

621.81(075)  
Д, 84

Ж.П. Дусанюк, С.В. Дусанюк

**ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЗАГОТОВОК  
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

3578, 44

Міністерство освіти та науки України  
Вінницький національний технічний університет

Ж.П. Дусанюк, С.В. Дусанюк

## ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН

НТБ ВНТУ



3578-47

621.81(075) Д 84 2004

Дусанюк Ж.П. Проектування та виробництво

Затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету як лабораторний практикум для студентів напрямів підготовки 090202-02 – "Технологія машинобудування", 090202-03 – "Металорізальні верстати та системи" всіх спеціальностей. Протокол №4 від 27 листопада 2004р.

Вінниця ВНТУ 2004

Рецензенти:

*Р.Д. Іскович - Лотоцький.* доктор технічних наук, професор

*В.Ф. Анісімов.* доктор технічних наук, професор

*Ю.І. Муляр.* кандидат технічних наук, доцент

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти та науки України

**Ж.П. Дусанюк, С.В. Дусанюк**

**Д84 Проективання та виробництво заготовок деталей машин.**

Лабораторний практикум. - Вінниця: ВНТУ, 2003. – 91 с.

Посібник містить цикл лабораторних робіт з ливарного виробництва. Розглядаються різні способи лиття та методика аналізу точності виготовлених заготовок.

Посібник розроблений у відповідності з планом кафедри.

УДК 621(07)



## Виробництво литих заготовок деталей машин

Серед різноманітних видів виробництва, що використовуються для одержання заготовок деталей в машинобудуванні найважливіше місце належить ливарному виробництву. Приблизно 70 % (за масою) заготовок одержують литтям, а в деяких галузях машинобудування, наприклад, у верстатобудуванні, 90-95 %. Це пояснюється тим, що литтям можна одержати деталі масою від декількох грамів до сотень тонн з товщиною стінки 0,5... 500 мм і більше, з розмірами від декількох міліметрів до десятків метрів найскладнішої форми, яку неможливо одержати іншими методами і з різних сплавів (пластичних або крихких). Литтям можна одержати заготовку, максимально наближену за формою до готової деталі, що значно скорочує витрати металу і об'єм механічної обробки. Не дивлячись на велику масу відлитих заготовок в порівнянні, наприклад, зі звареними, їх виготовлення в багатьох випадках обходиться дешевше і забезпечує високу якість.

Перед народним господарством країни стоїть задача: економно використовувати ресурси у всіх галузях, застосовувати високопродуктивні матеріалозберігаючі маловідходні і безвідходні технології, що безперечно пов'язано з подальшим розвитком ливарного виробництва. Перспектива розвитку ливарного виробництва викликана широким використанням в авіації, суднобудуванні, приладобудуванні, радіоелектроніці, ракетобудуванні і атомній енергетиці виливків із тугоплавких сплавів. Великий попит на лиття спостерігається в зв'язку з розвитком хімічного машинобудування, де широко використовуються важкооброблювані жароміцні і корозійностійкі сплави. На сьогоднішній день у важкому машинобудуванні починає широко впроваджуватися нова, практично безвідходна технологія - електрошлакове лиття, яка дозволяє одержати деталі, що часто не потребують механічної обробки з високою якістю металу, з щільною структурою і високою хімічною однорідністю.

Подальше удосконалення технології ливарного виробництва, механізації і автоматизації всіх процесів, опанування і впровадження прогресивних способів скоротять механічну обробку виливків, знизять їх вартість і розширять область використання ливарного виробництва в промисловості.

Цикл лабораторних робіт з ливарного виробництва має мету познайомити студентів із способами лиття, які забезпечують різну точність одержання заготовок деталей машин, є різними за трудомісткістю і матеріаломісткістю, мають різний рівень прогресивності.

# Лабораторна робота № 1

## Виготовлення заготовок литтям в піщані форми

Мета роботи - вивчення і практичне ознайомлення з технологією і оснащенням для виготовлення заготовок литтям в піщані форми, з формуванням піщаних форм і стержнів, заливанням металу, вибивкою і очищенням заготовок.

Робота виконується на базі обладнання і оснащення ливарного цеху заводу.

### Короткі теоретичні відомості

Лиття в піщані форми - найбільш універсальний і розповсюджений спосіб виготовлення заготовок в разових формах. Він використовується в індивідуальному (одиничному), серійному і навіть масовому виробництвах. Литтям в піщані форми при ручному формуванні виготовляють великі, середньогабаритні та дрібні заготовки в індивідуальному і дрібносерійному виробництві. Машинне приготування робочих сумішей, формування, механізоване і автоматизоване наповнення опок сумішшю, її ущільнення, вилучення моделей з форми, складання і транспортування форм, дає можливість застосувати лиття в піщані форми в серійному і масовому виробництвах. Використання роботизованих і автоматизованих ліній, ліній з програмним керуванням виробничим процесом забезпечує високу якість заготовок, поліпшені умови праці і високу продуктивність обладнання. Технологічний процес виготовлення виливка складається з різних етапів, які виконуються у відповідних відділеннях ливарного цеху.

Для виготовлення піщаної форми використовують модельний комплект, опоче оснащення і формувальні матеріали. В модельний комплект входять:

модель або модельні плити, стержньові ящики, моделі ливниково-живильної системи (випори, прибутки). Модель - це прототип виливка, що призначений для одержання в піщаній формі відбитка, який відповідає зовнішній конфігурації виливка і знакам стержнів. Якщо виливок виготовляється без застосування стержнів, то модель не має знакових частин.

Стержньові ящики використовуються для виготовлення стержнів, які забезпечують одержання у виливках внутрішніх порожнин.

В якості прикладу на рис. 1 приведений процес виготовлення разової піщаної форми для виливка втулки (рис.1, а). Ливарну форму (рис.1, г) виготовляють ручним формуванням в двох опоках (металевих рамках): нижній - 3 і верхній - 4, в яких ущільнюють формувальну суміш 10.

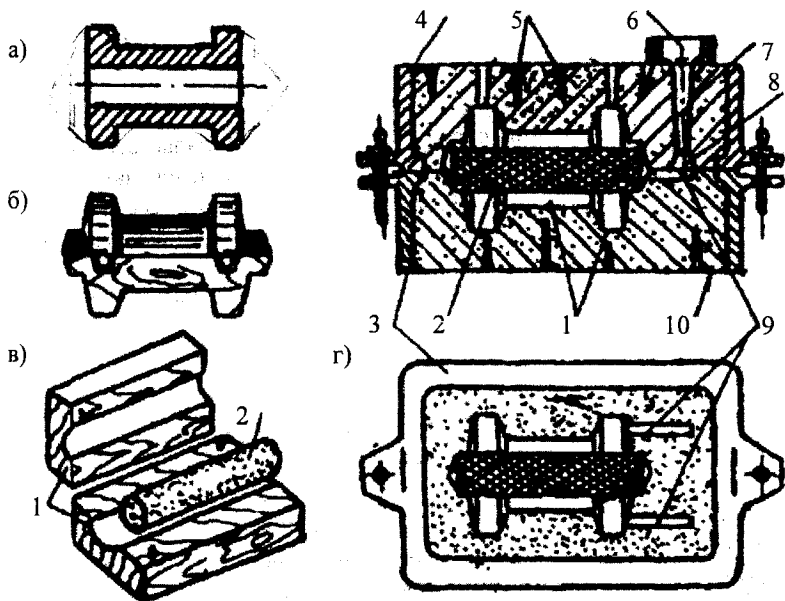


Рисунок 1 – Процес виготовлення виливка литтям в піщані форми

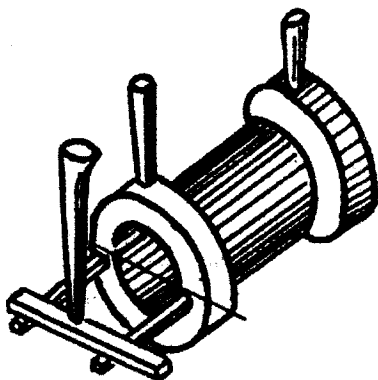


Рисунок 2 – Зразок виливка, одержаного литтям в піщані форми

Порожнина форми 1 має конфігурацію моделі втулки (рис.1, б). Для одержання отвору у втулці в формі використовують стержень 2, виготовлений із стержнєвої суміші в стержнєвому ящику 1 (рис.1, в). За розмірами стержень довший, ніж отвір втулки, оскільки стержень має додаткові частини – знаки, за допомогою яких він встановлюється і фіксується в формі.

Щоб наповнити порожнину форми рідким металом, в формі виконують систему каналів – ливникову систему (рис.1, г), що складається із чаші 6, стояка 7, шлакоуловлювача 8 і живильника 9. Повітря, що знаходиться в порожнині форми, витискується при її заливанні металом через канали 5 – випори, які роблять на найвищих ділянках порожнини форми спеціальним інструментом - шомполом.

Для виконання в робочій порожнині форми каналів для заливання металу і виходу повітря застосовують модель ливникової системи і випорів.

На рис.1 б показана модель виливка втулки, яка для зручності формування виготовлена роз'ємною, складеною з двох частин - нижньої і верхньої. Половини моделі з'єднуються між собою шипами. За формою модель відповідає зовнішній конфігурації виливка і знакам стержня. Для полегшення виймання моделі форми на вертикальних стінках виконують формувальні нахили. Гострі кути з'єднаних стінок роблять спряженими радіусами-галтелями. Зібрану форму заливають металом. Після затвердіння металу форму розбивають, вилучають виливок, виймають з виливка стержень. Після цього виливок обрубують, відділяють ливникову систему і випори, очищають від пригорілої формувальної суміші, піддають термічній обробці і передають на механічну обробку.

Одержаний виливок зображений на рис. 2.

При виготовленні ливарної форми машинним способом використовують металеві модельні плити, які роблять збірними або цільнолитими. В першому випадку модель виготовляють окремо, а потім монтують на плиті, в другому випадку модель і плиту виготовляють як одне ціле. На модельних плитах разом з моделями виливків закріплюють моделі елементів ливникової системи. На рис. 3а показана нижня, а на рис.3б - верхня модельні плити.

Формувальні матеріали, що призначені для приготування формувальних і стержнєвих сумішей, діляться на основні (пісок, глина) і допоміжні (вугілля, торф, стружка та інші). Вони поліпшують спеціальні властивості сумішей. Основні вимоги, яким вони повинні відповідати: вогнетривкість, пластичність, міцність, газопроникність, податливість, непригорання, негігроскопічність, довговічність, дешевизна і не дефіцитність. Глина та пісок - це наповнювачі; кам'яновугільний пил,

тальк та графіт - протипригарні елементи; маршаліт, магнезит та цирконій - фарбники.

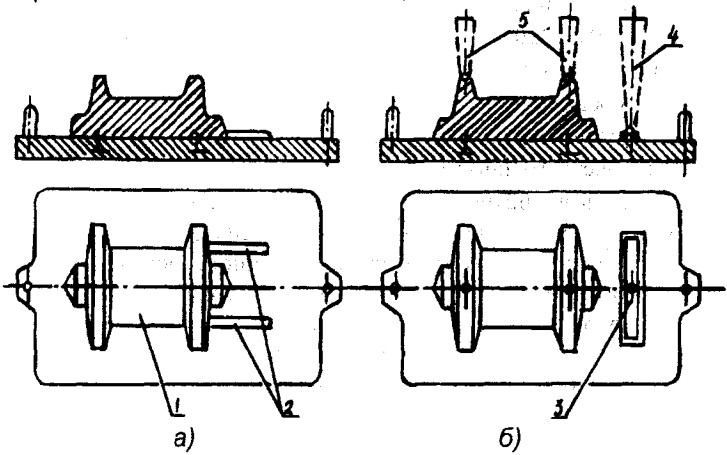


Рисунок 3 – Модельні плити для одержання піщаних форм

У стержньових сумішах замість глини використовують оксоль, рідке скло, смоли, декстрин, патоку з додаванням дерев'яного трачіння і торфу, які вигоряючи, підвищують пористість і податливість сумішей. Для виготовлення моделей стержньових ящиків використовують бук, березу, клен, рідше сосну та ялицю. При машинному формуванні моделі і підмодельні плити виготовляють з металу.

Для виготовлення опок використовують сталь, чавун і легкі сплави. Послідовність технологічного процесу одержання виливків в разові піщані форми така:

1. Виготовлення моделі і стержньових ящиків.
2. Підготовка вихідних формувальних матеріалів.
3. Приготування формувальних і стержньових сумішей.
4. Виготовлення напівформ і стержнів.
5. Сушіння (затвердіння) напівформ і стержнів.
6. Складання форми.
7. Заливання металу (допоміжні операції - підготовка вихідних шихтових матеріалів, виплавка сплаву, позапічна обробка розплав).
8. Затвердіння сплаву, охолодження виливків у формі.
9. Вибивка виливків з форми.
10. Відділення ливників, очищення поверхні, вилучення стержнів.
11. Термообробка.
12. Повторне очищення поверхні.
13. Контроль виливка.



Литтям в піщані форми можна одержувати виливки з шорсткістю поверхні  $R_z = 320 - 40$  мкм і точністю 17-14 квалітетів. Якщо форма виготовлена із звичайної піщано-глинистої суміші, то шорсткість поверхні виливка перевищує  $R_z = 320 - 160$  мкм, якщо використовується піщано-масляна суміш -  $R_z = 320 - 80$  мкм, при використанні хромомагнетитових сумішей шорсткість поверхні виливка може бути  $R_z = 80 - 20$  мкм.

На якість виливків впливають такі фактори, як температура рідкого сплаву, час заповнення форми рідким сплавом, ступінь заповнення ливникової системи, висота струменя, точність форми і її розмірів. Для поверхневого легування виливків використовують покриття ливарної форми легуючими елементами. Такі карбідоутворювальні легуючі елементи (вуглець, телур, марганець) підвищують зносостійкість форми і усувають пухкість виливків, графітизуючі легуючі елементи (кремній, титан, алюміній) усувають відбілювання, зменшують залишкові напруження та поліпшують механічну оброблюваність виливків.

Брак виливків: недостатня точність форми, розмірів, взаємного розташування поверхонь, газові та повітряні порожнини, піскові і шлакові вclusions, пригорання, тріщини, заливи, недоливи, жолоблення.

Для усунення деяких видів браку використовуються такі операції, як зварювання, наплавлення, замазування, просочування. Але для попередження браку потрібно усувати причини його появи.

### Зміст і порядок виконання роботи

1. Ознайомлення з правилами внутрішнього розпорядку на території заводу і ливарного цеху. Інструктаж з техніки безпеки.
2. Вивчення конструкцій деталей (креслення і зразки готових деталей).
3. Вивчення дерев'яних моделей (креслення і зразки моделей).
4. Вивчення конструкцій виливка (креслення і зразки виливків).
5. Ознайомлення з обладнанням, прийомами роботи і виробами модельного цеху (екскурсія з демонстрацією).
6. Ознайомлення з технологією і обладнанням відділення для приготування суміші.
7. Виготовлення піщаних стержнів і форм (практична робота).
8. Знайомство з ручним формуванням по дерев'яних моделях.
9. Знайомство з машинним формуванням в металеві опоки, складанням форм, підготовкою і заливанням металу, ручною та механізованою вибивкою опок (демонстрація процесу).

## Зміст звіту

1. Мета і зміст роботи.
2. Ескіз деталі, моделі, виливка.
3. Послідовність операцій виготовлення виливка.
4. Власні спостереження і висновки по роботі у відповідності зі змістом роботи і контрольних питань.

### Питання для самоконтролю

1. Основні операції виготовлення виливків в піщані форми.
2. Оснащення для виготовлення піщаних форм.
3. Формувальні суміші, склад, приготування.
4. Формування ручне і машинне.
5. Виготовлення стержнів і напівформ, складання форм.
6. Підготування і заливання металу.
7. Вибивка і очистка виливків, відділення ливникової системи.
8. Дефекти виливків і причини, що їх викликають.
9. Області застосування лиття в піщані форми.
10. Переваги і недоліки одержання заготовок литтям в піщані форми.
11. Якість заготовок, одержаних литтям в піщані форми.

## Лабораторна робота № 2

### Виготовлення заготовок литтям за виплавними моделями

Мета роботи - вивчення і практичне ознайомлення з технологією, обладнанням та оснащенням для виготовлення заготовок литтям за виплавними моделями.

Робота виконується на базі обладнання і оснащення ливарного цеху заводу.

### Короткі теоретичні відомості

Одержання заготовок деталей машин литтям за виплавними моделями є литтям в разові форми. Цей спосіб використовується для виготовлення складних і точних заготовок практично із будь-яких сплавів. Особливо широке застосування знаходить він для одержання заготовок деталей з жароміцних або спеціальних сталей, важкооброблюваних сплавів. Маса заготовок може бути від десятків грамів до сотні кілограмів. Спосіб досить трудомісткий, вимагає значних матеріальних витрат. Однак його

застосування в багатьох випадках виправдано. Висока точність і якість поверхонь заготовок дозволяють зменшити припуски на механічну обробку, звести їх до мінімуму, або взагалі усунути. Це дає можливість скоротити матеріаломісткість заготовок, одержати економію металу, зменшити кількість металооброблювального обладнання і робітників, що його обслуговують в механічних цехах.

Особливо ефективно застосування цього способу в умовах масового, серійного виробництва.

Суть способу лиття за виплавними моделями полягає в тому, що у форму, яка є нероз'ємною керамічною вогнетривкою оболонкою заливається розплавлений метал. Він заповнює порожнину форми, утворюючи її точну копію, що відповідає формі заготовки. Метал застигає, оболонка розрушається і вилучається вилівок. Вогнетривка оболонка виготовляється по моделі із легкоплавкої речовини, яка вилучається нагріванням.

Технологія способу лиття за виплавними моделями – багатоперіодична. Основними операціями є:

1. Виготовлення одноразової нероз'ємної моделі самого вилівка, а також виготовлення одноразової моделі ливниково-живильної системи.

Моделі одержують із матеріалів, які легко плавляться, згорають чи розчиняються. Найбільш часто застосовують модельні суміші на основі парафіну і стеарину, а також церезину, воску та інших компонентів, що легко плавляться ( $t^{\circ}=50-100^{\circ}\text{C}$ ).

Разом з тим температура їх розм'якшення перевищує температуру виробничого приміщення ( $t^{\circ}=30^{\circ}\text{C}$ ).

Виплавну модель вилівка одержують шляхом заповнення металевої прес-форми рідким або пастоподібним модельним складом. В першому випадку прес-форму заповнюють вільним заливанням, в другому - запресовують пастоподібну суміш, що змішана з 8-20 % повітря. В прес-формах модельна суміш затвердіває і застигає.

Моделі ливниково-живильної системи виготовляють аналогічно.

2. Складання моделей в один блок. Модель вилівка з'єднують з окремо виготовленими виплавними моделями ливниково-живильної системи в блок. Моделі одержані в одномісних пресформах припаюють паяльником.

Якщо заготовки деталей дрібні, то вони припаюються до одного центрального стояка і утворюють так звану "ялинку".

3. Виготовлення суспензій із скріплювального і пилевидного вогнетривкового наповнювача.

Найбільш поширений гідролізований етил-силікат  $[(C_2H_5O_4) \cdot SiO_2]$ . До цього розчину додають 60-70 % кварцового пилю, ретельно перемішують цю масу до утворення однорідної суспензії.

4. Формування на модельних блоках вогнетривкої оболонки. Підготовлені моделі або блоки моделей занурюють у вогнетривку суспензію, виймають їх, після стікання суспензії моделі обсипають сухим, дрібним кварцовим піском або кварцовою мукою. Одержане вогнетривке покриття висушують на повітрі протягом 2-3 годин або в атмосфері аміаку протягом 20 хвилин. Операцію занурення та обсипання повторюють 4-6 разів так, щоб загальна товщина оболонки навколо моделі була 3-4 мм (не більше 5-6 мм). Перший шар обсипають піском, розмір частинок якого 0,2-0,315 мм, наступні шари великозернистим піском.

При виготовленні великих виливків на модельному блоці формують більше 12 шарів.

5. Відділення моделей від оболонки без руйнування її цілості. Після кінцевої просушки (10-12 год) форми вміщують у ванни з гарячою (95°-100°C) водою, де з форм виплавляється модельна речовина. Вилучення речовини відбувається на 95 %.

6. Зміцнення оболонки прожарюванням.

