

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПРОЕКТУВАННЯ І ВИРОБНИЦТВО ЗАГОТОВОК

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки
6.050502 “Інженерна механіка” всіх форм навчання

Затверджено на засіданні кафедри
технологій машинобудування та
деревообробки
протокол № 9 від 23.06.2015 р.

ЧЕРНІГІВ ЧНТУ 2015

Проектування і виробництво заготовок. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050502 “Інженерна механіка” всіх форм навчання. – Чернігів: ЧНТУ, 2015.– 64с.

Укладач: САПОН СЕРГІЙ ПЕТРОВИЧ, кандидат технічних наук

Відповідальний за випуск – СТУПА ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, завідувач кафедри технологій машинобудування та деревообробки, докт. техн. наук, проф.

Рецензент: ФЕДОРИНЕНКО ДМИТРО ЮРІЙОВИЧ, доктор технічних наук, професор кафедри технологій машинобудування та деревообробки Чернігівського національного технологічного університету

Зміст

Вступ.....	4
Підготовка до виконання лабораторних робіт	5
Оформлення звіту з лабораторної роботи	5
Критерії оцінки знань при виконанні лабораторного практикуму	6
1 Лабораторна робота №1. Розробка кресленника литої заготовки.....	7
2 Лабораторна робота №2. Конструювання стрижня і моделі	20
3 Лабораторна робота №3 Конструювання ливарної форми.....	28
4 Лабораторна робота №4 Проектування кованої заготовки.....	33
5 Лабораторна робота №5 Проектування штампованої заготовки	40
Рекомендована література	49
Додатки.....	50
Додаток А	50
Додаток Б.....	51
Додаток В	58
Додаток Д	60
Додаток Е	61
Додаток Ж	62

Вступ

Основною тенденцією розвитку машинобудівного виробництва на сучасному етапі є наближення заготовок за їх формою та розмірами до готових виробів.

Дисципліна «Проектування і виробництво заготовок» має велике значення для підготовки фахівців з технології машинобудування тому, що її вивчення дозволяє в подальшому самостійно у виробничих умовах правильно призначити спосіб одержання заготовки і розробляти її кресленик.

При виконанні циклу лабораторних робіт студенти знайомляться з технологічними процесами виготовлення заготовок, вчать розробляти креслення заготовки. Виконання лабораторних робіт дозволить більш ґрунтовно засвоїти і закріпити теоретичні знання та набути вміння використовувати ці знання на практиці.

Методичні вказівки призначені для надання допомоги студентам при підготовці та виконанні лабораторних робіт.

Підготовка до виконання лабораторних робіт

Лабораторні роботи виконуються в обсязі, передбаченому навчальним планом підготовки бакалаврів за напрямом 6.050502 – Інженерна механіка, у відповідності з робочою програмою дисципліни «Проектування і виробництво заготовок». Графік виконання лабораторних робіт доводиться до відома студентів на першому занятті.

До виконання лабораторних робіт допускаються студенти, які опрацювали теоретичний матеріал і оформили частину звіту до підрозділу «Результати виконання роботи».

При підготовці до лабораторної роботи необхідно уважно прочитати розділ «Короткі теоретичні відомості». В цьому розділі наведено стислі теоретичні відомості, необхідні для виконання лабораторної роботи. Незрозумілі питання, що виникають при підготовці до виконання лабораторної роботи потрібно з'ясувати під час консультацій.

Оформлення звіту з лабораторної роботи

Звіт з лабораторної роботи оформляється у відповідності із загальними вимогами до текстових документів за ДСТУ 3008-95. Текст виконується від руки або друкується на принтері на одній стороні аркуша білого паперу формату А4 з обмежувальними рамками. Відстань від верхнього, нижнього та правого краю аркуша до обмежувальної рамки – 5 мм, від лівого – 20 мм.

Не допускається оформлення частини тексту звіту від руки, а частини – друкуванням на принтері. Ця вимога не має відношення до оформлення рисунків.

Перенесення слів в заголовках, запис заголовку на одній сторінці, а початок тексту на іншій, скорочення слів, крім загальноприйнятих, не допускається, крапку в кінці заголовка не ставлять.

Звіт з кожної лабораторної роботи повинен мати таку структуру:

1. Назва та номер лабораторної роботи.
2. Мета роботи.
3. Короткі теоретичні відомості.
4. Результати виконання роботи.
5. Висновки.

В підрозділі «Короткі теоретичні відомості» необхідно обов'язково привести основні визначення та рисунки (крім тих, які дозволяється не виконувати).

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

У підрозділі «Висновки» обов'язково необхідно проаналізувати результати виконання лабораторної роботи та дати оцінку отриманим знанням, вмінням та навичкам.

Всі підрозділи і рисунки повинні мати номер. Нумерація підрозділів та рисунків включає номер лабораторної роботи і порядковий номер підрозділу або рисунка в межах однієї лабораторної роботи. Номер рисунка розміщують під зображенням, за ним через риску вказується назва рисунка. Наприклад: *Рисунок 1.1 – Ескіз ливарної форми* - перший рисунок в звіті з лабораторної роботи №1. Якщо на рисунку вказані позиції елементів, то їх розшифровка вказується під назвою рисунка.

Формули нумеруються арабськими цифрами. Номер формули вказують на правому боці аркуша у круглих дужках на рівні формули. Він складається з номера лабораторної роботи і порядкового номера формули в ній. Пояснення значень символів у формулах слід писати зразу під формулою в тій же послідовності, як вони подані у формулах. Кожне пояснення пишеться з нового рядка, перший рядок розпочинається словом «де» без двокрапки.

Після виконання всіх лабораторних робіт окремі звіти скріплюються в послідовності виконання робіт в загальний звіт, оформляється титульний аркуш, всі сторінки нумеруються. Нумерація наскрізна.

Без виконаних та своєчасно захищених лабораторних робіт студент не допускається до складання іспиту з дисципліни «Проектування і виробництво заготовок».

Критерії оцінки знань при виконанні лабораторного практикуму

Відповідно до робочої програми з дисципліни «Проектування і виробництво заготовок» встановлені такі критерії оцінки знань студентів під час виконання лабораторних робіт:

- правильні відповіді на запитання при перевірці ступеня підготовленості до виконання, вчасне виконання і захист лабораторної роботи оцінюється **10 балами**;

- пропуск заняття без поважної причини або присутність на лабораторній роботі без звіту, при вчасному відпрацюванні і захисті лабораторної роботи оцінюється максимум **7 балами**.

Невчасно, без поважної причини виконані і захищені лабораторні роботи оцінюються в **0 балів**.

Увага! Вчасно виконаною і захищеною лабораторною роботою вважається робота, захищена в період між початком семестру та першим контрольним заходом, або між суміжними датами модульних контролів.

1 Лабораторна робота №1. Розробка кресленника литої заготовки

1.1 Мета роботи: ознайомлення з основними правилами і принципами конструювання виливків.

1.2 Короткі теоретичні відомості

Вихідними даними для розробки технологічного процесу отримання виливків є кресленик виливка, тип виробництва, матеріал деталі, група конструктивно-технологічної складності.

Вихідними даними для розробки кресленника виливка є кресленик готової деталі, дані про матеріал і масу деталі, тип виробництва.

За креслеником деталі визначають її масу, групу конструктивно-технологічної складності, вимоги щодо геометричної і розмірної точності поверхонь, якості поверхневого шару.

Якщо на кресленику деталі маса не вказана, то її визначають за масо-центровочними характеристиками попередньо побудувавши 3D модель деталі. Орієнтовна розрахункова маса виливка визначається за формулою:

$$m_v = K_{т.м} \cdot m_g, \text{ кг} \quad (1.1)$$

де $K_{т.м}$ – коефіцієнт збільшення маси.

Коефіцієнт збільшення маси залежить від способу отримання та вимог до точності геометричної форми і якості поверхонь виливка. Коефіцієнт збільшення маси для виливків, що виготовляються в піщано-глиняних формах рекомендовано вибирати в межах 1,2...1,25.

Тип виробництва вибирається залежно від річної програми випуску та маси виливка за додатком А.

При визначенні групи конструктивно-технологічної складності враховуються: конфігурація виливка (зовнішня форма), внутрішні порожнини та їх форма, середня товщина стінок, кількість стрижнів, вимоги до фізико-механічних властивостей поверхневого шару, характер наступної механічної обробки, параметри шорсткості поверхонь виливка.

Вибір положення виливка у формі виконується за наступними рекомендаціями:

- 1) бажано, щоб форма мала тільки одну поверхню рознімання і, по можливості плоску, зручну для формування і складання форми;
- 2) вилівок по можливості необхідно розташовувати в одній напівформі, краще в нижній;

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

- 3) масивні та відповідальні частини виливка розміщують у нижній частині ливарної форми, в крайньому разі – вертикально;
- 4) виливок бажано у ливарній формі розміщувати так, щоб максимально використовувати природні ухили, передбачені конструкцією деталі;
- 5) поверхні, які у деталі є найбільш відповідальними та зв'язані між собою точними розмірами чи взаємопов'язаними допусками розташування, бажано по можливості розташовувати в одній (нижній) половині форми, щоб не виникало спотворень через зміщення при складанні напівформ;
- 6) виливок у формі бажано розміщувати так, щоб максимальний габаритний розмір був розташований у горизонтальній площині;
- 7) розташування виливка у ливарній формі багаторазового використання повинно забезпечувати простоту рознімання форми та видалення з неї виливка;
- 8) модель виливка повинна вільно вийматися з разової ливарної форми, не руйнуючи останню;
- 9) необхідно дотримуватись принципу спрямованого затвердіння;
- 10) не рекомендується закріплювати стрижні у верхній напівформі, коли є один знак (глухий отвір);
- 11) при інших рівнозначних умовах заготовки у ливарній формі рекомендується розташовувати так, щоб забезпечити вертикальне відведення газів зі стрижнів;
- 12) тонкостінні елементи виливків бажано розташовувати вертикально або з ухилом, щоб забезпечити краще відведення з них газів;
- 13) слід уникати на поверхнях заготовки, які будуть використані в якості чорнових технологічних баз при механічній обробці формувальних ухилів, слідів лінії рознімання та елементів ливникової системи.

Одночасне забезпечення усіх вищенаведених рекомендацій щодо конкретної заготовки практично неможливо, оскільки деякі з них суперечать одна одній і навіть виключають одна одну. В цьому випадку необхідно знайти компромісний варіант, який в найбільшій мірі відповідав би конкретним умовам виробництва.

При визначенні кількості внутрішніх стрижнів, тобто отворів, які отримуються литтям, необхідно визначитися з доцільністю та можливістю отримання того чи іншого отвору литтям.

Мінімальний діаметр отворів, виконуваних литтям, обирають так, щоб уникнути сильного перегрівання і пригару стрижня до стінок отвору. Можливість спікання стрижневої суміші визначається масою оточуючого

Проектування і виробництво заготовок

металу, тому мінімальний діаметр литого отвору залежить від товщини стінки, через яку проходить отвір (довжини стрижня) і може визначатися за формулою [1, 2]:

$$d_{\min} = d_o + 0,1 \cdot S, \text{ мм}, \quad (1.2)$$

де d_o – вихідний діаметр, мм;

S – товщина стінки, через яку проходить отвір (рисунок 1.1), мм.

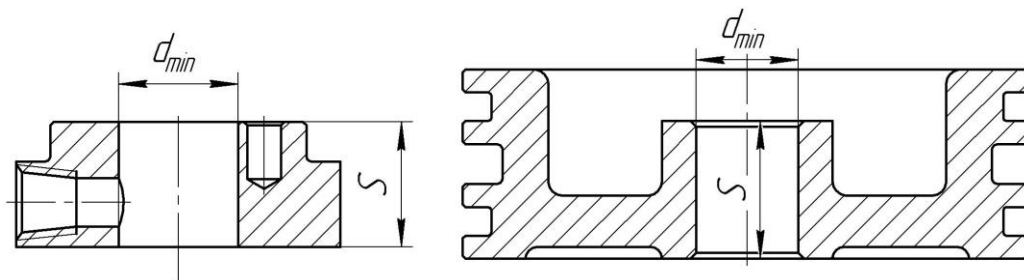


Рисунок 1.1 – До визначення мінімального діаметру отвору виливка

Вихідний діаметр d_o обирається залежно від матеріалу виливка [1, 2]:

- для мідних сплавів $d_o = 5$ мм;
- для чавунів і алюмінієвих сплавів $d_o = 7$ мм;
- для сталей $d_o = 10$ мм.

Якщо вказаний на кресленнику деталі розмір отвору менший від одержаного за розрахунком d_{\min} , то отвір литтям не виготовляють.

Одним з найважливіших факторів, що визначає якість і економічність виливків, є їх технологічність.

Технологічність виливка – сукупність властивостей його конструкції, яка визначає можливість забезпечення мінімальних витрат при виготовленні, подальшій механічній обробці та відновленні.

Під технологічністю виливка розуміється перш за все вибір таких конструктивної форми і матеріалу, які, не знижуючи основних конструктивних вимог, сприяють отриманню якісних виливків із заданими фізико-механічними властивостями, потрібною геометричною формою і при мінімальній трудомісткості. Нетехнологічні конструкції литих заготовок призводять до перевитрат матеріалу і утворення ливарних дефектів. Тому перед тим як приступити до розробки кресленника виливка необхідно здійснити аналіз технологічності деталі.

Мета аналізу технологічності деталі – усунення недоліків, а також можливе поліпшення технологічності конструкції деталі з точки зору отримання виливка вибраним способом. Відпрацьована на технологічність

лита заготовка не повинна ускладнювати її виготовлення і подальшу механічну обробку.

Кожний спосіб лиття має свої технологічні особливості і вимоги до конструкції виливка. Відповідно аналіз технологічності конструкції деталі для кожного способу лиття має свої відмінності. Оскільки лиття в піщано-глиняні форми є найбільш універсальним способом отримання виливків, то особливі вимоги до технологічності конструкції виливка відсутні, а при аналізі на технологічність можна використовувати загальні положення і рекомендації по забезпеченню технологічності конструкції виливків [2]:

1) необхідно прагнути до спрощення геометричної форми як зовнішніх, так і внутрішніх поверхонь;

2) форма і розміри окремих елементів виливка (отвори, ухили, радіуси скруглень тощо) повинні бути уніфіковані з метою застосування мінімальної кількості інструментів при виготовленні ливарної форми або елементів модельного комплекту;

3) бажано, щоб габаритні розміри виливка були мінімальними за висотою, особливо в площині, перпендикулярній лінії рознімання форми;

4) конструкція виливка повинна дозволити виготовлення ливарної форми з мінімальною кількістю роз'ємів та стрижнів;

5) необхідно по можливості усувати виступи і западини, які перешкоджають вільному видаленню моделі виливка з разової ливарної форми або готового виливка з форми багаторазового використання;

6) необхідно уникати гострих кутів і різких переходів від товстих стінок до тонких;

7) необхідно уникати глухих отворів і порожнин, для отримання яких необхідні стрижні, що мають один знак і встановлюються у ливарній формі консольно, на жеребійках;

8) необхідно на поверхнях перпендикулярних до площини рознімання форми передбачати ливарні ухили, в якості яких слід по можливості застосовувати конструктивні елементи деталі, розташовані похило або радіусно до лінії рознімання;

9) при виборі товщин стінок для виливків з будь-якого матеріалу слід прагнути до зменшення (в допустимих межах) і по можливості однакової товщини стінок по всьому виливку;

10) необхідно уникати місць локального скупчення металу, К-подібних та хрестоподібних сполучень стінок і ребер;

11) для підвищення міцності та жорсткості навантажених стінок виливків, а також з метою зменшення товщини стінок рекомендується застосовувати ребра жорсткості, які необхідно розташовувати

Проектування і виробництво заготовок

перпендикулярно до площини рознімання і так, щоб у одному вузлі сходилося не більше трьох стінок;

12) необхідно передбачати достатню кількість стрижнів, вікон, порожнин, що з'єднуються одне з одним або виходять у верхню напівформу;

13) необхідно уникати довгих та суцільних оброблюваних поверхонь;

14) необхідно дотримуватись принципу спрямованого затвердіння;

15) бажано уникати великих плоских, горизонтально розташованих поверхонь, надаючи їм зігнутої, похилої або опуклої форми.

Аналізуючи ступінь відповідності вищенаведеним вимогам, дають якісну оцінку технологічності конструкції (технологічна, не технологічна).

