i-1}$$

$$d_{\text{р.ок.шлиф.}} = d_{\min} = 234,385 \text{ мм}$$

$$d_{\text{р.пр.шлиф.}} = d_{\text{р.ок.шлиф.}} + 2Z_{\min.\text{ок.шлиф.}} = 234,955 + 0,43 = 235,385$$

$$d_{\text{р.ок.шлиф.}} = 235,951 + 0,566 = 235,951$$

$$d_{\text{р.пр.шлиф.}} = 236,573 + 3,242 = 239,815$$

Попередній мінімальний розмір ($d_{\min.\text{пр.}}$) визначається округленням відповідного розрахункового розміру (d_{pi}) до сотих долей (для вала – в більшу сторону, для отвору – в меншу).

Визначити граничний максимальний розмір ($d_{\max}^{\text{пр.}}$):

$$d_{\max i} = d_{\min i} + \delta_i$$

$$d_{\max.\text{пр.точ.}}^{\text{пр.}} = 239,82 + 2.3 = 242,12 \text{ мм}$$

$$d_{\max.\text{пр.точ.}}^{\text{пр.}} = 236,58 + 1.15 = 237,73 \text{ мм}$$

$$d_{\max.\text{ок.точ.}}^{\text{пр.}} = 235,96 + 0.46 = 237,42 \text{ мм}$$

$$d_{\max.\text{пр.шлиф.}}^{\text{пр.}} = 235,39 + 0.072 = 235,462 \text{ мм}$$

$$d_{\max.\text{ок.шлиф.}}^{\text{пр.}} = 234,955 + 0.045 = 235,00 \text{ мм}$$

Граничні значення припусків $2Z_{\max}^{\text{пр.}}$ визначаємо як різницю найбільших граничних розмірів і $2Z_{\min}^{\text{пр.}}$ – як різниця найменших граничних розмірів попереднього і переходів які виконуються:

$$2Z_{\text{пр. макс. к. шлиф.}} = 235,462 - 235 = 0.462 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{пр. макс. пр. шлиф.}} = 236,42 - 235,462 = 0.958 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{пр. макс. к. точ.}} = 237,73 - 236,42 = 1.31 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{пр. макс. пр. точ.}} = 242,12 - 237,73 = 4.39 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{пр. мин. к. шлиф.}} = 235,39 - 234,995 = 0.435 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{пр. мин. пр. шлиф.}} = 235,96 - 235,39 = 0.57 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{пр. мин. к. точ.}} = 236,58 - 235,96 = 0.62 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{пр. мин. пр. точ.}} = 239,82 - 236,58 = 3.24 \text{ мм}$$

Сумарний мінімальний припуск:

$$\sum 2Z_{\min.\text{пр.}} = 2Z_{\min.\text{пр.точ.}}^{\text{пр.}} + 2Z_{\min.\text{к.точ.}}^{\text{пр.}} + 2Z_{\min.\text{пр.шлиф.}}^{\text{пр.}} + 2Z_{\min.\text{к.шлиф.}}^{\text{пр.}}$$

$$\sum 2Z_{\min} = 4,865 \text{ мм};$$

Номинальний припуск визначається з урахуванням несиметричності розташування поля допуску заготовки.

$$2Z_{0,ном} = \sum 2Z_{min} + H_3 - H_d,$$

де H_3 – нижнє відхилення розміру заготовки $H_3 = -0,9$ мм;

H_d – нижнє відхилення розміру деталі $H_d = -0,045$ мм;

$$2Z_{0,ном} = 4,865 - 0,9 + 0,045 = 4,01 \text{ мм};$$

Розмір заготовки $D = 235 + 4,01 = 239,01$ мм.

Розмір заготовки вибираємо з ряду нормальних лінійних розмірів (за ГОСТ 6636 – 69).

Діаметр заготовки $\varnothing 240^{+1,4}_{-0,9}$.

Виконати схему графічного розташування припусків і допусків на обробку поверхні $\varnothing 240^{+1,4}_{-0,9}$ згідно з рекомендаціями п.1.

5 ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

При виборі заготовки з прокату креслення заготовки не оформляється. Обумовлення вибору заготовки завершується позначенням вибраного прокату за стандартами.

Приклад:

Коло $\frac{B - 5 \text{ ГОСТ } 2591 - 71}{30 - 2 - \delta \text{ ГОСТ } 1050 - 74}$

Штаба $\frac{36 * 90 \text{ ГОСТ } 103 - 70}{45 - 4(60) - \delta - \text{ГОСТ } 1050 - 74}$

Квадрат $\frac{B - 30 \text{ ГОСТ } 2591 - 71}{20 \times 3 \text{ МВФ} - \delta \text{ ГОСТ } 20072 - 74}$

Шестигранник $\frac{25 - 5 \text{ ГОСТ } 8560 - 67}{45 \text{ ГОСТ } 1961 - 73}$

5.1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕННЯ ВІДЛИВКИ

Креслення відливки з технічними вимогами повинно містити всі дані, які необхідні для виготовлення, контролю, приймання та виконується у відповідності з вимогами ГОСТ 3.1125-88.

Креслення заготовки повинно бути виконане на окремому аркуші в масштабі зображення креслення деталі. Положення заготовки на головному виді повинно відповідати її положенню при виготовленні.

Внутрішній контур поверхонь які оброблюється, а також отворів, западин та виточок, що не виконуються при литті, викреслюють неперервною тонкою лінією.

На кресленні відливки вказують усі розміри заготовки з граничними відхиленнями та відповідні їм розміри деталі. Допустимо розміри деталі вказувати під розмірною лінією заготовки у круглих дужках.

Норми точності відливки призначають згідно з ГОСТ 26645-85. За нормами точності відливки призначають припуски на обробку та допуски розмірів, форми, розташування та нерівностей поверхонь.

На кресленні заготовки вказується шорсткість поверхні у стані поставки її під механічну обробку.

Місце розтину форми на кресленні вказується відрізком або ламаною штрихпунктирною лінією, що закінчується знаком “X–X” над якою вказується літерне позначення розтину – МФ. Напрямок розтину вказують неперервною основною лінією, яка обмежена стрілками та перпендикулярна лінії розтину.

На кресленні відливки слід вказувати вимірювальні (бази розмітки) та бази первинної обробки поверхонь.

В графі основного надпису креслення під найменуванням деталі вказують вид заготовки (відливка).

В технічних вимогах креслення відливки повинні бути вказані:

- норми точності відливки;
- значення номінальних мас деталі, припусків на обробку, технологічних напусків та маси відливки;
- вид термічної обробки та твердість матеріалу;
- розміри ливарних ухилів та радіусів;
- допустима глибина поверхневих дефектів;
- спосіб очистки заготовки;
- спосіб маркування та його місце.
-

5.2 ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕННЯ ПОКОВКИ (ШТАМПОВКИ)

Креслення поковки повинно бути розроблене на основі креслення деталі згідно з ГОСТ 3.1126-88.

Креслення поковки, як правило, повинно бути виконане в масштабі креслення деталі.

На кресленні поковки наноситься контур деталі, який виконується тонкою штрихпунктирною лінією з двома крапками, при цьому дозволяється не зображувати окремі елементи деталі.

Креслення поковки повинно містити всі дані, які необхідні для її виготовлення, контролю та прийомки.

На кресленні поковки дозволяється розміщати таблицю для даних, які не вказані на зображеннях та не встановлені в технічних вимогах.

На кресленні поковки в круглих дужках під розмірами поковки вказуються розміри деталі.

В основному надпису креслення під найменуванням деталі вказують вид заготовки (поковка або штамповка).

Розміри заготовки необхідно проставляти тільки від вихідних баз механічної обробки.

Розташування площини розтину формоутворюючих поверхонь штампа слід зображувати тонкою штрихпунктирною лінією, яка позначена на кінцях знаком “X- X”.