Після висушування форм їх вставляють в металеві ящики (опоки), засипають опорним наповнювачем (кварцовим дрібним піском) і вміщують в піч з температурою 800 -1100°C, де відбувається повне спікання оболонки і вигорання залишків модельної речовини. В масовому виробництві оболонки заформовують опорним наповнювачем після їх попереднього обпалювання.

7. Заливання металу в форми.

Після виймання з печі форми заливають рідким металом (температура форми  $t^{\circ}=800^{\circ}C$ ). Заливання в гарячу форму підвищує рідкоплинність металу. Заготовки одержують без пригару.

8. Відділення оболонки і ливникової системи.

Після охолодження виливків їх вибивають з форми на решітках. Опорний наповнювач просипається через решітку, а блок виливків після подальшого охолодження піддають попередньому очищенню.

При виготовленні дрібних виливків операція попереднього очищення суміщається з операцією відділення ливникових систем. Ливникові системи великих виливків відділяються на металорізальних верстатах, пресах.

При попередньому очищенні і відділенні виливків оболонка відділяється з зовнішніх поверхонь, але вона міцно задержується в отворах, внутрішніх порожнинах. Залишки керамічної оболонки, що складають 10 % від початкової кількості, відділяють при кінцевому

очищенні. Для цього застосовують звичайні механічні методи (на вібраційному устаткуванні), а також хімічне очищення в розчинному середовищі. Стальні та чавунні виливки очищають в 45-55 % водних розчинах NaOH, KOH, нагрітих до 150 °С чи в розчинах лугів при 500°С. Керамічна оболонка руйнується за рахунок взаємодії SiO<sub>2</sub> з лугом, утворюючи силікати натрію чи калію. Для інтенсифікації очищення процес об'єднується з механічним очищенням в галтувальних барабанах. Після очищення в лугових розчинах виливки промивають в гарячій воді, далі поміщають в водний розчин соди і після цього сушать. При необхідності вводять термічну обробку.

На рис.4 приведенний типовий процес виготовлення виливків даним способом.

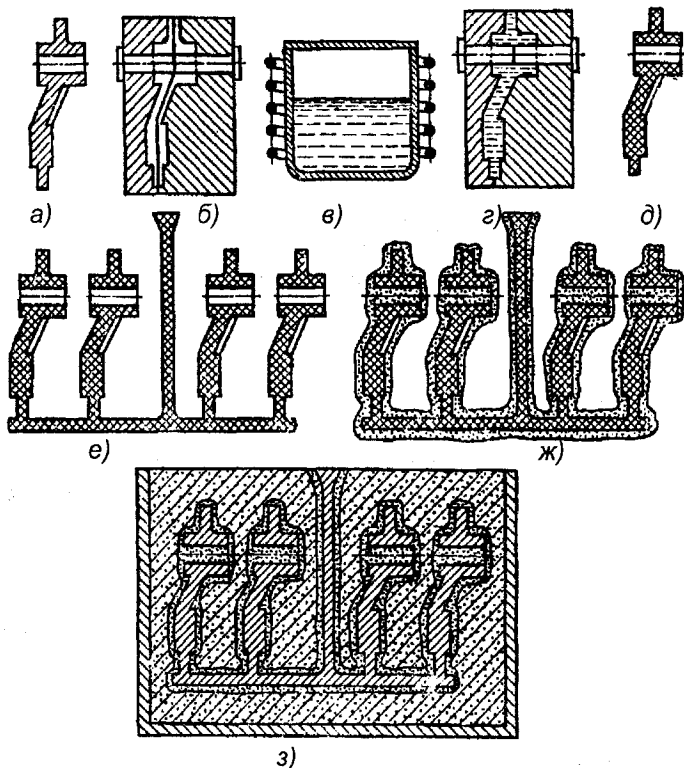


Рисунок 4 – Послідовність виготовлення виливків литтям за виплавними моделями: а - виливок; б - прес-форма; в - електропіч для розплаву легкоплавкого сплаву; г - прес-форма, заповнена легкоплавким сплавом; д - легкоплавка модель; е - легкоплавкі моделі з ливниковою системою; ж - легкоплавкі моделі з нанесеним шаром вогнетривкого матеріалу; з - заформовані легкоплавкі моделі

Відсутність роз'єму форми забезпечує підвищену точність маси і розмірів виливка - 11-14 квалітети, а формування дрібнозернистого вогнетривкого наповнювача - високу чистоту поверхні  $Rz = 40 - 10$  мкм і навіть  $Rz = 20 - 10$  мкм.

Переваги:

Заливання в гарячі форми покращує їх заповнюваність металом. При цьому стає можливим одержання складних за конфігурацією виливків масою від декількох грамів до сотні кілограмів із стінками товщиною 0,6 - 5 мм і розмірами до 1 м.

- Внаслідок повільного застигання металу в формі покращується живлення виливків за рахунок більшого розвитку фільтрацій розплаву із ливниково-живильної системи, але укрупнюється структура.

- Негазотворність оболонки після обпалювання попереджує у виливках утворення газових раковин.

- Модель і оболонкова форма не мають роз'єму і знакових частин, що підвищує якість і точність.

Недоліки:

- Підвищена температура заливання і застосування попередньо нагрітих форм приводять до зниження механічних властивостей і сприяє утворенню більш глибокого безуглецевого шару на поверхні виливків.

- У виливків із титанових сплавів підвищена твердість поверхневого шару товщиною 0,2 - 2,0 мм.

- Лиття за виплавними моделями є найбільш довгим і трудомістким технологічним процесом серед всіх способів лиття.

## Зміст і порядок виконання роботи

1. Інструктаж з техніки безпеки в цеху.
2. Вивчення конструкції деталі (креслення і зразки готових деталей).
3. Вивчення технологічного процесу виготовлення заготовки.
4. Ознайомлення з обладнанням, приййомами роботи.
5. Вивчення конструкції виливка, порівняння його з конструкцією готової деталі.

1. Мета і зміст роботи.
2. Ескіз деталі, моделі, виливка.
3. Послідовність операцій виготовлення виливка з ескізами.
4. Власні спостереження і висновки по роботі у відповідності із змістом роботи і контрольних питань.

### Питання для самоконтролю

1. Суть одержання заготовок способом лиття за виплавними моделями.
2. Основні операції виготовлення виливків за виплавними моделями.
3. Доцільність і області застосування способу одержання заготовок литтям за виплавними моделями.
4. Матеріали, що використовуються для виготовлення моделей заготовок при литті за виплавними моделями.
5. Обладнання, за допомогою якого одержують моделі заготовок при литті за виплавними моделями і процес їх виготовлення.
6. Виготовлення моделей ливниково-живильної системи.
7. Виготовлення форми для заливання металу.
8. Виготовлення заготовок литтям за виплавними моделями, їх очищення.
9. Якість заготовок одержаних литтям за виплавними моделями.
10. Переваги і недоліки одержання заготовок литтям за виплавними моделями.

## Лабораторна робота №3

### Виготовлення заготовок литтям в металеву форму (кокіль)

Мета роботи - вивчення і практичне ознайомлення з технологією і оснащенням та обладнанням для виготовлення заготовок литтям в металеву форму (кокіль), набуття практичних навиків в призначенні припусків на механічну обробку, розмірів, норм точності.

Робота виконується на базі обладнання і оснащення ливарного цеху заводу.

### Короткі теоретичні відомості

Кокілем називають металеву ливарну форму з чавуну, сталі чи алюмінієвих сплавів, порожнина якої заповнюється розплавом під дією сили тяжіння. Сплав заповнює простір між порожниною кокіля і стержня,

утворюючи виливок. Після затвердіння металу кокіль розкривають і з нього виштовхується виливок.

Принципова відмінність від лиття в піщані форми та за виплавними моделями полягає в тому, що металеві форми багаторазово використовуються для одержання великої кількості виливків.

Окремі елементи кокіля, головним чином, стержні, що утворюють складні внутрішні порожнини вилівка, можуть бути виготовлені з піску на певному скріплюючому матеріалі і використовуватися тільки одноразово.

За конструкцією кокілі виготовляють нероз'ємними витряхними рис.5а,є і роз'ємними з горизонтальним рис.5б,ж і вертикальним роз'ємом рис.5 в,д.

На рис.5а зображений нероз'ємний кокіль (витряхний). В кокіль і вмонтовані цапфи 11, за допомогою яких кокіль повертається на 180° і виливок із нього виштовхується. Верхня частина кокіля закривається піщаним стержнем 12. Він і стінки кокіля формують зовнішній контур заготовки, а внутрішню порожнину її утворює стержень 5. Метал заливають через ливникову систему 8.

На рис.5,б зображений кокіль з горизонтальною лінією роз'єднання. Він складається з двох половин 1 і 4, які центруються штирями 15. Ливникова система 8 розміщена в стержньові.

На рис.5в зображений кокіль з вертикальною лінією роз'єму. Роз'ємний кокіль складається з двох половин 6, що центруються напрямними штирями 10. Для усунення жолоблення, кокіль сконструйований коробчастої форми. На зовнішній стінці кокіля для прискорення його охолодження іноді відливають пальці 8. Отвір або внутрішню порожнину у вилівка утворює металевий стержень 9.

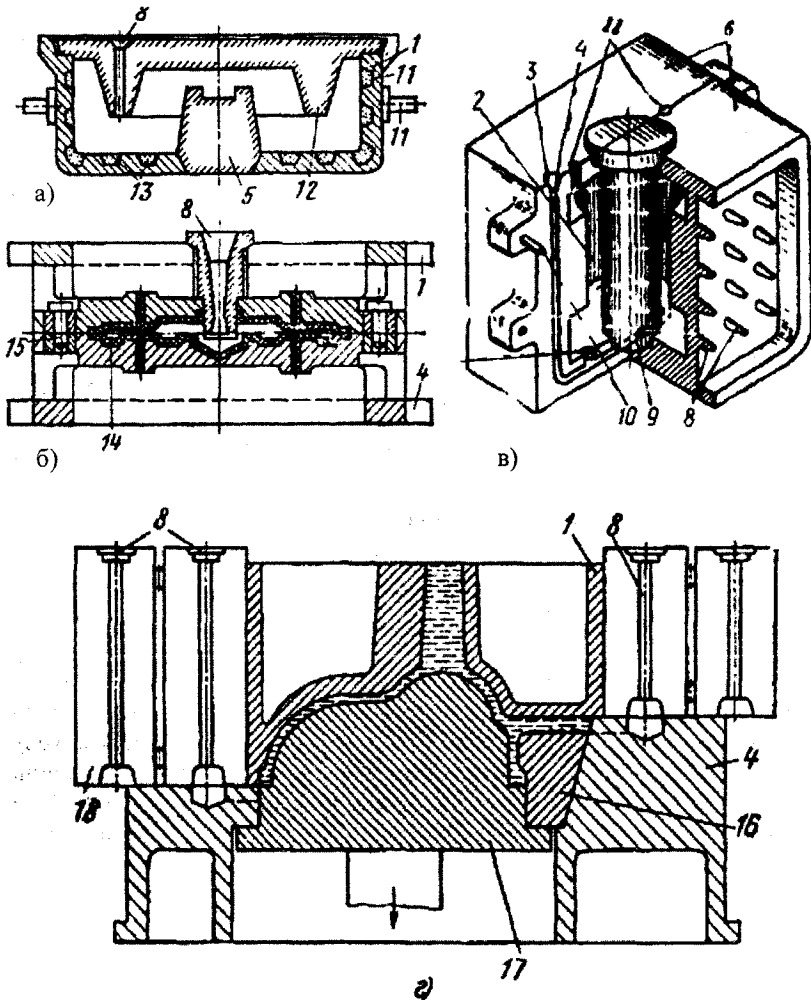
Метал заливають в ливникову чашу 3, і по стояку 4, живильнику 7 він заповнює порожнину форми 2.

Металеві стержні невіддатливі, і тому, щоб не утворювалися у виливкові тріщини їх виймають з форми до початку усадки металу. Якщо внутрішня конфігурація вилівка дуже складна, то металеві стержні виготовляють із декількох частин або заміняють піщаними. Для виходу повітря із форми під час заливання металу крім випорів 11 в площині рознімання по всій висоті кокіля прорізають щілини глибиною 0,3...0,5 мм (на рис. не показані). Через такі канали не витікає рідкий сплав і легко виходять газу.



На рис.5 г приведена схема кокіля з комбінованим роз'ємом. Він складається з двох половин 1 і 4 металевого стержня 17, вставок 16 і ливникової системи 8. Ливникова система виготовлена в розніжному кокілі 18.

Щоб зменшити швидкість охолодження виливків, уникнути утворення закаленого шару біля їх поверхні і підвищити стійкість кокіля, на його робочу поверхню наносять теплоізоляційні покриття.



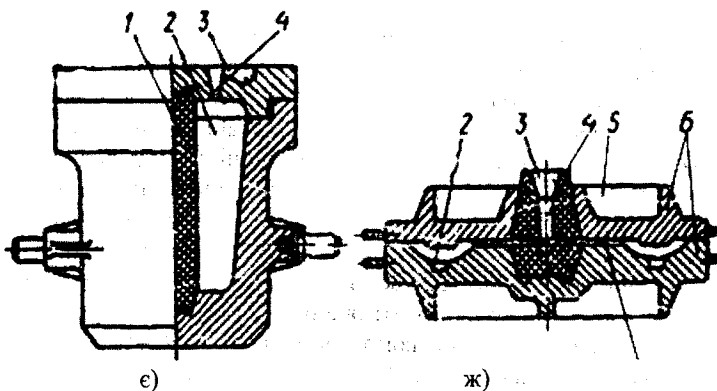
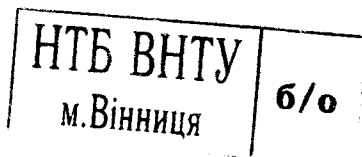


Рисунок 5 – Приклади виготовлення виливків в кокілях (металевих моделях)

Їх виготовляють із одного чи декількох вогнестійких матеріалів (кварцової муки, молотого шамота, графіту, крейди, тальку та інших) і в'язучого матеріалу (рідкого скла, патоки та інших).

В залежності від товщини і властивостей застосованих покриттів кокілі ділять на: кокілі з тонкошаровим покриттям товщиною до 0,5 мм, які використовують для заливання сплавів з підвищеною густиною і гермегічністю; на облицьовані кокілі покриті стержньовою сумішшю (рис.5б) товщиною 2-5 мм, що використовують для заливання тугоплавких сплавів (сталей, чавуну та інших), при виготовленні виливків складної форми і тонкостінних виливків, на футеровані кокілі, робочу частину яких повністю або частково покривають формувальною сумішшю (рис.5а) товщиною 6-12 мм. В таких кокілях виготовляють великі товстостінні виливки із чавуну або сталі.

Порожнину виливка утворюють піщаними і металевими стержнями. Застосовують суцільні рознімні металеві стержні. Суцільні стержні 9 (рис.5в) служать для утворення порожнини виливків простої конфігурації, а роз'ємні – для утворення більш складної порожнини виливка. Роз'ємні стержні і вставки легко виймаються з виливка. Роз'ємні стержні виготовляють з 3-4 частин (рис.6), які складають і встановлюють в кокіль; після його заливання сплавом і затвердіння виливка стержень виймається по частинах. Основний стержень для виготовлення алюмінієвого поршня складається з трьох частин:



центрового стержня 2 і двох бокових 1 і 3. Спочатку виймається центровий клиноподібний стержень 2, потім бокові 1 і 3, а потім стержні 4 і 5.

Механізувати і автоматизувати технологічний процес кокільного лиття набагато простіше, ніж процес лиття в піщані форми. Для механізації застосовують кокільні машини - однопозиційні та карусельні. На цих машинах автоматизують такі технологічні операції: відкривання і закривання кокілей, встановлення і виймання металевих стержнів та виштовхування виливків з кокіля. На рис.7 дана схема однопозиційного кокільного верстата. Він складається з двох плит 2 і 7, до яких прикріплені половини кокіля 3 і 6, що приводяться в рух гідравлічними циліндрами 1 і 8. Металеві стержні, які закріплюють на плитах 4 і 9, приводяться в рух гідравлічними циліндрами 5 і 10. Рух механізмів виконується після включення кнопки на пульті керування або автоматично. Карусельні машини, як правило, складаються з групи однопозиційних машин, що встановлені на столі, який обертається. При обертанні стола на першій позиції автоматично закриваються кокілі, на другій вставляються стержні) на третій заливаються кокілі сплавом, на четвертій затвердівають виливки, на п'ятій відкриваються кокілі і виштовхуються виливки, на шостій продуваються повітрям кокілі, на сьомій наносять на кокілі покриття і т.д. Застосовують автоматичні кокільні лінії, на яких всі процеси виготовлення виливків автоматизовані.

Особливістю технології лиття в металеві форми є підготовка кокіля до заливання, яка містить такі операції:

1. Пофарбування робочих поверхонь порожнини спеціальними фарбами, склад яких визначається видом розплаву.
2. Доведення (нагрівання чи охолодження) температури кокіля до оптимального для даного сплаву рівня і складання форми.

Всі решта операцій технологічного процесу такі, як і при литті в разові піщані форми.

Точність виливків 12-15 квалітети, шорсткість поверхні  $R_z=80-20$  мкм.

Лиття в металеві форми економічно доцільне в серійному і масовому виробництвах.

Основні переваги цього способу виготовлення заготовок:

- Можливість багаторазового використання ливарної форми.
- Висока точність форми і розмірів, якість заготовки.
- Дрібнозерниста структура матеріалу.
- Порівняно висока продуктивність.
- Низькі трудомісткість і собівартість заготовок.
- Відсутність необхідності в модельному, опочному оснащенні і формувальних сумішах
- Добрі умови праці
- Непотрібна висока кваліфікація робітників.

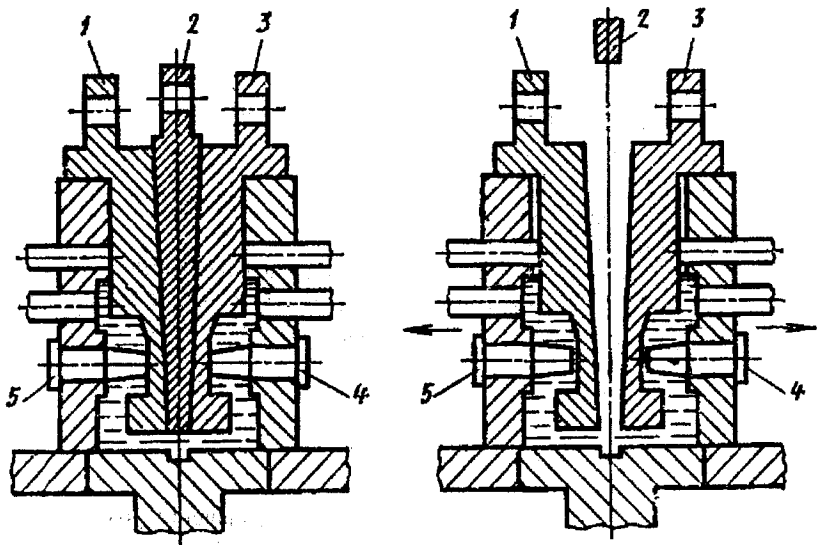


Рисунок 6 – Роз'ємний металевий стержень

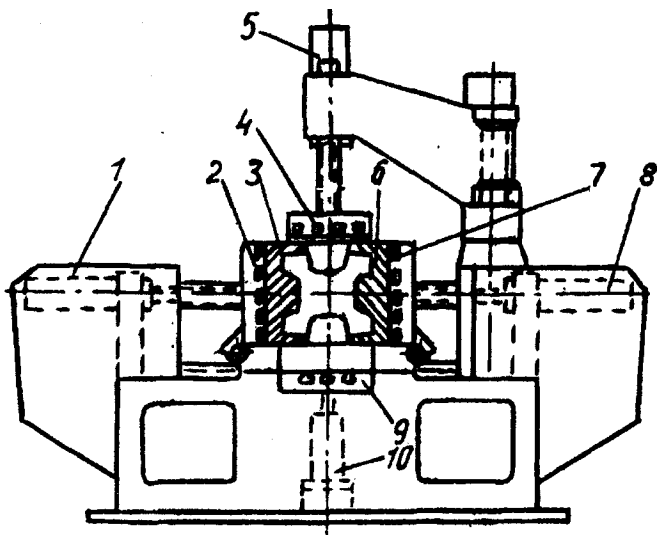


Рисунок 7 – Однопозиційний кокільний верстат

- Потрібні порівняно менші виробничі площі.
- Відсутні операції по очищенню виливків від суміші.
- Процес легко механізується і автоматизується.