Якщо, виходячи з конструктивних особливостей деталі, отримання виливка вибраним способом ускладнене або неможливе через наявність нетехнологічних елементів конструкції – вносяться необхідні зміни до конструкції деталі (усунення нетехнологічних елементів конструкції з точки зору отримання виливка). Рекомендації по конструктивному усуненню деяких нетехнологічних елементів конструкції виливків наведені в додатку Б.

Для розробки кресленика виливка необхідно визначити величину припусків на обробку поверхонь, величину допусків на ці поверхні, напуски, формувальні ухили, радіуси закруглень і сформулювати технічні вимоги.

Для призначення припусків і допусків на поверхні виливка необхідно визначити *точність виливка*. Точність виливка визначається нормами точності: клас розмірної точності, ступінь жолоблення, ступінь точності поверхонь, клас точності виливка по масі, допустима величина зміщення виливка по площині рознімання. Наведені норми точності встановлюють за стандартом [3]. Точність виливка вказується в технічних вимогах на кресленику виливка. Наприклад, для виливка 8-го класу розмірної точності, 5-го ступеня жолоблення, 4-го ступеня точності поверхонь, 7-го класу точності маси, з допустимою величиною зміщення 0,8 мм точність виливка позначається так:

Точність виливка 8-5-4-7 Зм 0,8 ГОСТ 26645-85

Після визначення точності виливка за стандартом [3] призначаються шорсткість поверхонь виливка і ряд припусків.

Припуски на механічну обробку виливка призначаються за стандартом [3] залежно від загального допуску на відповідний елемент виливка, виду остаточної механічної обробки та обраного ряду припусків.

Загальні допуски елементів виливка враховують спільний вплив допуску розміру і допусків форми чи розташування поверхні і визначають залежно від класу розмірної точності виливка та номінальних розмірів деталі. Допускається встановлювати симетричні та несиметричні допуски розмірів

виливка. Рекомендовано надавати перевагу такому розташуванню полів допусків [1-4]:

а) несиметричне однобічне - “в тіло” рекомендується для елементів виливка, які розташовані в одній частині форми і не підлягають механічній обробці; для охоплюючих елементів (отвір) – “в плюс”, а для охоплюваних (вал) – ”в мінус”;

б) симетричне розташування полів допусків - для решти розмірів елементів виливка, які підлягають або не підлягають механічній обробці.

На тих частинах виливка, де складно або технологічно неможливо одержати отвори, западини, порожнини, або наявність вказаних елементів перешкоджає вільному видаленню моделі виливка з разової ливарної форми або готового виливка з форми багаторазового використання призначають *технологічні напуски*. При необхідності, напуски потім видаляють в процесі механічної обробки. Призначення напусків дає можливість спростити технологічне оснащення, технологію виготовлення і отримати якісніші виливки. Напуски призначають методом „тіней” (див. Рисунок Б.1 додатка Б).

Формувальні ухили призначаються на поверхнях виливка, перпендикулярних до площини рознімання ливарної форми з метою полегшення видалення моделі виливка з разової ливарної форми або готового виливка з форми багаторазового використання. Ухили встановлюються залежно від розмірів заглибин, висоти поверхні h , способу лиття та виду модельного комплекту. На оброблюваних поверхнях ухил встановлюється понад припуск на механічну обробку за рахунок збільшення розмірів виливка (рисунок 1.2, а), на необроблюваних і не сполучуваних по контуру з іншими деталями – шляхом одночасного збільшення і зменшення розмірів виливка (рисунок 1.2, в), на необроблюваних, але сполучуваних поверхнях – шляхом зменшення (рисунок 1.2, б) або збільшення розмірів виливка (рисунок 1.2, г) залежно від того, яка поверхня сполучується.

Формувальні ухили можуть спотворювати форму необроблюваних поверхонь, тому на кресленику литої заготовки доцільно їх показувати.

Після формування контуру виливка в місцях переходу від одного елемента до іншого призначають радіуси заокруглень. Співвідношення елементів, що сполучаються, а також радіуси заокруглень зовнішніх кутів слід брати за відповідними таблицями в додатка В.

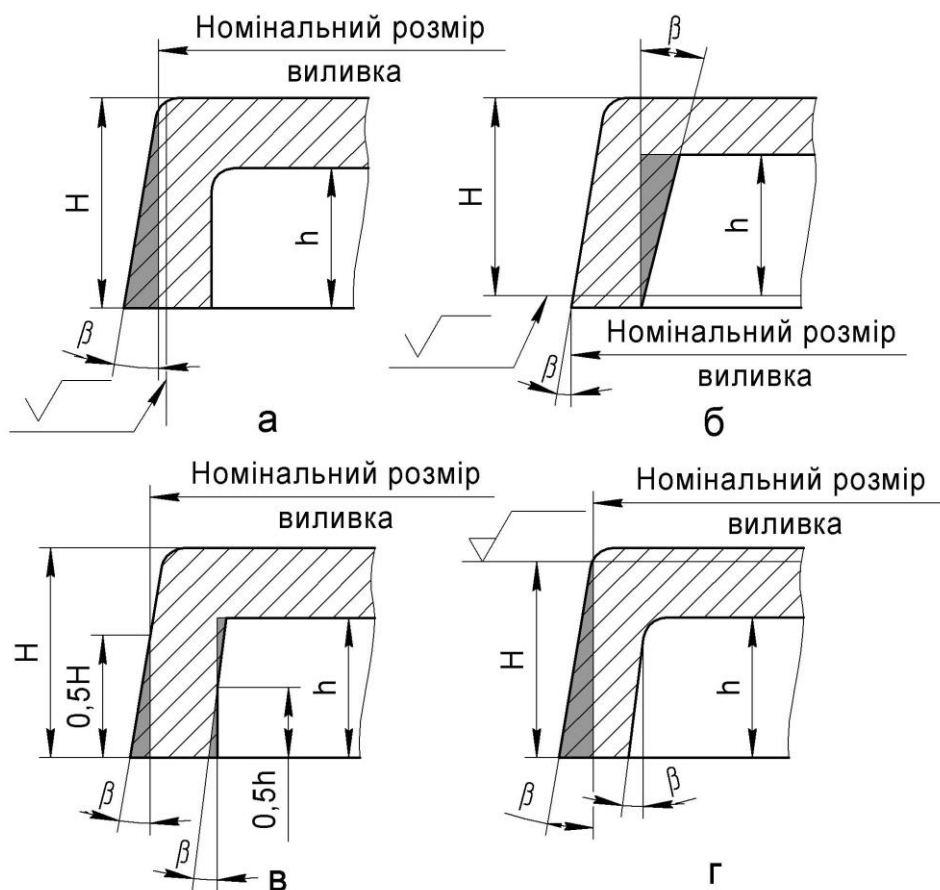


Рисунок 1.2 – Формувальні ухили (показано сірим кольором)

Згідно з визначеним положенням вилівка у формі на кресленнику обов'язково вказують напуски, припуски, ливарні ухили, радіуси заокруглень, визначені відповідно до наведених вище рекомендацій. Контури поверхонь, що підлягають обробці різанням, а також отворів, западин, виточок, які не отримуються литтям виконують тонкими суцільними лініями без нанесення їх розмірів.

Розміри всіх оброблюваних поверхонь рекомендується прив'язати до чистової технологічної бази. Взагалі, розміри вилівка проставляють з таким розрахунком, щоб розмірні ланцюги були коротшими, а замикаючими ланками були розміри, до точності яких не висуваються високі вимоги.

На вільному полі кресленника (над штампом або зліва від нього) необхідно зазначити наступні технічні вимоги до вилівка:

1. Вимоги до матеріалу вилівка або відомості про його замітник.
2. Вказівки щодо виду термічної обробки, встановлені межі твердості.
3. Не вказані на кресленнику радіуси заокруглень, формувальні ухили.
4. Допустиме зміщення опок (найчастіше вказується на кресленниках великих корпусних деталей).

5. Відомості про вид, кількість, розміри і місце розташування допустимих ливарних дефектів (пористість, раковини, тріщини тощо). Якщо дозволяється усунути певні дефекти, то вказуються їх види і допустимі способи усунення.
6. Точність виливка.

1.3 Оснащення роботи

Кресленик та річна програма випуску деталі, довідники, стандарти.

1.4 Методика виконання роботи

1. Визначити масу деталі і орієнтовну масу виливка.
2. Залежно від річної програми випуску та маси виливка за допомогою додатка А визначити тип виробництва і вагову групу.
3. Вибрати положення виливка у формі (площину рознімання ливарної форми) керуючись рекомендаціями, наведеними в коротких теоретичних відомостях.
4. Визначити доцільність та можливість отримання отворів литтям.
5. Виконати якісний аналіз технологічності конструкції деталі на відповідність загальним положенням і рекомендаціям по забезпеченню технологічності конструкції виливків. При необхідності – внести зміни до конструкції деталі, усуваючи нетехнологічні елементи. Внесення змін в конструкцію узгодити з викладачем та обов'язково проілюструвати у вигляді зображення елементів початкового і зміненого варіантів конструкції.
6. Визначити за стандартом [3] норми точності виливка:
 - клас розмірної точності виливка вибирається за таблицею 9;
 - ступінь жолоблення виливка призначається за таблицею 10;
 - ступінь точності поверхонь виливка призначити за таблицею 11;
 - клас точності виливка за масою призначити за таблицею 13;
 - допуск зміщення виливка по площині рознімання форми визначається за таблицею 1 для найтоншої стінки виливка, яка перетинає площину рознімання або виходить на роз'єм.

Норми точності на вилівок рекомендується вибирати в залежності від вагової групи виливка і властивостей формувальної суміші:

- для сталевих і чавунних виливків вагових груп I а,б - лиття в сирій формі із сумішей з вологістю до 2,8%;
- для сталевих і чавунних виливків вагової групи I в - лиття в сирій формі із сумішей з вологістю від 2,8 до 3,5%;

Проектування і виробництво заготовок

- для сталевих і чавунних виливків II вагової групи - лиття в сирій формі із сумішей з вологістю від 3,5 до 4,5%;
- для сталевих і чавунних виливків III та IV вагових груп та для виливків з кольорових сплавів - лиття в сирій формі із сумішей з вологістю більше 4,5%.

Необхідно зазначити, що чим меншою є вологість форми, тим вищою є точність поверхонь виливка.

7. Визначити за стандартом [3, таблиця 12] шорсткість поверхонь виливка.

8. Визначити за таблицею 14 стандарту [3] ряд припусків на обробку.

9. Для всіх поверхонь виливка за таблицею 1 стандарту [3] призначити допуски на лінійні та діаметральні розміри. Допуски розмірів елементів виливка, утворених двома напівформами або напівформою і стрижнем, встановлюють відповідно класу розмірної точності виливка. Допуски розмірів, утворених однією частиною ливарної форми або одним стрижнем можна встановлювати на 1, 2 класи точніше.

10. Для поверхонь деталі, які мають вимоги по точності форми та розташування за таблицею 2 стандарту [3] призначити відповідні допуски форми і розташування поверхонь виливка.

11. Визначити за таблицею 16 додатка 8 стандарту [3] загальні допуски елементів виливка, що враховують спільний вплив допуску розміру і допусків форми або розташування поверхні. Розташування полів допусків необхідно встановлювати, дотримуючись рекомендацій п. 2.11 стандарту [3].

12. Визначити для всіх оброблюваних поверхонь співвідношення між допусками розміру деталі та виливка:

$$k_{\text{розм}} = \frac{T_{\text{дет.}}^{\text{р.}}}{T_{\text{вил.}}^{\text{р.}}}, \quad (1.3)$$

де $T_{\text{д.}}^{\text{р.}}$, $T_{\text{в.}}^{\text{р.}}$ – відповідно допуск розміру деталі та виливка, мм;

Для поверхонь які мають вимоги по точності форми та розташування визначають співвідношення між допусками форми та розташування поверхонь деталі та виливка:

$$k_{\text{ф.р.}} = \frac{T_{\text{дет.}}^{\text{ф.р.}}}{T_{\text{вил.}}^{\text{ф.р.}}}, \quad (1.4)$$

де $T_{\text{дет.}}^{\text{ф.р.}}$, $T_{\text{вил.}}^{\text{ф.р.}}$ – відповідно допуск форми або розташування поверхні деталі та виливка, мм.

Якщо до поверхні деталі висувається декілька вимог по точності форми чи розташування, то в розрахунках слід застосовувати найменше значення допуску форми чи розташування з числа наведених.

13. Для всіх поверхонь деталі, які підлягають механічній обробці за стандартом [3] призначити вид остаточної механічної обробки (чорнова, напівчистова, чистова, тонка) залежно від величини допусків поверхонь вилівка та співвідношень між допусками розмірів (таблиця 7), форми чи розташування (таблиця 8) поверхонь деталі і вилівка. При цьому, якщо за таблицями 7 та 8 для певної поверхні вилівка визначено різний вид остаточної обробки, то в подальших розрахунках слід приймати більш точний її вид.

14. Визначити за таблицею 6 стандарту [3] припуски на обробку (на сторону) для кожної оброблюваної поверхні деталі. При призначенні припусків необхідно враховувати рекомендації п. 4.2.1 стандарту [3]: загальні припуски на поверхні обертання і протилежні поверхні, що використовуються як взаємні бази при їх обробці, призначають по половинних значеннях загальних допусків вилівка на відповідні діаметри або відстані між протилежними оброблюваними поверхнями вилівка. Проте на кресленіку вилівка проставляється повний загальний допуск.

15. Розрахувати розміри вилівка. Розрахунковий розмір вилівка визначається як сума або різниця (для отворів) номінального розміру деталі, загального припуску на механічну обробку та технологічного напуску і округлюється до десятих часток міліметра.

При виготовленні вилівоків в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва способами лиття в разові піщано-глиняні ливарні форми по дерев'яних або одноразових моделях, іншими способами, що забезпечують низькі показники точності вилівка дозволяється здійснювати округлення розрахункового розміру вилівка до найближчого цілого числа. Так само можна здійснювати округлення розрахункових розмірів поверхонь вилівка, отриманих з використанням піщаних стрижнів у формах багаторазового використання. При округленні розмірів обов'язково необхідно врахувати тип розміру: охоплюючий (отвір) або охоплюваний (вал).

Результати розрахунків при визначенні розмірів вилівка необхідно оформити у вигляді таблиці 1.1, яку на аркуші рекомендовано розташовувати горизонтально (рисунок 1.3).

Таблиця 1.1 – Визначення допусків, припусків та розмірів вилівка

Проектування і виробництво заготовок

Розмір деталі, мм	Допуск розміру вилівка, мм	Співвідношення допусків розміру деталі і вилівка	Допуск форми або розташування поверхні, мм		Співвідношення допусків форми або розташування деталі та вилівка	Загальний допуск вилівка, мм	Вид остаточної обробки	Загальний припуск на сторону, мм		Розрахунковий розмір вилівка, мм	Прийнятний розмір вилівка, мм
			деталі, мм	вилівка, мм				розрахований	прийнятий		

Таблиця 1.1 – Визначення допусків, припусків для лінійних розмірів вилівка

Розмір деталі, мм	Допуск розміру вилівка, мм	Співвідношення допусків деталі і вилівка	Допуск форми або розташування поверхні, мм		Співвідношення допусків деталі і вилівка	Загальний допуск вилівка, мм	Вид остаточної обробки	Загальний припуск на сторону, мм		Розрахунковий розмір вилівка, мм	Прийнятний розмір вилівка, мм
			деталі, мм	вилівка, мм				розрахований	прийнятий		
12 _{-0,11} мм	1,1	0,1	-	-	-	1,1	чистова	1,8	2,0	13,8±0,55	14±0,55
18 _{-0,11} мм	1,2	0,09	-	-	-	1,2	чистова	1,9	2,0	19,9±0,6	20±0,6
64 _{-0,1} мм	1,8	0,055	0,05	1,2	0,04	2,4	чистова	3,2	3,0	69±1,6	69±1,6
70 _{-0,2} мм	1,8	0,11	0,05	1,2	0,04	2,4	чистова	3,2	3,0	75,1±1,6	75±1,6
Ø140 _{-0,25} мм	2,0	0,125	-	-	-	2,0	напівчистова	2,4	2,5	Ø144,8±1,2	Ø145±1,2
40 _{-0,25} мм	1,4	0,178	0,05	1,2	0,04	2,2	чистова	2,9	3,0	42,9±1,1	43±1,1
110 _{-0,22} мм	2,0	0,11	-	-	-	2,0	напівчистова	2,4	2,5	114,8±1,0	115±1,0
Ø30H8(^{+0,035})мм	1,4	0,023	0,008	1,4	0,006	2,4	тонка	3,4	3,5	Ø23,2±1,2	Ø23±1,2
Ø60 ^{+0,03} мм	1,6	0,019	0,01	1,6	0,006	2,4	тонка	3,4	3,5	Ø53,2±1,2	Ø53±1,2
30 ^{+0,13} мм	1,4	0,107	0,05	1,0	0,05	2,0	тонка	3,0	3,0	30,2±1,0	30±1,0
Ø200мм	2,2		Не оброблюється							Ø200±1,1	Ø200±1,1
Ø90мм	1,8		Не оброблюється							Ø90±0,9	Ø90±0,9
Ø125мм	2,0		Не оброблюється							Ø125 ^{+2,0}	Ø125 ^{+2,0}
Ø40мм	1,4		Не оброблюється							Ø40 _{-1,4}	Ø40 _{-1,4}
50±0,03мм	1,6		Міжосьова відстань							50±0,8	50±0,8
130мм	2,0		Не оброблюється							130 _{-2,0}	130 _{-2,0}
9мм	1,0		Не оброблюється							9 _{-1,0}	9 _{-1,0}

Рисунок 1.3 – Приклад оформлення таблиці результатів визначення допусків, припусків та розмірів вилівка

16. Призначити в разі необхідності технологічні напуски та формувальні ухили за стандартом [5, таблиці 1, 2, 3].