Місце відбору зразка для іспитів слід наносити на зображення поковки неперервною тонкою лінією, а розміри зразка вказувати в технічних вимогах креслення.

В технічних вимогах креслення поковки, в залежності від способу її виготовлення повинні бути вказані:

- клас точності, група сталі, ступінь складності;
- група поковки, номер ГОСТ у;
- вихідний індекс поковки;
- вид термообробки та твердість матеріалу;
- значення нахилів та радіусів;
- глибина поверхневих дефектів;
- допустима величина залишків задирок після обрізки;
- вид та спосіб очистки;
- спосіб маркування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ГОСТ 26645 - 85. Відливки з металів і сплавів. Допуски розмірів, ваги і припуску на механообробку. - М. : Видавництво стандартів, 1989. - 55с.

2. ГОСТ 1125 - 88. Правила виконання креслень елементів ливарної форми і відливки. - М: Видавництво стандартів 1990 - 17с.

3. ГОСТ 829 - 70. Поковки з вуглецевих і легованих сталей, які виготовляються вільною ковкою на молотах. Припуски і допуски. - М : Видавництво стандартів, 1985-58с.

4. ГОСТ 7062 - 79. Поковки з вуглецевої і легованих сталей які виготовляються ковкою на пресах. Припуски і допуски. - М.: Видавництво стандартів, 1992 -58с.

5. ГОСТ 7505 - 89. Поковки сталіні штамповані. Допуски припуски та кувальні напуски. - М. Видавництво стандартів, 1990 - 53с.

6. ГОСТ 3.1126 - 88. Правила виконання креслень поковок. - М: Видавництво стандартів. 1990 - 48 с.
7. Кован В.М. Розрахунок припусків на обробку в машинобудуванні. М.: -Машгиз, 1963.-387 с.
8. Довідник технолога - машинобудування. Під редакцією А.Г. Косиловой і Р.К.Мещерякова. - М: Машинобудування, 1985. - т. 1 - 495с.

Д О Д А Т О К

Таблиця 1-Розрахунок припусків та граничних розмірів по технологічним переходам на обробку поверхні $\varnothing 235_{-0,045}$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 235_{-0,045}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$ мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ	ε				$d_{\min}^{\text{пп}}$	$d_{\max}^{\text{пп}}$	$2Z_{\max}^{\text{пп}}$	$2Z_{\min}^{\text{пп}}$
Заготовка	240	250	800	-	-	239,815	2300	239,82	242,12	-	-
Точіння попереднє	100	100	43	800	3242	236,573	1150	236,58	237,73	4,39	3,24
прикінцеве	50	50	32	100	622	235,951	460	235,96	236,42	1,31	0,62
Шліфування попереднє	10	25	0	180	566	235,385	72	235,39	235,462	0,958	0,57
прикінцеве	5	15	0	180	430	234,955	45	234,955	235	0,462	0,435

Таблиця 2 – Величина мікронерівностей та дефектного шару прокату.

Калібрований прокат			Гарячекатаний прокат				
Характеристика прокату	Висота нерівності Rz, мкм	Дефектний шар Т, мкм	Діаметр ,мм	Підвищеної точності		Нормальної точності	
				Rz, мкм	Т, мкм	Rz, мкм	Т, мкм
Гладкотягнутий	60	60	До 25	100	100	150	150
			25...75	100	150	150	250
Шліфований	10	20	75...150	150	200	200	300
			150...250	250	300	300	400
Поперечно – гвинтовий прокат							
Діаметр, мм	Висота нерівностей при точн. прокатки Rz, мкм		Дефектний шар Т, мкм	Діаметр, мм	Висота нерівностей Rz мкм, при точності прокатки		Дефектний шар Т, мкм
	підвищеної	нормальної			підвищеної	нормальної	
До 10	0,06	0,10	0,10	50...80	0,50	0,80	0,80
10...18	0,10	0,18	0,18	80...120	0,80	1,2	1,2
18...30	0,18	0,30	0,30	120...80	1,2	1,8	1,8
30...50	0,30	0,50	0,50	180...220	1,8	2,2	2,2

Примітка: 1. Якість поверхні після різання прокату приведено в табл.3. 2. Якість поверхні поперечно-гвинтового прокату дана після термообробки (нормалізації чи поліпшення).

Таблиця 3 – Якість торцевої поверхні та точність різки прокату по упору.

Спосіб різки	Точність різки, мм(⁺ ₋) при діаметрі або ширині заготовки				Якість поверхні (Rz+T), мкм	Питома величина перпендикулярності ΔH мкм/мм
	До 25	25...75	75...100	100...250		
На ножицях	1,0	1,3	1,8	2,3	300	Див. примітку
Приводними ножівками, дисковими фрезами на фрезерних верстатах	0,3	0,4	0,5	-	200	0,01
Відрізними різцями	0,25	0,35	0,40	0,50	200	0,045
Холодна різка на пресах	1...2	2...4	4...6	-	1000...1500	-

Примітка. При різці на ножицях та пресах в напрямку, який перпендикулярний до поверхні зрізу, утворюється вм'ятина, що досягає 0.2D, та скіс по торцю до 3°. Величину вм'ятини та скосу необхідно враховувати при подальшій обробці заготовки як по торцю, так і по діаметру. В загальному випадку її можна прийняти рівною 0.25.

Таблиця 4 – Величина мікронерівностей та дефектного шару зовнішніх і торцевих поверхонь заготовок з прокату після механічної обробки

Спосіб обробки	Точність	Висота мікронерівностей Rz,мкм	Дефектний шар Т, мкм
1	2	3	4
Зовнішні поверхні			
Обточування гарячекатаного (звичайної і підвищеної точності) каліброваного прокату	IT14	120	120
Задирка	IT12,IT13	60	60
Чорнове	IT10,IT11	30 –20	30
Чистове або однократне	IT7,IT9	6 –3	-
Тонке			
Шліфування центрах або безцентрове шліфування гарячекатаного каліброваного прокату нормальної точності:			
Чорнове	IT8,IT9	10	20
Чистове або однократне	IT7	6	12
тонке	IT5...IT7	3...0.8	6...12

- Примітки: 1. Задирка проходить перед чорновим обточуванням гарячекатаного прокату звичайної точності.
2. Однократне обточування відноситься до обробки каліброваного і гарячекатаного прокату підвищеної точності.

Продовження табл.4

1	2	3	4
Безцентрове шліфування каліброваних прутків підвищеної точності: - Після термообробки (тонке) - до термообробки (чистове)	IT5...IT7 IT7	3...0,8 6	- 12
Торцеві поверхні			
Підрізання: чорнове Чистове	IT12,IT13 IT11	50 30	50 30
Шліфування на круглошліфувальних верстатах одноразове	IT6,IT7	5...10	-

Примітки: 1. При шліфуванні після гартування з розрахункової формули припуску виключити Т.

2. При суміщенні установчої та виміральної баз допуски приймати у відповідності з вказаними квалітетами точності; при не суміщеннях – до величини допуску, що відповідає вказаному квалітету точності, прибавляти похибку базування, яка дорівнює допуску на розмір, що пов'язує установчу та вимірвальну бази.

3. При обробці в центрах похибка базування заготовки в осьовому напрямку визначають посадкою заготовки на центр.

4. Прокат високої точності лезовим інструментом не обробляють і не шліфують до термообробки.

Таблиця 5 – Величина мікронерівностей і дефектного шару
штампованих

ПОКОВОК

Маса штампованої поковки ,кг	Висота нерівностей Rz , мкм	Дефектний шар Т , мкм
До 0,25	80	150
0,25...4	160	200
4...25	240	250
25...40	350	300
40...100	350	350
100...200	400	400

Примітка . Висота нерівностей Rz дана після піскоструменевої обробки поверхні поковок або травлення ; при дробоструменевої або дробометної обробці цю величину приймають 400 мкм, незалежно від маси штампованої поковки .