Разом з тим цей спосіб має істотні недоліки:

- Висока вартість оснащення.
- Утворення тріщин у виливках.
- Чавунні виливки відбілюються і вимагають додаткової термообробки.
- Неможливість виготовлення тонкостінних виливків через підвищену швидкість їх охолодження, а також виливків значною масою.

### Зміст і порядок виконання роботи

1. Інструктаж з техніки безпеки в цеху.
2. Вивчення конструкції деталі /креслення і зразки готових деталей/.
3. Вивчення конструкції виливка : порівняння призначених розмірів і норм точності з кресленнями /креслення і зразки виливків/.
4. Знайомство з конструкцією кокільного оснащення і машини для заливання форм.
5. Вивчення процесу одержання виливка: підготовка кокіля, металу, заливання металу, виймання виливка.
6. Знайомство з кінцевими операціями виготовлення заготовки литтям в кокіль: обрублення ливника, відділення прибутку, зачищення.
7. Контроль якості виливків.
  - 7.1. Аналіз наявних дефектів литва і причин їх виникнення.
  - 7.2. Контроль точності розмірів виливків /за завданням викладача/.

### Зміст звіту

1. Мета і зміст роботи.
2. Ескіз деталі, ескіз виливка з розмірами, ескіз кокіля.
3. Послідовність операцій одержання виливка.
4. Дані і висновки за результатами контролю якості виливків.
5. Власні спостереження і висновки у відповідності з темою і контрольними питаннями.

## Питання для самоконтролю

1. Суть способу одержання заготовок литтям в кокіль.
2. Основні операції технологічного процесу лиття заготовок в кокіль.
3. Конструкція кокіля.
4. Машини для виготовлення заготовок литтям в кокіль.
5. Конструктивні особливості заготовок, одержаних литтям в кокілі: ливарні радіуси, нахили, спряження і напуски.
6. Ливникові системи при литті в кокіль, методи їх відділення.
7. Підготовка кокілів до заливання.
8. Якість виливків, одержаних литтям в кокіль.
9. Найвні дефекти лиття і причини їх виникнення.
10. Області раціонального використання способу одержання заготовок литтям в кокілі.
11. Переваги і недоліки лиття в кокіль.

## Лабораторна робота № 4

### Виготовлення заготовок литтям під тиском

Мета роботи - вивчення технології, обладнання і оснащення для виготовлення заготовок литтям в металеві форми під тиском

Лабораторна робота виконується на базі ливарного цеху заводу.

### Короткі теоретичні відомості

Суть способу лиття під тиском полягає в тому, що рідким металом примусово заповнюють металеву прес-форму під тиском, який піддержують до повної кристалізації виливка.

Лиття під тиском виконують на компресорних і поршньових машинах високої продуктивності, що дають 200...400 виливків за годину. Поршневі машини випускають з гарячою чи холодною камерою стискування, розміщеною горизонтально чи вертикально. Машини з гарячою камерою стискування, в яких камера знаходиться безпосередньо в розплаві, застосовують для одержання виливків з кольорових сплавів на основі міді, алюмінію, магнію.

На машинах з вертикальною холодною камерою стискування (рис. 8а) розплав 4 заливають в камеру стискування 5 (положення І). Верхній поршень 1, опускаючись, тисне на розплав і на нижній поршень 10, який при русі вниз

відкриває ливниковий канал 3. Метал заповнює порожнину 2 прес-форми, що складається з двох половин 6 і 7 (положення II). Об'єм рідкого металу повинен бути більшим за об'єм порожнини форми, щоб між верхнім і нижнім поршнями залишався надлишок металу. Тиск верхнього поршня піддержують до повної кристалізації виливка після чого прес-форму відкривають і вилівок 9 разом з ливником 12 виштовхують з форми виштовхувачами 8. Нижній поршень виштовхує назовні надлишок металу II (положення III), і його відправляють в переплав.

На рис. 86 показана робота машини з горизонтальною холодною камерою стискування. Всі операції в ній виконуються в тій же послідовності.

На рис.8в приведена схема роботи поршневої машини з гарячою камерою стискування. Чавунний тигель 13 з рідким металом безперервно підігрівають знизу газом через форсунку 21. Перед заливанням прес-форму 19 закривають і мундштук 18 з'єднується з каналом 17. При верхньому положенні поршня 16 через отвір 14 сплав заповнює камеру стискування 15 і канал. При русі вниз поршень впресовує рідкий метал в порожнину форми. Після затвердіння металу тиск знімають, поршень рухається вгору, форму розкривають і вилівок виштовхують виштовхувачами 20. Машини з гарячою камерою пресування більш продуктивні і витрачають менше рідкого металу, однак їх не можна застосовувати для лиття сплавів з температурою плавлення більше 500°C через швидке зношування поршня.

В машинах з холодною камерою стискування поршень контактує з розплавом протягом короткого проміжку часу і тому мало зношується. Тут можна значно підвищити тиск, що гарантує високу густину і міцність виливків. Якщо в машинах з гарячою камерою пресування тиск досягає 20 МПа, то в машинах з холодною камерою пресування при литті алюмінієвих і мідних сплавів тиск може досягати 100...300 МПа.

Переваги способу:

- Високий тиск забезпечує швидке і добре заповнення форми, високу точність і малу шорсткість поверхні виливків:

  - 9-13 квалітети точності,  $R_z = 10 - 40$  мкм

- Усунута можливість утворення усадочних раковин, пористості і прибутки не потрібні.

- Прискорена кристалізація металу в металевій прес-формі під тиском забезпечує утворення дрібнозернистої структури. Під дією підвищеного тиску розчинені в металі гази залишаються в твердому розчині, що знижує газуву пористість металу.

- Виливки одержані цим способом, як правило, не мають (або мають лише на деяких поверхнях) припуски на механічну обробку і практично є готовими деталями (або майже готовими).

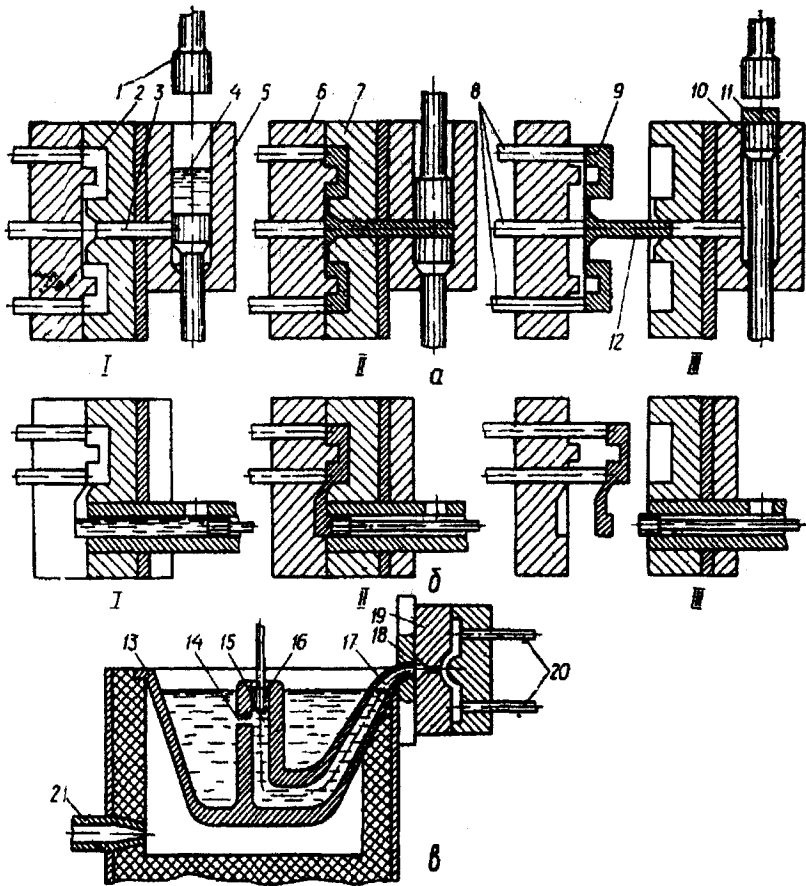


Рисунок 8 – Схеми поршньових машин для лиття під тиском



- Литтям під тиском можна одержати виливки з товщиною стінки до 0,5 мм, дуже складної конфігурації і з отворами діаметром до 1 мм.  
Недоліки лиття під тиском:

- Висока вартість ливарних форм
- Невисока стійкість форм при виготовленні виливків з високою температурою плавлення (наприклад, стальне, чавунне лиття).
- Сплави для лиття під тиском мають бути досить міцними при високих температурах, щоб виливки при виштовхуванні з форм не ламались, мати мінімальну усадку, високу рідкоплинність і невеликий інтервал температур кристалізації.
- Можливість виникнення внутрішніх напруг і тріщин у виливках. Висока вартість прес-форм, що мають складну конфігурацію і вимагають високої точності виготовлення (7-8 квалітети точності, шорсткість  $R_z = 0,32 - 1,25$  мкм), зумовлюють доцільність застосування лиття під тиском переважно у великосерійному і масовому виробництвах. На сучасному етапі розвитку машинобудування з метою зменшення витрат на механічну обробку цей спосіб одержання заготовок застосовують і в серійному виробництві.

### Зміст і порядок виконання роботи

1. Інструктаж з техніки безпеки.
2. Вивчення конструкції деталей і виливків (креслення і зразки деталей і виливків).
3. Визначення поверхонь, що підлягають механічній обробці.
4. Знайомство з конструкцією і принципом роботи машини для лиття під тиском, визначення її типу.
5. Знайомство з конструкцією прес-форм і оснащенням для одержання виливків литтям під тиском.
6. Вивчення технології одержання заготовок литтям під тиском, підготовка металу і прес-форми до заливання, заливання металу, виймання виливка, відділення ливникової системи.
7. Контроль якості виливків.
8. Аналіз наявних дефектів литва і причин їх виникнення.

### Зміст звіту

1. Мета і зміст роботи.
2. Послідовність операцій одержання виливка.
3. Особливості процесу лиття під тиском, обладнання і оснащення.
4. Дані і висновки контролю якості виливків.

5. Продуктивність процесу і раціональність застосування способу лиття заготовки під тиском.

6. Власні спостереження і висновки у відповідності зі змістом роботи і контрольних питань.

#### Питання для самоконтролю

1. Суть способу одержання заготовок литтям під тиском
2. Типи машин для лиття під тиском.
3. Прес-форми і оснащення для лиття під тиском.
4. Основні операції одержання заготовок литтям під тиском.
5. Конструкційні особливості заготовок, одержуваних литтям під тиском.
6. Якість виливків, одержуваних литтям під тиском.
7. Матеріали прес-форм.
8. Вимоги до матеріалів заготовок, одержуваних литтям під тиском.
9. Переваги і недоліки лиття під тиском.
10. Області раціонального застосування лиття під тиском.

### Лабораторна робота № 5

#### Дослідження точності виготовлення заготовок при литті в металеву форму (кокіль)

Мета роботи – вивчення методики та набуття практичних навиків розрахунку розмірів заготовки при литті в металеву форму (кокіль), порівняння розрахункових розмірів з розмірами литої заготовки, одержаної в умовах виробництва.

#### Короткі теоретичні відомості

Суть способу, особливості технологічного процесу лиття заготовок деталей машин в кокіль розглянуті в лабораторній роботі №3 “Виготовлення заготовок литтям в металеву форму (кокіль)”.

Для визначення розмірів заготовки шляхом призначення табличних значень припусків необхідно скористатися рекомендаціями ГОСТ 26645 – 85. Вихідними умовами повинні слугувати:

- Серійність виробництва (задається викладачем або вибирається згідно з програмою випуску заготовок на виробництві за рекомендаціями табл.1).

Таблиця 1 – Орієнтовні дані для попереднього визначення типу виробництва

Виробництво	Кількість оброблюваних деталей одного типорозміру в рік, N шт.		
	Важкі(масою більше 100 кг)	Середні (масою 10-100 кг)	Легкі (масою до 10 кг)
Одиничне	До 5	До 10	До 100
Дрібносерійне	5 - 100	10 - 200	100 - 500
Середньoserійне	100 - 300	200 - 500	500 - 5000
Великoserійне	300 - 1000	500 - 5000	5000 - 50000
Масове	більше 1000	більше 5000	більше 50000

- Матеріал деталі (згідно з робочим кресленням).
- Маса деталі (згідно з робочим кресленням).
- Наявність термічної обробки виливка (згідно з умовами виробництва або робочого креслення).
- Інформація про температуру плавлення матеріалу з якого виготовляється виливок.
- Інформація про густину матеріалу.
- Габаритні розміри деталі (згідно з робочим кресленням), найбільший габаритний розмір.

За названими вище вхідними даними вибираються згідно з [7] норми точності виливків – 1 етап проектування (розрахунків).

- Клас розмірної точності (додаток А, таблиця А1).
- Ступінь жолоблення (додаток А, таблиця А2).
- Ступінь точності поверхонь виливка (додаток А, таблиця А3).
- Шорсткість поверхонь виливка (додаток А, таблиця А4).
- Клас точності маси виливка (додаток А, таблиця А5).
- Ряд припусків (додаток А, таблиця А6).

#### *Клас розмірної точності виливка*

- Для вибору класу розмірної точності виливка (із 22 існуючих – 1, 2, 3т, 3, 4, 5т, 5, 6, 7т, 7, 8, 9т, 9, 10, 11т, 11, 12, 13т, 13, 14, 15, 16) потрібно знати технологічний процес лиття (в даному випадку лиття в кокіль без піщаних стержнів), найбільший габаритний розмір виливка, тип сплаву, наявність термічної обробки, температуру плавлення металу заготовки. Згідно з додатком А, таблицею А1 вибирається діапазон можливих класів точності виготовлення виливка для даного способу лиття. Для призначення конкретного значення класу розмірної точності необхідно скористатися даними про тип виробництва приміткою до таблиці А1 [7], згідно з якою:

- малі значення класів розмірної точності відносяться до простих виливків і умов масового автоматизованого виробництва;
- великі – до складних виливків одиничного та дрібносерійного виробництва;
- середні – до виливків середньої складності та умов механізованого серійного виробництва.

В таблицях А1, А3, А5 до кольорових легованих сплавів відносяться сплави з температурою плавлення нижче  $700^{\circ}\text{C}$  ( $973\text{ K}$ ); до кольорових тугоплавких – сплави з температурою плавлення вище  $700^{\circ}\text{C}$  ( $973\text{ K}$ )

В таблицях А1, А3, А5 до легких віднесені сплави з густиною до  $3,0\text{ г/см}^3$ , до важких – сплави з густиною вище  $3,0\text{ г/см}^3$ .

*Ступінь жолоблення* (додаток А, таблиця А2) (із 11 – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) вибирається в залежності від співвідношення найменшого розміру елемента виливка до найбільшого (товщини або висоти до довжини елемента виливка); типу ливарних форм (багаторазові чи одноразові) та наявності термічної обробки. Із можливого діапазону призначається конкретне значення з урахуванням рекомендації [7]:

- малі значення із діапазонів ступенів жолоблення відносяться до простих виливків із легких кольорових сплавів; великі значення – до складних виливків із чорних сплавів;
- ступінь жолоблення виливка, що вказана на кресленні, потрібно приймати за її елементом з найбільшим ступенем жолоблення.

*Ступінь точності поверхонь виливка* (додаток А, таблиця А3) (із 22– 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22) вибирається у відповідності з технологічним процесом лиття, найбільшим габаритним розміром виливка, типом сплаву та наявністю термічної обробки. Як і при призначенні класу розмірної точності, конкретне значення береться згідно з рекомендаціями :

- малі значення ступенів точності поверхонь виливків відносяться до простих виливків і умов масового виробництва;
- великі – до складних виливків одиничного та дрібносерійного виробництва;
- середні – до виливків середньої складності та умов механізованого серійного виробництва.

*Шорсткість поверхонь виливка  $R_a$  чи  $R_z$*  (додаток А, таблиця А4) вибирається згідно із ступенем точності поверхонь виливка. До 18 ступеня точності призначається  $R_a$  в мкм, в діапазоні 19 – 22 ступенів точності призначається  $R_z$  в мкм.

*Клас точності маси виливка* (додаток А, таблиця А5) (із 22 – 1, 2, 3т, 3, 4, 5г, 5, 6, 7т, 7, 8, 9т, 9, 10, 11т, 11, 12, 13т, 13, 14, 15, 16) приймається в залежності від технологічного способу лиття, номінальної маси виливка, типу сплаву, наявності термічної обробки, температури плавлення. Із вибраного діапазону можливих класів точності конкретне значення береться згідно з рекомендаціями :

- малі значення класів точності виливків відносяться до простих компактних виливків та умов масового автоматизованого виробництва;
- великі – до складних великогабаритних виливків одиничного та дрібносерійного виробництва;
- середні – до виливків середньої складності і умов механізованого серійного виробництва.

Рекомендується призначити клас точності маси виливка таким же, як і клас розмірної точності.

*Ряд припусків на обробку виливка* (додаток А, таблиця А6) (із 18– 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18) приймається згідно із ступенем точності поверхні. Із вибраного діапазону можливих рядів припусків конкретне значення береться за рекомендаціями:

- малі значення рядів припусків із діапазона їх значень необхідно приймати для термооброблених виливків із кольорових, легкоплавких сплавів;
- великі значення – для виливків із ковкого чавуну;
- середні для виливків із сірого та високоміцного чавуну, термооброблених виливків із сталі та кольорових тугоплавких сплавів;
- для верхніх при заливанні поверхонь виливків одиничного та дрібносерійного виробництва, що виготовляються в разових формах, допускається приймати збільшені на 1 – 3 одиниці значення ряду припусків.

Вибрані норми точності рекомендується занести до таблиці, зразок якої приведений – таблиця 2.

Таблиця 2 – Розрахунок розмірів литої заготовки

Вихідні дані (норми точності)	Лиття в металеві форми					
	Згідно з ГОСТ 26645-85				Прийнято	
Клас розмірної точності	7Т - 11				9Т	
Ступінь жолоблення елементів виливка	5 - 8				6	
Ступінь точності поверхонь виливка	9 - 15				11	
Шорсткість поверхонь виливка	$R_a = 40$ мкм				$R_a = 40$ мкм	
Клас точності маси	6 - 11				9Т	
Ряд припусків	4 - 7				5	
Розрахункові розміри	$\varnothing 110_{H7}^{(+0,037)}$	$\varnothing 56_{H8}^{(+0,046)}$	$48,5_{\pm 0,31}$	$65_{-0,74}$	$85_{\pm 0,345}$	$30_{-0,52}$
Допуски:						
розмірів	2,0	1,6	1,6	1,8	1,8	1,4
форми чи розміщення	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
зміщення по площині роз'єму	-	-	-	-	1,2	1,4
зміщення через перекос стержня	0,6	0,5	-	-	-	-
маси	8,0 %					
нерівностей	0,5					
загальний допуск	2,2	1,8	1,6	2,0	2,4	2,4
Припуски:						
мінімальний	0,5					

## Продовження таблиці 2

Розрахункові розміри	$\varnothing 110H7$ (+0,037)	$\varnothing 56H8$ (+0,046)	48,5 <sub>+0,31</sub>	65 <sub>-0,74</sub>	85 <sub>±0,345</sub>	30 <sub>-0,52</sub>
	Кількість переходів механічної обробки					
за точністю розмірів	4	4	1	1	1	1
за відхиленнями форм, взаємним розміщенням поверхонь	3	-	1	-	-	-
прийнята кількість переходів	4	4	1	1	1	1
загальний припуск	3,3	2,7	1,6	1,7	2,0	2,0
Розміри заготовки	$\varnothing 103,$ 4	$\varnothing 60$	50,1	66,7	87,0	34,0

Примітка. В умовах серійного, дрібносерійного виробництва рекомендується заокруглювати розрахункові розміри, (з метою зручності виготовлення форми) наприклад  $\varnothing 103,5$ ( $\varnothing 103,4$ );  $\varnothing 60$ ( $\varnothing 60$ ); 67(66,7).

На основі вибраних норм точності виконується 2 етап проектування заготовки (розрахунок розмірів виливка).

- Вибір допусків розмірів (додаток А, таблиця А8).
- Вибір допусків форми та розташування елементів виливка (додаток А, таблиця А8).
- Вибір допуску зміщення виливка по площині роз'єднання (додаток А, таблиця А1).
- Вибір допуску зміщення, що виникає внаслідок перекосу стержня (додаток А, таблиця А1).
- Вибір загального допуску (додаток А, таблиця А12).
- Вибір допуску нерівностей виливка (допуск шорсткості поверхонь) (додаток А, таблиця А10).
- Вибір допуску маси виливка (додаток А, таблиця А11).