17. Призначити радіуси заокруглень за рекомендаціями додатка В.

18. Оформити кресленик вилівка у відповідності до вимог ЄСКД, технічного креслення та стандарту [6]: обов'язково проставити розміри з допусками, відобразити напуски, припуски, ливарні ухили, радіуси заокруглень, визначені відповідно до наведених вище рекомендацій, позначити лінію рознімання ливарної форми та моделі. Контури поверхонь, що підлягають обробці різанням, а також отворів, западин, виточок, які не отримуються литтям виконують тонкими суцільними лініями без нанесення їх розмірів.

19. Сформулювати технічні вимоги до виливка.

Приклади оформлення креслеників деталі та виливка наведено на рисунку 1.4.

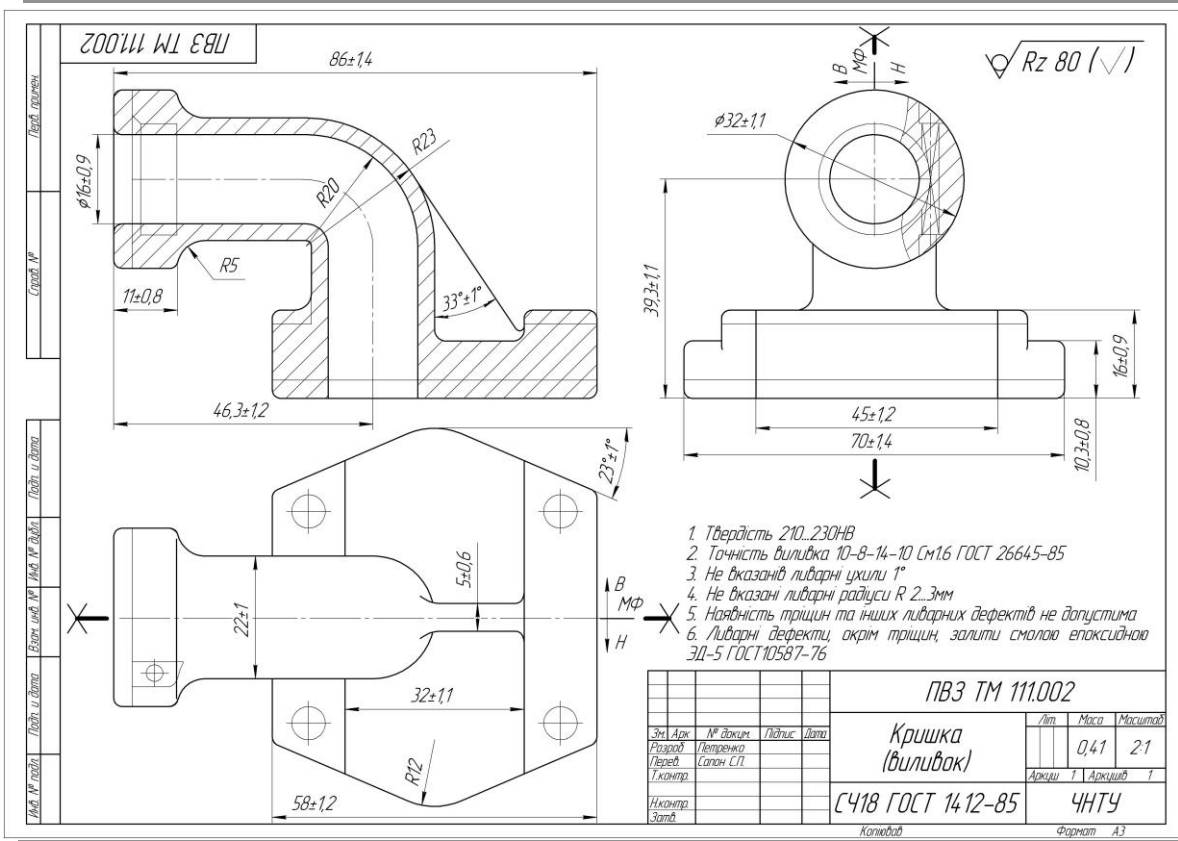
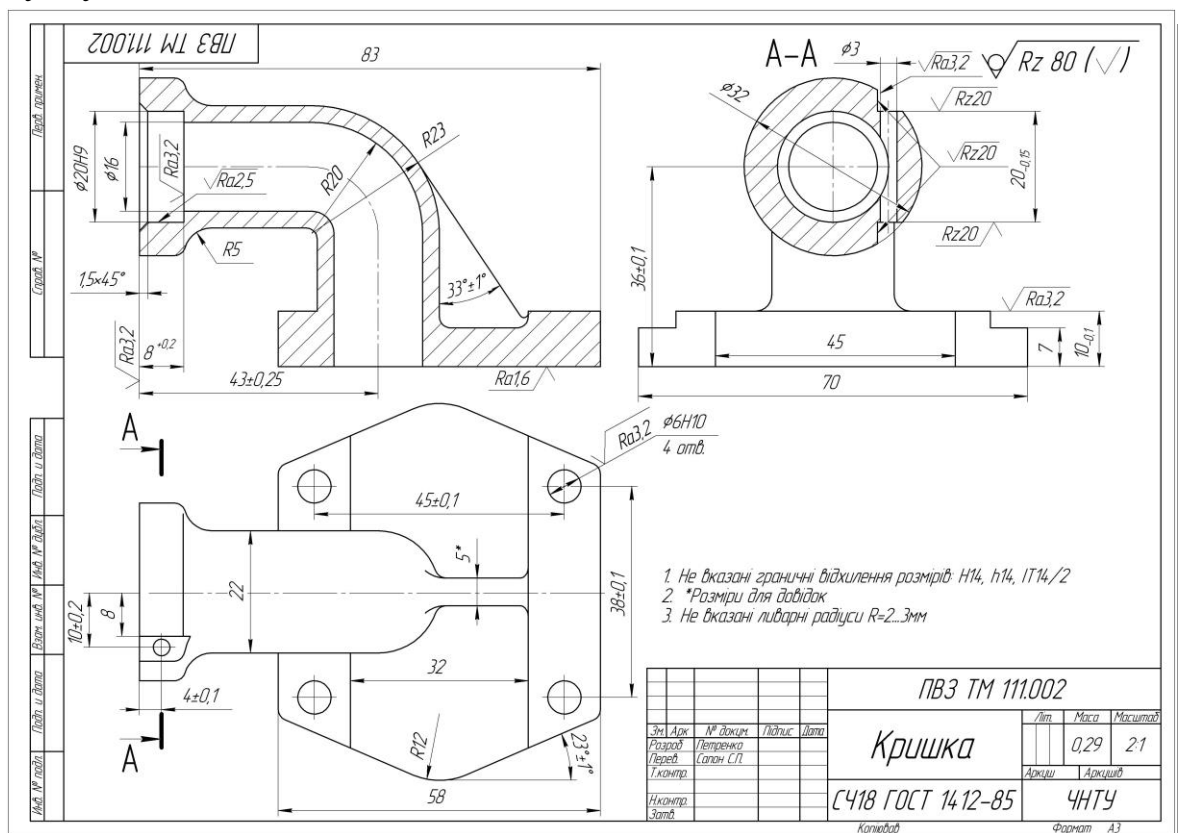


Рисунок 1.4 – Приклади оформлення креслеників деталі та виливка

1.5 Інформація до складання звіту

1. У підрозділі «Короткі теоретичні відомості» рисунки не приводити.
2. У підрозділі «Результати виконання роботи» виконати кресленики деталі і вилівка. У випадку внесення змін в конструкцію деталі - внесені зміни проілюструвати у вигляді зображення елементів початкового і зміненого варіантів конструкції.
3. Зробити висновки до роботи, де проаналізувати відмітні особливості з якими прийшлося стикнутися при проектуванні вилівка.

1.6 Питання для самостійної підготовки

1. Які вихідні дані необхідні для розробки кресленика вилівка ?
2. Наведіть послідовність розробки кресленика вилівка.
3. Які рекомендації необхідно враховувати при виборі положення вилівка у формі ?
4. Як визначити доцільність отримання отвору литтям ?
5. Дати визначення технологічності вилівка.
6. Наведіть загальні положення і рекомендації по забезпеченню технологічності конструкції вилівоків.
7. В чому сутність принципу спрямованого затвердіння і чому необхідно його дотримуватись ?
8. Від чого залежать і як призначаються припуски на механічну обробку вилівоків ?
9. Як визначити точність вилівка ?
10. Які правила призначення допусків на поверхні вилівка ?
11. Як визначити розрахунковий розмір вилівка ?
12. Для чого призначають напуски ?
13. Для чого і як призначають формувальні ухили ?
14. Які технічні вимоги наводяться на кресленику вилівка ?
15. Як відображуються на кресленику вилівка поверхні, що підлягають обробці різанням, а також отворів, западин, виточок, які не отримуються литтям ?

2 Лабораторна робота №2. Конструювання стрижня і моделі

2.1 Мета роботи: ознайомлення з основними правилами і принципами конструювання стрижнів та моделей виливків, набуття навичок розробки креслеників стрижня і моделі виливка.

2.2 Короткі теоретичні відомості

Модель виливка – це частина модельного комплекту, за допомогою якої в ливарній формі утворюють порожнину, яка відповідає зовнішній формі та розмірам виливка.

Залежно від способу лиття моделі виливків можуть бути разовими або багатократного використання. Разові моделі виливків бувають витоплювані, розчинні або випалювані (газифіковані). Моделі багатократного використання виготовляють з дерева, пластмаси, гіпсу, металу та переважно застосовують при виготовленні виливків литтям в піщано-глиняні форми. За конструкцією моделі бувають роз'ємними і нероз'ємними.

Моделі одноразового використання переважно виготовляють нероз'ємними, тоді як багаторазові моделі можуть бути як роз'ємними, так і не роз'ємними залежно від конструктивних особливостей виливка.

Необхідні точність, міцність і довговічність моделей багатократного використання залежать від типу виробництва, величини партії, маси і розмірів виливка, способу формування. В одиничному і дрібносерійному виробництві найчастіше використовують моделі з дерева або гіпсу, які є порівняно дешевими та високотехнологічними матеріалами. В масовому і великосерійному виробництві переважно використовують металеві та пластмасові моделі, які здатні тривалий час зберігати точність розмірів, міцні, довговічні. Однак вартість виготовлення металевих і пластмасових моделей в 3-5 разів перевищує вартість виготовлення дерев'яних, тому їх застосування має бути обґрунтоване економічним розрахунком.

Матеріалом для металевих моделей залежно від умов виробництва, складності і призначення деталі служать алюмінієві сплави, сплави на мідній основі (бронзи) або сірий чавун.

Модельний комплект повинен відповідати наступним основним вимогам:

- 1) забезпечувати отримання виливка потрібної геометричної форми і розмірів;
- 2) бути технологічним при виготовленні;
- 3) мати мінімальну вагу і бути зручним в експлуатації;

Проектування і виробництво заготовок

4) володіти високою міцністю і довговічністю, забезпечувати стабільну точність розмірів протягом визначеного терміну експлуатації, тобто забезпечувати виготовлення необхідної кількості ливарних форм та стрижнів;

5) мати мінімальну вартість з урахуванням вартості ремонту.

Клас точності модельного комплекту призначається залежно від класу розмірної точності вилівка за стандартом [5]. Наприклад, для вилівка 13 класу розмірної точності точність дерев'яного модельного комплекту позначається: *Точність МК8 – дерево ГОСТ 3212-92*.

Розміри модельного комплекту збільшуються в порівнянні з розмірами вилівка на величину лінійної усадки сплаву.

У с а д к о ю називають зменшення в об'ємі сплаву при переході його з рідкого стану і твердий та при охолодженні в твердому стані.

Усадка виражається у відсотках і для кожного зі сплавів має своє значення (додаток .

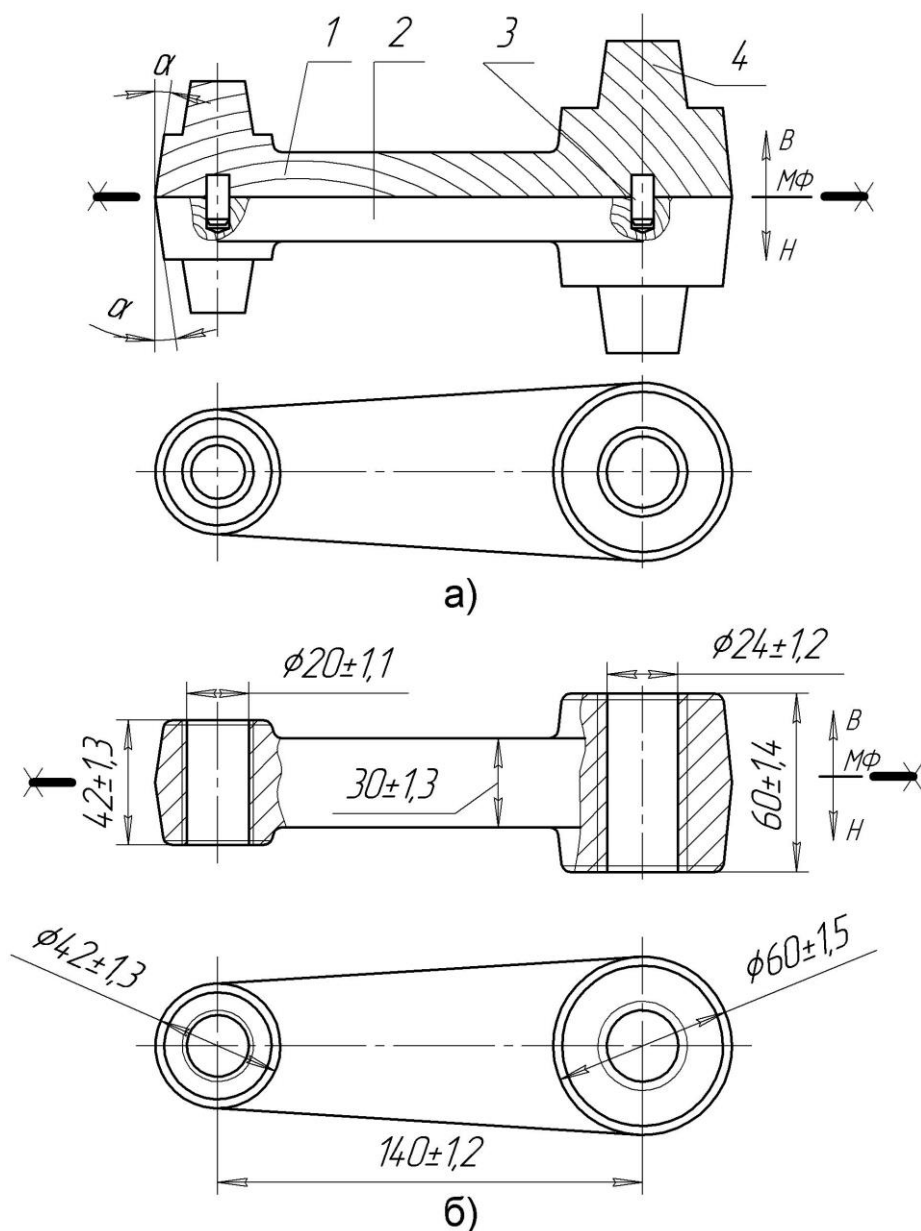
Для полегшення видалення з ливарної форми моделі багаторазового використання на її поверхнях, перпендикулярних площині рознімання ливарної форми, виконують формувальні ухили α (рисунок 2.1, а). При однакових габаритних розмірах на дерев'яних моделях формувальні ухили роблять більшими, ніж на металевих. Це пояснюється тим, що металеві моделі мають більш гладку поверхню, не розбухають, не жолобляться на відміну від дерев'яних. Допуски розмірів модельного комплекту залежать від номінальних розмірів і класу точності модельного комплекту.