Таблиця 6 – Якість зовнішньої поверхні поковок ,отриманих на
вертикально та радіально-кувальних машинах

r/R	А при n			
	16	22	30	42
0,4	0,0018	0,0018	0,0034	0,0068
0,5	0,0011	0,0020	0,0036	0,0071
0,6	0,0010	0,0019	0,0035	0,0068
0,7	0,0008	0,0016	0,0031	0,0060
0,8	0,0006	0,0012	0,0023	0,0045
0,9	0,0004	0,0008	0,0002	0,0023

Примітка . 1.Величина безуглецевого шару слід визначити з відношення : $T=0.01d$, де d – номінальний діаметр деталі з креслення , мм.

2. При підвищених вимогах до точності та шорсткості до розрахункового припуску додають 0,2 мм.

3. Висота мікрогеометричної похибки (огранка) $h=AR$,
де R – радіус бойка , мм ;

A – коефіцієнт ,залежить від відношення радіуса поковки r до радіусу бойка R та числа обертів n поковки в процесі кування .

Таблиця 9 – Точність та якість поверхні поковки після механічної обробки

Найменування поверхні та засіб обробки	Точність	Висота нерівностей , мкм	Дефектний шар, мкм
1	2	3	4
Вали ступінчаті			
Зовнішні поверхні обертання Точіння : одноразове	IT11...IT13	30	30
чорнове	IT12...IT13	50	50
чистове	IT9...IT11	25	25
тонке	IT7...IT9	-	-
Шліфування : чорнове	IT8,IT9	10	20
чистове	IT7,IT8	5	15
тонке	IT5...IT7	-	-
Торцеві поверхні Підрізання : чорнове	IT12,IT13	50	50
чистове	IT11	30	30
Фрезерування : чорнове	IT14	50	70
чистове	IT14	30	30
Шліфування	IT8,IT9	10	10
Протягування	IT7,IT8	5	10
Шестерні одновінцеві та багатовінцеві			
Зовнішні поверхні обертання Точіння : одноразове	IT10...IT13	30	30
чорнове	IT14	100	100
напівчистове	IT12,IT13	50	50
Торцеві поверхні Підрізання : одноразове	IT10...IT13	30	30
чорнове	IT14		
напівчистове	IT12,IT13	50	50

Продовження табл.9

1	2	3	4
чистове	IT10, IT11		
тонке	IT7...IT9		
Шліфування:			
Одноразове	IT7,IT8	-	-
Чорнове	IT6..IT8	10	25
Тонке	IT5,IT6	-	-
Чистове	IT10,IT11	25	25
Шліфування одноразове на круглошліфувальному верстаті	IT7..IT9	-	-
Шліфування на плоскошліфувальному верстаті:			
Чорнове	IT8,IT9	10	20
Чистове	IT6..IT8		-
Важілі			
Площини паралельні осі деталі, та площини розтину головки			
Фрезерування:			
Чорнове	IT12,IT13	30	50
Чистове	IT11	10	15
Протягування	IT10	5	10
Шліфування:			
Чорнове	IT8,IT9	10	20
Чистове	IT6..IT8	-	-
Обробка стрижня:			
Чорнова	IT12,IT13	50	50
Чистова	IT11	25	25

Примітки: 1. Допуски (квалітети) вказані при суміщених установчих та вимірювальних базах; при не суміщених базах допуск повинен бути збільшений на похибку базування, яка дорівнює допуску на розмір, що пов'язує установчу та вимірювальну бази.

2. При витримуванні розміру від чорнової бази допуск визначають за формулою:

$$\delta = (\delta_{\text{заг}} + \delta_{\text{обр}}) / 2,$$

де $\delta_{\text{заг}}$ – допуск на розмір чорнової заготовки ;

$\delta_{\text{обр}}$ – допуск на розмір після обробки одної сторони , величину допуску приймають по квалітету , вказаному в таблиці .

3. При розрахунку припусків під шліфування після термообробці Т з розрахункової формули виключить.

Таблиця 10 – Точність та якість поверхні заготовок , які отримують литвом
Лиття у земляні форми , отримані машиною формовкою

Розмір відливки мм	Висота нерівностей та дефектний шар (R_z+T),мкм , для класів точності відливок по ГОСТ 26645-85					
	1			2		
	Чавун	Сталь	Кольорові метали та сплави	Чавун	Сталь	Кольорові метали та сплави
До 1250	600	500	400	800	600	500
1250...3150	800	700	-	1000	800	-
Відливки отримані спеціальними засобами литва						
Засоби лиття	Точність	Висота нерівностей R_z ,мкм	Дефектний шар Т, мкм			
			Чавун	Сталь	Кольорові метали та сплави	
В кокіль та відцентрове	IT14,IT15	200	300	200	100	
В оболонкові форми для елементів відливки що отримують в одній напівформі	IT11...IT13	40	260	160	100	
В обох напівформах	IT14					
Під тиском	IT11...IT13	50	-	-	100	
По моделям що виплавляються	IT11...IT13	30	170	100	60	

Примітка. клас точності відповідає: 1 - масовому,
2 - серійному виробництву.

Якщо поверхня, на яку розраховується припуск, при заливці – верх , то до мінімального припуску Z_{\min} додають додатковий припуск $Z_{\text{доп}}$ (по таблиці 13)

Таблиця 11 – Точність і якість поверхні відливок після механічної обробки

Спосіб обробки	Клас точності відливки	Точність	Висота нерівностей, мкм	Дефектний шар, мкм
1	2	3	4	5
Відливки, одержані в земляних формах				
Точіння, фрезерування, стругання:				
разове	I	IT11...IT13	30	30
чорнове	II	IT14	100	100
Чорнове і напівчистове	I і II	IT12, IT13	5	5
чистове	I і II	IT10, IT11	25	25
тонке	I і II	IT7...IT9	--	--
Шліфування:				
разове	I і II	IT7, IT8	--	--
чорнове	I і II	IT8, IT9	10	20
чистове	I і II	IT6...IT8	5	15
тонке	I і II	IT5...IT6	--	--
Відливки, отриманні спеціальними способами лиття				
Лиття в кокіль і відцентрове				
Точіння, фрезерування, стругання :				
разове		IT11	25	25
чорнове		IT12, IT13	50	50
чистове		IT10	20	20
тонке		IT7...IT9	--	--
Лиття в оболонкові форми				
Точіння, фрезерування, стругання:				
разове		IT10, IT11	25	25
чорнове		IT11	20	20
чистове		IT10	10	10
тонке		IT7...IT9	--	--
Лиття за виплавленими моделями та під тиском				
1	2	3	4	5
тонке		IT7...IT8	--	--
Всі види лиття				
Шліфування:				
одноразове		IT7, IT8	--	--
чорнове		IT8, IT9	10	20
чистове		IT6...IT8	5	15
тонке		IT5...IT7	--	--

Примітка. 1. Для сірого і ковкого чавуну, кольорових металів першого технологічного переходу, а також для сталі після термообробки Т з

розрахункової формули виключити.

2. При неузгодженні установчої та вимірювальної баз допуски слідє приймати згідно примітці 1 до таблиці 9.

3. При дотриманні розміру від чорнової бази допуск слідє приймати згідно додатка 2 до таблиці 9.

4. Величину залишкових коливань після першого технологічного переходу механічної обробки слідє визначити розрахунком або приймати по формулі:

$$\rho_{\text{зал}} = K_y \cdot \rho_{\text{жол}},$$

де $\rho_{\text{жол}}$ – величина жолоблення чорнової заготовки;

K_y – коефіцієнт уточнення (таблиця 20).