*Допуски розмірів виливка* вибираються у відповідності з номінальним розміром деталі та класом розмірної точності виливка

Для нахилених, конічних, фасонних поверхонь, заданих координатами від однієї бази або поверхні, допускається призначати допуски на номінальні значення найбільшого з розмірів.

Допуски розмірів елементів виливка, утворених 2-ма напівформами або напівформою та стержнем приймаються відповідно до класу розмірної точності виливка.

Допуски розмірів, утворених однією частиною ливарної форми або одним стержнем, приймаються на 1,2 класи точніше.

Допуски розмірів утворених 3-ма напівформами і більше частинами ливарної форми, декількома стержнями або рухомими елементами форми, а також допуски товщини стінок, утворених 2-ма або більше частинами форми, або формою і стержнем призначаються на 1,2 класи грубіше.

Допуски кутових розмірів в перерахунку на лінійні не повинні перевищувати значень, що встановлені в таблиці А8 для лінійних розмірів відповідних класів точності.

*Допуски форми та розміщення поверхонь виливка* (відхилення від прямолінійності, площинності, паралельності, перпендикулярності, заданого профіля) вибираються згідно з номінальним розміром та ступенем жолоблення елементів виливка. Ці допуски не враховують формувальні нахили, які призначаються згідно з ГОСТ 3212 – 80.

Допуски круглості, співвісності, симетричності, перетину осей, позиційні допуски в діаметральному вираженні не повинні перевищувати допуски на розміри, що встановлені згідно з таблицею А9.

*Допуск зміщення по площині роз'єднання* (додаток А, таблиця А1); вибирається на рівні класу розмірної точності виливка за номінальним розміром найбільш тонкої із стінок виливка, що виходить на лінію роз'єднання півформ або перетинаючи її. Тому перед вибором цієї величини потрібно абсолютно точно знати із скількох частин складається форма і де розміщена (розміщені) лінія(ї) роз'єднання.

*Допуск зміщення*, що виникає внаслідок перекосу стержня при формуванні отворів у виливках приймається на 1,2 класи точніше класу розмірної точності виливка, за номінальним розміром найбільш тонкої із стінок виливка, що формується з участю стержня згідно з таблицею А1.

*Загальний допуск* враховує сумарний вплив допуску розміру і допусків форми та розміщення поверхні і приймається згідно з таблицею А12.

*Допуск нерівностей* (шорсткостей) поверхонь виливка вибирається в залежності від ступеня точності поверхонь виливка (таблиця А10).



Допуск маси призначається в залежності від маси виливка та класу точності маси виливка (таблиця А11). Допуски маси дані у відсотках від номінальної маси виливка. Оскільки на даному етапі маса виливка поки що невідома, то вона може бути визначена наближено за масою деталі  $Q_{дет.}$  та коефіцієнтом використання матеріалу заготовки  $\gamma$ , який для лиття в кокіл коливається в межах  $0,71 \div 0,75$ . Маса заготовки  $Q_{заг.} = \frac{Q_{дет.}}{\gamma}$ .

Вибрані норми точності та допуски параметрів виливка є основою для виконання 3-го етапу проектування (розрахунків) – вибору табличних значень припусків. В цей етап входить:

- Вибір мінімального значення припуску (додаток А, таблиця А13)
- Вибір загальних припусків на оброблювані поверхні (додаток А, таблиця А16); При виборі загальних припусків попереднім етапом є вибір кількості переходів механічної обробки за 2-ма параметрами:
  - за точністю оброблюваних поверхонь (згідно з якітетом точності);
  - за точністю форми і взаємного розміщення оброблених поверхонь (за допусками форми, взаємного розміщення поверхонь)
- Розрахунок розмірів заготовки.

*Мінімальний припуск* на обробку поверхонь призначається згідно з рядом припусків. Він для всіх поверхонь виливка однаковий і призначений для усунення нерівностей, дефектів литої поверхні, зменшення шорсткості. Він не забезпечує підвищення точності розмірів та розташування оброблюваної поверхні. Тому для забезпечення названих параметрів необхідно призначити загальний припуск. Для призначення загального припуску на оброблюваній поверхні потрібно знати кількість переходів механічної обробки.

*Кількість переходів механічної обробки за точністю виконуваних розмірів* приймається в залежності від допуску розміру виливка та співвідношення між допусками розміра деталі і виливка  $\frac{T_{розм.дет.}}{T_{розм.вил.}}$

$T_{розм.вил.}$

Згідно з таблицею А14 в залежності від названих параметрів вибирається вид остаточної обробки – чорнова, напівчистова, чистова, тонка, а у відповідності з цим – кількість переходів (1, 2, 3, 4).

*Кількість переходів механічної обробки за точністю форми і розміщення* оброблюваної поверхні деталі приймається в залежності від допуску розміру виливка та співвідношення між допусками форми і розташування оброблюваної поверхні деталі і оброблюваної поверхні

вилівка  $\frac{T_{форми\ чи\ розміщення\ пов.\ деталі}}{T_{форми\ чи\ розміщення\ пов.\ вилівка}}$

згідно з таблицею А15. В залежності від названих параметрів вибирається вид остаточної обробки – чорнова, напівчистова, чистова, тонка, а у відповідності з цим кількість переходів (1, 2, 3, 4).

При невказаних допусках форми і розташування оброблюваної поверхні виливка їх сумарне значення приймається рівним 25% допуску розміру.

При невказаних допусках форми і розташування оброблюваної поверхні деталі їх сумарне значення приймається рівним 50% допуску розміру.

*Прийнята остаточна кількість переходів механічної обробки* – приймається за більшим числом.

*Загальний припуск* призначається для усунення похибок розмірів, форми, розташування, нерівностей та дефектів оброблюваної поверхні, що формуються при виготовленні виливка та послідовних переходах її обробки з метою підвищення точності оброблюваного елемента виливка.

*Загальний припуск* вибирається згідно з таблицею А16 в залежності від загального допуску (див. 2 етап проектування), виду остаточної механічної обробки (кількості переходів механічної обробки див. 3 етап проектування) та ряду припусків (див. 1 етап проектування).

*Загальні припуски на поверхні обертання та протилежні поверхні*, що використовуються в якості взаємних баз при їх обробці, призначаються за половинними значеннями загальних допусків виливка на відповідні діаметри або відстані між протилежними поверхнями виливка.

*При індивідуальній обробці* виливків з установкою їх з вивірюванням оброблюваної поверхні відносно номінальної поверхні припуски призначаються за половинними значеннями допусків форми і розташування оброблюваної поверхні при односторонніх відхиленнях форми і розташування поверхні відносно номінальної і повному допуску форми і розташування при двосторонніх відхиленнях форми і розташування оброблюваної поверхні відносно номінальної поверхні виливка.

Загальний допуск при призначенні припуску визначається на розміри від оброблюваної поверхні до бази обробки, при цьому допуски розмірів виливка, що змінюються при обробці, визначаються за номінальними розмірами деталі.

В таблиці А16 приведені загальні припуски для виливків, оброблених при середньому рівні точності обробки.

В залежності від технічного рівня технології механічної обробки потрібно призначати збільшені або зменшені значення припусків згідно з таблицією А7.

Для виливків дрібносерійного та одиничного виробництва допускаються призначати збільшені значення припусків, що відповідають інтервалам загальних допусків розміщених в таблиці А16 відповідно на 1 і 2 рядки нижче інтервалу дійсного допуску.

Значення припусків, що приведені в таблиці А16, є граничними для встановлених норм точності. Допускається у відповідності з погодженням споживача і виготовлювача, призначити зменшені значення припусків в порівнянні з приведеними в таблиці А16. При необхідності призначити на окремі поверхні вилівка збільшені значення припусків необхідно уточнити відповідні норми точності оброблюваної поверхні: ступінь точності поверхні, клас точності розміру від бази або ступінь жолоблення поверхні.

В окремих випадках технологічного процесу обробки виливків (багатоступенева обробка з проміжною термічною обробкою або проміжним складанням заготовок) допускається призначати збільшені загальні припуски в порівнянні з приведеними в таблиці А16.

*Розрахунок розмірів заготовки* є завершальним у виконанні 3-го етапу проектування вилівка.

- При розрахунку зовнішніх діаметральних розмірів заготовки вибраний загальний припуск подвоюється і додається до розміру готової деталі.

- При розрахунку внутрішніх діаметральних розмірів заготовки вибраний загальний припуск подвоюється і віднімається від розміру готової деталі.

- При визначенні лінійних розмірів потрібно уважно проаналізувати креслення деталі і вияснити, як формується розмір заготовки:

Якщо лінійний розмір пов'язує дві поверхні, що обробляються і є охоплюваними (наприклад, розміри  $215 \pm 0,36$ , 12, рисунок 9, 10), то припуск подвоюється і додається до розміру готової деталі;

Якщо лінійний розмір пов'язує дві поверхні, що обробляються, але вони є охоплювальними (наприклад, розточка в корпусній деталі), то припуск подвоюється і віднімається від розміру готової деталі;

Якщо лінійний розмір пов'язує дві поверхні, що обробляються, але одна з них охоплювана, а друга – охоплювальна (наприклад, розмір 10), то одне значення припуску додається, а друге – віднімається (в даному випадку припуски на оброблювані поверхні відкладаються в одному напрямку);

Р<sub>2</sub>80 V(V)

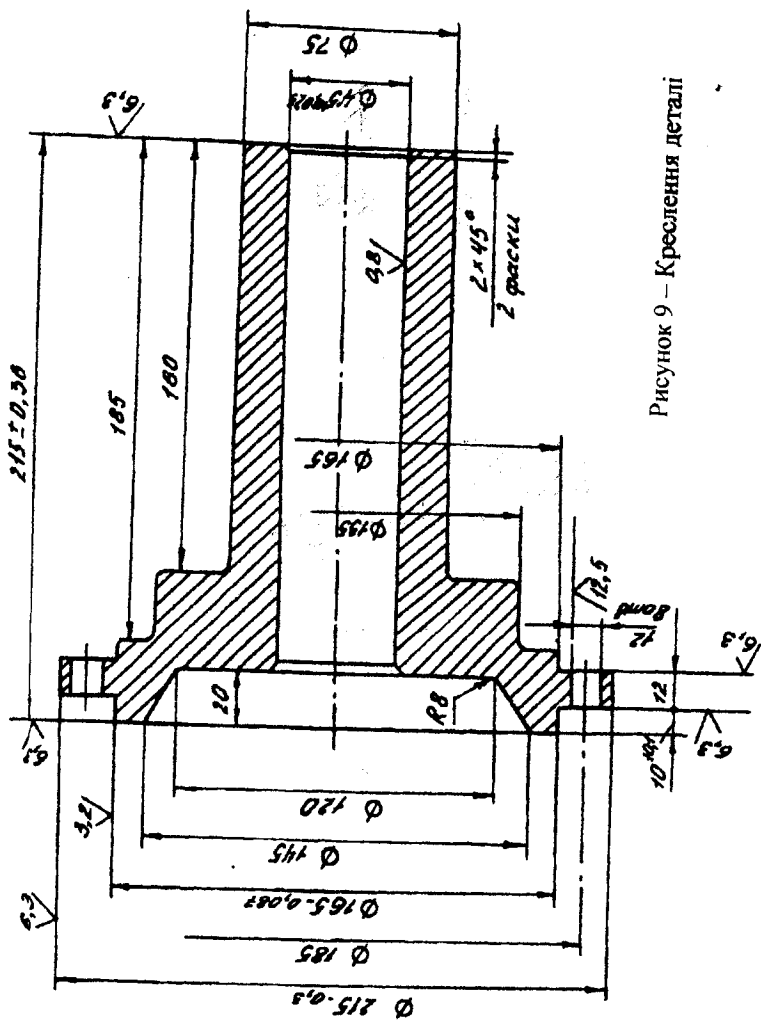


Рисунок 9 – Крепёжная деталь

Рис. 10

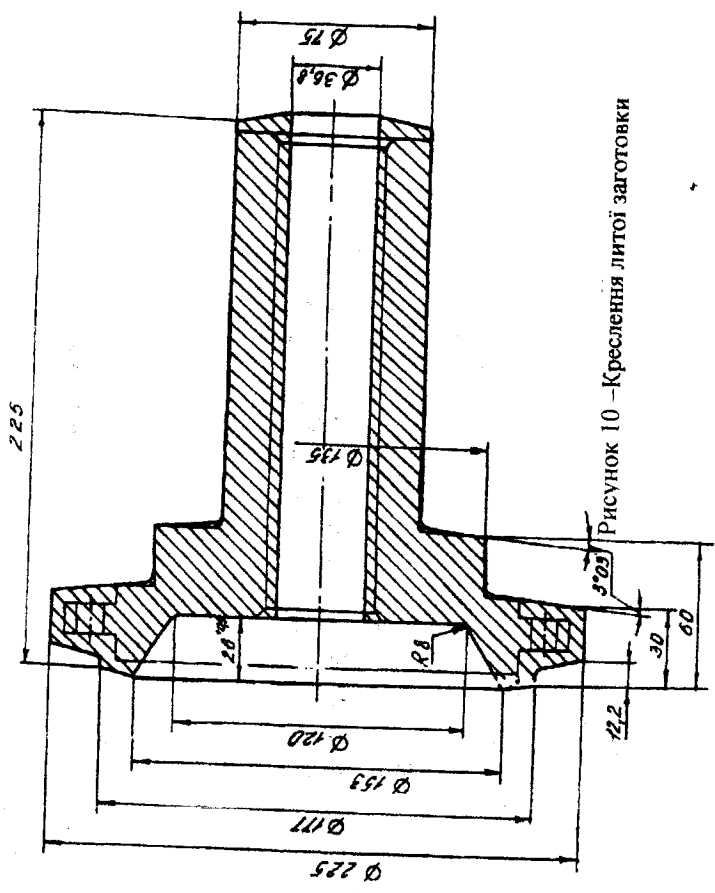


Рисунок 10 - Креслення літої заготовки

Якщо лінійний розмір пов'язує дві поверхні, що є охоплюваними, але обробляється лише одна поверхня, то припуск не подвоюється і додається лише одне значення до розміру готової деталі;

Якщо лінійний розмір пов'язує дві поверхні, що є охоплювальними (наприклад, розточка в корпусній деталі), але обробляється лише одна поверхня, то припуск не подвоюється і віднімається тільки одне значення від розміру готової деталі.

### Зміст і порядок виконання роботи

1. Вивчення конструкції деталі згідно з кресленням і у виготовленому виробі.
2. Одержання від викладача вихідних даних для проектування та розрахунку розміру заготовки при литті в кокіль.
3. Розрахунок розмірів вилівка згідно з виданим завданням, оформлення пояснень до розрахунків та зведеної таблиці (див. приклад таблиця 2).
4. Вивчення заводського креслення литої заготовки (при литті в кокіль) визначення розмірів вилівка згідно з робочим кресленням.
5. Вимірювання заданих розмірів заготовки на виготовленому вилівку при литті в кокіль.
6. Порівняння розмірів заготовки на виготовленому вилівку (при литті в кокіль) з результатами розрахунку (проектування), що одержані при виконанні лабораторної роботи і результатами розрахунку (проектування), що одержані заводським конструктором (згідно з заводським кресленням вилівка).
7. Визначення граничних розмірів заготовки згідно з розрахунками в лабораторній роботі та заводського креслення вилівка.
8. Встановлення відповідності точності виготовлення вилівка даним розрахунків (порівняння з даними лабораторної роботи і заводського креслення вилівка).
9. Встановлення наявності браку (виправного, невиправного) при литті в кокіль.
10. Висновки.

### Зміст звіту

1. Мета і зміст роботи.
2. Ескіз деталі і вилівка (суміщений), одержаного литтям в кокіль.
3. Розрахунок розмірів литої заготовки при литті в кокіль.
  - 3.1. Пояснення до розрахунку.
    - 3.1.1 Таблиця розрахунку.Всі дані при виборі і розрахунку параметрів заготовки рекомендується оформити у вигляді таблиці (див. приклад таблиця 2).

4. Порівняння результатів розрахунку розмірів литої заготовки (при литті в кокіль) з даними заводського креслення та розмірами реально виготовленого виливка.
5. Аналіз точності одержаних результатів, їх відповідності. Встановлення наявності браку (виправного, невиправного) при литті в кокіль.
6. Висновки.

### Питання до самоконтролю

1. Суть способу лиття заготовки в кокіль.
2. Вихідні дані для проектування литої заготовки.
3. Етапи вибору даних для проведення розрахунків при проектуванні литої заготовки.
4. Норми точності литих заготовок.
5. Методика призначення допусків.
6. Методика вибору припусків.
7. Визначення кількості переходів механічної обробки поверхонь деталі.
8. Вибір загального допуску.
9. Вибір загального припуску.
10. Методика розрахунку розмірів литої заготовки.
11. Визначення граничних розмірів литої заготовки.
12. Визначення наявності браку при виготовленні литих заготовок.

### Лабораторна робота № 6

#### Дослідження точності виготовлення заготовок при литті під тиском

Мета роботи – вивчення методики та набуття практичних навиків розрахунку розмірів заготовки при литті під тиском, порівняння розрахункових розмірів з розмірами литої заготовки, одержаної в умовах виробництва.

#### Короткі теоретичні відомості

Суть способу, особливості технологічного процесу лиття заготовок деталей машин під тиском розглянуті в лабораторній роботі №4 “Виготовлення заготовок литтям під тиском”.

#### Зміст і порядок виконання роботи

1. Вивчення конструкції деталі згідно з кресленням і у виготовленому виробі.

2. Одержання від викладача вихідних даних для проектування та розрахунку розміру заготовки при литті під тиском.
3. Розрахунок розмірів виливка згідно з виданим завданням, оформленням пояснень до розрахунків та зведеною таблицею (див.приклад таблиця 1).
4. Вивчення заводського креслення литої заготовки (при литті під тиском) визначення розмірів виливка згідно з робочим кресленням.
5. Вимірювання заданих розмірів заготовки на виготовленому виливку при литті під тиском.
6. Порівняння розмірів заготовки на виготовленому виливку (при литті під тиском) з результатами розрахунку (проектування), що одержані при виконанні лабораторної роботи і результатами розрахунку (проектування), що одержані заводським конструктором (згідно із заводським кресленням виливка).
7. Визначення граничних розмірів заготовки згідно з розрахунками в лабораторній роботі та із заводським кресленням виливка.
8. Встановлення відповідності точності виготовлення виливка даним розрахунків (порівняння з даними лабораторної роботи і заводського креслення виливка).
9. Встановлення наявності браку (виправного, невиправного) при литті під тиском.
10. Висновки по роботі.

### Зміст звіту

1. Мета і зміст роботи.
2. Ескіз деталі і виливка (суміщений) одержаного литтям під тиском.
3. Розрахунок розмірів литої заготовки при литті під тиском.
  - 3.1 Пояснення до розрахунку.
  - 3.2 Таблиця розрахунку.
4. Порівняння результатів розрахунку розмірів литої заготовки (при литті під тиском) з даними заводського креслення та розмірами реально виготовленого виливка.
5. Аналіз точності одержаних результатів, їх відповідності. Встановлення наявності браку (виправного, невиправного) при литті під тиском.
6. Висновки.

### Питання до самоконтролю

1. Суть способу лиття заготовки під тиском.
2. Вихідні дані для проектування литої заготовки.
3. Етапи вибору даних для проведення розрахунків при проектуванні литої заготовки.
4. Норми точності литих заготовок.
5. Методика призначення допусків.



6. Методика вибору припусків.
7. Визначення кількості переходів механічної обробки поверхонь деталі.
8. Вибір загального допуску.
9. Вибір загального припуску.
10. Методика розрахунку розмірів литої заготовки.
11. Визначення граничних розмірів литої заготовки.
12. Визначення наявності браку при виготовленні литих заготовок.