На відміну від вилівка (рисунок 2.1, б) модель багаторазового використання замість отвору має виступаючі частини 4, (рисунок 2.1, а). Їх називають *знаками моделі*. Вони призначені для утворення у ливарній формі порожнин для встановлення і закріплення стрижнів.

С т р и ж е н ь – елемент ливарної форми, який призначений для отримання отворів, внутрішніх порожнин або інших контурів вилівка.

До ливарних стрижнів висувають більш високі вимоги ніж до ливарних форм, так як вони піддаються більш інтенсивному впливу розплавленого металу. У зв'язку з цим суміші, з яких виготовляють стрижні, повинні мати більш високу міцність, газопроникність, податливість, вогнетривкість та пластичність. Окрім цих властивостей стрижні повинні легко руйнуватися при вибиванні вилівка.

В стрижнях розрізняють формоутворюючу частину, яка формує поверхню вилівка заданих розмірів та знаки – призначені для встановлення та закріплення стрижнів у ливарній формі.



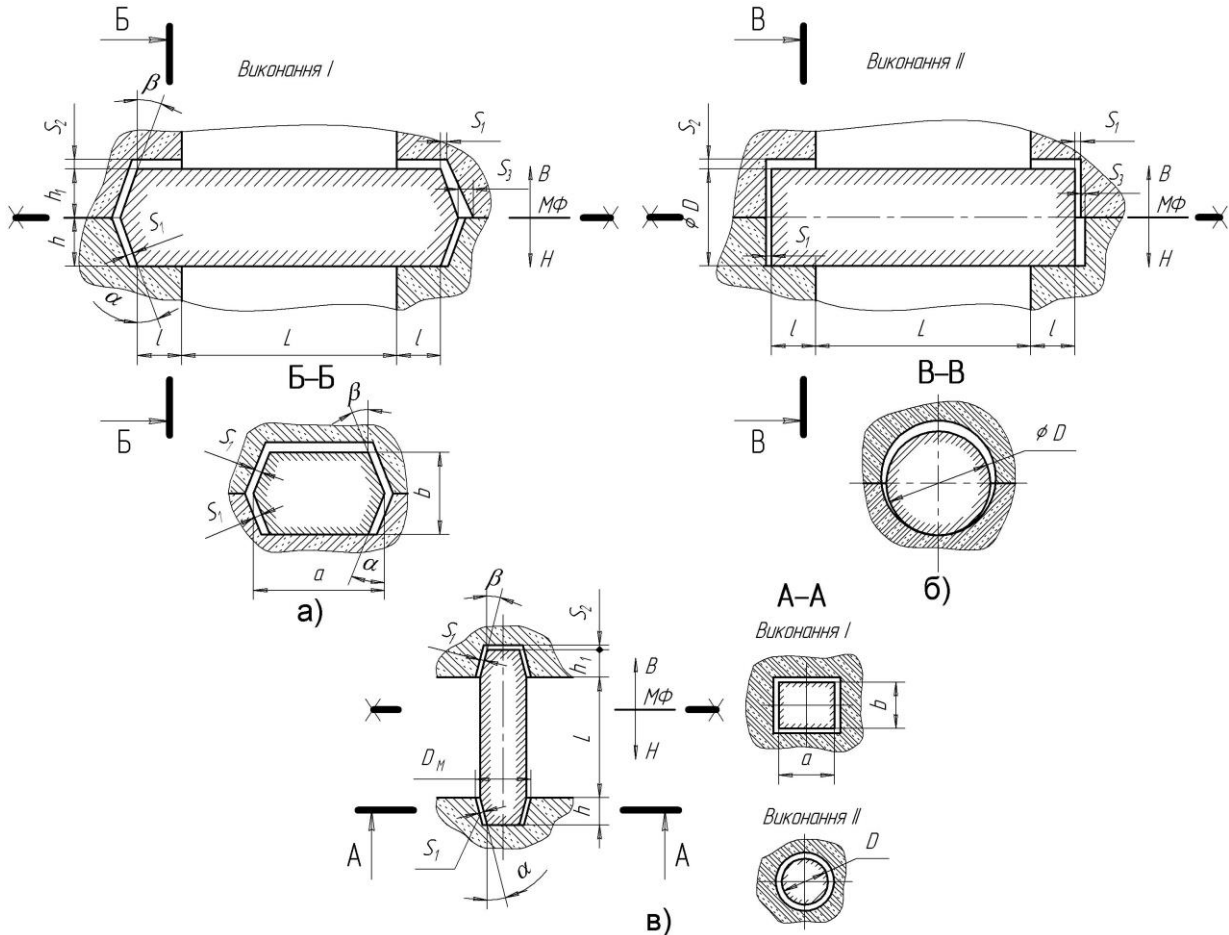
1 – верхня частина моделі, 2 – нижня частина моделі, 3 – центруючий штир, 4 – знак моделі

Рисунок 2.1 – Ескіз моделі вилівка а) та вилівка б)

Розміри та форма знакової частини стрижня визначаються за ГОСТ 3212-92 залежно від розмірів формоутворюючої частини стрижня, властивостей формувальної суміші та від того, як стрижень розташований в ливарній формі. Стрижні циліндричної форми, які встановлюються в формі горизонтально на знакових частинах ухилів не мають (рисунок 2.2, б), а якщо такі стрижні встановлюються вертикально, то знакові частини – конічні (рисунок 2.2, в). Призматичні стрижні, незалежно від способу їх встановлення в ливарній формі, мають ухили на поверхнях знакової частини, перпендикулярних до площини рознімання ливарної форми. Нижні знаки вертикальних стрижнів є опорними, тому їх висота h , як правило більше

Проектування і виробництво заготовок

висоти h_1 верхніх знаків. При відсутності верхнього вертикального знака висоту нижнього збільшують до 50% в порівнянні з вказаними в стандарті [5]. Для вільного встановлення стрижня у форму і кращого його центрування в формі на бічних поверхнях знаків стрижня призначаються ухили під кутами α і β .



а, б – горизонтальні стрижні, в – вертикальний стрижень

Рисунок 2.2 – Ескізи ливарних стрижнів

Знакові частини на моделях роблять більших розмірів, ніж у стрижнів, внаслідок чого при складанні форми між поверхнею форми і знаком стрижня утворюються зазори S_1 , S_2 , S_3 , (див. рисунок 2.2.) які називаються *технологічними*. Відсутність цих зазорів може призвести до складнощів при складанні форми – форму неможливо буде скласти. При визначенні за стандартом [5] величини технологічних зазорів враховують клас точності, матеріал модельного комплекту, габарити стрижня і вид формування.

2.3 Оснащення роботи

Кресленик та 3D модель вилівка, довідкові матеріали, стандарти.

2.4 Методика виконання роботи

Розробка кресленика стрижня.

1. Визначити розміри формуючої частини стрижня згідно прийнятих розмірів отвору або порожнини виливка.
2. В залежності від положення стрижня призначити тип стрижневого знаку (горизонтальний або вертикальний).
3. В залежності від розмірів формуючої частини стрижня за стандартом [5] визначити розміри стрижневих знаків:
 - довжина горизонтальних знаків визначається:
 - для “сирих” форм по таблиці 4;
 - для “сухих” форм по таблиці 5;
 - для форм, що твердіють в контакт з оснащенням по таблиці 6.
 - висота нижніх вертикальних знаків для всіх видів сумішей визначається по таблиці 7;
 - висота верхнього вертикального знаку приймається не менше 0,5 від висоти нижнього знаку.

Примітка. В умовах масового і великосерійного виробництва верхній та нижній вертикальні знаки допускається робити однаковими за висотою.

4. Визначити за стандартом [5, таблиця 8] величину ухилів на знакових частинах стрижня.
5. У відповідності до класу розмірної точності виливка визначити за стандартом [5, таблиця 15] клас точності модельного комплекту.
6. Визначити за стандартом [5, таблиці 9-12] технологічні зазори S_1 , S_2 , S_3 між знаковими частинами форми і стрижня. При виборі значень технологічних зазорів необхідно керуватися рекомендаціями п. 2.6.1 стандарту [5].
7. Виконати кресленик стрижня з вказанням лінії рознімання форми і всіх визначених в п. 1, 3, 4, 6 конструктивних елементів (рисунок 2.3).

Розробка кресленика моделі.

1. Згідно прийнятих розмірів виливка визначити лінійні розміри моделі з врахуванням лінійної усадки сплаву. Значення лінійної усадки деяких сплавів наведено в додатку Д.
2. Розміри знакових частин моделі необхідно збільшити в порівнянні із знаковими частинами стрижнів на величину технологічних зазорів.
3. Вибрати матеріал модельного комплекту. Рекомендації до вибору матеріалу модельного комплекту наведено в додатку Е.

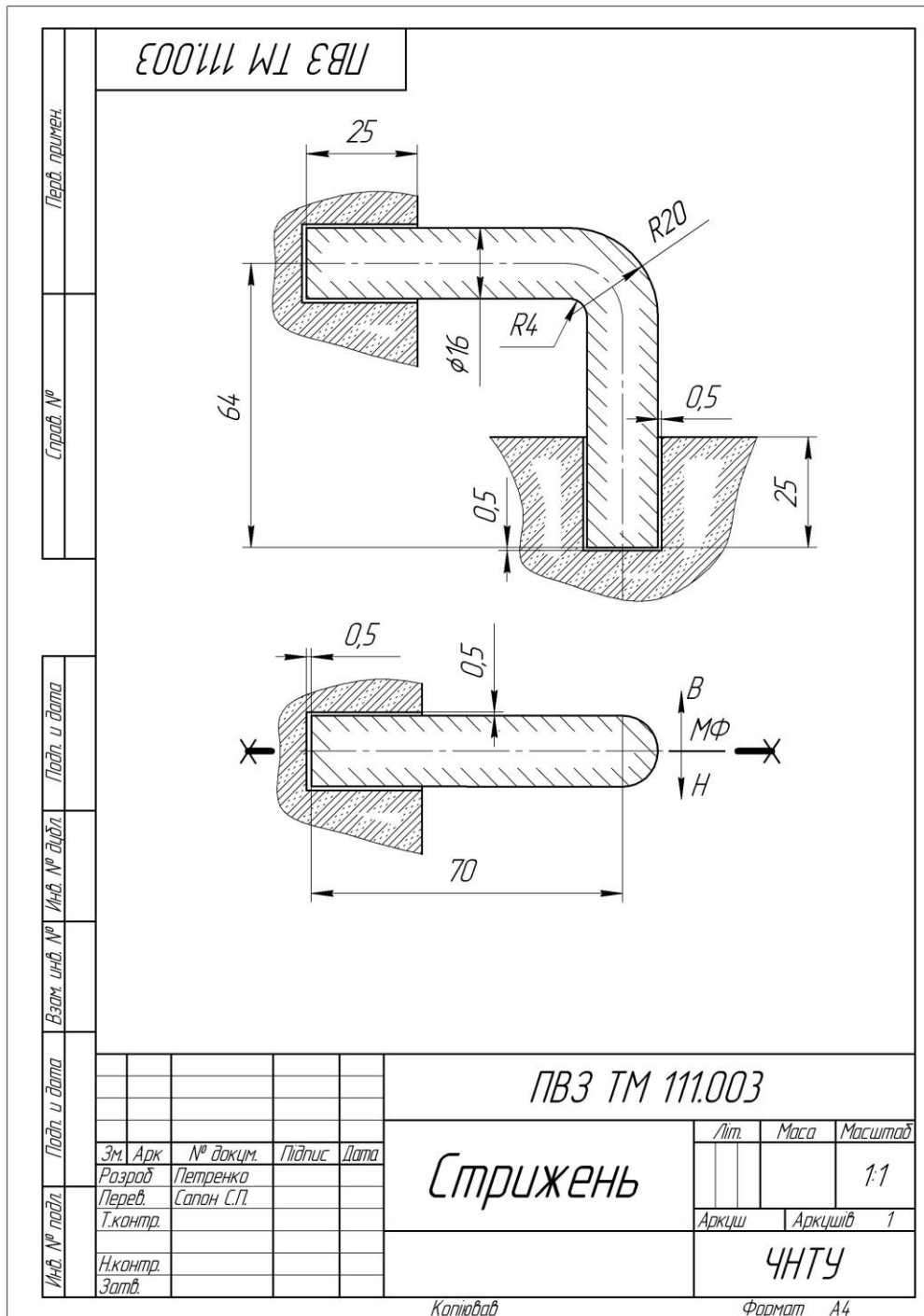


Рисунок 2.3 – Приклад оформлення кресленника стрижня

4. У відповідності до класу точності модельного комплекту вилівка за стандартом [5, таблиця 14] визначити допуски розмірів моделі вилівка. Визначення розмірів модельного комплекту і допусків на них навести у вигляді таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Визначення розмірів модельного комплекту

Номинальний розмір вилівка, мм	Приріст розміру внаслідок лінійної усадки сплаву, мм	Розмір моделі з врахуванням усадки, мм	Допуск розміру моделі, мм	Розмір моделі на кресленнику, мм

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

5. Призначити формувальні ухили поверхонь модельного комплекту. Ухили формоутворюючих поверхонь моделі такі самі як і ливарні ухили на поверхнях виливка. Ухили знакових частин моделі такі ж, як у стрижнів.
6. Розробити кресленик моделі (рисунок 2.4), технічні вимоги на її виготовлення. На кресленіку обов'язково вказується площа рознімання моделі згідно вимог стандарту [6].

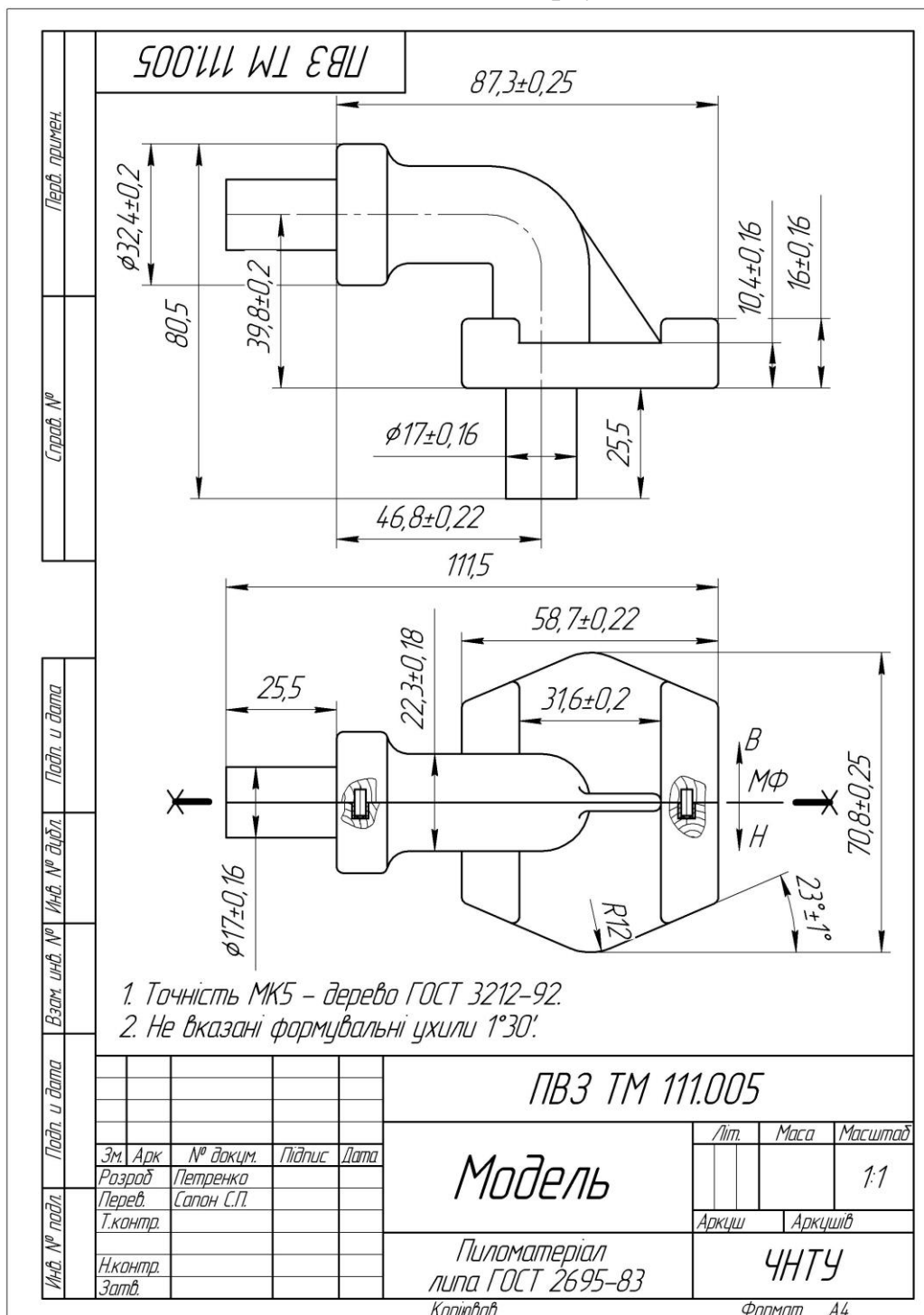


Рисунок 2.4 – Приклад оформлення кресленіка моделі

2.5 Інформація до складання звіту

1. У підрозділі «Короткі теоретичні відомості» рисунки можна не приводити.
2. У підрозділі «Дані виконання роботи» виконати кресленики моделі виливка та стрижня.