Таблиця 12 – Механічна обробка отворів у відливках

Засіб обробки	Діаметр отвору	Точність	Висота нерівностей, мкм	Дефектний шар ,мкм
Свердлення : звичайне свердлення спіральними свердлами	3...6	IT12 ,IT13	20	40
	6...10		30	50
	10...18		40	60
	18...30		50	70
	30...50		50	70
Глибоке свердлення спеціальними свердлами	3...10	IT12 ,IT13	20	30
	10...18		30	40
	18...3		30	40
Зенкерування : чорнове	18...30	IT12 ,IT13	50	40
	30...80		50	50
одноразове	До 80	IT11	30	40
	До 30		30	40
	30...80		30	40
Розточування : чорнове	50...260	IT12 ,IT13	50	50
чистове	50...260	IT10	20	25
Розвертання : нормальне	6...80	IT10	10	20
точне	6...80	IT7 ,IT8	5	20
тонке	6...80	IT6 ,IT7	3	-
Оздоблені методи : протягування	10...80		4	6
калібрування кулькою або оправкою	6...80		0,6	-
Хонінгування	До 80		-	-

Примітка . 1. Під чорновим зенкеруванням слід понімати обробку по чорновому литому або прошитому при штамповці отвору ; під чистовим – обробку після свердлення або чорнового зенкерування .

2. Види розвертання (нормальне ,точне та тонке) характеризують допусками на діаметри розверток .

Таблиця 13 – Величина додаткового припуску $Z_{\text{дод}}$ для відливок

Найбільший розмір деталі, мм	Розмір оброблюваної поверхні, мм								
	До 120	120... 250	250... 500	500... 800	800... 1250	1250... 2000	2000... 3150	3150... 5000	5000... 6300
До 120	1000	-	-	-	-	-	-	-	-
120...260	1000	1500	-	-	-	-	-	-	-
260...500	1000	1500	2000	-	-	-	-	-	-
500...800	1500	2000	2000	3000	-	-	-	-	-
800...1250	2000	2000	2500	3000	3000	-	-	-	-
1250...2000	2000	2500	3000	3000	3000	3500	-	-	-
2000...3150	2500	3000	3000	3500	3500	4000	4000	-	-
3150...5000	3000	3500	3500	3500	4000	4000	4000	4000	-
5000...6300	3000	3500	3500	4000	4000	4000	4000	4000	4000

Таблиця 14 – Просторові похибки прокату

Стан прокату	Величина питомої кривизни ΔK , мкм/мм, при діаметрі прокату, мм				
	До 30	30... 50	50... 80	80... 150	> 150
Калібрований прокат					
В стані поставки для класів точності:					
2а	0,5	0,5	-	-	-
3	1,0	0,75	0,5	-	-
3а та 4	2,0	1,0	1,0	-	-
5	3,0	2,0	1,0	-	-
Після термообробки (без правки):					
У печах	1,6	1,3	0,9	-	-
Т.В.Ч.	0,8	0,65	0,45	-	-
Гарячий прокат					
Після термообробки (без правки):					
У печах	2,0	1,3	1,3	0,6	0,3
Т.В.Ч.	1,0	0,65	0,65	0,3	0,15
Після правки на пресах	0,15	0,12	0,10	0,07	0,05
Поперечно-гвинтовий прокат					
Точність прокату:					
Нормальна	0,3	0,5	0,8	1,3	2,2
Підвищена	0,18	0,3	0,5	1,2	1,8

Примітка: 1. Місцеву кривизну ρ_{KM} визначають по формулам:

При консольному закріпленні - $\rho_{KM} = \Delta k L_K$;

При установці у центрах - $\rho_{KM} = 2\Delta k L_K$;

Де L_K – відстань від перерізу, для якого визначають кривизну, до місця кріплення при консольній обробці (при цьому де L – загальна довжина заготовки) або до опори при установці в центрах (в цьому випадку $L_K [0,5L]$).

2. Загальна кривизна ρ_{KO} не повинна перевищувати $\rho_{KO} = \Delta k L$. Загальну кривизну відрізаної заготовки визначають по цій же формулі.

3. Сумарне значення просторових відхилень $\rho = \sqrt{\rho_K^2 + \rho_C^2}$,

де ρ_K – величина кривизни (місцева чи загальна);

ρ_C – величина зміщення осі заготовки в результаті похибки зацентровки,

$$\rho = 0,25 \sqrt{\delta^2 + 1},$$

де δ - допуск на діаметр базової поверхні заготовки, яка використана при зацентровці, мм.

4. Величину залишкової кривизни заготовки після виконання переходу обробки виконують за формулою:

$$\rho_{\text{ЗАЛ}} = K_y \rho_{\text{ЗАГ}},$$

де $\rho_{\text{ЗАГ}}$ - кривизна заготовки;

K_y – коефіцієнт уточнення (табл. 19).

Таблиця 15 – Просторові похибки штампованих заготовок

Допустимі похибки поковок по зміщенню осей фігур $\rho_{\text{ЗМ}}$, які штампуються в різних половинах штампу						
Маса штампованої поковки, кг	$\rho_{\text{ЗГ}}$, мм, за групами точності* при штамповці					
	На молотах			На пресах та горизонтально - кувальній машині		
	1	2	3	1	2	3
До 0,25	0,30	0,4	0,6	0,20	0,3	0,5
0,25...0,63	0,35	0,5	0,8	0,25	0,4	0,6
0,63...1,60	0,40	0,6	1,2	0,30	0,5	0,7
1,60...2,50	0,45	0,8	1,4	0,35	0,6	0,8
2,50...4,00	0,50	1,0	1,5	0,40	0,7	0,9
4,00...6,30	0,63	1,1	1,7	0,50	0,8	1,0
6,30...10,0	0,70	1,2	2,0	0,60	0,9	1,2
10...16	0,80	1,3	2,1	0,60	1,0	1,3
16...25	0,90	1,4	2,3	0,70	1,1	1,4
25...40	1,00	1,6	2,6	0,70	1,2	1,6
40...63	1,20	1,8	2,9	-	-	-
63...100	1,40	2,2	3,5	-	-	-
100...125	1,60	2,4	3,8	-	-	-
125...160	1,80	2,7	4,4	-	-	-
160...200	2,20	3,2	5,0	-	-	-

Продовження табл. 15

Допустимі похибки по ексцентричності та жолобленню поковок типа дисків та важелів, що отримують на пресах та горизонтально – кувальних машинах						
Товщина (висота), довжина або ширина штампованих поковок, мм	Похибки за групами точності					
	Ексцентричність отворів $\rho_{\text{екс}}$, мм			Кривизна (стріла прогину) та короблення $\rho_{\text{кор}}$, мм		
	1	2	3	1	2	3
До 50	0,50	0,8	1,0	0,25	0,5	0,5
50...120	0,63	1,4	1,5	0,25	0,5	0,5
120...180	0,80	2,0	2,5	0,32	0,5	0,7
180...260	1,00	2,8	3,5	0,32	0,6	0,9
260...360	1,50	3,2	4,5	0,40	0,7	1,0
360...500	2,50	3,2	5,5	0,50	0,8	1,1

Продовження табл. 15

Допустима питома кривизна стрижню після висадки фланцю або потовщення на горизонтально - кувальній машині						Допустиме зміщення осі фланцю або потовщення відносно осі стрижню при їх висадці на горизонтально-кувальній машині			
Довжина стрижня, мм	ΔK , мкм, на 1 мм при діаметрі стрижня, мм					Висота фланцю або потовщення	$\rho_{\text{зм}}$, мм, при діаметрі фланцю або потовщення, мм		
	До 18	18... 30	30... 50	50... 80	80... 120		До 50	50... 120	120 ... 260
До 120	6	8	12	16	20	До 18	0,25	0,25	0,50
120...180	4	6	8	12	16	15...50	0,25	0,50	0,50
180...500	2	4	4	6	6	50...120	0,50	0,50	0,75
500...1000	2	2	2	3	3	120...180	0,50	0,75	0,75
Допустима перпендикулярність торцю фланця та осі поковки, мкм/мм									
Маса штампованих поковок, кг	ΔK при штампівці		Маса штампованих поковок, кг		ΔK при штампівці				
	На пресах	На горизонтально-кувальній машині			На пресах	На горизонтально-кувальній машині			
До 0,25	0,2	0,3	4...10		0,5				
0,25...1,60	0,3	0,5	10...25		0,6	0,9			
1,60...4,00	0,4	0,4	25...40		0,7	1,1			
						1,2			

Примітка: : 1-а група точності характерна для масового, 2-а – для багатосерійного і 3-я – для серійного виробництва.