## Література

1. Г.Н.Мельников, В.П.Вороненко. Проектирование механосборочных цехов.-М.: Машиностроение. 1990 – 352с.
2. П.А.Руденко, Ю.А.Харламов, В.М.Плескач. Проектирование и производство заготовок в машиностроение. – Киев: “Выща школа”,1991 – 247с.
3. М.Г.Афонькин, М.В.Магницкая. Производство заготовок в машиностроении. - Ленинград: “Машиностроение”, 1987 – 256с.
4. Технология конструкционных материалов. Под ред. Г.А.Прейса – Киев: “Выща школа”,1991 – 391с.
5. Технология конструкционных материалов. А.М.Дальский, И.А.Арутюнова, Т.М.Барсукова и др. – М.: “Машиностроение”,1977 – 664с.
6. Боженко Л.І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. – Київ: НК ВО, 1990 – 264с.
7. ГОСТ 26645-85. Отливки из металов и сплавов.
8. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок – Львів: Світоч, 1996 – 348с.
9. Руденко П.О. Харламов Ю.О. Шустик О.Г. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин – Київ: ІСДО, 1993. – 304с.
10. Аксимов Н.Ф., Благоев Б.Н. Проектирование литых деталей. – М.: Машиностроение, 1987. – 272с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т1. – 656с.
12. Степанов Ю.А. и др. Технология литейного производства: Спец. виды литья / Под ред. Ю.А. Степанова – М.: Машиностроение, 1983. – 287с.
13. Технология конструкций изделия: Справочник / Ю.Д. Амиров, Т.К. Алферов, П.А. Волков и др.: Под ред. Ю.Д. Амирова. М.: Машиностроение, 1990. – 768с.
14. Технология машиностроения / специальная часть/ А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, Н.М. Колесов и др. - М.: Машиностроение, 1986. – 480с.
15. Титов Н.Д., Степанов Ю.А. Технология литейного производства. - М.: Машиностроение, 1985. – 400с.

## Додаток А

Таблиця А1 – Класи розмірної точності виливків

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір виливка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблювані сплави	Нетермооброблювані чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблювані кольорові легкі сплави	Термооброблювані і чавунні і кольорові тугоплавкі і сплави	Термооброблювані сталі сплави
Лиття під тиском у металеві форми і за випалюваними моделями із застосуванням вогнетривких матеріалів, що мало розширюються (плавленого кварцу, корунду і т.п.)	До 100	3т—5	3—7т	4—7	5т—8
	>100 до 250	3—7т	4—7	5т—6	5—9т
	>250 до 630	4—7	5т—8	5—9т	6—9
Лиття за випалюваними моделями із застосуванням кварцових вогнетривких матеріалів	До 100	3—7	4—8	5т—9т	5—9
	>100 до 250	4—3	5т—9т	5—9	6—10
	>250 до 630	5т—9т	5—9	6—10	7т—11т
Лиття за виплавними моделями із застосуванням кварцових вогнетривких матеріалів	До 100	4—8	5т—9т	5-9	6—10
	>100 до 250	5т—9т	5—9	6—10	7т—11т
	>250 до 630	9т—5-9	6—10	7т—11т	7—11
Лиття під низьким тиском і в кокиль без піщаних стержнів	До 100	5т—9т	5—9	6—10	7т—11т
	>100 до 250	5—9	6—10	7т—11т	7—11
	>250 до 630	6—10	7т—11т	7—11	8—12
	>630 до 1600	7т—14т	7—11	8—12	9т—13т
	>1600 до 4000	7—11	8—12	9т—13т	9—13

Продовження таблиці А1

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір вилівка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблювані сплави	Нетермооброблювані чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблювані кольорові легкі сплави	Термооброблювані чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблювані сталеві сплави
Лиття в піщано-глинисті сирі форми з низьковологіх (до 2,8%) високоміцних (більше 160 кПа чи 1,6 кг/см <sup>2</sup> ) сумішей, з високим і однорідним ущільненням до твердості не нижче 90 одиниць	До 100 >100 до 250 >250 до 630 >630 до 1600 >1600 до 4000 >4000 до 10000	5-10 6-11т 7т-11 7т-12 8-13т 9т-13	6-11т 7т-11 7-12 8-13т 9т-13 9-13	7т-11 7-12 8-13т 9т-13 9-13 10-14	7-12 8-13т 9т-13 9-13 10-11 11т-14
Лиття за газифікованими моделями у піщані форми Лиття у форми, що тверднуть в контакт з холодним оснащенням Лиття під низьким тиском і в кокіль з піщаними стержнями Лиття в облицьований кокіль	До 100 >100 до 250 >250 до 630 >630 до 1600 >1600 до 4000 >4000 до 10000	5-10 6-1т 7т-11 7-12 8-13т 9т-13	6-11т 7т-11 7-12 8-13т 9т-13 9-13	7т-11 7-12 8-13т 9т-13 9-13 10-14	7-12 8-13т 9т-13 9-13 10-14 11т-14
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 2,8 до 3,5% і міцністю від 120 до 160 кПа (від 1,2 до 1,6 кг/см <sup>2</sup> ) із середнім рівнем ущільнення до твердості не нижче 80 одиниць	До 100 >100 до 250 >250 до 630 >630 до 1600 >1600 до 4000 >4000 до 10000	6-11т 7т-11 7-12 8-13т 9т-13 9-18	7т-11 7-12 8-13т 9т-13 9-13 10-14	7-12 8-13т 9т-13 9-13 10-14 11т-14	8-13т 9т-13 9-13 10-14 11т-14 11-15

Продовження таблиці А1

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір виливка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблювані сплави	Нетермооброблювані чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблювані кольорові легкі сплави	Термооброблювані чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблювані сталіні сплави
Лиття відцентрове (внутрішні поверхні). Лиття у форми, що тверднуть в контактi з гарячим оснащенням. Лиття у вакуумно-плівкові піщані форми	До 100 >100 до 250 >250 до 630 >630 до 1600 >1600 до 4000 >4000 до 10000	6—11т 7т—11 7—12 8—13т 9т—13 9—18	7т—11 7—12 8—13т 9т—13 9—13 10—14	7—12 8—13т 9т—13 9—13 10—14 11т—14	8—13т 9т—13 9—13 10—14 11т— 14 11—15
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 3,5 до 4,5% і міцністю від 60 до 120 кПа (від 0,6 до 1,2 кг/см <sup>2</sup> ) з рівнем ущільнення до твердості не нижче 70 одиниць. Лиття в оболонкові форми з термореактивних сумішей. Лиття у форми, що тверднуть без контакту з оснащенням без теплового сушіння Лиття у форми з рідких сумішей, що самотверднуть Лиття в піщано-глинисті підсушені і сухі форми	До 100 >100 до 250 >250 до 630 >630 до 1600 >1600 до 4000 >4000 до 10000	7т—11 7—12 8—13т 9т—13 9—13 10—14	7—12 8—13т 9т—13 9—13 10—14 11т—14	8—13т 9т—13 9—13 10—14 11т—14 11—15	9т—13 9—13 10—14 11т—14 10—15 12—15

Продовження таблиці А1

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір виливка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблювані сплави	Нетермооброблювані чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблювані кольорові легкі сплави	Термооброблювані чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблювані сталі сплави
		Клас розмірної точності виливка			
Лиття в піщано-глинисті сирі форми з високовологих (більше 4,5 %) маломіцних (до 60 кПа чи 0,6 кг/см <sup>2</sup> ) сумішей з низьким рівнем ушільнення до твердості нижче 70 одиниць	До 100	7—12	8—13т	9т—13	9—13
	>100 до 250	8—13т	9т—13	9—13	10—14
	>250 до 630	9т—13	9—13	10—14	11т—14
	>630 до 1600	9—13	10—14	11т—14	11—15
	>1600 до 4000	10—14	11т—14	11—15	12—15
	>4000 до 10000	11т—14	11—15	12—15	13т—16
>10000	11—15	12—16	13т—16	13—16	

Примітки:

1. У таблиці зазначені діапазони класів розмірної точності виливків, що забезпечуються різними технологічними процесами лиття. Менші їхні значення відносяться до простих виливків і умов масового автоматизованого виробництва, великі – до складних виливків одиничного і дрібносерійного виробництва, середні – до виливків середньої складності й умов механізованого серійного виробництва.

2. У таблиці до кольорових легкоплавких сплавів віднесені сплави з температурою плавлення нижче 700°C (973К), до кольорових тугоплавких — сплави з температурою плавлення вище 700°C (973К)

3. У таблиці до легких віднесені сплави з щільністю до 3,0 г/см<sup>3</sup>, до важких – сплави з щільністю понад 3,0 г/см<sup>3</sup>.

Таблиця А2 – Ступінь жолоблення елементів вилівка

Відношення найменшого розміру елемента вилівка до найбільшого (товщини чи висоти до довжини елемента вилівка)	Ступінь жолоблення елемента вилівка			
	Багаторазові форми		Разові форми	
	Нетермооброблювані вилівки	Термооброблювані вилівки після правки	Нетермооброблювані вилівки	Термооброблювані вилівки після правки
> 0,200	1-4	2-5	3-6	4-7
> 0,100 до 0,200	2-5	3-6	4-7	5-8
> 0,050 до 0,100	3-6	4-7	5,8	6-9
> 0,025 до 0,050	4-7	5-8	6-9	7-10
> 0,025	5-8	6-9	7-10	8-11

Примітки:

1. Менші значення з діапазонів ступенів жолоблення відносяться до простих вилітків з легких кольорових сплавів; великі значення — до складних вилітків з чорних сплавів.
2. Ступінь жолоблення вилівка, що вказується на кресленні, варто брати за її елементом з найбільшим ступенем жолоблення.

Таблиця А3 – Ступені точності поверхонь виливків

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір виливка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблювані сплави	Нетермооброблені чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблені кольорові легкі сплави	Термооброблені чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблені сталі сплави
Ступінь точності поверхонь					
Лиття під тиском у металеві форми	До 100	2—6	3—7	4—8	5—9
	>100 до 250	3—7	4—8	5—9	6—10
	>250 до 630	4—3	5—9	6—10	7—11
Лиття в керамічні форми, лиття за випалюваними і виплавлюваними моделями	До 100	3—8	4—9	5—10	6—11
	>100 до 250	4—9	5—10	6—11	7—12
	>250 до 630	5—10	6—11	7—12	8—13
Лиття під низьким тиском і в кокіль без піщаних стержнів, відцентрове лиття в металеві форми	До 100	4—9	5—10	7—11	7—12
	>100 до 250	5—10	6—11	7—12	8—13
	>250 до 630	6—11	7—12	8—13	9—14
Лиття в оболонкові форми з термореактивних сумішей. Лиття в облицьований кокіль, лиття у вакуумно-пліткові піщані форми	До 100	6—12	7—13	8—14	9—15
	>100 до 250	7—13	8—14	9—16	10—16
	>250 до 630	8—14	9—16	10—16	11—17

Продовження таблиці АЗ

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір вилівка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблені сплави	Нетермооброблені чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблені кольорові легкі сплави	Термооброблені і чавунні і кольорові тугоплавкі і сплави	Термооброблені сталіні сплави
		Ступінь точності поверхонь			
Лиття в піщано-глинисті сирі форми з низьковологих (до 2,8%) високоміцних (більш 160 кПа чи 1,6 кг/см <sup>2</sup> ) сумішей з високим і однорідним ущільненням до твердості не нижче 90 одиниць. Лиття в піщані затверділі, сухі чи підсушені форми, пофарбовані покриттями на водяній основі, нанесеними пульверизацією чи зануренням. Лиття в кокіль з піщаними стержнями	До 100	7—14	8—15	9—16	10—17
	>100 до 250	8—16	9—16	10—17	11—18
	>250 до 630	9—16	10—17	11—18	12—19
	>630 до 1600	10—17	11—18	12—19	13—19
	>1600 до 4000	11—18	12—19	13—19	14—20
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 2,8 до 3,5% і міцністю від 120 до 160 кПа (від 1,2 до 1,6 кгс/см <sup>2</sup> ) із середнім рівнем ущільнення до твердості не нижче 80 одиниць Лиття в піщані затверділі, сухі форми, пофарбовані покриттями на водяній основі, нанесеними кистю, пульверизацією чи зануренням	До 100	8—15	9—16	10—17	11—18
	>100 до 250	9—16	10—17	11—18	12—19
	>250 до 630	10—17	11—18	12—19	13—19
	>630 до 1600	11—18	12—19	13—19	14—20
	>1600 до 4000	12—19	13—19	14—20	15—20
	>4000 до 10000	13—19	14—20	15—20	16—21



Продовження таблиці А3

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір вилівка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі негермооброблені сплави	Негермооброблені чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблені кольорові легкі сплави	Термооброблені чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблені сталі сплави
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 3,5 до 4,5% і міцністю від 60 до 120 кПа (від 0,6 до 1,2 кгс/см <sup>2</sup> ) з рівнем ущільнення твердості не нижче 70 одиниць.	До 100	9—16	10—17	11—18	12—19
	>100 до 250	10—17	10—17	11—18	12—19
	>250 до 630	11—18	12—19	13—19	14—20
	>630 до 1600	12—19	13—19	14—20	15—20
	>1600 до 4000	13—19	14—20	15—20	16—21
	>4000 до 10000	14—20	15—20	16—21	17—21
Лиття в піщані сухі підсушені чи пофарбовані форми					
Лиття в піщано-глинисті сирі форми з високовологих (вище 4,5%) і низькоміцних до 60 кПа чи 0,6 кгс/см <sup>2</sup> ) сумішей з низьким рівнем ущільнення до твердості нижче 70 одиниць.	До 100	10—17	11—18	12—19	13—19
	>100 до 250	11—16	12—19	13—19	14—20
	>250 до 630	12—19	13—19	14—20	15—20
	>630 до 1600	13—19	14—20	15—20	16—21
	>1600 до 4000	14—20	15—20	16—21	17—21
	>4000 до 10000	16—20	16—21	17—21	18—22
Лиття в піщані сухі, підсушені чи нефарбовані форми.	>10000	16—21	17—21	18—22	19—22
Лиття у форми з рідких сумішей, що самотверднуть.					

Примітка. У таблиці зазначені діапазони ступенів точності поверхні виливків, що забезпечуються різними технологічними процесами лиття. Малі значення відносяться до простих виливків і умов масового автоматизованого виробництва, великі — до складних виливків одиничного і дрібносерійного виробництва, середні — до виливків середньої складності й умов механізованого серійного виробництва.

Таблиця А4 -- Шорсткість поверхні виливка

Шорсткість поверхні	Значення шорсткості для ступенів точності поверхні виливка										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Середнє арифметичне відхилення профілю $R_a$ , мкм, не більше	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0
Висота нерівностей профілю $R_z$ , мкм, не більше	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продовження таблиці А4

Шорсткість поверхні	Значення шорсткості для ступенів точності поверхні виливка											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Середнє арифметичне відхилення профілю $R_a$ , мкм, не більше	25	32	40	50	63	80	100	—	—	—	—	
Висота нерівностей профілю $R_z$ , мкм, не більше	—	—	—	—	—	—	—	500	630	800	1000	

Таблиця А5 – Класи точності маси виливків

Технологічний процес лиття	Найбіль-ший габарит-ний розмір виливка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблювані сплави	Нетермооброблювані чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблювані кольорові легкі сплави	Термооброблювані чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблювані сталіні сплави
		Клас точності маси виливка			
Лиття під тиском у металеві форми і за випалюваними моделями із застосуванням вогнетривких матеріалів, що мало розширюються (плавленого кварцу, корунду і т.п.)	До 1,0 >1,0 до 10 >10 до 100	1—7 2—8 3т— 9т	2—8 3т— 9т 3—9	3т— 9т 3—9 4—10	3—9 4—10 5т— 11т
Лиття за випалюваними моделями із застосуванням кварцових вогнетривких матеріалів	До 1,0 >1,0 до 10 >10 до 100	2— 9т 3т— 9 3—10	3т— 9 3—10 4— 11т	3—10 4— 11т 5т— 11	4— 11т 5т— 11 5—12
Лиття за виплавними моделями із застосуванням кварцових вогнетривких матеріалів	До 1,0 >1,0 до 10 >10 до 100	3т— 9 3—10 4— 11т	3—10 4— 11т 5т— 11	4— 11т 5т— 11 5—12	5т— 11 5—12 6— 13т
Лиття під низьким тиском і в кокіл без піщаних стержнів	До 1,0 >1,0 до 10 >10 до 100 >100 до 1000 >1000 до 10000	3—10 4— 11т 5т— 11 5—12 6— 13т	4— 11т 5т— 11 5—12 6— 13т 7т— 13	5т— 11 5—12 6—13т 7т— 13 7—14	5—12 6— 13т 7т— 13 7—14 8—15

Продовження таблиці А5

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір виливка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблювані сплави	Нетермооброблювані чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблювані кольорові легкі сплави	Термооброблювані чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблювані сталні сплави
Лиття в піщано-глинисті сирі форми з низьковологих (до 2,8%) високоміцних (більш 160 кПа чи 1,6 кг/см <sup>2</sup> ) сумішей, з високим і однорідним ущільненням до твердості не нижче 90 одиниць Лиття за газифікованими моделями у піщані форми Лиття у форми, що тверднуть в контакт з холодним оснащенням Лиття під низьким тиском і в кокіль з піщаними стержнями Лиття в облицьований кокіль	До 1,0 >1,0 до 10 >10 до 100 >100 до 1000 >1000 до 10000 >10000 до 100000	4—11 5т—12 5—13т 6—13 7т—14 7—15	5т—12 5—13т 6—13 7т—14 7—15 8—15	5—13т 6—13 7т—14 7—15 8—16 9т—16	6—13 7т—14 7—15 8—15 9т—16 9—16
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 2,8 до 3,5% і міцністю від 120 до 160 кПа (від 1,2 до 1,6 кг/см <sup>2</sup> ) із середнім рівнем ущільнення до твердості не нижче 80 одиниць	До 1,0 >1,0 до 10 >10 до 100 >100 до 1000 >1000 до 10000 >10000 до 100000	5т—12 5—13т 6—13 7т—14 7—16 8—15	5—13т 6—13 7т—14 7—15 8—15 9т—16	6—13 7т—14 7—16 8—16 9т—16 9—16	7т—14 7—15 8—15 9т—16 9—16 10—16

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір виливка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблені сплави	Нетермооброблені чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблені кольорові легкі сплави	Термооброблені чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблені сталі
		Клас точності маси виливка			
Лиття відцентрове (внутрішні поверхні)	До 1,0	5т— 12	5— 13т	6—13	7т— 14
Лиття у форми, що тверднуть в контакт з гарячим оснащенням	>1,0 до 10	5— 13т	6—13	7т— 14	7—15
	>10 до 100	6—13	7т— 14	7—16	8— 15
	>100 до 1000	7т— 14	7—15	8—16	9т— 16
	>1000 до 10000	7—16	8—15	9т— 16	9—16
Лиття у вакуумно-плівкові піщані форми	>10000 до 100000	8—15	9т— 16	9—16	10—16
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 3,5 до 4,5% і міцністю від 60 до 120 кПа (від 0,6 до 1,2 кг/см <sup>2</sup> ) з рівнем ущільнення до твердості не нижче 70 одиниць	До 1,0	5— 13т	6—13	7т— 14	7—15
Лиття в оболонкові форми з терморактивних сумішей	>1,0 до 10	6—13	7—14	7—15	8—15
	>10 до 100	7т— 14	7—16	8—16	9т—16
	>100 до 1000	7—15	8— 15	9т—16	9—16
Лиття у форми, що тверднуть без контакту з оснащенням без теплового сушіння	>1000 до 10000	8—15	9т— 16	9—16	10—16
	>10000 до 100000	9т— 16	9—16	10—16	11т—16
Лиття у форми з рідких сумішей, що самотверднуть					
Лиття в піщано-глинисті підсушені і сухі форми					

## Продовження таблиці А5

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір вилівка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблювані сплави	Нетермооброблювані чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблювані кольорові легкі сплави	Термооброблювані чавунні і кольорові тугоплавкі і сплави	Термооброблювані сталні сплави
Лиття в піщано-глинисті сирі форми з високовологіх (більше 4,5 %) маломіцних (добо кПа чи 0,6 кг/см <sup>2</sup> ) су-мішей з низьким рівнем ущільнення до твердості нижче 70 одиниць	До 1,0	6—13	7т—14	7—15	8—15
	>1,0 до 10	7т—14	7—15	8—15	9т—16
	>10 до 100	7—15	8—15	9т—16	9—16
	>100 до 1000	8—16	9т—16	9—16	10—16
	>1000 до 10000	9т—16	9—16	10—16	11т—16
	>10000 до 100000	9—16	10—16	11т—16	11—16
		10—16	11т—16	11—16	15—16

Примітка. У таблиці зазначені діапазони класів точності маси вилівоків, що забезпечуються різними технологічними процесами лиття. Малі значення відносяться до простих компактних вилівоків і умов масового автоматизованого виробництва, великі — до складних великогабаритних вилівоків одиничного і дрібносерійного виробництва, середні — до вилівоків середньої складності й умов механізованого серійного виробництва.