2.6 Питання для самостійної підготовки

1. Для чого використовується модель виливка ?
2. З яких матеріалів виготовляють модельні комплекти ?
3. Які вимоги висуваються до модельних комплектів ?
4. Від чого залежить і як позначається точність модельного комплекту ?
5. Чим відрізняється модель виливка від виливка ?
6. Що таке лінійна усадка ?
7. Для чого призначені стрижневі знаки моделі ?
8. Яке призначення стрижнів, з яких матеріалів вони виготовляються ?
9. З якою метою на моделі і знаках стрижнів виконують формувальні ухили?
10. Як закріплюються стрижні у ливарній формі ?
11. Від чого залежать розміри і тип стрижневих знаків ?
12. Що таке технологічні зазори і для чого вони призначені ?
13. Проаналізуйте послідовність проектування стрижня.
14. Проаналізуйте вихідні дані і послідовність проектування моделі виливка.

3 Лабораторна робота №3 Конструювання ливарної форми

4.1. Мета роботи: ознайомлення з особливостями конструювання ливарної форми при виготовленні виливків в піщано-глиняних формах, з методикою вибору конструкції і розмірів опок, набуття навичок розробки кресленика ливарної форми.

4.2. Короткі теоретичні відомості

Ливарна форма – система елементів, які утворюють робочу порожнину і при заливанні розплавом якої утворюється виливок.

Разові ливарні форми, які використовуються при виготовленні виливків в піщано-глиняних формах виготовляються з формувальних сумішей, з використанням стрижнів, моделі виливка, моделей елементів ливникової системи та формувального інструменту, з або без використання опок.

Процес виготовлення ливарних форм називають *формуванням*. Формування класифікують по способу формування і за ступенем механізації.

За *способом формування* розрізняють: формування в ґрунті, в опоках, без опок, по шаблону, за скелетними моделями, в стрижнях, із застосуванням швидкотвердіючих сумішей тощо.

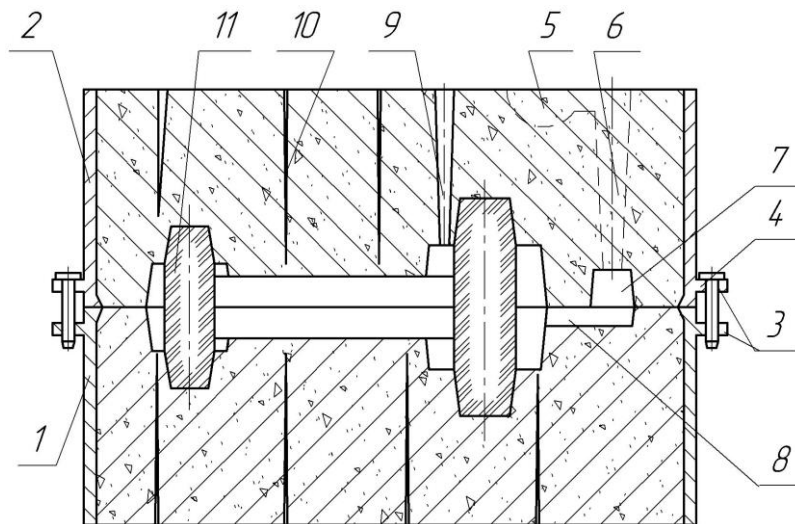
Залежно від *ступеня механізації* процесу виготовлення форм розрізняють три види формування: ручне, машинне и автоматичне.

Найбільш розповсюджене формування в опоках. Ливарна форма (рисунок 3.1) складається з нижньої і верхньої напівформ, які виготовляються з формувальної суміші шляхом ущільнення її в опоках 1 і 2.

Опоками називають чавунні, сталеві або алюмінієві ящики (без дна і кришки), в яких виготовлюють ливарні форми шляхом ущільнення формувальної суміші.

Сукупність елементів ливарної форми у вигляді каналів і порожнин, призначених для підведення розплавленого металу в форму, її заповнення і живлення виливка при затвердінні називають *ливниковою системою*.

Ливникова система складається з наступних основних елементів (див. рисунок 3.1): ливникової чаші 5, стояка 6, шлаковловлювача 7, одного або декількох живильників 8 і випору 9.



1 –нижня опока, 2 – верхня опока, 3 – виступ з отвором,
4 – штир, 5 – ливникова чаша, 6 – стояк, 7 – шлаковловлювач,
8- живильник, 9 – випор, 10 – газовідвідний канал, 11- стрижень

Рисунок 3.1 – Ескіз ливарної форми

Ливникову систему слід розташовувати у формі так, щоб забезпечити якісне заповнення її рідким металом з належною швидкістю і без руйнування. При виборі місця підведення розплаву необхідно враховувати наступні вимоги:

- 1) підведення металу повинно забезпечувати плавний, безударний рух по порожнині форми;
- 2) підведення металу слід робити в місцях, які в подальшому підлягають механічній обробці;
- 3) не слід підводити метал близько до дрібних стрижнів;
- 4) потрібно враховувати принцип спрямованого затвердіння.

Залежно від положення лінії рознімання форми і конструктивних особливостей вилівка ливникові системи поділяють на такі основні типи:

- ливникові системи з підведенням металу по площині рознімання.
- нижня (сифонна) ливникова система;
- верхня (дощова) ливникова система;
- комбінована ливникова система.

1. *Ливникові системи з підведенням розплаву по площині рознімання* найбільш прості і широко застосовуються для дрібних невисоких виливків. Струмені металу з живильників падають на дно форми. При цьому може відбуватися розмивання форми, що особливо небезпечно для високих виливків.

2. *Сифонна ливникова система* забезпечує найбільш спокійне заповнення форми рідким металом. Метал надходить в форму знизу. Низ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт форми перегрівається, а верхні частини виливка виявляються більш холодними. В результаті в нижніх частинах виливка, а іноді по всій висоті знизу вгору, з'являється усадкова пухкість, що створює небажані умови для затвердіння виливка. Таке ж явище спостерігається, коли стояк розташований занадто близько до виливка і форма в цьому місці перегрівається.

3. *Дощова ливникова система* застосовується переважно для виливків циліндричної форми (маховики, шестерні, циліндри). Розплав зі стояка надходить в форму зверху тонкими струйками через живильники рівномірно розташовані по колу. Однак, не можна допускати, щоб струйки металу зустрічали на своєму шляху виступ форми або стрижень і розбризкувались, оскільки краплі металу швидко охолоджуються, тверднуть і не зварюються з основним металом. При литті чавуну ці крапельки відбілюються, становляться дуже твердими і ускладнюють обробку різанням.

Перевага дощової ливникової системи – рівномірне заповнення всієї форми без перегрівання окремих її частин розплавом. Завдяки цьому виливок отримується щільним, без пористості і усадкових раковин.

4. *Комбінована ливникова система* (одночасно дощова і сифонна) вважається найкращою для високих виливків різної маси, особливо для крупних і важких. При певному співвідношенні перерізів каналів, заповнення форми починається через нижній живильник - метал не розбризкується, форма заповнюється плавно. По мірі заповнення форми рівень розплаву в розподільчих стояках піднімається, і з певного моменту починають працювати верхні живильники. Затвердіння виливка при цьому відбувається направлено знизу вгору. Комбіновану систему складніше виготовити і через це форму можна виготовити тільки вручну. Формування такої ливникової системи спрощується при застосуванні пінополі-стиролових моделей живильників, які при заливанні газифікуються.

За співвідношенням площин поперечного перерізу елементів ливникової системи поділяються на *закриті* – площа поперечного перерізу елементів послідовно зменшується від стояка до живильника і на *відкриті* – площа поперечного перерізу елементів збільшується. Закриті ливникові системи створюють сприятливі умови для видалення неметалевих домішок, але розплав надходить в порожнину з підвищеною швидкістю. Відкриту ливникову систему застосовують при виготовленні виливків зі сплавів, що легко окислюються (сталь, алюміній та інш.) та масивних заготовок.

Розрахунок ливникової системи заснований на застосуванні рівнянь гідравліки для ідеальних рідин, що течуть в газонепроникних каналах і в загальному випадку зводиться до розрахунку поперечного перерізу

Проектування і виробництво заготовок

найвужчого місця елемента ливникової системи (як правило живильника) з подальшим визначенням поперечних перерізів всіх інших елементів.

Конструкція ливарної форми визначає кількість виливків, які одночасно виготовляються, площину рознімання форми, тип ливникової системи, положення форми при заливанні розплаву, наявність стрижнів тощо. Рациональну кількість виливків, які одночасно виготовляються у ливарній формі вибирають враховуючи розміри моделі вилівка та рекомендації щодо мінімальної товщини шару формувальної суміші від моделі до стінок опок. Тип і розміри опок вибирають за стандартом [7].

За основну розрахункову величину для конструктивних елементів опок всіх типів приймають середній розмір на світу: l – довжина опоки; B – ширина опоки.

3.3 Оснащення роботи

Кресленик моделі вилівка, довідкові матеріали, стандарти.

3.4 Методика виконання роботи

1. За розмірами моделі визначити кількість одночасно отримуваних виливків у формі та вибрати тип ливарної форми.

Кількість виливків, які одночасно виготовляють в ливарній формі, вибирають враховуючи розміри модельного комплексу і рекомендації таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Рекомендовані товщини шару формувальної суміші на різних частинах форм

Тип форми	Товщина шару суміші, мм				
	від моделі до стінок опоки	від моделі до верха форми	від моделі до низу форми	між моделями	
				для нижньої напівформи	для верхньої напівформи
<u>Сирі</u> дрібні середні	20-30 50-75	35-60 75-100	50-75 100-125	1/3 висоти моделі в напівформі	1/2 висоти моделі в напівформі
<u>Сухі</u> дрібні середні крупні	50-75 75-125 125-200	75-100 100-150 150-250	75-100 100-150 150-250	75-125 75-125 -	- -

2. За стандартом [7, таблиці 3,4] визначити розміри опок.
3. Визначити відстань між осями центрових отворів під штирі в опоках згідно стандарту [7, таблиця 5].

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

4. Підібрати тип ливникової системи і здійснити розрахунок розмірів її елементів за методикою наведеною в методичних вказівках [8].
5. Розробити кресленик ливарної форми (рисунок 3.2)

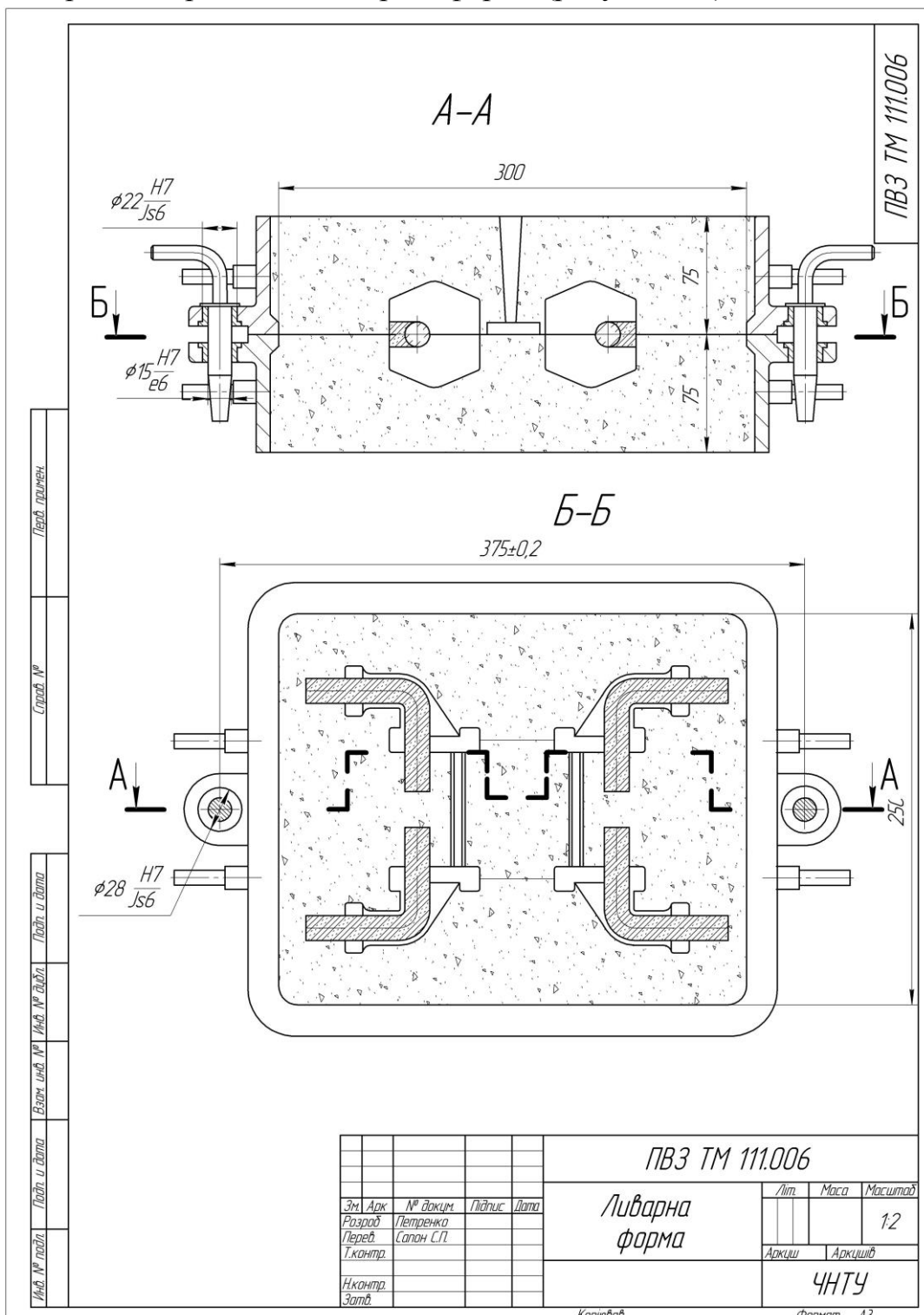


Рисунок 3.2 – Приклад оформлення кресленика ливарної форми

3.5 Інформація до складання звіту

Проектування і виробництво заготовок

1. У підрозділі «Короткі теоретичні відомості» рисунки можна не приводити.
2. У підрозділі «Дані виконання роботи» виконати кресленик ливарної форми.

3.6 Питання для самостійної підготовки

1. Дати визначення ливарної форми.
2. З яких основних елементів складається ливарна форма?
3. З яких основних операцій складається процес виготовлення піщаної ливарної форми?
4. Дати визначення ливникової системи.
5. Охарактеризувати типи ливникових систем і проаналізувати особливості ливникових систем для різних сплавів.
6. Які необхідно мати вихідні дані для конструювання ливарної форми?

4 Лабораторна робота №4 Проектування кованої заготовки

4.1. Мета роботи: набуття навичок розробки кресленика заготовки, отримуваної куванням на молотах, та визначення параметрів вихідної заготовки.