При обробці зовнішньої поверхні поковок в патроні припуск на обробку визначають по формулі:

$$2Z_{\min i} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_{i-1}^2}),$$

при обробці в центрах –

$$2Z_{\min i} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1})$$

2. Сумарне значення просторових похибок визначають по формулам:
при обробці в патроні для зовнішньої поверхні –

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{жол}^2};$$

для отворів –

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{екс}^2};$$

при обробці в центрах для зовнішньої поверхні:

$$\rho = \sqrt{\rho_{ко}^2 + \rho_{ц}^2} \text{ або } \rho = \sqrt{\rho_{км}^2 + \rho_{ц}^2},$$

де $\rho_{ко}$ - загальна кривина заготовки;

$\rho_{км}$ - місцева кривина заготовки;

$\rho_{ц}$ - похибка зацентровки поковок, яка визначається за формулою:

$$\rho = 0,25 \sqrt{\delta^2 + 1},$$

де δ - допуск на діаметр базової поверхні заготовки, що використовувалась при зацентровці, мм.

3. Формули для розрахунку місцевої та загальної кривизни приведені в табл. 13.

4. Для ступінчастих валів розрахунок можна вести по середньому діаметру для стрижневих деталей типа важелів та пластин визначають по середньому перерізу стрижня.

5. Величину залишкової кривини після виконання переходів обробки слід визначати приведеними розрахунками за формулою:

$$\rho = K_y \rho_{заг}$$

де $\rho_{заг}$ – кривина заготовки;

K_y – коефіцієнт уточнення.

6. Величину просторової похибки для торцевих поверхонь визначають з співвідношення:

чорнова заготовка - $\rho_{кор} = \Delta n D$

або з таблиці після обробки: чорнової – $0,20 (R-r) \rho_{кор}$;

напівчистої – $0,15 (R-r) \rho_{кор}$; чистої – $0,1 (R-r) \rho_{кор}$.

де Δn – питома величина неперпендикулярності, мкм/мм (за табл.14),
при розрахунку припусків на обробку торцевих поверхонь одновінцевих шестерень питому величину жолоблення після термообробки приймають 0,8 мкм/мм;

D – діаметр торцевої поверхні, мм;

R – радіус зовнішньої поверхні, мм;

r – радіус внутрішньої поверхні, мм.

При різності радіусів менш 50 відхиленням від перпендикулярності можна знехтувати.

Таблиця 16 – Просторові похибки поковок після кування на вертикальних, радіально-кувальних машинах

Діаметр поковки, мм	Питома кривина ΔK на 1 мм довжини прокату мкм/мм
До 60	1
Більше 60	2

Примітка. Визначення сумарних значень похибки проводити за допомогою табл. 14.

Таблиця 17 – Просторові похибки поковок за рахунок дефекту різання вихідної заготовки та наступноїковки

Діаметр торцевої поверхні, мм	Величина дефекту, мм	Діаметр торцевої поверхні, мм	Величина дефекту, мм
До 30	1,5	50...80	4
30...50	2,5	80...120	5

Примітка: 1. Для проміжних торцевих поверхонь просторовою похибкою є неперпендикулярність торця, що визначається по формулі: $\rho_1 = l/D$,

де Δn – питома величина неперпендикулярності, приймають для діаметра торцевої поверхні до 60 мм рівної 0,05 мкм/мм і для діаметра понад 60 мм – 0,1 мкм /мм;

l - відстань від середини найбільшого діаметра ступені до торцевої поверхні, просторову похибку якої визначають, мм;

D - діаметр торцевої поверхні, мм.

2. Для поверхонь кінцевих ступенів просторову похибку визначають за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2},$$

де ρ_1 - похибка за рахунок неперпендикулярності торця;

ρ_2 - похибка за рахунок дефектів різання.

Таблиця 18 – Питоме жолоблення відливки

Деталі	ΔK на 1 мм довжини, мкм/мм
Корпусні	0,7...1
Плити	2...3

Примітка. 1. Сумарне значення просторових відхилень слід визначати за формулами:

при базуванні відливки на отвір - $\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2}$;

при базуванні відливки на площину - $\rho = \rho_{кор} = \Delta k L$,

де $\rho_{\text{кор}}$ – величина жолоблення відливки;

$\rho_{\text{зм}}$ – величина зсуву стрижня, мм;

Δk – питома жолоблення, мкм/мм;

L – найбільший розмір заготовки, мм.

2. Величину зсуву стрижнів $\rho_{\text{зм}}$, що утворюють отвір або внутрішні порожнини, слід приймати з урахуванням відстані осі отвору або внутрішньої порожнини від вимірювальної бази і найбільших габаритів відливки за ГОСТ 26645-85 або табл. 21.

3. Базування заготовки по чорновому отвору слід використовувати тільки на першій операції.

4. При обробці чорнового отвору від координованої із ним базової поверхні значення $\rho_{\text{зм}}$ повинно бути враховане в припуску на обробку отвора.

Таблиця 19 – Просторові похибки отворів, що отримані свердлінням

Похибка	Величина похибки при діаметрі отвору, мм				
	3...6	6...10	10...18	18...30	30...50
Питоме значення уводу, мкм на 1 мм довжини при свердлінні:					
спіральними свердлами	2,1	1,7	1,3	0,9	0,7
спеціальними свердлами	1,6	1,3	1,0	0,7	-
Зміщення осі отвору (спіральні чи спеціальні свердла), мкм	10	15	20	25	30

Примітка. 1. Сумарне значення просторових відхилень після свердління слід визначати за формулою:

$$\rho = \sqrt{(\Delta_y L)^2 + C_o^2},$$

де C_o - зміщення осі отвору, мм;

Δ_y - питома значення уводу осі отвору;

L - довжина отвору, мм.

2. Основним видом просторової похибки для литого отвору є зміщення стрижня $\rho_{\text{зм}}$ див. Розрахунок розміру зміщення робити відповідно до примітки 2 до табл.18, основний вид просторових похибок для прошитого отвору є ексцентричність його відносно зовнішньої поверхні. Розміри ексцентричності приведені в табл.15.

3. Розмір зсуву осі отвору після чорнової обробки слід визначати за формулами:

$$\rho_{\text{зал}} = K_y \rho_{\text{зм}} \text{ або } \rho_{\text{зал}} = K_y \rho_{\text{екс}},$$

де $\rho_{зм}$ або $\rho_{екс}$ – початкова величина зміщення осі отвору;

K_y - коефіцієнт уточнення, рівний:

після чорнової обробки – $K_y=0,05$;

після напівчистої обробки – $K_y=0,005$;

після чистої обробки – $K_y=0,002$.