Таблиця А6 – Ряди припусків на обробку виливків

Ступені точності поверхні	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ряди припусків	1-2	1-3	1-4	2-5	3-6	4-7	5-8	6-9	7-10	8-11	9-12	10-13	11-17	12-15	13-16

## Примітки:

1. Малі значення рядів припусків з діапазонів їх значень варто брати для термооброблених виливків з кольорових легкоплавких сплавів, великі значення — для виливків з ковкого чавуну, середні — для виливків із сірого і високоміцного чавуну, термооброблених виливків зі сталевих і кольорових тугоплавких сплавів.
2. При виготовленні виливків в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва для поверхонь, які розміщені вверху, допускається приймати збільшені на 1-3 одиниці значення ряду припуску.

Таблиця А7 – Рівень точності обробки виливків, залежно від рівня технології механічної обробки

Характеристика металообробного обладнання	Рівень точності обробки при ступені точності верстагів	
	нормальний	високий
Автоматизоване обладнання, оснащене пристроями для стабілізації і управління точністю обробки	-	високий
Автоматичне обладнання (агрегатні верстати і верстати з ЧПК, автоматичні лінії із агрегатних верстагів з ЧПК і гнучких виробничих модулів і т. ін.)	середній	підвищений
Неавтоматизоване обладнання (верстати з ручним керуванням)	понижений	середній

Примітка:

1. До нормального ступеня точності верстагів варто відносити верстати нормальної точності за ГОСТ 8—82. До високого ступеня точності верстагів варто відносити верстати підвищеної, високої, особливо високої точності за ГОСТ 8—82.
2. Значення припусків, приведені в таблиці А1, варто застосовувати при середньому рівні точності обробки (таблиця А7). При підвищеному чи високому рівні точності обробки варто брати значення припусків, що відповідають інтервалам загальних допусків, розташованих у табл. А16 відповідно на 1 чи 2 рядки вище інтервалу дійсного допуску, при зниженому рівні точності обробки — на 1 рядок нижче інтервалу дійсного допуску.



Таблиця А8 – Допуски розмірів виливків

Інтервал номінальних розмірів, мм	Допуски розмірів виливків для класів точності, мм, не більше										
	1	2	3т	3	4	5т	5	6			
До 4	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32			
> 4 до 6	0,07	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36			
> 6 до 10	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40			
> 10 до 16	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44			
> 16 до 25	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50			
> 25 до 40	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56			
> 40 до 63	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64			
> 63 до 100	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70			
> 100 до 160	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80			
> 160 до 250	-	-	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90			
> 250 до 400	-	-	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00			
> 400 до 630	-	-	-	-	0,56	0,70	0,90	1,10			
> 630 до 1000	-	-	-	-	-	0,80	1,00	1,20			
> 1000 до 1600	-	-	-	-	-	-	-	1,40			
> 1600 до 2500	-	-	-	-	-	-	-	-			
> 2500 до 4000	-	-	-	-	-	-	-	-			
> 4000 до 6300	-	-	-	-	-	-	-	-			
> 6300 до 10000	-	-	-	-	-	-	-	-			
> 10000	-	-	-	-	-	-	-	-			

## Продовження таблиці А8

Інтервал номінальних розмірів, мм	Донуски розмірів вилітків для класів точності, мм, не більше															
	7Т	7	8	9Т	9	10	11Т	11	12	13Т	13	14	15	16		
До 4	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	—	—	—	—	—	—		
> 4 до 6	0,44	0,56	0,70	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	—	—	—	—	—		
> 6 до 10	0,50	0,64	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	—	—	—		
> 10 до 16	0,56	0,70	0,90	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7	—	—		
> 16 до 25	0,64	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8	10	12		
> 25 до 40	0,70	0,90	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9	11	14		
> 40 до 63	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16		
> 63 до 100	0,90	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18		
> 100 до 160	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12	16	20		
> 160 до 250	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14	18	22		
> 250 до 400	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16	20	24		
> 400 до 630	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14,0	18	22	28		
> 630 до 1000	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20	24	32		
> 1000 до 1600	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22	28	36		
> 1600 до 2500	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	40		
> 2500 до 4000	—	3,2	3,6	4,4	5,6	7	9	11	14	18	22	28	36	44		
> 4000 до 6300	—	—	—	—	6,4	8	10	12	16	20	24	32	40	50		
> 6300 до 10000	—	—	—	—	8	10	12	16	20	24	32	40	50	64		
> 10000	—	—	—	—	—	12	16	20	24	32	40	50	64	80		

Таблиця А9 – Допуск форми і розташування елементів виливка

Номінальний розмір нормованої ділянки виливка, мм	Допуск форми і розташування елементів виливка для ступенів жоблення елементів виливка, мм, не більше										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До 125	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20
> 125 до 160	0,16	0,20	0,24	0,32	0,43	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60
> 160 до 200	0,20	0,24	0,32	0,40	0,60	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00
> 200 до 250	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40
> 250 до 315	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20
> 315 до 400	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00
> 400 до 500	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00
> 500 до 630	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40
> 630 до 800	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,00	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00
> 800 до 1000	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,03	5,00	6,40	8,00	10,00
> 1000 до 11200	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00
> 1200 до 1600	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00
> 1800 до 2000	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00
> 2000 до 2500	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00
> 2500 до 3150	3,23	4,00	6,00	6,40	8,03	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00
> 3150 до 4000	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00
> 4000 до 5000	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00	50,00
> 6000 до 6300	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00	50,00	64,00
> 6300 до 8000	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00	50,00	64,00	80,00
> 8000 до 10000	10,00	12,00	16,00	20,0	24,00	32,00	40,00	50,00	64,00	80,00	-
> 10000	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00	90,00	64,00	80,00	-	-

Примітка. За номінальний розмір нормованої ділянки при визначенні допусків, форми і розташування варто брати найбільший з розмірів нормованої ділянки елемента виливка, для якого регламентуються відхилення форми і розташування поверхні.

Таблиця А10 – Допуск нерівностей поверхонь виливка

Допуск нерівностей поверхонь виливка для ступенів точності поверхонь виливка, мм, не більше																					
1	2	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,4	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4

Таблиця А11 – Допуск маси виливка

Номінальна маса виливка, кг	Допуск маси виливка, для класів точності маси виливка, %, не більше																						
	1	2	3т	3	4	5т	5	5т	5	7т	7	8	9т	9	10	11т	11	12	13т	13	14	15	16
До 0,1	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
> 0,1 до 0,4	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	—	—	—	—	—	—	—	—
> 0,4 до 1,0	1,0	1,2	1,6	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	—	—	—	—	—	—	—	—
> 1,0 до 4,0	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	—	—	—	—	—	—
> 4,0 до 10,0	—	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	—	—	—	—	—
> 10,0 до 40,0	—	—	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	—	—	—	—
> 40,0 до 100,0	—	—	—	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	—	—	—
> 100,0 до 400,0	—	—	—	—	—	—	1,0	1,2	1,6	2,3	2,4	3,2	4,0	5,6	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32	—
> 400,0 до 1000,0	—	—	—	—	—	—	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24	32
> 1000,0 до 4000,0	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24
> 4000,0 до 10000,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20
> 10000,0 до 40000,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16
> 40000,0 до 100000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	6,0	6,4	8,0	10	12
> 100000,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0

Примітка. Допуски маси виливків приведені у відсотках від номінальної маси виливків

Таблиця А12 – Загальні допуски елементів виливків, мм

Допуск розміру від поверхні до бази	Допуск форми і розташування поверхні	Загальний допуск елемента виливка, мм, не більше
До 0,01	До 0,01	0,02
	> 0,01 до 0,02	0,03
> 0,01 до 0,02	До 0,01	0,02
	> 0,01 до 0,02	0,03
	> 0,02 до 0,03	0,04
	> 0,03 до 0,04	0,05
> 0,02 до 0,03'	До 0,01	0,03
	> 0,01 до 0,02	0,04
	> 0,02 до 0,03	0,05
	> 0,03 до 0,04	0,06
	> 0,04 до 0,05	0,07
> 0,03 до 0,04	> 0,05 до 0,06	0,08
	До 0,01	0,04
	> 0,01 до 0,03	0,05
	> 0,03 до 0,04	0,06
	> 0,04 до 0,05	0,07
	> 0,05 до 0,06	0,08
> 0,04 до 0,05	> 0,06 до 0,08	0,11
	До 0,01	0,05
	> 0,01 до 0,03	0,06
	> 0,03 до 0,04	0,07
	> 0,04 до 0,05	0,08
	> 0,05 до 0,06	0,09
	> 0,06 до 0,08	0,11
> 0,05 до 0,06	> 0,08 до 0,10	0,14
	До 0,02	0,06
	> 0,02 до 0,03	0,07
	> 0,03 до 0,04	0,08
	> 0,04 до 0,05	0,09
	> 0,05 до 0,06	0,10
	> 0,06 до 0,08	0,12
	> 0,08 до 0,10	0,14
> 0,06 до 0,08	> 0,10 до 0,12	0,16
	До 0,02	0,08
	> 0,02 до 0,04	0,09
	> 0,04 до 0,05	0,10
	> 0,05 до 0,06	0,11
	> 0,06 до 0,08	0,14
	> 0,08 до 0,10	0,16
	> 0,10 до 0,12	0,18
> 0,12 до 0,16	0,22	

## Продовження таблиці А12

Допуск розміру від поверхні до бази	Допуск форми і розташування поверхні	Загальний допуск елемента вилівка, мм, не більше
> 0,08 до 0,10	До 0,02	0,10
	> 0,02 до 0,04	0,11
	> 0,04 до 0,06	0,12
	> 0,06 до 0,08	0,14
	> 0,08 до 0,10	0,16
	> 0,10 до 0,12	0,16
	> 0,12 до 0,16	0,22
> 0,10 до 0,12	> 0,16 до 0,20	0,28
	До 0,02	0,12
	> 0,02 до 0,06	0,14
	> 0,06 до 0,08	0,16
	> 0,08 до 0,10	0,18
	> 0,10 до 0,12	0,20
	> 0,12 до 0,16	0,24
> 0,15 до 0,16	> 0,16 до 0,20	0,28
	> 0,20 до 0,24	0,32
	До 0,03	0,16
	> 0,03 до 0,06	0,16
	> 0,06 до 0,10	0,20
	> 0,10 до 0,12	0,22
	> 0,12 до 0,16	0,28
> 0,16 до 0,20	> 0,16 до 0,20	0,32
	> 0,20 до 0,24	0,36
	> 0,24 до 0,32	0,44
	До 0,03	0,20
	> 0,03 до 0,08	0,22
	> 0,06 до 0,12	0,24
	> 0,12 до 0,16	0,28
> 0,20 до 0,24	> 0,16 до 0,20	0,32
	> 0,20 до 0,40	0,36
	> 0,40 до 0,32	0,44
	> 0,32 до 0,40	0,56
	До 0,06	0,24
	> 0,06 до 0,12	0,26
	> 0,12 до 0,16	0,32
> 0,16 до 0,20	0,36	
> 0,20 до 0,24	0,40	
> 0,24 до 0,32	0,50	
> 0,32 до 0,40	0,56	
> 0,40 до 0,48	0,64	

## Продовження таблиці А12

Допуск розміру від поверхні до бази	Допуск форми і розташування поверхні	Загальний допуск елемента вилівка, мм, не більше
> 0,24 до 0,32	До 0,06	0,32
	> 0,06 до 0,12	0,36
	> 0,12 до 0,20	0,40
	> 0,20 до 0,24	0,44
	> 0,24 до 0,32	0,50
	> 0,32 до 0,40	0,56
	> 0,40 до 0,50	0,70
> 0,32 до 0,40	До 0,08	0,40
	> 0,06 до 0,16	0,44
	> 0,16 до 0,24	0,50
	> 0,24 до 0,32	0,56
	> 0,32 до 0,40	0,64
	> 0,40 до 0,50	0,70
	> 0,60 до 0,64	0,90
	> 0,64 до 0,80	1,10
> 0,40 до 0,50	До 0,12	0,50
	> 0,12 до 0,24	0,56
	> 0,24 до 0,32	0,64
	> 0,32 до 0,40	0,70
	> 0,40 до 0,50	0,80
	> 0,50 до 0,64	0,90
	> 0,64 до 0,80	1,10
> 0,50 до 0,64	> 0,80 до 1,00	1,40
	До 0,12	0,64
	> 0,2 до 0,24	0,70
	> 0,24 до 0,40	0,80
	> 0,40 до 0,50	0,90
	> 0,50 до 0,64	1,00
	> 0,64 до 0,80	1,20
	> 0,80 до 1,00	1,40
	> 1,00 до 1,20	1,60
> 0,64 до 0,80	> 1,20 до 1,28	1,80
	До 0,20	0,80
	> 0,20 до 0,40	0,90
	> 0,40 до 0,50	1,00
	> 0,50 до 0,64	1,10
	> 0,64 до 0,80	1,20
	> 0,80 до 1,00	1,40
	> 1,00 до 1,20	1,80
> 1,20 до 1,60	2,20	

## Продовження таблиці А12

Допуск розміру від поверхні до бази	Допуск форми і розташування поверхні	Загальний допуск елемента виливка, мм, не більше
> 0,80 до 1,00	До 0,24	1,00
	> 0,24 до 0,40	1,10
	> 0,40 до 0,64	1,20
	> 0,64 до 0,80	1,40
	> 0,80 до 1,00	1,60
	> 1,00 до 1,20	1,80
	> 1,20 до 1,60	2,20
	> 1,60 до 2,00	2,80
> 1,00 до 1,20	До 0,32	1,20
	> 0,32 до 0,64	1,40
	> 0,64 до 0,80	1,60
	> 0,80 до 1,00	1,80
	> 1,00 до 1,20	2,00
	> 1,20 до 1,60	2,40
	> 1,60 до 2,00	2,80
	> 2,00 до 2,40	3,20
> 1,20 до 1,60	До 0,40	1,60
	> 0,40 до 0,80	1,80
	> 0,80 до 1,00	2,00
	> 1,00 до 1,20	2,20
	> 1,12 до 1,60	2,40
	> 1,60 до 2,00	2,80
	> 2,00 до 2,40	3,60
	> 2,40 до 3,20	4,40
> 1,60 до 2,00	До 0,40	2,00
	> 0,40 до 0,80	2,20
	> 0,80 до 1,20	2,40
	> 1,20 до 1,60	2,80
	> 1,60 до 2,00	3,20
	> 2,00 до 2,40	3,60
	> 2,40 до 3,20	4,40
	> 3,20 до 4,00	5,00
> 2,00 до 2,40	До 0,64	2,40
	> 0,64 до 1,20	2,80
	> 1,20 до 1,60	3,20
	> 1,60 до 2,00	3,60
	> 2,00 до 2,40	4,00
	> 2,40 до 3,20	4,40
	> 3,20 до 4,00	5,60
	> 4,00 до 4,80	6,40



## Продовження таблиці А12

Допуск розміру від поверхні до бази	Допуск форми і розташування поверхні	Загальний допуск елемента вилівка, мм, не більше
> 2,40 до 3,20	До 0,80	3,20
	> 0,80 до 1,60	3,60
	> 1,60 до 2,00	4,00
	> 2,00 до 2,40	4,40
	> 2,40 до 3,20	5,00
	> 3,20 до 4,00	5,60
	> 4,00 до 5,00	7,00
	> 5,00 до 6,40	9,00
> 3,20 до 4,00	До 1,00	4,00
	> 1,00 до 1,60	4,40
	> 1,60 до 2,40	5,00
	> 2,40 до 3,20	5,60
	> 3,20 до 4,00	6,40
	> 4,00 до 5,00	7,00
	> 5,00 до 6,40	9,00
	> 6,40 до 8,00	11,00
> 4,00 до 5,00	До 1,20	5,00
	> 1,20 до 2,40	5,60
	> 2,40 до 3,20	6,40
	> 3,20 до 4,00	7,00
	> 4,00 до 5,00	8,00
	> 5,00 до 6,40	9,00
	> 6,40 до 8,00	11,00
	> 8,00 до 10,00	14,00
> 5,00 до 6,40	До 1,20	6,40
	> 1,20 до 2,40	7,00
	> 2,40 до 4,00	8,00
	> 4,00 до 5,00	9,00
	> 5,00 до 6,40	10,00
	> 6,40 до 8,00	12,00
	> 8,00 до 10,00	14,00
	> 10,00 до 12,00	16,00
> 6,40 до 8,00	До 2,00	8,00
	> 2,00 до 4,00	9,00
	> 4,00 до 5,00	10,00
	> 5,00 до 6,40	11,00
	> 6,40 до 8,00	12,00
	> 8,00 до 10,00	14,00
	> 10,00 до 12,00	18,00
	> 12,00 до 16,00	22,00

## Продовження таблиці А12

Допуск розміру від поверхні до бази	Допуск форми і розташування поверхні	Загальний допуск елемента вилівка, мм, не більше
> 8,00 до 10,00	До 2,40	10,00
	> 2,40 до 4,00	11,00
	> 4,00 до 6,40	12,00
	> 6,40 до 8,00	14,00
	> 8,00 до 10,00	15,00
	> 10,00 до 12,00	18,00
	> 12,00 до 16,00	22,00
> 10,00 до 12,00	До 3,20	12,00
	> 3,20 до 6,40	14,00
	> 6,40 до 8,00	16,00
	> 8,00 до 10,00	18,00
	> 10,00 до 12,00	20,00
	> 12,00 до 16,00	24,00
	> 16,00 до 20,00	28,00
> 12,00 до 16,00	До 4,00	16,00
	> 4,00 до 8,00	18,00
	> 8,00 до 10,00	20,00
	> 10,00 до 12,00	22,00
	> 12,00 до 16,00	24,00
	> 16,00 до 20,00	28,00
	> 20,00 до 24,00	36,00
> 16,00 до 20,00	До 5,00	20,00
	> 5,00 до 8,00	22,00
	> 8,00 до 12,00	24,00
	> 12,00 до 16,00	28,00
	> 16,00 до 20,00	32,00
	> 20,00 до 24,00	36,00
	> 24,00 до 32,00	44,00
> 20,00 до 24,00	До 6,40	24,00
	> 6,40 до 12,00	28,00
	> 12,00 до 16,00	32,00
	> 16,00 до 20,00	36,00
	> 20,00 до 24,00	40,00
	> 24,00 до 32,00	44,00
	> 32,00 до 40,00	56,00
> 40,00 до 48,00	64,00	

## Продовження таблиці А12

Допуск розміру від поверхні до бази	Допуск форми і розташування поверхні	Загальний допуск елемента виливка, мм, не більше
> 24,00 до 32,00	До 8,00	32,00
	> 8,00 до 16,00	36,00
	> 16,00 до 20,00	40,00
	> 20,00 до 24,00	44,00
	> 24,00 до 32,00	50,00
	> 32,00 до 40,00	56,00
	> 40,00 до 50,00	70,00
	> 50,00 до &4.00	90,00
> 32,00 до 40,00	До 10,00	40,00
	> 10,00 до 16,00	44,00
	> 16,00 до 24,00	50,00
	> 24,00 до 32,00	56,00
	> 32,00 до 40,00	64,00
	> 40,00 до 60,00	70,00
	> 50,00 до 64,00	90,00
	> 64,00 до 80,00	110,00
> 40,00 до 50,00	До 12,00	50,00
	> 12,00 до 24,00	56,00
	> 24,00 до 32,00	64,00
	> 38,00 до 40,00	70,00
	> 40,00 до 50,00	80,00
	> 50,00 до 64,00	90,00
	> 64,00 до 80,00	110,00
	> 80,00 до 100,00	140,00
> 50,00 до 64,00	До 12,00	64,00
	> 12,00 до 24,00	70,00
	> 24,00 до 40,00	80,00
	> 40,00 до 50,00	90,00
	> 50,00 до 64,00	100,00
	> 64,00 до 80,00	120,00
	> 80,00 до 100,00	140,00
	> 100,00 до 120,00	160,00
> 64,00 до 80,00	До 20,00	80,00
	> 20,00 до 40,00	90,00
	> 40,00 до 50,00	100,00
	> 50,00 до 64,00	110,00
	> 64,00 до 80,00	120,00
	> 80,00 до 100,00	140,00
	> 100,00 до 120,00	180,00
	> 120,00 до 160,00	220,00

Таблиця А13 – Мінімальний ливарний припуск

Ряд припуску вилівка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Мінімальний ливарний припуск на сторону, мм, не більше	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0

Таблиця А14 – Визначення кількості переходів механічної обробки за точністю розмірів

Допуск розміру вилівка	Співвідношення між допусками розміру деталі і вилівка від бази обробки до оброблюваної поверхні	Вид кінцевої механічної обробки
До 0,5	$> 0,4$ $> 0,15$ до 0,4 $> 0,10$ до 0,15 $> 0,10$	Чорнова Напівчистова Чистова Тонка
Більше 0,5 до 1,0	$> 0,3$ $> 0,1$ до 0,3 $> 0,05$ до 0,1 $> 0,05$	Чорнова Напівчистова Чистова Тонка
Більше 1,0 до 2,0	$> 0,2$ $> 0,1$ до 0,2 $> 0,05$ до 0,1 $> 0,05$	Чорнова Напівчистова Чистова Тонка
Більше 2,0 до 5,0	$> 0,15$ $> 0,05$ до 0,15 $> 0,02$ до 0,05 $> 0,02$	Чорнова Напівчистова Чистова Тонка
Більше 5,0	$> 0,10$ $> 0,05$ до 0,10 $> 0,02$ до 0,05 $> 0,02$	Чорнова Напівчистова Чистова Тонка

Таблиця А15 – Визначення кількості переходів механічної обробки за точністю форми чи взаємного розташування

Допуск розміру вилівка	Співвідношення між допусками форми і розташування оброблюваної поверхні деталі і оброблюваної поверхні вилівка	Вид остаточної механічної обробки
До 0,5	> 0,4 > 0,10 до 0,4 > 0,02 до 0,10 > 0,02	Чорнова Напівчистова Чистова Тонка
> 0,5 до 1,0	> 0,3 > 0,1 до 0,3 > 0,02 до 0,1 » 0,02	Чорнова Напівчистова Чистова Тонка
> 1,0 до 2,0	> 0,20 > 0,05 до 0,20 > 0,01 до 0,05 > 0,01	Чорнова Напівчистова Чистова Тонка
> 2,0 до 5,0	> 0,10 > 0,02 до 0,10 > 0,005 до 0,02 > 0,005	Чорнова Напівчистова Чистова Тонка
> 5,0	> 0,05 > 0,10 до 0,05 > 0,002 до 0,001 > 0,002	Чорнова Напівчистова Чистова Тонка

Примітки:

1. При невказаних допусках форми і розташування оброблюваної поверхні вилівка їхнє сумарне значення приймають рівним 25% допуску розміру від бази до оброблюваної поверхні вилівка.