4.2. Короткі теоретичні відомості

Кування - це спосіб гарячої обробки металів тиском, який здійснюється за допомогою удару чи натискання бойка молота чи преса. Рух металу внаслідок деформування відбувається в напрямку не обмеженому інструментом, тому процес називають *вільним куванням*. Вільне кування використовують в дрібносерійному і одиничному виробництві дрібних і середніх кованок та при виготовленні крупних кованок, які штампуванням виготовити не можливо внаслідок необхідності значних зусиль деформування.

Процес кування складається з ряду операцій, які послідовно чергуються і супроводжуються поздовжніми пересуваннями і поворотами заготовки. Послідовність операцій кування встановлюється залежно від форми, розмірів і технологічних вимог до кованки. З метою вибору типової технології кування здійснено класифікацію кованок за формою поперечного перерізу та зміною його по довжині, наявністю чи відсутністю отворів, прямолінійністю

чи зігнутістю головної осі заготовки. З цього погляду всі кованки поділяють на 7 груп (рисунок 4.1):

- 1 група - циліндричні суцільні кованки, гладкі і з виступами;
- 2 група - кованки прямокутного перерізу гладкі і з виступами;
- 3 група - кованки змішаних перерізів з розташуванням окремих частин в одній, двох і більше площинах;
- 4 група - циліндричні порожнисті кованки, гладкі і з малими виступами;
- 5 група - циліндричні порожнисті гладкі кованки з малим відношенням довжини до розміру перерізу;
- 6 група - циліндричні порожнисті гладкі кованки з великими виступами і великим відношенням довжини до розміру перерізу;
- 7 група - кованки з криволінійною віссю.

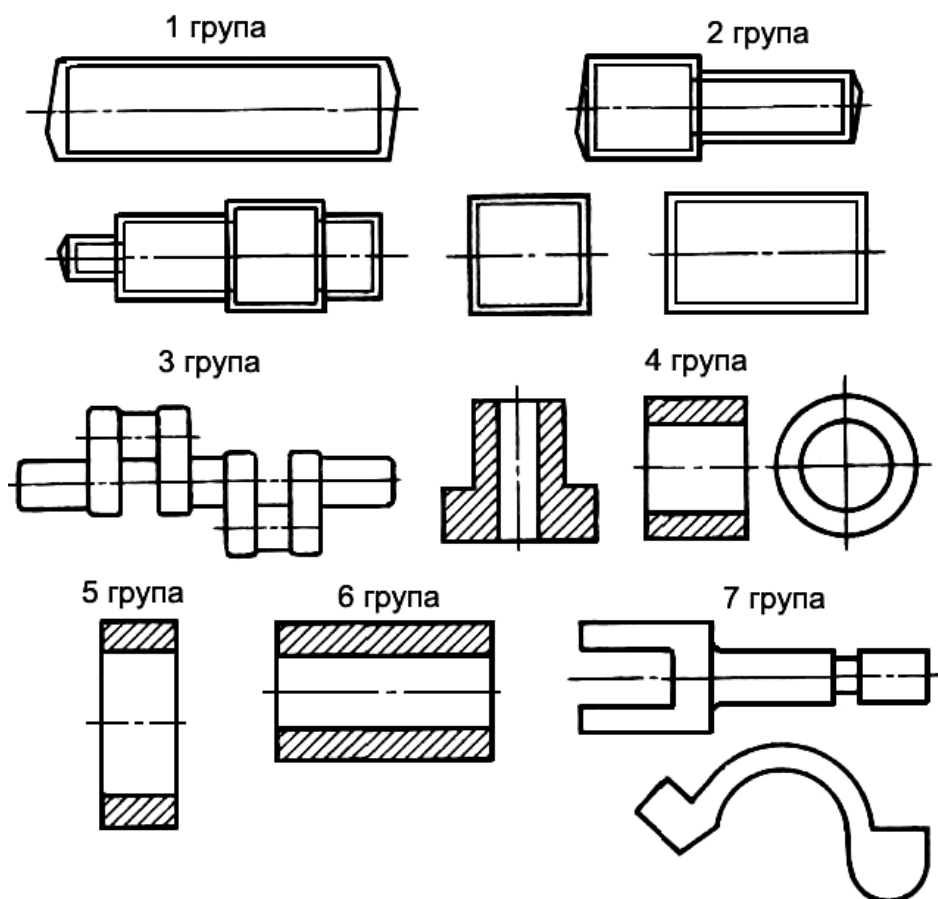


Рисунок 4.1 – Класифікація кованок за групами складності

Кування виконують на кувальних молотах і гідравлічних пресах, використовуючи універсальні бойки або спеціальні допоміжні інструменти (підкладні штампи). Параметр шорсткості поверхні кованок становить $R_z=320...80$ мкм. Коефіцієнт використання металу для кованок в більшості

Проектування і виробництво заготовок

випадків не перевищує 0,3...0,4, що призводить до значного обсягу механічної обробки.

При розробці технологічного процесу кування необхідно:

- розробити кресленик кованки з призначеними припусками, допусками, напусками і визначити масу кованки;
- визначити масу і розміри вихідної заготовки з врахуванням всіх відходів, встановити необхідну уковку, вибрати вид вихідної заготовки (злиток або прокат);
- вибрати основні операції кування, їх послідовність, інструмент і допоміжне оснащення;
- вибрати ковальське обладнання необхідної потужності і габаритів;
- призначити тепловий режим нагрівання і первинного охолодження кованки;
- визначити техніко-організаційні показники процесу - встановити склад робочої бригади і норми часу на кування.

Кресленик кованки розробляють на основі кресленика готової деталі з врахуванням припусків, допусків, напусків, намагаючись максимально наблизити конфігурацію кованки до форми готової деталі.

Прагнучи максимально наблизити конфігурацію поковки до конфігурації деталі, необхідно оцінити можливість виготовлення куванням отворів, уступів і виїмок. Кування коротких уступів з невеликою висотою виступу економічно недоцільне. При відсутності спеціального інструменту поглиблення або виїмки на кованках виконуються в тому випадку, якщо їх довжина дорівнює або більше ширини бойків молота чи преса. Якщо розміри поглиблення або виїмки малі, то на ці частини кованки призначаються технологічні напуски.

Напуском називається додатковий об'єм металу, який додається до кованки для спрощення її форми. Напуск призводить до надлишкових витрат металу, однак це сприяє спрощенню процесу кування. Для невеликої кількості кованок виготовлення спеціального інструменту часто коштує дорожче, ніж втрати матеріалу на напуски та на збільшення обсягу механічного оброблення.

Можливість виконання на кованках деяких виступів, поглиблень, фланців і буртів перевіряють після призначення основних і додаткових припусків згідно з вимогами стандарту [9]. На елементи, що не можуть бути виконані куванням, призначають напуски.

Припуски та граничні відхилення кованок залежать від конфігурації кованки, її розмірів, матеріалу і способу виготовлення. Для кованок з

вуглецевої та легованої сталі круглого чи квадратного перерізу з виступами і виїмками, що виготовляють куванням на молотах призначають основні та додаткові припуски за стандартом [9]. Спочатку призначають основні припуски і граничні відхилення на діаметри, загальну довжину і розміри довжин виступів і виїмок, виходячи з загальної довжини кованки і діаметру розглядуваного перерізу потім за необхідності призначають додатковий припуск на оброблювані поверхні деталі з підвищеними вимогами щодо точності форми чи відносного розташування.

Контур кованки виконують на кресленнику суцільними основними лініями, габаритний контур готової деталі – тонкими лініями. Цифри над розмірною лінією означають номінальні розміри кованки з допусками, а в дужках під розмірною лінією – номінальні розміри деталі. Приклад виконання ескіза кованки вала з призначеними припусками і допусками наведено на рисунку 4.2.

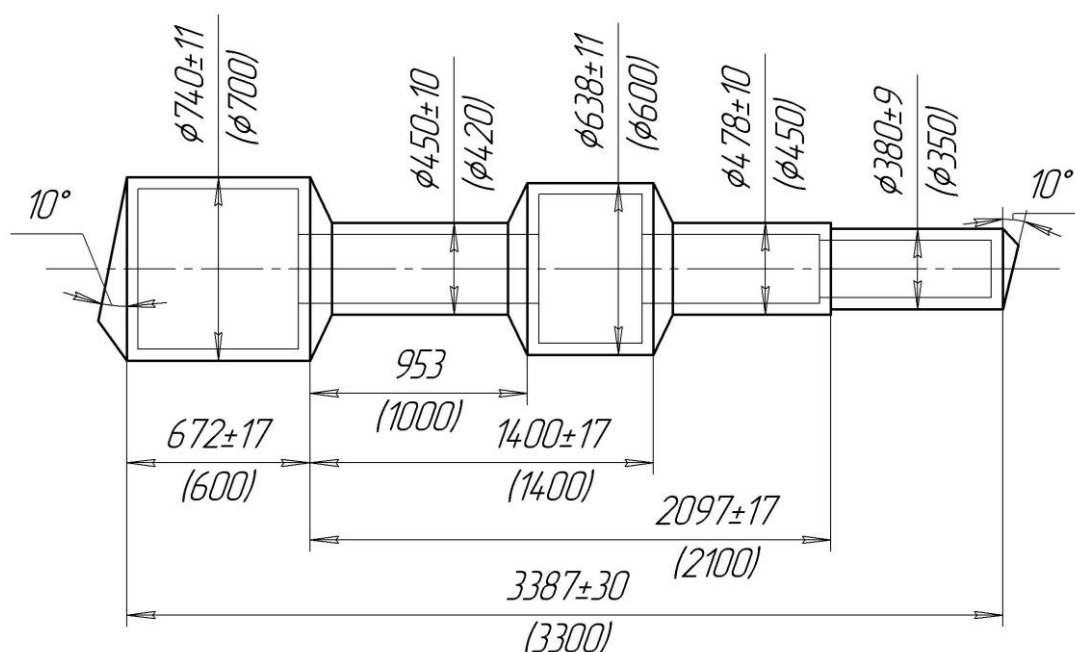


Рисунок 4.2 – Приклад виконання ескіза кованки вала

Основними факторами при виборі прокату або злитку в якості вихідної заготовки для кування є її маса і марка матеріалу. Маса кованки визначають за масо-центрувальними характеристиками її тривимірної моделі. Якщо маса кованки не перевищує 300 кг, а матеріалом є вуглецева сталь, то застосовують прокат. Сортовий прокат – при масі кованки до 40 кг, крупний прокат і обтиснуті болванки – при масі кованки 40 – 300 кг. При масі кованки більше 300 кг застосовують злитки.

Проектування і виробництво заготовок

Якщо вихідною заготовкою є злиток, то її масу визначають за формулою:

$$G_{заг} = G_{ков} + G_{приб} + G_{дон.} + G_{відх} + G_{угар}, \text{ кг} \quad (4.1)$$

де $G_{приб}$ – маса прибуткової частини, кг, $G_{приб}=20\div25\%$ від $G_{заг}$ для вуглецевої сталі і $25\div30\%$ - для легованої сталі;

$G_{дон}$ – маса донної частини, кг, $G_{дон}=5\div7\%$ від $G_{заг}$ для вуглецевої сталі і $7\div10\%$ для легованої сталі;

$G_{відх}$ – маса відходів, кг, $G_{відх}=15\div20\%$ від $G_{заг}$;

$G_{угар}$ – маса втрат на угар, кг, $G_{угар}=3\%$ від $G_{заг}$.

Якщо вихідною заготовкою є прокат, то її масу визначають за формулою:

$$G_{заг} = G_{ков} + G_{відх} + G_{угар}, \text{ кг} \quad (4.2)$$

де $G_{відх}$ – маса відходів, кг, $G_{відх}=13\div18\%$ від $G_{заг}$;

$G_{угар}$ – маса втрат на угар, кг, $G_{угар}=2\div2,5\%$ від $G_{заг}$.

При куванні з прокату маса відходів та втрат на угар менші в порівнянні з куванням зі злитку. Це пов'язано з тим, що відсутні відходи на прибуткову і донну частини.

Площу поперечного перерізу вихідної заготовки визначають за формулою:

$$S_{вих.заг} = y \cdot S_{ков.мах}, \text{ м}^2 \quad (4.3)$$

де $S_{ков.мах}$ – площа поперечного перерізу кованки з максимальним діаметром, м^2 ;

y – коефіцієнт, що враховує уков, для сталевих прокату $y=1,25 - 1,5$, для сталевих виливків $y=1,5 - 1,8$.

Діаметр вихідної заготовки визначають за формулою:

$$D_{вих.заг} = 1130 \sqrt{S_{вих.заг}}, \text{ мм} \quad (4.4)$$

Довжина вихідної заготовки визначається за формулою:

$$L_{вих.заг} = \frac{V_{вих.заг}}{y \cdot S_{ков.мах}} 1000, \text{ мм} \quad (4.5)$$

де $V_{вих.заг}$ – об'єм вихідної заготовки, м^3 .

$$V_{вих.заг} = \frac{G_{заг}}{\rho}, \text{ м}^3 \quad (4.6)$$

Довжина вихідної заготовки повинна бути такою, щоб вона поміщалася в піч.

4.3. Оснащення роботи

Кресленик деталі, довідкові матеріали, стандарти.

4.4. Методика виконання роботи

1. Ознайомитися з креслеником деталі.
2. За стандартом [9, табл. 1] за конструктивними ознаками деталі визначити тип кованки, а також номер кресленика та таблиці припусків та граничних відхилень.
3. За вибраними креслениками та таблицями припусків та граничних відхилень, дотримуючись рекомендацій стандарту [9], призначити основні припуски та відхилення на оброблювані поверхні деталі.
4. При необхідності, для певних типів кованок, призначити додаткові припуски на оброблювані поверхні. Результати розрахунку припусків, розмірів кованки та допусків на них навести у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Припуски та допуски на розміри поверхонь кованки

Розмір деталі	Основний припуск	Додатковий припуск	Допуск	Розмір кованки з допуском

5. Перевірити можливість виконання на кованці деяких виступів, виїмок, фланців тощо. Перевірку здійснити згідно з вимогами стандарту [9]. На елементи, що не можуть бути виконані куванням, призначити напуски.
6. Виконати кресленик кованки.
У технічних вимогах кресленику кованки зазначаються наступні дані:
 - не вказані на кресленику допустимі відхилення форми і розмірів;
 - види, розміри і кількість допустимих дефектів;
 - вид термооброблення;
 - твердість заготовки, спосіб і місце її вимірювання;
 - вимоги до мікро і макроструктури кованки.
7. Побудувати тривимірну модель кованки та визначити за масо-центрувальними характеристиками (МЦХ) її масу.
8. Визначити параметри вихідної заготовки:
 - масу за формулою (4.1) або (4.2);
 - площу поперечного перерізу за формулою (4.3);
 - діаметр за формулою (4.4) і за сортаментом підібрати найближчий більший діаметр прокату;

Проектування і виробництво заготовок

- довжину за формулою (4.5);
- об'єм за формулою (4.6).

9. Зробити висновки.

4.5. Інформація до складання звіту

1. У підрозділі «Короткі теоретичні відомості» рисунки можна не приводити.
2. У підрозділі «Методика виконання роботи» виконати кресленик деталі і кованки та їх тривимірні моделі з МЦХ.

4.6. Питання для самостійної підготовки

1. Від чого залежить послідовність виконання операцій кування?
2. Проаналізувати класифікацію кованок за групами складності.
3. Яке обладнання використовують при куванні?
4. Що необхідно виконати при розробці технологічного процесу кування?
5. Що таке напуск?
6. З якою метою призначають напуски?
7. Проаналізувати методику призначення припусків на кованку.
8. Від чого залежать припуски і допуски розмірів кованки?
9. Яку інформацію наводять в технічних вимогах на кресленику кованки ?
10. В якому випадку в якості вихідної заготовки для кованки застосовують прокат, а коли злиток?
11. Чому при куванні з прокату менше відходів ніж при куванні зі злитка?

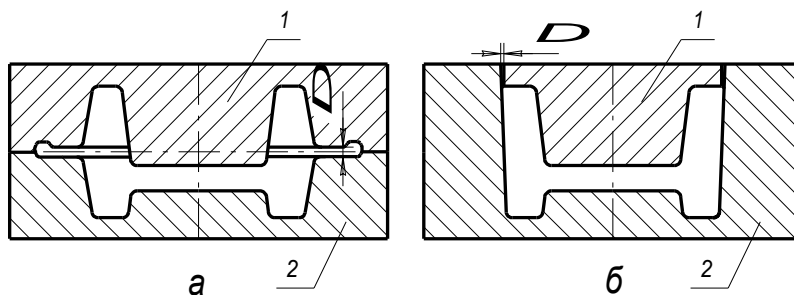
5 Лабораторна робота №5 Проектування штампованої заготовки

5.1 Мета роботи

Ознайомлення з основними правилами і принципами конструювання штампованої заготовки, розробка креслення штампованої заготовки.