Таблиця 20 – Значення коефіцієнта уточнення

Вид заготовки	Технологічний перехід	Коефіцієнт уточнення, K_y
Калібрований прокат	Після обточування:	
	Одноразового	0,05
	Дворазового	0,02
	Після шліфування:	
Гарячекатаний прокат, штамповка, відливка	Чорного	0,06
	Чистового	0,04
	Після обточування:	
	Чорного	0,06
	Одноразового	0,06
	Напівчистового	0,05
	Чистового	0,04

Таблиця 21 – Величина зміщення стрижнів у відливках ρ_{3M} , мкм

Найбільший розмір відливки, мм	Довжина оброблюваної поверхні, мм									
	До 50	50... 120	120... 260	260... 500	500... 800	800... 1250	1250... 2000	2000... 3150	3150... 5000	5000...6 300
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чавунні та сталеві відливки 1 класу точності										
До 120	200	300	-	-	-	-	-	-	-	-
120...260	300	400	600	-	-	-	-	-	-	-
260...500	400	600	800	1000	-	-	-	-	-	-
500...1250	600	800	1000	1200	1400	1600	-	-	-	-
1250...3150	800	1000	1200	1400	1600	2000	2500	3000	-	-
3150...5000	1000	1200	1500	1800	2000	2500	3000	4000	5000	-
Чавунні та сталеві відливки 2 класу точності										
До 260	500	800	1000	-	-	-	-	-	-	-
260...500	800	1000	1200	1500	-	-	-	-	-	-
500...1250	1000	1200	1500	2000	2500	3000	-	-	-	-
1250...3150	1500	1800	2200	3000	4000	5000	6000	7000	9000	12000
Відливки з кольорових металів та їх сплавів										
До 260	500	800	1000	-	-	-	-	-	-	-
260...500	800	1000	1200	1500	-	-	-	-	-	-
500...1250	1000	1200	1500	2000	2500	3000	-	-	-	-
1250...3150	1200	1500	2000	2500	3000	4000	5000	6000	-	-
3150...6300	1500	1800	2200	3000	4000	5000	6000	7000	9000	12000

Таблиця 22 – Похибка встановлення заготовки у патронах та на операціях без вивірки

Тип установчого патрона чи оправки	Точність виконання базової поверхні заготовки	Похибка встановлення, мкм, для напрямку	
		Радіального	Осьового
Цангові оправки при діаметрах установчої поверхні: до 50 мм 50...200 мм	IT6...IT9 IT6...IT9	10...25 20...60	20 50
Трикулачкові патрони з сирими кулачками або розрізними втулками при діаметрах до 120 мм	При зазорі до закріплення 0,02...0,10мм	10...30	10...120
Двохкулачкові патрони при діаметрі деталі до 200 мм: 3 гвинтами 3 рейками	IT11...IT12 IT8...IT11	100...200 20...60	50...100 15...40
Циліндричні оправки з гайками (установка на оправку з зазором)	IT9...IT11	В межах допуску	10
Конусні оправки при отворі довжиною не менш ніж 1,5 мм	IT6,IT7	30	Визначаються розмірами оправки та деталі
Патрони та оправки з пружними втулками та гідро-пластмасою: При 0,5 При 0,3	IT6...IT9	3...10	-
	IT6...IT9	10...20	-
Патрони та оправки з тарілчастими пружинами	IT6...IT10	10...20	-
Патрони та оправки з пружними втулками та ролика ми, що спираються на тіла, що мають форму: Гіперболоїда обертання Мембранних патронів	IT6...IT8	3...8	-
	IT6...IT8	3...5	-
Патрони та оправки з пружними елементами гофрованого типу	IT5...IT7	2...5	-

Примітка. Застосування пневматичних та гідравлічних силових вузлів дозволяє зменшити похибку встановлення на 20...40%.

Таблиця 23 – Похибка встановлення заготовок в цанговому та трикулачковому патронах без вивірки

Метод обробки базової поверхні заготовки	Напрямок зміщення заготовки	Похибка встановлення, мкм, при діаметрі базової поверхні, мм								
		6...10	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...200	200...500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Установка заготовок у цанговому патроні										
Прутки калібровані по 5 класу точності	Радіальний	50	60	70	90	100	120	-	-	-
	Осьовий	30	40	50	60	70	80	-	-	-
	Радіальний	15	15	23	23	34	48	48	48	59
Установка у трюхкулачковому самоцентруючому патроні										
Прутки гарячекатані підвищеної точності	Радіальний	100	120	150	200	300	450	600	-	-
	Осьовий	70	80	100	130	200	300	420	-	-
Прутки гарячекатані звичайної точності	Радіальний	200	200	220	280	400	500	800	-	-
	Осьовий	130	130	130	170	250	350	520	-	-
Одинична заготовка з шліфованою базовою поверхнею	Радіальний	20	20	30	30	30	30	40	40	50
	Осьовий	10	10	10	15	15	15	25	25	30
Одинична заготовка з чисто обробленою базовою поверхнею	Радіальний	50	50	50	50	60	80	100	100	120
	Осьовий	50	30	30	30	50	50	80	80	100

Продовження табл. 23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лиття за виплавленими моделям,	Радіальне	100	100	100	100	150	150	200	200	250
В оболонкові форми або попередньо оброблена поверхня	Осьове	50	50	50	50	80	80	100	100	120
Лиття в постійну форму	Радіальне	200	200	200	200	300	300	400	400	500
Штамповка на кривошипних пресах	80	80	80	80	100	100	100	120	120	150

Примітка 1. При установці в цанговому патроні одиничних заготовок замість пруткових похибок установки в осьовому напрямку збільшується на 10...30 мкм.

2. При нерухомій цанги в осьовому напрямку похибка мінімальна (5..20мкм).

3. Підтисненням деталі при зенкуванні в патронах похибка установки можна зменшити на 20...30%.

4. Використання в патронах пневматичних і гідравлічних вузлів дозволяє зменшити похибку установки на 20...40% відносно величин, вказаних в таблицях.

Таблиця 24 – Точність самоцентруючих патронів при закріпленні шліфованих оправок та кілець

Зовнішній діаметр патрона, мм	Радіальне биття, мкм										Торцеве биття, мкм, кільця зажатого внутрішніми ступеннями кулачків, для патронів класу				
	Оправки, зажаті в кулачках великими призмами, для патронів класу					Кільця, зажатого зовнішнім або внутрішніми ступеннями кулачків, для патронів класу									
	О	Н	П	В	А	О	Н	П	В	А	О	Н	П	В	А
До 130		60	40	25	15		80	59	30	20		50	30	20	10
Більше 130		80	50	30	20		100	60	40	25		60	40	25	15
Більше 200	160	100	60	40	25	200	120	60	50	30	130	80	50	30	20
Більше 320	200	120	80			250	160	100			100	100	60		
Більше 500	250	160				320	200				200	120			

Примітка. Клас точності патронів позначений: для важких (обдирочних) робіт - 0; універсальних робіт нормальної точності - Н и підвищеної точності - П; для чистових робіт високої точності - В и особливо високої точності - А.

Таблиця 25 – Похибка установки заготовок у прилаштування на постійні опори.

Метод обробки базової поверхні заготовок	Похибка установки, мкм, при найбільшому розмірі заготовки по нормалі до обробленої поверхні, мм											
	Постійні опори						Пластини опори					
	6..10	10..13	18..30	30..50	50..80	80..120	6..10	10..18	18..30	30..50	50..80	80..120
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Установка в пристосуванні з гвинтовими або ексцентриковими затисками												
Шліфування	60	70	80	90	100	110	20	30	40	50	60	70
Чисто оброблене, лиття під тиском	70	80	90	100	110	120	30	40	50	60	70	80
Попередньо оброблена, лиття за виплавленими моделям або в оболонкові форми	80	90	100	110	120	130	40	50	60	70	80	90

Продовження табл.25

Продовження табл. 25

Лиття в постійну форму		100	110	120	130	140	55	60	70	80	90	100
Лиття у піщану форму машинної формовки по металічним моделям, штамповка, гарячекатана заготовка	90	100	125	150	175	200	90	100	110	120	135	150
Установка в пристосуванні з пневматичним приводом												
Шліфування	35	40	50	55	60	70	15	20	25	30	40	50
Чисто оброблена, лиття під тиском	55	70	65	70	80	100	25	30	35	40	50	60
Попередньо оброблена, лиття за виплавленими моделями або в оболонкові форми.	65	80	75	80	90	110	35	40	50	55	60	70
Лиття в постійну форму		90	90	100	110	120	50	55	60	65	70	80
Лиття у піщану форму машинної формовки по металічним моделям, штамповка, гарячекатана заготовка.	70		100	120	140	160	70	80	90	100	110	120