2. При невказаних допусках форми і розташування обробленої поверхні деталі їхнє сумарне значення беруть рівним 50% допуску розміру від бази до обробленої поверхні деталі.

Таблиця А16 – Загальний припуск на обробку

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 0,10	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	—	—
	Чистова	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	—	—
	Тонка	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	—	—
> 0,10 до 0,11	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	—	—
	Напівчистова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	—	—
	Чистова	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	1,0	—	—
	Тонка	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,9	—	—
> 0,11 до 0,12	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	1,1	—
	Напівчистова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,3	—
	Чистова	0,3	0,3	0,6	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	—
	Тонка	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	—
> 0,12 до 0,14	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	—
	Напівчистова	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	—
	Чистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	—
	Тонка	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	—
> 0,14 до 0,16	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3
	Напівчистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,4
	Чистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
	Тонка	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	1,0	1,3	1,5
> 0,16 до 0,18	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,4
	Напівчистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
	Чистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
	Тонка	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
> 0,18 до 0,20	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4
	Напівчистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
	Чистова	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
	Тонка	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6

Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
До 0,10	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Тонка	—	—	—	—	—	—	—	—	—
> 0,10 до 0,11	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова Тонка	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
> 0,11 до 0,12	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова Тонка	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
> 0,12 до 0,14	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова Тонка	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
> 0,14 до 0,16	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова Тонка	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
> 0,16 до 0,18	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова Тонка	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
> 0,18 до 0,20	Чорнова	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—
	Тонка	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—



Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
> 0,20 до 0,22	Чорнова	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,9	1,1	1,4
	Чистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6
	Напівчистова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
	Тонка	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
> 0,22 до 0,24	Чорнова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,4
	Напівчистова	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1,1	1,4	1,6
	Чистова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
	Тонка	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,6	1,7
> 0,24 до 0,28	Чорнова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
	Напівчистова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
	Чистова	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
	Тонка	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
> 0,28 до 0,32	Чорнова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
	Напівчистова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,5	1,7
	Чистова	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
	Тонка	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
> 0,32 до 0,36	Чорнова	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
	Напівчистова	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
	Чистова	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
	Тонка	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
> 0,36 до 0,40	Чорнова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
	Напівчистова	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
	Чистова	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
	Тонка	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,4	1,6	1,9
> 0,40 до 0,44	Чорнова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
	Напівчистова	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
	Чистова	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9
	Тонка	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9

## Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше									
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
> 0,20 до 0,22	Чорнова	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Чистова	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Напівчистова	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Тонка	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—	
> 0,22 до 0,24	Чорнова	1,8	2,2	2,6	—	—	—	—	—	—	
	Напівчистова	1,9	2,4	3,0	—	—	—	—	—	—	
	Чистова	2,1	2,5	3,1	—	—	—	—	—	—	
	Тонка	2,1	2,5	3,3	—	—	—	—	—	—	
> 0,24 до 0,28	Чорнова	1,8	2,2	2,7	—	—	—	—	—	—	
	Напівчистова	2,0	2,4	3,0	—	—	—	—	—	—	
	Чистова	2,1	2,5	3,2	—	—	—	—	—	—	
	Тонка	2,2	2,6	3,3	3,3	—	—	—	—	—	
> 0,28 до 0,32	Чорнова	1,8	2,2	2,7	—	—	—	—	—	—	
	Напівчистова	2,1	2,4	3,1	3,6	—	—	—	—	—	
	Чистова	2,2	2,6	3,1	3,6	—	—	—	—	—	
	Тонка	2,3	2,7	3,4	3,9	—	—	—	—	—	
> 0,32 до 0,36	Чорнова	1,9	2,3	2,7	3,3	—	—	—	—	—	
	Напівчистова	2,1	2,5	3,1	3,6	—	—	—	—	—	
	Чистова	2,3	2,7	3,3	3,8	—	—	—	—	—	
	Тонка	2,3	2,7	3,4	3,9	—	—	—	—	—	
> 0,36 до 0,40	Чорнова	1,9	2,3	2,8	3,3	4,3	—	—	—	—	
	Напівчистова	2,1	2,5	3,2	3,7	4,8	—	—	—	—	
	Чистова	2,3	2,7	3,3	3,8	5,0	—	—	—	—	
	Тонка	2,4	2,8	3,4	4,0	6,1	—	—	—	—	
> 0,40 до 0,44	Чорнова	1,9	2,3	2,8	3,4	4,3	—	—	—	—	
	Напівчистова	2,2	2,6	3,1	3,6	4,8	—	—	—	—	
	Чистова	2,4	2,7	3,4	3,9	5,0	—	—	—	—	
	Тонка	2,4	2,8	3,4	4,0	5,1	—	—	—	—	

Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску виливка, мм, не більше								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
> 0,44 до 0,50	Чорнова	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
	Чистова	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
	Напівчистова	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9
	Тонка	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0
> 0,50 до 0,56	Чорнова	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
	Напівчистова	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9
	Чистова	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0
	Тонка	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1
> 0,56 до 0,64	Чорнова	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7
	Напівчистова	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0
	Чистова	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1
	Тонка	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,2
> 0,64 до 0,70	Чорнова	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7
	Напівчистова	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1
	Чистова	0,9	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,9	2,2
	Тонка	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3
> 0,70 до 0,80	Чорнова	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,4	1,6	1,8
	Напівчистова	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,1
	Чистова	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,3	1,8	2,1	2,3
	Тонка	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4
> 0,80 до 0,90	Чорнова	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8
	Напівчистова	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3
	Чистова	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4
	Тонка	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,6
> 0,90 до 1,00	Чорнова	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9
	Напівчистова	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4
	Чистова	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,3	2,5
	Тонка	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7

## Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску виливка, мм, не більше								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
> 0,44 до 0,50	Чорнова	2,0	2,4	2,8	3,4	4,4	5,3	—	—	—
	Чистова	2,2	2,6	3,3	3,8	4,8	5,8	—	—	—
	Напівчистова	2,4	2,8	3,5	3,9	5,2	6,2	—	—	—
	Тонка	2,5	2,9	3,6	4,1	5,3	6,3	—	—	—
> 0,50 до 0,56	Чорнова	2,0	2,4	2,9	3,4	4,4	5,5	—	—	—
	Напівчистова	2,3	2,7	3,3	3,8	4,9	6,8	—	—	—
	Чистова	2,5	2,9	3,4	4,0	5,1	6,1	—	—	—
	Тонка	2,6	3,0	3,6	4,3	5,5	6,3	—	—	—
> 0,56 до 0,64	Чорнова	2,1	2,4	2,9	3,5	4,4	5,5	6,6	—	—
	Напівчистова	2,4	2,8	3,4	3,9	6,0	6,0	7,1	—	—
	Чистова	2,6	3,0	3,6	4,1	5,3	6,3	7,3	—	—
	Тонка	2,7	3,1	3,8	4,3	5,4	6,5	7,6	—	—
> 0,64 до 0,70	Чорнова	2,1	2,5	3,0	3,4	4,5	5,4	6,5	8,5	—
	Напівчистова	2,4	2,8	3,5	3,9	5,0	6,0	7,1	9,3	—
	Чистова	2,6	3,1	3,6	4,1	5,3	6,3	7,5	9,8	—
	Тонка	2,8	3,1	3,9	4,4	5,6	6,6	7,8	9,8	—
> 0,70 до 0,80	Чорнова	2,2	2,6	3,1	3,6	4,6	5,6	6,5	8,5	—
	Напівчистова	2,5	2,9	3,6	4,0	5,2	6,0	7,3	9,3	—
	Чистова	2,8	3,1	3,8	4,3	5,4	6,5	7,6	9	—
	Тонка	2,9	3,4	4,0	4,5	5,8	6,7	7,8	10	—
> 0,80 до 0,90	Чорнова	2,2	2,6	3,2	3,7	4,6	5,6	6,7	8,5	10,5
	Напівчистова	2,7	3,1	3,7	4,1	5,3	6,3	7,3	9,5	11,6
	Чистова	2,9	3,4	3,9	4,4	5,6	6,7	7,8	9,8	12,0
	Тонка	3,1	3,4	4,1	4,6	5,8	6,9	8,0	10,5	12,5
> 0,90 до 1,00	Чорнова	2,3	2,7	3,1	3,6	4,8	5,6	6,7	8,8	10,5
	Напівчистова	2,7	3,2	3,8	4,3	6,3	6,3	7,5	9,5	11,5
	Чистова	3,0	3,5	4,0	4,5	5,8	6,7	7,8	10,0	12,0
	Тонка	3,1	3,6	4,3	4,8	6,0	6,9	8,0	10,5	12,5

## Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
> 1,00 до 1,10	Чорнова	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0
	Чистова	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,6	1,9	2,2	2,4
	Напівчистова	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,6
	Тонка	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7
> 1,10 до 1,20	Чорнова	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0
	Напівчистова	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,3	2,5
	Чистова	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7
	Тонка	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,4	2,7	2,8
> 1,20 до 1,40	Чорнова	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1
	Напівчистова	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7
	Чистова	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0
	Тонка	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,9	3,2
> 1,40 до 1,60	Чорнова	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,3
	Напівчистова	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9
	Чистова	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1
	Тонка	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,4
> 1,60 до 1,80	Чорнова	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3
	Напівчистова	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0
	Чистова	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3
	Тонка	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,4	3,6
> 1,80 до 2,00	Чорнова	1,3	1,4	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4
	Напівчистова	1,9	2,1	2,2	3,3	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1
	Чистова	2,3	2,4	2,6	2,6	2,7	2,8	3,0	3,4	3,6
	Тонка	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,6	3,8
> 2,00 до 2,20	Чорнова	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6
	Напівчистова	2,1	2,3	2,4	2,4	2,5	2,7	2,8	3,2	3,4
	Чистова	2,5	2,6	2,7	1,8	2,9	3,0	3,4	3,6	3,8
	Тонка	2,9	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,6	3,9	4,1

## Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
> 1,00 до 1,10	Чорнова	2,4	2,7	3,3	3,8	4,8	5,8	6,7	8,8	10,5
	Чистова	2,8	3,1	3,8	4,3	5,3	6,3	7,5	9,5	11,5
	Напівчистова	3,1	3,4	4,1	4,6	5,8	6,7	7,8	10,0	12,5
	Тонка	3,3	3,7	4,4	4,9	6,0	7,1	8,3	10,5	12,5
> 1,10 до 1,20	Чорнова	2,4	2,8	3,4	3,8	4,8	5,8	6,9	8,8	11,0
	Напівчистова	2,9	3,4	3,9	4,4	5,4	6,5	7,5	9,8	12,0
	Чистова	3,1	3,6	4,3	4,8	5,8	6,9	8,0	10,0	12,5
	Тонка	3,4	3,8	4,4	4,9	6,2	7,1	8,3	10,5	12,5
> 1,20 до 1,40	Чорнова	2,5	2,9	3,6	3,9	4,9	6,0	6,9	9,0	11,0
	Напівчистова	3,1	3,4	4,1	4,6	5,6	6,7	7,8	9,8	12,0
	Чистова	3,4	3,9	4,5	5,0	6,1	7,1	8,3	10,5	12,5
	Тонка	3,7	4,0	4,8	5,1	6,5	7,5	8,5	11,0	13,0
> 1,40 до 1,60	Чорнова	2,7	3,1	3,6	4,0	5,0	6,0	7,1	9,0	11,0
	Напівчистова	3,3	3,6	4,3	4,8	5,8	6,9	8,0	10,0	12,0
	Чистова	3,6	4,1	4,6	5,1	6,3	7,3	8,6	10,5	13,0
	Тонка	3,9	4,3	5,0	5,4	6,7	7,8	8,8	11,0	13,5
> 1,60 до 1,80	Чорнова	2,7	3,2	3,7	4,1	5,2	6,2	7,1	9,0	11,0
	Напівчистова	3,5	3,8	4,4	4,9	6,0	7,1	8,0	10,0	12,5
	Чистова	3,8	4,3	4,8	5,3	6,5	7,5	8,5	11,0	13,0
	Тонка	4,0	4,4	5,2	5,6	6,9	7,8	9,0	11,0	13,5
> 1,80 до 2,00	Чорнова	2,8	3,3	3,8	4,3	5,1	6,1	7,3	9,3	11,0
	Напівчистова	3,6	4,0	4,6	5,0	6,1	7,1	8,3	10,5	12,5
	Чистова	4,0	4,4	5,0	5,4	6,7	7,8	8,8	11,0	13,0
	Тонка	4,3	4,8	5,5	5,8	7,1	8,0	9,3	11,5	13,5
> 2,00 до 2,20	Чорнова	3,0	3,4	3,9	4,4	5,5	6,3	7,3	9,5	11,5
	Напівчистова	3,8	4,1	4,8	5,3	6,3	7,3	8,5	10,5	12,5
	Чистова	4,3	4,6	5,1	5,8	6,9	8,0	9,0	11,0	13,5
	Тонка	4,6	5,0	5,6	6,1	7,3	8,3	9,5	12,0	14,0

## Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
> 2,20 до 2,40	Чорнова	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,6	2,7
	Чистова	2,4	2,5	2,6	2,6	2,8	2,9	3,1	3,0	3,6
	Напівчистова	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,6	3,8	3,9
	Тонка	3,1	3,1	3,3	3,4	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3
> 2,40 до 2,80	Чорнова	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,9
	Напівчистова	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,6	3,8
	Чистова	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,6	4,0	4,3
	Тонка	3,5	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	4,1	4,4	4,6
> 2,80 до 3,20	Чорнова	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,9	3,1
	Напівчистова	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,4	3,6	4,0	4,1
	Чистова	3,4	3,6	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,5	4,6
	Тонка	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,5	4,8	5,0
> 3,20 до 3,60	Чорнова	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,3
	Напівчистова	3,3	3,4	3,4	3,6	3,6	3,8	4,0	4,3	4,5
	Чистова	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,4	4,6	4,9	5,2
	Тонка	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,3	5,6
> 3,60 до 4,00	Чорнова	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,2	3,4	3,6
	Напівчистова	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,8	4,9
	Чистова	4,3	4,4	4,4	4,6	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5
	Тонка	4,8	4,9	5,0	5,2	5,1	5,3	5,4	5,8	6,0
> 4,00 до 4,40	Чорнова	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,3	3,5	3,7
	Напівчистова	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,5	4,8	5,0
	Чистова	4,5	4,6	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,4	5,8
	Тонка	4,9	5,0	5,2	5,3	5,3	5,5	5,6	6,0	6,2
> 4,40 до 5,00	Чорнова	2,9	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,6	3,8	4,0
	Напівчистова	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,3	5,6
	Чистова	5,0	5,1	5,3	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3
	Тонка	5,6	5,8	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9

Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше									
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
> 2,20 до 2,40	Чорнова	3,1	3,4	4,0	4,5	5,4	6,5	7,6	9,5	11,5	
	Чистова	4,0	4,4	5,0	5,4	6,6	7,5	8,8	11,0	13,0	
	Напівчистова	4,4	4,9	5,5	6,0	7,1	8,3	9,3	11,5	13,5	
	Тонка	4,8	5,1	5,8	6,3	7,5	8,5	9,8	12,0	14,0	
> 2,40 до 2,80	Чорнова	3,3	3,6	4,1	4,6	5,6	6,7	7,8	9,8	11,5	
	Напівчистова	4,3	4,6	5,1	5,6	6,7	7,8	9,0	1,10	1-3,0	
	Чистова	4,8	5,2	5,8	6,1	7,5	8,5	9,5	11,5	1-4,0	
	Тонка	5,2	5,4	6,1	6,7	8,0	9,0	10,0	12,5	14,5	
> 2,80 до 3,20	Чорнова	3,4	3,9	4,4	4,9	5,8	6,9	7,8	9,8	12,0	
	Напівчистова	4,6	5,0	5,6	6,0	7,1	8,3	9,3	11,5	13,5	
	Чистова	5,1	5,6	6,1	6,7	7,8	8,8	9,8	12,0	14,5	
	Тонка	5,4	5,8	6,5	7,1	8,3	9,3	10,5	12,5	15,0	
> 3,20 до 3,60	Чорнова	3,6	4,1	4,6	5,2	6,2	7,1	8,0	10,0	12,0	
	Напівчистова	4,9	5,3	5,8	6,3	7,5	8,5	9,5	11,5	14,0	
	Чистова	5,6	6,0	6,5	7,1	8,3	9,3	10,5	12,5	15,0	
	Тонка	6,0	6,3	7,1	7,5	8,8	9,8	11,0	13,0	15,5	
> 3,60 до 4,00	Чорнова	3,9	4,3	4,8	5,3	6,3	7,3	8,3	10,5	12,5	
	Напівчистова	5,3	5,6	6,3	6,7	8,0	9,0	9,8	12,0	14,0	
	Чистова	6,0	6,3	6,9	7,5	8,8	9,8	10,5	13,0	15,0	
	Тонка	6,5	6,9	7,5	8,0	9,3	10	11,5	13,5	16,0	
> 4,00 до 4,40	Чорнова	4,0	4,4	4,9	5,5	6,5	7,5	8,5	10,5	12,5	
	Напівчистова	5,5	5,8	6,3	6,9	8,0	9,0	10,0	12,0	14,5	
	Чистова	6,1	6,7	7,3	7,8	9,0	9,8	11,0	13,0	16,5	
	Тонка	6,7	7,1	7,8	8,3	9,5	1,5	11,6	14,0	16,0	
> 4,40 до 5,00	Чорнова	4,4	4,8	5,3	5,8	6,7	7,8	8,8	11,0	10,0	
	Напівчистова	5,8	6,3	6,9	7,3	8,5	9,5	10,5	12,5	14,5	
	Чистова	6,7	7,1	7,8	8,3	9,5	10	11,5	14,0	16,0	
	Тонка	7,3	7,8	8,5	9,0	10	11	12,0	14,5	16,5	