5.2 Теоретична інформація

Об'ємне штампування - це формоутворення заготовок обробкою металів тиском в порожнині спеціального інструмента – штампа. Об'ємним штампуванням одержують кованки різної форми і масою від декількох грамів до декількох тон. Залежно від типу штампа розрізняють штампування у відкритих та закритих штампах (Рисунок 5.1). Відкрите штампування (Рисунок 5.1, а) характеризується тим, що зазор Δ між верхньою і нижньою частинами штампа зменшується в процесі деформації. У зазор витікає надлишок металу, який утворює облой. Штампування у закритих штампах (Рисунок 5.1, б) відрізняється тим, що зазор Δ між верхньою і нижньою частинами штампа забезпечує їх взаємне переміщення і в процесі деформування металу залишається постійним.



а – штампування у відкритих штампах, б – штампування у закритих штампах: 1 – верхня частина штампа, 2 – нижня частина штампа

Рисунок 5.1 – Схеми об'ємного штампування

Штампування заготовок може проводитися у гарячому і холодному стані. В якості обладнання використовуються штампувальні молоти і преси різної конструкції. Вихідною заготовкою є злиток або прокат.

При розробці креслення штампованої заготовки необхідно:

- обґрунтовано вибрати спосіб отримання кованки;
- призначити місце розташування і конфігурацію поверхні рознімання штампа;

Проектування і виробництво заготовок

- визначити розрахункову масу кованки;
- визначити клас точності, групу сталі, ступінь складності кованки;
- визначити вихідний індекс кованки;
- призначити припуски на механічну обробку і штампувальні ухили;
- визначити розміри кованки та їх граничні відхилення.

Першим етапом проектування штампованої заготовки є вибір способу штампування, який може суттєво вплинути на конструкцію, розміри і точність кованки. Спосіб штампування обирається, виходячи з конструктивних форм і розмірів готової деталі, технічних умов на її виготовлення, характеру течії металу в штампі, типу виробництва та технологічних можливостей різних способів штампування. Залежно від виду обладнання розрізняють такі види об'ємного штампування:

- штампування на молотах;
- штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ);
- штампування на кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП);
- штампування на гвинтових фрикційних пресах;
- штампування на гідравлічних пресах;
- штампування на спеціальних машинах (кувальні вальці, горизонтально-гибочні, вертикально-кувальні, ротаційно- і радіально-обтискні, електровисаджувальні і розкатувальні машини).

При виборі площини рознімання штампу передусім необхідно передбачити можливість вільного видалення кованки з порожнини штампу. Для цього площа будь-якого перерізу кованки вище і нижче поверхні рознімання штампу повинна зменшуватися по мірі віддалення від цієї поверхні за рахунок відповідних конструктивних елементів чи штампувальних ухилів. Місце розташування і конфігурацію поверхні рознімання штампу призначають користуючись наступними рекомендаціями:

1) Поверхню рознімання встановлюють у площині найбільших габаритних розмірів кованки. В цьому випадку порожнини штампа одержують неглибокими, полегшується їх заповнення, зменшуються напуски, але збільшується периметр і об'єм облою (Рисунок 5.2, б, г). Якщо інше положення дає суттєве зменшення маси кованки за рахунок намітки отвору (Рисунок 5.2, а) чи зменшення відходів за рахунок зменшення периметру кованки в площині рознімання (Рисунок 5.2, в), то допускається розташовувати поверхню рознімання в площині менших габаритних розмірів. При цьому бажано використовувати конструктивно передбачені нахили.

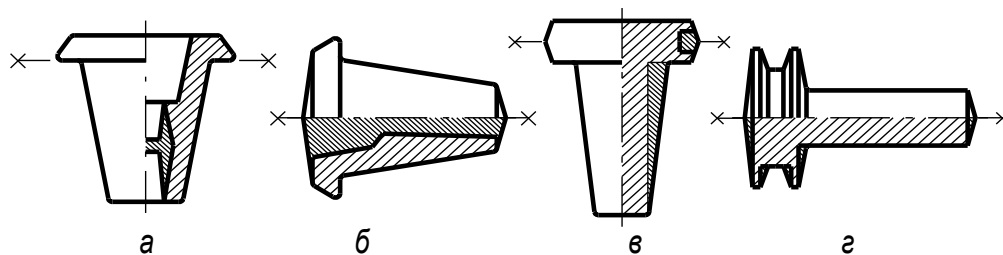
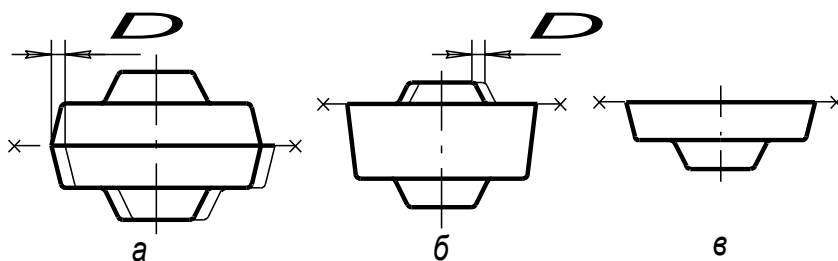


Рисунок 5.2 – Вплив розташування поверхні рознімання штампу на форму кованки

2) По можливості поверхня рознімання повинна проходити по осі симетрії деталі з тим, щоб в обох половинах штампа розташовувався приблизно однаковий об'єм металу.

3) Елементи штампу, що важко заповнюються і формують високі і тонкі ребра, бобишки і т. ін., повинні розташовуватися у верхній половині.

4) Лінія перетину поверхні рознімання з кованкою повинна проходити по тілу останньої (Рисунок 5.3, а). В цьому випадку навіть невелике зміщення Δ однієї з половинок штампа легко виявити. Якщо поверхня рознімання проходить по торцевій поверхні – зміщення помітити важко (Рисунок 5.3, б). Якщо деталь має бобишку з одного боку, кованку можна розташовувати в одній половині штампа (Рисунок 5.3, в).



а- правильне, б-неправильне, в - для кованок з однобічним виступом

Рисунок 5.3 – До вибору положення поверхні рознімання

5) Бажано, щоб поверхня рознімання штампа була плоскою. Це спрощує виготовлення штампів і умови обрізання облою. Ламана лінія рознімання знижує витрати металу за рахунок зменшення висоти нахилів, але ускладнює виготовлення штампів.

Точну масу кованки можна визначити тільки після розробки її кресленика. Орієнтовну розрахункову масу кованки визначають за формулою:

$$M_n = M_d \cdot K_p, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де M_d – маса деталі, кг;

K_p – розрахунковий коефіцієнт [10, таблиця 20].

Для призначення припусків та допусків на розміри кованки необхідно визначити її вихідний індекс. Вхідними даними для визначення вихідного індексу штампованих кованок є група сталі, клас точності кованки, маса вихідної заготовки, конфігурація площини рознімання штампа і ступінь складності, які визначають за стандартом [10].

Припуск на механічну обробку кованки складається з основного і додаткового. Основні припуски залежать від вихідного індекса, лінійних розмірів і шорсткості поверхні деталі. Додаткові припуски враховують зміщення кованки по площині рознімання, зігнутість, відхилення від площинності і прямолінійності, міжцентрової та міжосьової відстані, кутових розмірів. Додаткові припуски визначаються виходячи з форми кованки і технології її виготовлення.

Величини припусків слід призначати на одну сторону номінального розміру кованки. При призначенні величини припуску на поверхню кованки, положення якої визначається двома і більше розмірами, встановлюється найбільше значення припуску для даної поверхні.

Номінальні розміри кованки визначають додаванням (відніманням) відповідних розмірів деталі і основних та додаткових припусків. Одержані значення лінійних розмірів необхідно округлити з точністю до 0,5 мм.

Допуски і граничні відхилення лінійних розмірів кованок призначаються в залежності від вихідного індекса і розмірів кованки. Граничні відхилення внутрішніх розмірів кованок приймають зі зворотними знаками. Для не оброблюваних поверхонь допуски приймають з симетричним розташуванням граничних відхилень.

Допуски форми та розташування поверхонь не залежать від допусків та граничних відхилень розмірів кованки. Значення цих відхилень вказують на кресленні кованки або в технічних вимогах на її виготовлення.

Штампувальні напуски призначають на порожнини, западини, виїмки, отвори кованки, які неможливо одержати штампуванням через несприятливе положення їх відносно поверхні рознімання штампа, малі розміри тощо. До напусків також належать штампувальні нахили, які встановлюються на зовнішніх та внутрішніх поверхнях кованки перпендикулярних до площини рознімання штампа. Нахили служать для полегшення заповнення порожнини

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт штампа і видалення з неї кованки. Їх вибирають в залежності від типу обладнання за стандартом [10].

На всі перетини поверхонь кованки призначають радіуси заокруглень, які зменшують спрацювання та концентрацію напружень у гострих кутах і кромках рівчака штампа, покращують заповнення металом порожнини штампа. Мінімальні величини зовнішніх радіусів заокруглень кованок в залежності від маси кованки і глибини порожнини штампа вибирають за стандартом [10]. Внутрішні радіуси заокруглень приблизно в 3 рази більші відповідних зовнішніх радіусів. Для спрощення виготовлення штампів значення радіусів заокруглень рекомендується уніфікувати, призначаючи різні радіуси тільки у тих випадках, коли це спрощує виготовлення штампа.

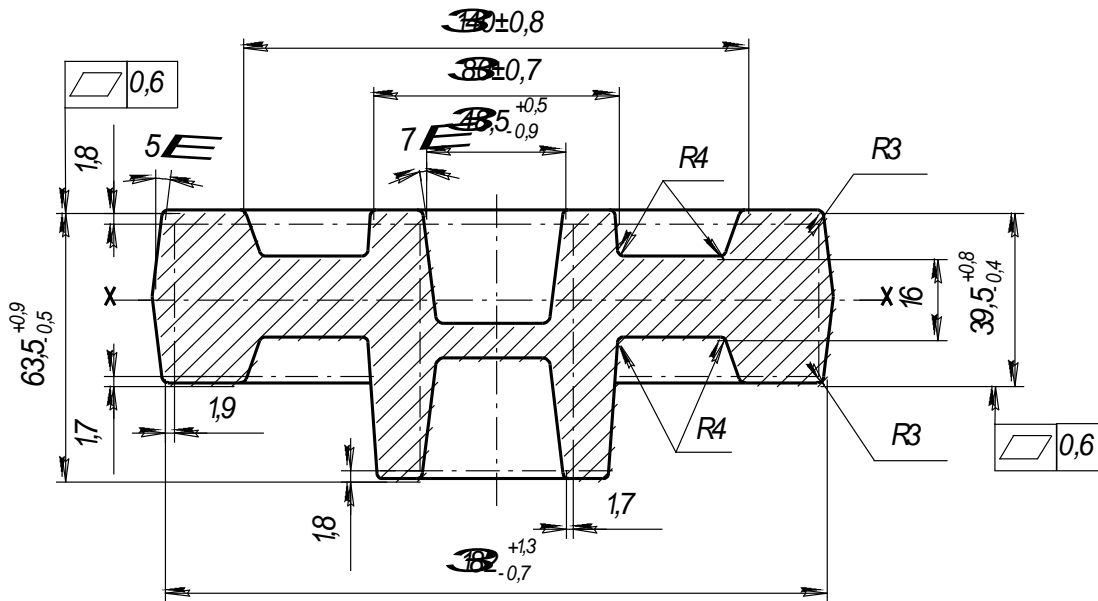
Наскрізні отвори (поглиблення) у кованках виконують в тих випадках, якщо осі цих отворів (поглиблень) співпадають з напрямком руху рухомих частин штампа чи молота, а діаметри D їх більші або дорівнюють висоті кованок H , але не менші ніж 30 мм. Рекомендації щодо конструювання отворів у штампованих заготовках наведено в Додатку Ж.

Креслення кованки виконується згідно з рекомендаціями стандартів [10, 11]. Контур деталі на кресленні кованки наносять тонкою штрих-пунктирною лінією. Поверхню рознімання штампа зображають тонкою штрих-пунктирною лінією, яка позначається на кінцях знаком: $X\text{---}\text{---}X$.

Розміри на кресленні вказують від базових поверхонь кованки. Слід уникати прив'язки розмірів до лінії рознімання, якщо вона не збігається з віссю деталі. Розмірні лінії для розмірів поверхонь з передбаченими штампувальними нахилами проводять від вершин нахилів.

Радіуси заокруглень, штампувальні нахили і допуски відносного розташування на полі креслення доцільно вказувати в мінімальній кількості, а про інші розміри і допуски зробити написи в технічних умовах креслення. В технічних умовах, при необхідності, також вказують: вид термообробки, твердість і місце її вимірювання, місце і спосіб клеймування кованки, розміри зразків для випробувань.

Приклад виконання ескіза кованки наведено на рисунку 5.4.



1. Невказані радіуси заокруглень 5мм
2. Невказані штампувальні нахили 5°
3. Допустима висота задирки після обрізання облою - 5мм
4. Допустиме зміщення по площині рознімання штампа - 0,6мм
5. Допустима величина залишкового облою - 0,8мм
6. Твердість 192...200 НВ

Р

исунок 5.4 – Приклад виконання ескіза кованки

5.3 Оснащення роботи

Креслення деталі, дані про річну програму випуску, довідкові матеріали, стандарти.

5.4 Методика виконання роботи

- 1) Залежно від типу виробництва, конструктивних особливостей та маси деталі за допомогою додатків Б і В або літературних джерел [3-7] обґрунтовано вибрати спосіб штампування.
- 2) Призначити місце розташування і конфігурацію поверхні рознімання штампу.
- 3) Визначити розрахункову масу кованки.
- 4) Визначити групу сталі за стандартом [10, таблиця 1], клас точності кованки за стандартом [10, таблиця 19], ступінь складності за стандартом [10, додаток 2].
- 5) Визначити вихідний індекс кованки згідно стандарту [10, таблиця 2].

- 6) Призначити припуски на механічну обробку. Основні припуски встановлюються за стандартом [10, таблиця 3]. Додаткові припуски, призначають за стандартом [10, таблиці 4-6].
- 7) Призначити допуски і граничні відхилення лінійних розмірів кованки за стандартом [10, таблиця 8]. Результати розрахунку припусків на механічну обробку, розмірів кованки та допусків на них необхідно навести у вигляді таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Припуски та допуски на розміри поверхонь кованки

Розмір				
Шорсткість				
Тип розміру				
Основний припуск на сторону				
Додатковий припуск на сторону				
Сумарний припуск (розрахунковий) на сторону				
Розрахунковий розмір кованки				
Прийнятий розмір кованки				
Дійсний припуск на сторону				
Допуск на розмір				

- 8) Визначити допуски форми та розташування поверхонь кованки, за стандартом [10, таблиці 9-14]. Значення цих відхилень вказують на кресленні кованки або в технічних вимогах на її виготовлення.
- 9) Призначити штампувальні ухили за стандартом [10, таблиця 18]. Примітка. На поверхнях отворів у кованках, виготовлених на ГKM, штампувальний нахил не повинен перевищувати 3°.
- 10) На всі перетини поверхонь кованки призначити радіуси заокруглень. Мінімальні величини зовнішніх радіусів заокруглень кованок вибирають за стандартом [10, таблиця 7]. Внутрішні радіуси заокруглень приблизно в 3 рази більші відповідних зовнішніх радіусів.
- 11) При необхідності сконструювати отвір у кованці, використовуючи рекомендації додатка Ж.
- 12) Сформулювати технічні вимоги до кованки, в яких вказують:

Проектування і виробництво заготовок

- не вказані на кресленні радіуси заокруглень і штампувальні нахили;
- твердість матеріалу кованки;
- допустиму величину залишкового облою [10, таблиця 10];
- допустиму величину висоти задирки при відкритому штампуванні за стандартом [10, п.5.10];
- допустиму величину задирки по контуру пуансона при штампуванні в закритих штампах за стандартом [10, таблиця 11];
- допустимі відхилення від концентричності пробитого отвору встановлюються за стандартом [10, таблиця 12];
- допустиме відхилення від площинності встановлюється за стандартом [10, таблиця 13];
- допустиме зміщення по поверхні рознімання штампа встановлюється за стандартом [10, таблиця 9].