**Таблиця 26 – Похибка встановлення заготовок на верстатах
з вивіркою за циліндричною поверхнею**

Засіб встановлення	Метод вивірки	Похибка встановлення, мм деталей		
		Дрібних	Середніх	Великих
На центрах та хрестовинах що регулюються	З обох кінців у вертикальній та горизонтальній площинах та на биття	-	-	-
В чотирьох кулачковому патроні та на задньому центрі	З боку патрона по висоті та на биття	-	-	-
В чотирьох кулачковому патроні та на нерухомому люнеті	З обох кінців у двох площинах та на биття	0,5..1,0 0,02.. 0,04	1,0..1,5 0,03... 0,06	2,0..3,0 0,05... 0,08
В чотирьох-кулачковому патроні	За зовнішнім та внутрішнім діаметром та торцю	-	-	-
На кутнику за розміткою	За діаметром та торцем	-	-	-

Примітка. Розміри похибок, що вказані у чисельнику, відносяться до вивірки голкою по необробленій (більші значення) або грубо обробленій (менші значення) поверхням. В знаменнику приведені значення похибок вивірки за допомогою індикатора по поверхні, що оброблена чистовим точінням.

Таблиця 27 – Точність патронів з незалежним переміщенням кулачків і комбінованих.

Зовнішній діаметр патрону, мм, вище	Відхилення від площини торцевої поверхні патронів, мкм	Биття торцевої опорної поверхні патронів, мкм
130	15	20
200	20	25
320	25	30
500	32	40

Таблиця 28 – Похибка установки заготовок на столі верстату з вивіркою по плоскій поверхні.

Метод вивірки	Похибка установки, мм, для розмірів поверхонь, м			
	До 10	10...30	30...60	>60
За розміткою голкою	0.5	1.0	2.0	3.0
За попередньо обробленим поверхні індикатором	0.15	0.2	0.4	0.6
По чисто обробленим поверхні індикатором	0.05	0.08	0.10	0.15

Таблиця 29 – Допуск на діаметри валів, отворів та лінійних розмірів, мм.

Інтервал розмірів	Квалітети точності										
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
До 3	0,006	0,010	0,014	0,025	0,040	0,060	0,100	0,140	0,250	0,400	0,600
>6	0,008	0,012	0,018	0,030	0,048	0,075	0,120	0,180	0,300	0,480	0,750
6 до 10	0,009	0,015	0,022	0,036	0,058	0,090	0,150	0,220	0,360	0,580	0,900
10 до 18	0,011	0,018	0,027	0,043	0,070	0,110	0,180	0,270	0,430	0,700	1,100
18 до 30	0,013	0,021	0,033	0,052	0,084	0,130	0,210	0,330	0,520	0,840	1,300
30 до 50	0,016	0,025	0,039	0,062	0,100	0,170	0,250	0,390	0,620	1,00	1,600
50 до 80	0,019	0,030	0,046	0,074	0,120	0,190	0,300	0,460	0,740	1,200	1,900
80 до 120	0,022	0,035	0,054	0,087	0,140	0,220	0,350	0,540	0,870	1,470	2,200
120 до 180	0,025	0,40	0,063	0,100	0,160	0,250	0,400	0,630	1,00	1,600	2,500
180 до 250	0,029	0,046	0,072	0,115	0,185	0,290	0,460	0,720	1,500	1,860	2,900
250 до 315	0,032	0,052	0,081	0,130	0,210	0,320	0,520	0,810	1,300	2,100	3,200
315 до 400	0,036	0,057	0,089	0,140	0,230	0,360	0,570	0,890	1,400	2,300	3,600
400 до 500	0,040	0,063	0,097	0,155	0,250	0,400	0,630	0,970	1,550	2,500	4,000
500 до 630	0,044	0,070	0,110	0,175	0,280	0,440	0,600	1,100	1,750	2,800	4,400
630 до 800	0,050	0,080	0,125	0,200	0,320	0,500	0,800	1,250	2,000	3,200	5,000
800 до 1000	0,055	0,090	0,140	0,230	0,360	0,560	0,900	1,400	2,300	3,600	5,600
1000 до 1250	0,066	0,105	0,165	0,260	0,420	0,660	1,050	1,650	2,600	4,200	6,600
В обмін класів точності	A ₁ , B	A ₂ , B ₂	A2a, A3	B ₃	A _{3a} , B _{3a}	A ₄ , B ₄	A ₅ , B ₅		A ₇ , B ₇	A ₈ , B ₈	A ₉ , B ₉

Таблиця 30 – Нормальні технологічні розміри.

Інтервал розмірів	Допустимі відхилення розмірів									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
До 30	0,0	(0,1)	0,2	0,3		0,5	(0,6)	0,7	0,8	
>30 до 50	0,0		0,2		0,4	0,5		0,7		0,9
>50 до 120	0,0		(0,2)	0,3		0,5		(0,7)	0,8	
>120 до 360	0,0			0,3		0,5			0,8	
Діаметри отворів та інші розміри що охоплюються, мм										
До 6	0,0			0,3		0,5			0,8	
>6 до 50	0,0		0,2	0,3		0,5		0,7	0,8	
>50 до 80	0,0	0,1		0,3		0,5	0,6		0,8	
>80 до 180	0,0		0,2			0,5		0,7		

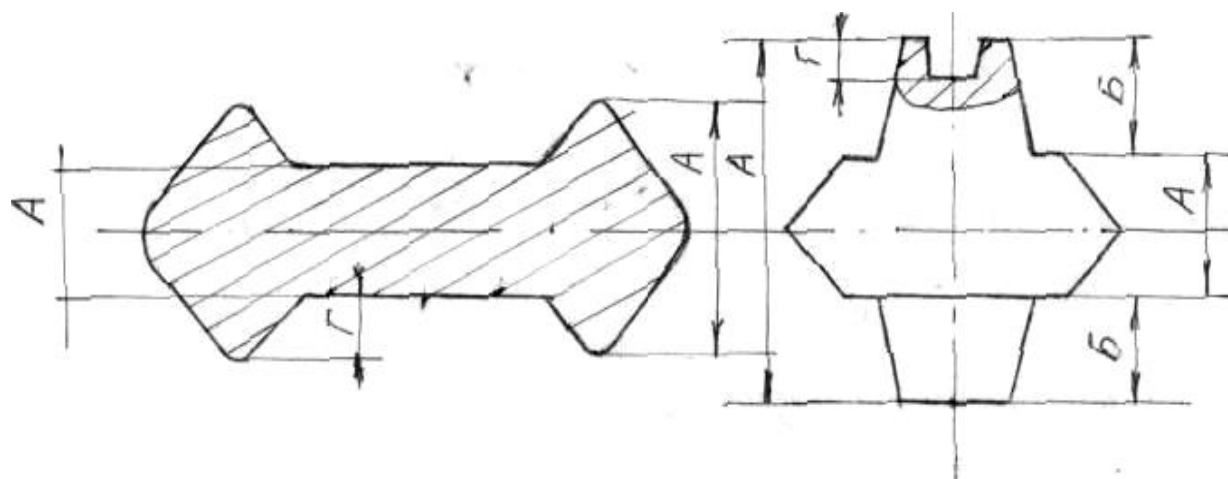
Примітка. 1. Розміри, вказані в дужках, можна використовувати тільки на останніх операціях.

2. Технологічні розміри, назначені на операціях: довідних, тонкого точіння та розточування, підготовки поверхні з покриттям, зуборізних і зв'язаних зі зняттям цементованого шару – не охоплюється даними таблицями.

3. Вимоги не обов'язкові також для лінійних операційних розмірів, які отримуються на основі рішення розмірних ланцюгів, а також розмірів, які безпосередньо не витримуються при обробці.

4. Ті показники технологічних розмірів, які не увійшли в таблицю округлюють до порядку допуску.