## Продовження таблиці А16

Загальний допуск елементу поверхні, мм	Вид кінцевої механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
> 5,0 до 5,60	Чорнова	—	3,3	3,4	3,4	3,6	3,6	3,9	4,1	4,3
	Чистова	—	4,9	5,0	5,2	5,1	5,3	5,4	5,8	6,0
	Напівчистова	—	5,8	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9
	Тонка	—	6,3	6,5	6,5	6,7	6,7	6,9	7,3	7,5
> 5,6 до 6,4	Чорнова	—	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8
	Напівчистова	—	5,1	5,3	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3
	Чистова	—	6,1	6,3	6,3	6,5	6,5	6,7	7,1	7,3
	Тонка	—	6,9	7,1	7,1	7,3	7,3	7,5	7,8	8,0
> 6,4 до 7,0	Чорнова	—	—	4,3	4,3	4,4	4,5	4,8	4,9	5,2
	Напівчистова	—	—	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9
	Чистова	—	—	6,9	7,1	7,1	7,3	7,5	7,8	8,0
	Тонка	—	—	7,8	7,8	7,8	8,0	8,3	8,5	8,8
> 7,0 до 8,00	Чорнова	—	—	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,5	5,6
	Напівчистова	—	—	6,5	6,5	6,7	6,7	6,9	7,3	7,5
	Чистова	—	—	8,0	8,0	8,0	8,3	8,5	8,8	9,0
	Тонка	—	—	8,5	8,8	8,8	8,8	9,0	9,3	9,5
> 8,00 до 9,00	Чорнова	—	—	—	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,1
	Напівчистова	—	—	—	7,3	7,5	7,5	7,8	8,0	8,3
	Чистова	—	—	—	9,0	9,0	9,3	9,3	9,8	9,8
	Тонка	—	—	—	9,8	9,8	9,8	10,0	10,5	10,5
> 9,00 до 10,00	Чорнова	—	—	—	6,0	6,0	6,2	6,3	6,5	6,7
	Напівчистова	—	—	—	8,3	8,3	8,5	8,5	9,0	9,0
	Чистова	—	—	—	9,8	9,8	9,8	10,0	10,5	10,5
	Тонка	—	—	—	11	11	11	11,5	11,5	12,0
> 10,00 до 11,00	Чорнова	—	—	—	—	6,5	6,5	6,7	6,9	7,1
	Напівчистова	—	—	—	—	8,5	8,8	8,8	9,3	9,3
	Чистова	—	—	—	—	10	10	10,5	10,5	11,0
	Тонка	—	—	—	—	11,0	11,5	11,5	12,0	12,0

## Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше									
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
> 5,0 до 5,60	Чорнова	4,8	5,2	5,6	6,2	7,1	8,0	9,0	11,0	13,0	
	Чистова	6,3	6,7	7,3	8,0	9,0	9,8	11,0	13,0	15,5	
	Напівчистова	7,3	7,8	8,3	8,8	10,0	11,0	12,0	14,5	16,5	
	Гонка	8,0	8,3	9,0	9,5	11,0	12,0	13,0	15,0	17,5	
> 5,6 до 6,4	Чорнова	5,1	5,6	6,2	6,5	7,5	8,5	9,5	11,5	13,5	
	Напівчистова	6,7	7,1	7,8	8,3	9,3	10,5	11,5	13,5	15,5	
	Чистова	7,8	8,3	8,8	9,3	10,5	11,5	12,5	15,0	17,0	
	Гонка	8,5	9,0	9,8	10,0	11,5	12,5	13,5	16,0	18,0	
> 6,4 до 7,0	Чорнова	5,4	6,0	6,5	6,9	8,0	9,0	9,8	12,0	14,0	
	Напівчистова	7,3	7,5	8,3	8,8	9,8	11,0	12,0	14,0	16,0	
	Чистова	8,5	8,8	9,5	9,8	11,0	12,0	13,0	16,5	17,5	
	Гонка	9,3	9,5	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,5	18,5	
> 7,0 до 8,00	Чорнова	6,0	6,6	6,9	7,5	8,5	9,5	10,5	15,5	14,5	
	Напівчистова	7,8	8,3	8,8	9,3	10,5	11,5	12,5	14,5	17,0	
	Чистова	9,5	9,8	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,5	18,5	
	Гонка	10,0	10,5	11,0	11,5	13,0	14,0	15,0	17,5	19,5	
> 8,00 до 9,00	Чорнова	6,5	6,9	7,5	8,0	9,0	9,8	11,0	13,0	15,0	
	Напівчистова	8,8	9,0	9,8	10,0	11,0	12,0	13,5	15,5	17,5	
	Чистова	10,5	10,5	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	17,5	19,5	
	Гонка	11,0	11,5	12,5	13,0	14,0	15,0	16,0	18,5	20,5	
> 9,00 до 10,00	Чорнова	7,1	7,5	8,0	8,5	9,5	10,5	11,5	13,5	16,5	
	Напівчистова	9,5	9,8	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,5	18,5	
	Чистова	11,0	11,5	12,0	12,5	14,0	15,0	16,0	18,0	20,5	
	Гонка	12,5	12,5	13,5	14,0	16,0	16,0	17,0	19,5	22,0	
> 10,00 до 11,00	Чорнова	7,5	8,0	8,5	9,0	9,8	11,0	12,0	14,0	16,0	
	Напівчистова	9,8	10,0	10,6	11,0	12,5	13,5	14,5	16,6	18,5	
	Чистова	11,5	12,0	12,5	13,0	14,0	15,0	16,0	18,5	20,5	
	Гонка	12,5	13,0	13,5	14,0	15,5	16,5	17,5	19,5	22,0	

## Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
> 11 до 12	Чорнова	—	—	—	—	7,1	7,3	7,5	7,5	7,8
	Чистова	—	—	—	—	9,3	9,5	9,5	9,8	10,0
	Напівчистова	—	—	—	—	11,0	11,0	11,5	11,5	12,0
	Тонка	—	—	—	—	12,5	12,5	13,0	13,0	13,5
> 12 до 14	Чорнова	—	—	—	—	—	8,0	8,0	8,8	9,0
	Напівчистова	—	—	—	—	—	11,0	11,5	11,5	12,0
	Чистова	—	—	—	—	—	12,5	12,0	13,0	13,5
	Тонка	—	—	—	—	—	14,5	14,5	15,0	15,0
> 14 до 16	Чорнова	—	—	—	—	—	9,5	9,5	9,8	10,0
	Напівчистова	—	—	—	—	—	12,0	12,5	12,6	13,0
	Чистова	—	—	—	—	—	15,0	15,0	15,5	15,5
	Тонка	—	—	—	—	—	16,5	17,0	17,0	17,5
> 16 до 18	Чорнова	—	—	—	—	—	—	10,5	11,0	11,0
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	13,5	14,0	14,0
	Чистова	—	—	—	—	—	—	15,5	16,0	16,0
	Тонка	—	—	—	—	—	—	11,0	16,0	18,5
> 18 до 20	Чорнова	—	—	—	—	—	—	11,5	11,6	12,0
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	14,5	15,0	15,0
	Чистова	—	—	—	—	—	—	17,5	17,5	18,0
	Тонка	—	—	—	—	—	—	19,5	20,0	20,0
> 20 до 22	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	13,0	13,5
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	16,5	16,5
	Чистова	—	—	—	—	—	—	—	19,5	19,5
	Тонка	—	—	—	—	—	—	—	21,0	22,0
> 22 до 24	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	14,0	14,5
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	17,5	18,0
	Чистова	—	—	—	—	—	—	—	21,0	21,0
	Тонка	—	—	—	—	—	—	—	23,5	24,0

Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше									
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
> 11 до 12	Чорнова	8,3	8,5	9,0	9,5	10,5	11,5	12,5	14,5	16,5	
	Чистова	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	17,5	19,5	
	Напівчистова	12,5	12,5	13,5	14,0	15,0	16,0	17,0	19,5	21,0	
	Тонка	14,0	14,5	15,0	15,5	16,6	17,5	19,0	21,0	23,5	
> 12 до 14	Чорнова	9,5	9,8	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,0	18,0	
	Напівчистова	12,0	12,5	13,0	13,5	15,0	16,0	17,0	19,0	21,0	
	Чистова	14,0	14,5	16,0	16,5	16,5	17,5	18,5	21,0	23,0	
	Тонка	15,5	16,0	16,5	17,0	18,5	19,5	20,5	23,0	25,0	
> 14 до 16	Чорнова	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	17,0	19,0	
	Напівчистова	13,5	13,5	14,5	15,0	16,0	17,0	18,0	20,0	22,0	
	Чистова	16,0	16,5	17,0	17,5	19,0	20,0	21,0	23,0	25,0	
	Тонка	18,0	18,0	19,0	19,5	20,5	22,0	22,5	25,0	27,0	
> 16 до 18	Чорнова	11,5	12,0	12,5	13,0	14,0	16,0	16,0	18,0	20,0	
	Напівчистова	14,5	15,0	15,5	16,0	17,0	18,0	19,0	21,0	23,5	
	Чистова	16,5	17,0	17,5	18,0	19,5	20,5	21,0	23,5	26,0	
	Тонка	19,0	19,5	20,0	20,5	22,0	22,5	24,0	26,0	28,0	
> 18 до 20	Чорнова	12,5	12,5	13,0	13,5	14,5	15,5	16,5	18,5	20,6	
	Напівчистова	16,5	16,0	16,5	17,0	18,0	19,0	20,0	22,5	24,0	
	Чистова	18,5	18,5	19,5	20,0	21,0	22,0	23,0	25,0	28,0	
	Тонка	20,5	21,0	22,0	22,0	23,5	24,0	26,0	28,0	30,0	
> 20 до 22	Чорнова	13,5	14,0	14,6	15,0	16,0	17,0	18,0	20,0	22,0	
	Напівчистова	17,0	17,5	18,0	18,5	19,5	20,5	22,0	24,0	26,0	
	Чистова	20,0	20,5	21,0	21,0	22,5	23,5	25,0	27,0	29,0	
	Тонка	22,0	22,5	23,6	24,0	26,0	26,0	27,0	29,0	31,5	
> 22 до 24	Чорнова	15,0	15,0	15,5	16,0	17,0	18,0	19,0	21,0	23,0	
	Напівчистова	18,0	18,5	19,0	19,5	21,0	22,0	23,0	25,0	27,0	
	Чистова	22,0	12,0	22,5	20,0	24,0	25,0	26,5	29,0	30,5	
	Тонка	24,0	25,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	31,5	33,5	

Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
> 24 до 28	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	16,5
	Чистова	—	—	—	—	—	—	—	—	20,5
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	23,5
	Тонка	—	—	—	—	—	—	—	—	26,0
> 28 до 32	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	19,0
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	23,5
	Чистова	—	—	—	—	—	—	—	—	26,0
	Тонка	—	—	—	—	—	—	—	—	30,0
> 32 до 36	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Тонка	—	—	—	—	—	—	—	—	—
> 36 до 40	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Тонка	—	—	—	—	—	—	—	—	—
> 40 до 40	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Тонка	—	—	—	—	—	—	—	—	—
> 44 до 50	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Тонка	—	—	—	—	—	—	—	—	—
> 50 до 56	Чорнова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Напівчистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Чистова	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Тонка	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше									
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
> 24 до 28	Чорнова	7,0	17,5	18,0	18,5	19,5	20,5	21,0	23,5	25,0	
	Чистова	1,0	21,0	22,0	22,5	23,5	25,0	26,0	28,0	30,0	
	Напівчистова	4,0	24,0	25,0	25,0	26,5	26,0	29,0	30,5	33,5	
	Тонка	26,6	27,0	28,0	28,0	20,0	30,5	31,5	33,5	35,5	
> 28 до 32	Чорнова	19,0	19,5	20,0	20,5	22,0	22,6	23,5	26,0	28,0	
	Напівчистова	23,5	24,0	25,0	25,0	26,5	27,0	28,0	30,5	32,5	
	Чистова	26,5	27,0	38,0	28,0	29,0	30,5	31,5	33,5	35,5	
	Тонка	30,5	30,5	31,5	32,5	33,5	34,5	35,5	37,5	40,0	
> 32 до 36	Чорнова	21,0	22,0	22,5	23,0	24,0	25,0	26,0	28,0	30,0	
	Напівчистова	26,5	27,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,5	33,5	35,5	
	Чистова	30,5	30,5	31,5	31,5	33,5	34,5	35,5	37,5	40,0	
	Тонка	33,5	34,5	34,5	35,6	36,5	37,6	39,0	41,0	42,5	
> 36 до 40	Чорнова	23,5	24,0	25,0	25,0	26,0	27,0	28,0	30,0	32,5	
	Напівчистова	29,0	30,0	30,0	30,5	31,5	32,6	33,5	36,5	37,5	
	Чистова	32,5	33,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	40,0	42,5	
	Тонка	37,5	37,5	39,0	39,0	40,0	41,0	42,5	45,0	47,5	
> 40 до 40	Чорнова	—	26,0	26,5	27,0	28,0	29,0	30,0	32,5	34,6	
	Напівчистова	—	32,6	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	39,0	41,0	
	Чистова	—	36,5	37,5	37,5	39,0	40,0	41,0	44,0	46,0	
	Тонка	—	39,0	40,0	40,0	41,0	42,5	44,0	46,0	47,5	
> 44 до 50	Чорнова	—	30,0	30,0	30,5	31,5	32,6	33,5	35,5	37,5	
	Напівчистова	—	36,5	37,5	37,5	39,0	40,0	41,0	42,5	45,0	
	Чистова	—	41,0	42,5	42,5	44,0	45,0	46,0	47,5	50,0	
	Тонка	—	44,0	44,0	45,0	46,0	47,5	47,5	50,0	53,0	
> 50 до 56	Чорнова	—	—	33,5	33,5	34,5	35,5	36,5	39,0	41,0	
	Напівчистова	—	—	42,5	42,6	44,0	44,0	45,0	47,5	50,0	
	Чистова	—	—	47,5	47,5	49,0	50,0	50,0	53,0	54,5	
	Тонка	—	—	50,0	50,0	51,5	53,0	53,0	56,0	58,0	

## Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
> 56 до 64	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 64 до 70	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 70 до 80	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Продовження таблиці А16

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону для ряду припуску вилівка, мм, не більше								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
> 56 до 64	Чорнова	—	—	39,0	39,0	40,0	41,0	42,5	44,0	46,0
	Чистова	—	—	46,0	46,0	47,5	47,5	49,0	51,5	53,0
	Напівчистова	—	—	50,0	50,0	51,5	53,0	53,0	56,0	58,0
	Гонка	—	—	53,0	53,0	54,5	54,5	56,0	58,0	50,0
> 64 до 70	Чорнова	—	—	—	42,5	42,5	44,0	46,0	47,5	49,0
	Напівчистова	—	—	—	50,0	51,5	51,5	53,0	56,0	58,0
	Чистова	—	—	—	56,0	56,0	58,0	58,0	51,5	53,0
	Гонка	—	—	—	58,0	50,0	50,0	51,5	55,0	57,0
> 70 до 80	Чорнова	—	—	—	47,5	47,5	49,0	50,0	51,5	54,5
	Напівчистова	—	—	—	56,0	56,0	58,0	58,0	51,5	53,0
	Чистова	—	—	—	51,5	53,0	53,0	55,0	57,0	59,0
	Гонка	—	—	—	56,0	57,0	57,0	59,0	71,0	73,0



Таблиця А 17 – Допуски розмірів до 10000 мм  
(Згідно з СТ СЕВ 145-75 і СТ СЕВ 177-75)

Номінальні розміри, мм	Квалітети									
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Позначення допусків									
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT 4	IT 5	IT6	IT7	IT8
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14
> 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18
> 6 до 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22
> 10 до 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27
> 18 до 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33
> 30 до 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39
> 50 до 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46
> 80 до 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54
> 120 до 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63
> 180 до 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72
> 250 до 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81
> 315 до 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89
> 400 до 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97
> 500 до 630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110
> 630 до 800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125
> 800 до 1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140
> 1000 до 1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165
> 1250 до 1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195
> 1600 до 2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230
> 2000 до 2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280
> 2500 до 3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330
> 3150 до 4000	16	23	33	45	60	84	115	165	260	410
> 4000 до 5000	20	28	40	55	74	100	140	200	320	500
> 5000 до 6300	25	35	49	67	92	125	170	250	400	620
> 6300 до 8000	31	43	62	84	115	155	215	310	490	760
> 8000 до 10000	38	53	76	105	140	195	270	380	600	940
Кількість одиниць допуску в допуску даного квалітету										
	1*	1,4*	2*	2,7*	3,7*	5,1*	7	10	16	25

## Продовження таблиці А17

Номінальні розміри, мм	Квалітети									
	9	10	11	12	13	14**	15**	16**	17**	18**
	Позначення допусків									
	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Допуски, мкм				Допуски, мм						
До 3	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4
> 3 до 6	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
> 6 до 10	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
>10 до 18	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
>18 до 30	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
>30 до 50	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	3,9
>50 до 80	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6
>80 до 120	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
>120 до 180	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3
>180 до 250	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
>250 до 315	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
>315 до 400	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
>400 до 500	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3	9,7
>500 до 630	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0
>630 до 800	200	320	500	0,8	1,25	2,0	3,2	5,0	8,0	12,5
>800 до 1000	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9,0	14,0
>1000 до 1250	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
>1250 до 1600	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5,0	7,8	12,5	19,5
>1600 до 2000	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6,0	9,2	15,0	23,0
>2000 до 2500	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0	17,5	28,0
>2500 до 3150	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21,0	33,0
>3150 до 4000	660	1050	1650	2,6	4,1	6,6	10,5	16,5	26,0	41,0
>4000 до 5000	800	1300	2000	3,2	5,0	8,0	13,0	20,0	32,0	50,0
>5000 до 6300	980	1550	2500	4,0	6,2	9,8	15,5	25,0	40,0	62,0
>6300 до 8000	1200	1950	3100	4,9	7,6	12,0	19,5	31,0	49,0	76,0
>8000 до 10000	1500	2400	3800	6,0	9,4	15,0	24,0	38,0	60,0	94,0
Кількість одиниць допуску в допуску даного квалітету										
	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

\* Кількість одиниць допуску вказано для розмірів понад 500мм. Для розмірів до 500 мм допуски в квалітетах від 01 до 4 визначені такими формулами: IT01=0,3+0,008Di; IT0=0,5+0,0012Di; IT1=0,8+0,020Di; IT2= $\sqrt{IT1 \cdot IT3}$ ; IT3= $\sqrt{IT1 \cdot IT5}$ ; IT4= $\sqrt{IT3 \cdot IT5}$ ; (IT – в мкм; Di – в мм).

\*\* Квалітети 14-17 для розмірів менше 1 мм не передбачені.

\*\*\* Допуски по 18 квалітету приведені додатково до СТ СЕВ 145-75 і СТ СЕВ 177-75.

## Зміст

Виробництво литих заготовок .....	3
Лабораторна робота №1 <i>Виготовлення заготовок литтям в піщані форми</i> .....	4
Лабораторна робота №2 <i>Виготовлення заготовок литтям за виплавними моделями</i> .....	9
Лабораторна робота №3 <i>Виготовлення заготовок литтям в металеву форму (кокіль)</i> .....	14
Лабораторна робота №4 <i>Виготовлення заготовок литтям під тиском</i> ...	21
Лабораторна робота №5 <i>Дослідження точності виготовлення заготовок при литті в металеву форму (кокіль)</i> .....	25
Лабораторна робота №6 <i>Дослідження точності виготовлення заготовок при литті під тиском</i> .....	38
Додаток А .....	41

*Навчальне видання*

Жанна Павлівна Дусанюк  
Сергій Вікторович Дусанюк

## **ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Оригінал-макет підготовлений Дусанюк Ж.П.

Редактор В.О. Дружиніна  
Коректор З.В. Поліщук

Навчально-методичний відділ ВНТУ  
Свідцтво Держкомінформу України  
серія ДК № 746 від 25.12.2001  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ

Підписано до друку 13.04.04 р. Гарнітура Times New Roman  
Формат 29,7 x 42 1/4 Папір офсетний  
Друк різнографічний Ум. др. арк. 5.02  
Наклад 100 прим.  
Зам. № 2004-62

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі  
Вінницького національного технічного університету  
Свідцтво держкомінформу України  
серія ДК № 746 від 25.12.2001 р.  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95