Таблиця 31 – Допуски на вертикальні розміри штампованих заготовок.



Площина проекції на площину рознімання, см ²	Для заготовок з алюмінієвих і магнієвих сплавів на розміри типа				Для заготовок з сталі і титанових сплавів			
	А		Б, Г		А		Б, Г	
	Відхилення, мм							
	Верх.	Ниж.	Верх.	Ниж.	Верх.	Ниж.	Верх.	Ниж.
До 16	+0,5	-0,3	+0,15	-0,15	+0,6	-0,3	+0,15	-0,20
16...25	+0,6	-0,3	+0,15	-0,20	+0,7	-0,4	+0,20	-0,25
25...40	+0,7	-0,4	+0,20	-0,25	+0,9	-0,4	+0,20	-0,30
40...80	+0,9	-0,5	+0,25	-0,30	+1,1	-0,6	+0,30	-0,40
80...160	+1,1	-0,6	+0,30	-0,40	+1,4	-0,7	+0,35	-0,50
160...320	+1,4	-0,7	+0,35	-0,50	+1,8	-0,9	+0,45	-0,60
320...480	+1,8	-0,9	+0,45	-0,65	+2,1	-1,1	+0,55	-0,70

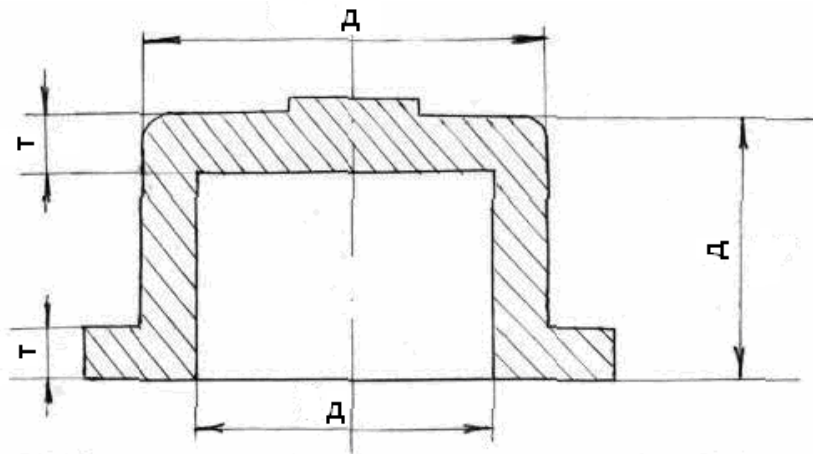
Таблиця 32 – Допуски горизонтальні (паралельні площині рознімання)
розміри штампованих заготовок.

Розміри штампованих заготовок(діаметр, довжина або ширина), мм	Для заготовок з алюмінієвих і магнієвих сплавів на розміри типа				Для заготовок з сталі і титанових сплавів			
	Залежно від зносу штамп		Не залежно від зносу		Залежно від зносу штамп		Не залежно від зносу	
	Верх	Ниж.	Верх	Ниж.	Верх	Ниж.	Верх	Ниж.
До 16	+0,4	-0,2	±0,15	+0,5	-0,3	-0,3	±0,20	±0,20
16...25	+0,6	-0,3	±0,15	+0,6	-0,4	-0,4	±0,20	±0,20
25...40	+0,7	-0,4	±0,15	+0,7	-0,5	-0,5	±0,20	±0,20
40...60	+0,8	-0,5	±0,20	+0,9	-0,6	-0,6	±0,30	±0,30
60...100	+0,9	-0,6	±0,30	+1,1	-0,7	-0,7	-0,7	±0,35
100...160	+1,1	-0,7	+0,5	+1,3	-0,9	-0,9	±0,50	±0,50
160...250	+1,4	-0,9	±0,7	+1,6	-1,1	-1,1	±0,80	±0,80
250...360	+1,8	-1,1	±0,9	+1,8	-1,3	-1,3	±0,90	±0,90
360...500	+2,1	-1,4	±1,1	+2,1	-1,6	-1,6	±1,10	±1,10

Примітка. Відхилення на розміри отворів та виточок приймати з зворотнім знаком.

Таблиця 33 – Допустимі відхилення (\pm) на розміри чавунних та сталевих відливок.

Найбільші габаритні розміри, відливки, мм	Номинальні розміри							
	До 50	50... 120	120... 260	260... 500	500... 800	800... 1250	1250... 2000	2000... 3150
1 – й клас точності								
До 120	0,2	0,3						
120...260	0,3	0,4	0,6					
260...500	0,4	0,6	0,8	1,0				
500...1250	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6		
1250...3150	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0
2 – й клас точності								
До 260	0,5	0,8	1,0					
260...500	0,8	1,0	1,2	1,5				
500...1250	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0		
1250...3150	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
3 – й клас точності								
До 500	1,0	1,5	2,0	2,5				
500...1250	1,2	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0		
2150...3150	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0	6,0	7,0	9,0



Таблиця 34 – Допустимі відхилення (\pm) на відливок з металів та сплавів.

Найбільший габаритний розмір заготовки, мм	Лиття під тиском		Лиття за виплавленими моделям		Лиття в кокілі і в оболонкові форми		Лиття в кокілі з піщаними стержнями		Лиття в піщані форми при машинній формовці		Лиття в піщані форми при ручній формовці	
	Відхилення (±) на розміри, мм											
	Д	Т	Д	Т	Д	Т	Д	Т	Д	Т	Д	Т
До 60	0,12	0,10	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	1,2
60...100	0,15	0,12	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2
100...160	0,2	0,15	0,4	0,3	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,2	1,2	1,5
160...250	0,3	0,2	0,5	0,4	0,6	0,6	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5
250...400	0,4	0,3	0,6	0,4	0,8	0,7	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4	1,5
400...630			0,8	0,5	1,0	0,8	1,2	1,0	1,4	1,3	1,7	1,7
630...1000					1,2	0,9	1,5	1,2	1,7	1,5	2,0	1,7
1000...1250					1,5	1,0	1,7	1,2	2,0	1,5	2,3	2,0
1250...1600							2,0	1,2	2,4	1,5	2,7	2,0
1600...2000							2,5	1,4	2,8	1,8	3,1	2,3

Таблиця 35 – Граничне відхилення на розмір гарячекатаної круглої сталі.

Діаметр, мм	Граничні відхилення при точності прокатки, мм			Діаметр, мм	Граничні відхилення при точності прокатки, мм		
	Високої.	Підвищ.	Звичайн.		Високої.	Підвищ.	Звичайн.
5...9	+0,1 -0,2	+0,2 -0,5	+0,3	80...90	+0,3 -1,1	+0,3 -1,3	+0,5 -1,3
10...19	+0,1 -0,3	+0,2 -0,5	-0,5	100...115		+0,4 -1,7	+0,6 +1,7
20...25	+0,2 -0,3	+0,2 -0,5	+0,4 -0,5	120...150		+0,6 -2,0	+0,8 -2,0
26...48	+0,2 -0,5	+0,2 -0,7	+0,4 -0,7	160...200			+0,9 -2,5
50...58	+0,2 -0,8	+2,0 -1,0	+0,4 -1,0	210...250			+1,2
60...67	+0,3 -0,9	+0,3 -1,1	+0,5 -1,1				

Ковалевський Сергій Вадимович
Ямпольський Микола Григорович
Борисенко Юрій Борисович
Тулупов Володимир Іванович

**Визначення припусків
розрахунково-аналітичним методом
з дисципліни "Технологія машинобудування"**

(для студентів спеціальностей 7.090202 та 7.090203 денної та заочної
форм навчання)

Редактор Ірина Іванівна Дьякова

Підписано до друку
Ризогр. друк Умов друк. Арк..

Формат 60x84/16,
Обл. -вид. арк.

Тиражприм Замовлення №

.....
ДДМА. 84313, м. Краматорськ, вул.. Шкадінова, 72