12. Виконати кресленик кованки.

13. Зробити висновки.

5.5 Інформація до складання звіту

1. У підрозділі „Теоретична інформація” рисунки не приводити.
2. У підрозділі „Методика виконання роботи” виконати ескізи деталі і кованки.

5.6 Питання для самостійної підготовки

1. Дати визначення об’ємного штампування.
2. Порівняти штампування у відкритих і закритих штампах.
3. Які основні етапи розробки креслення штампованої заготовки?
4. Які фактори впливають на вибір способу отримання штампованої заготовки?
5. Які є види об’ємного штампування?
6. Що треба враховувати при виборі площини рознімання штампа?
7. Проаналізуйте рекомендації щодо вибору площини рознімання штампа.
8. Як визначають масу кованки?
9. Які вихідні дані необхідні для призначення припусків і допусків на розміри кованки?
10. Від чого залежить і для чого визначають вихідний індекс кованки?
11. Які особливості розрахунку припусків на механічну обробку кованки?

12. В яких випадках при проектуванні кованок призначаються штампувальні напуски?
13. Для чого призначені штампувальні нахили?
14. Для чого необхідно передбачати радіуси заокруглень на поверхнях кованки?
15. Яка мета уніфікації радіусів заокруглень?
16. За яких умов у кованках виконують наскрізні отвори ?
17. Яких рекомендацій слід дотримуватись при виконанні креслення кованки?

Рекомендована література

1. Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: учебное пособие/ П.А.Руденко, Ю.А.Харламов, В.М.Плескач; под общ. ред. В.М.Плескача. – К.: Выща школа, 1991. – 247 с.
2. Руденко П.О. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин: підручник/ Руденко П.О., Плескач В.М., Харламов Ю.О., за ред. В.М. Плескача. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 1999. – 254с.
3. Отливки из металов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку: ГОСТ 26645-85. – [Введен в действие с 1987-07-01]. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 55с.
4. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т. / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Т.1 / [В.Б. Борисов и др.]. – М.: Машиностроение, 1985 – 655с.
5. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров: ГОСТ 3212-92 – [Введен в действие с 1993-07-01]. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 13 с.
6. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок: ГОСТ 3.1125-88 – [Введен в действие с 1989-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 10 с.
7. Опоки литейные. Типы и основные размеры. ГОСТ 2133-75
8. Бабій М.Р. Проектування литої заготовки. [Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни “Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин” для студентів напряму підготовки 0902 “Інженерна механіка” спеціальності 6.090200 “Технологія машинобудування” всіх форм навчання] /Бабій М.Р, Сапон С.П. – Чернігів: ЧДТУ, 2005. – 38 с.
9. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготовляемые ковкой на молотах. Припуски и допуски: ГОСТ 7829-70 [Введен в действие с 1971-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1971. – 41 с.
10. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски: ГОСТ 7505-89.– [Введен в действие с 1990-07-01].– М.: Издательство стандартов, 1990. – 54с.
11. ГОСТ 3.1126-88 Правила выполнения графических документов на поковки: ГОСТ 3.1126-88. – [Введен в действие с 1989-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 5 с.
12. Боженко Л.І. Технологія машинобудування: Проектування та виробництво заготовок : Підруч. для машинобуд. спец. вищ. навч. закладів / Л.І. Боженко. – Львів : Світ, 1996. – 366с.

Додатки
Додаток А
(довідковий)

Керівні матеріали для визначення річної програми випуску виливків

Таблиця А.1 – Річна програма випуску виливків

Вагова група	Маса виливка, кг	Виробництво					
		одиничне	дрібносерійне	середньосерійне	великосерійне	масове	
I	а	До 0,25	до 2500	2500 ... 15000	15000 ... 35000	35000 ... 100000	більше 100000
		0,25 ... 0,63	до 2000	2000 ... 12000	12000 ... 30000	30000 ... 70000	більше 70000
		0,63 ... 1,0	до 1500	1500 ... 8000	8000 ... 20000	20000 ... 40000	більше 40000
	б	1,0 ... 2,5	до 1000	1000 ... 4000	4000 ... 12000	12000 ... 20000	більше 20000
		2,5 ... 10	до 500	500 ... 2000	2000 ... 6000	6000 ... 12000	більше 12000
	в	10 ... 25	до 300	300 ... 1000	1000 ... 3000	3000 ... 8000	більше 8000
25 ... 63		до 200	200 ... 800	800 ... 2500	2500 ... 6000	більше 6000	
II	а	63 ... 160	до 100	100 ... 600	600 ... 1500	1500 ... 4000	більше 4000
	б	160 ... 630	до 75	75 ... 450	450 ... 1000	1000 ... 2500	більше 2500
	в	630 ... 1000	до 50	50 ... 300	300 ... 600	600 ... 1500	більше 1500
III	1000 ... 5000	до 20	20 ... 100	100 ... 300	300 ... 1000	більше 1000	
IV	5000 ... 10000	до 10	10 ... 50	50 ... 150	150 ... 750	більше 750	
	більше 10000	до 5	5 ... 25	25 ... 75	більше 75	-	

Примітка. У випадку якщо річна програма випуску виливка знаходиться на межі двох типів виробництва, то враховують масу виливка:

- а) якщо маса виливка знаходиться в середині інтервалу мас, то вибирається тип виробництва з меншим ступенем спеціалізації робочих місць;
- б) якщо маса виливка знаходиться на межі інтервалу мас, то вибирається тип виробництва з більшим ступенем спеціалізації робочих місць.

Додаток Б

(рекомендований)

Рекомендації по конструктивному усуненню деяких нетехнологічних елементів конструкції виливка

1. Наявність поверхонь, які надмірно виступають або западають і перешкоджають вільному видаленню моделі і виливка з ливарної форми перевіряється за допомогою правила "тіней": якщо при освітленні виливка паралельними променями в напрямку, перпендикулярному до площини рознімання форми, з'являються тіньові ділянки (Рисунок Б.1, б), це свідчить про недосконалість її конструкції.

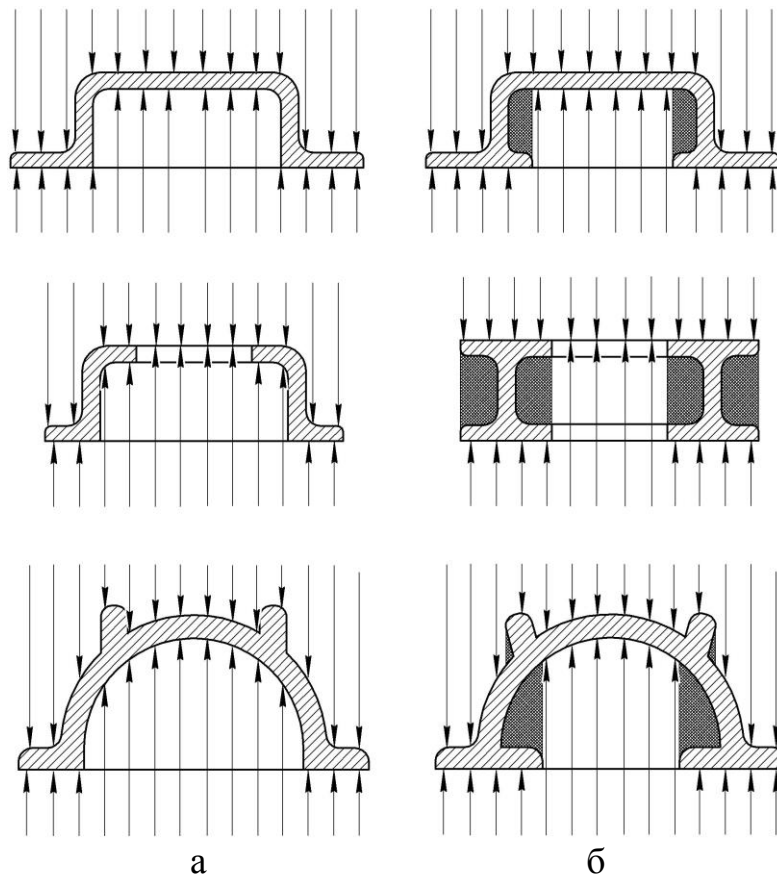


Рисунок Б.1 – Визначення нетехнологічних елементів конструкції виливка методом „тіней”: а – технологічно; б – нетехнологічно

Усунути нетехнологічність такої конструкції можна:

- за рахунок застосування моделі з від'ємними частинами;
- за рахунок об'єднання, „злиття” цих елементів (рисунок Б.2);
- за рахунок зміни або удосконалення конструкції елемента (рисунок Б.3).

Від'ємні частини на моделі дозволяють уникнути додаткових роз'ємів моделі і додаткових стрижневих ящиків, що ускладнює і робить більш коштовним процес формування.

Конструктивно окремі виступи об'єднують в один, якщо відстані між їх центрами дорівнюють, чи менші за відстані, вказані в таблиці Б.1, або торці виступів не підлягають механічному обробленню.

Таблиця Б.1 – Мінімальна відстань між центрами виступів, що виливаються окремо

Діаметр отворів у виступах, мм	Відстань між центрами виступів (між осями отворів) при литті, мм	
	в разові форми	в багаторазові форми
до 4	25	15
від 4 до 6	30	18
від 6 до 10	30	22
від 10 до 14	40	30
від 14 до 18	50	38

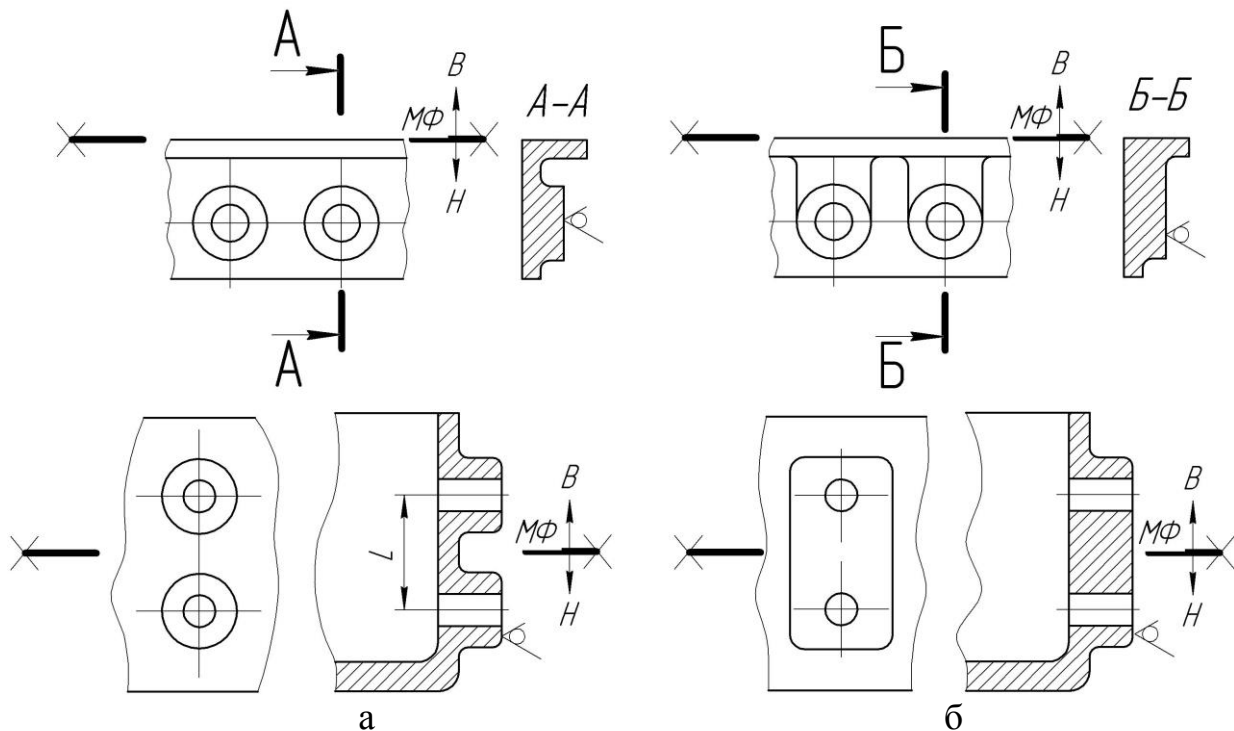
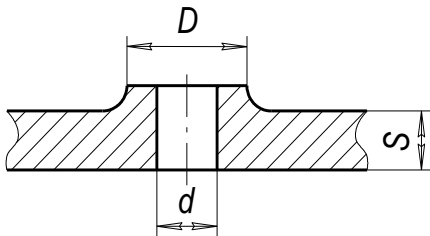


Рисунок Б.2 – Конструкція виступаючих частин виливка: а – нетехнологічна, б - технологічна

Взагалі, висота бобишок, виступів і приливів не повинна перевищувати товщини стінки, на якій вони знаходяться. Спряження бобишок і приливів зі стінкою деталі повинні бути плавними, без різких кутів і переходів. Зовнішні діаметри бобишок при наявності отвору рекомендовано призначати з урахуванням товщини стінки виливка, на якій розташована бобишка за таблицею Б.2.

Таблиця Б.2 – Залежність зовнішнього діаметра бобишки від діаметра отвору

Ескіз	Діаметр отвору d , мм	Зовнішній діаметр бобишки D , мм
	≤ 40	$D \geq 2,2d$
	$40 \div 80$	$D \geq 1,8d$
	> 80	$D \geq 1,2 + (3 \div 6)S$
	При товщині стінок вилівка S менше 15мм	$D \geq 1,2 + (4 \div 8)S$

Якщо уникнути западин неможливо, то необхідно прагнути, щоб ці западини не були надто вузькими і глибокими. Відстань між виступаючими частинами l залежить від висоти цих частин деталі H , (див. рисунок Б.2) включаючи припуск на механічне оброблення, і вибирається за таблицею Б.3.

Таблиця Б.3 – До визначення відстані між виступаючими частинами вилівка

Середня висота виступаючих частин, H , мм	8	9-15	16-25	26-50	50-100	>100
Відстань між виступаючими частинами l , мм, не менше	$1,8H$	$1,6H$	$1,4H$	$1,2H$	$1,8H$	$1,8H$

Приклади конструктивного усунення виступаючих нетехнологічних елементів вилівка наведено на рисунку Б.3.

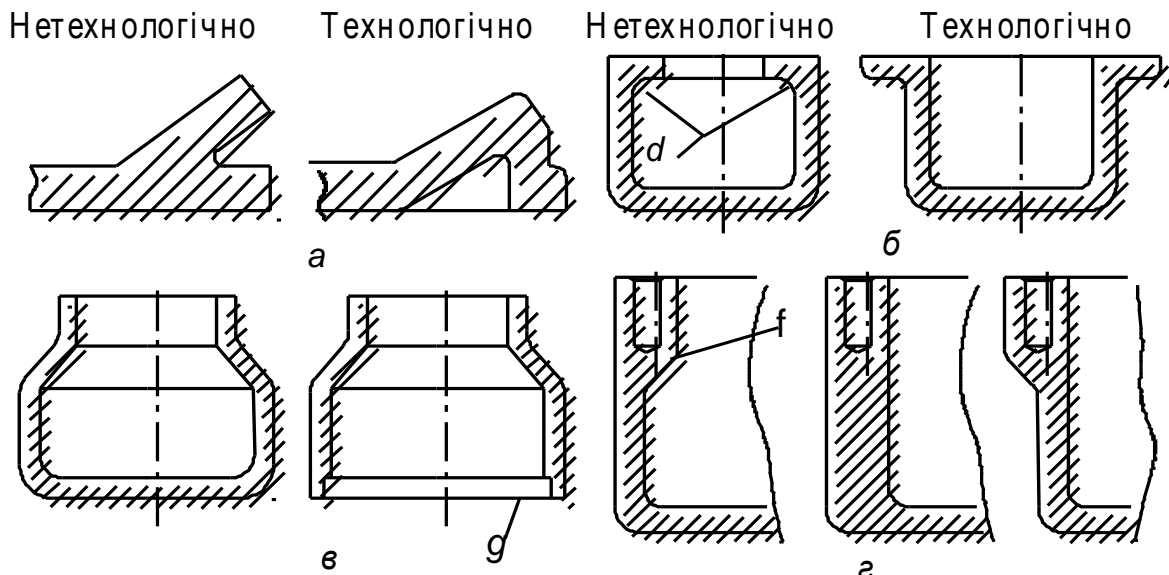
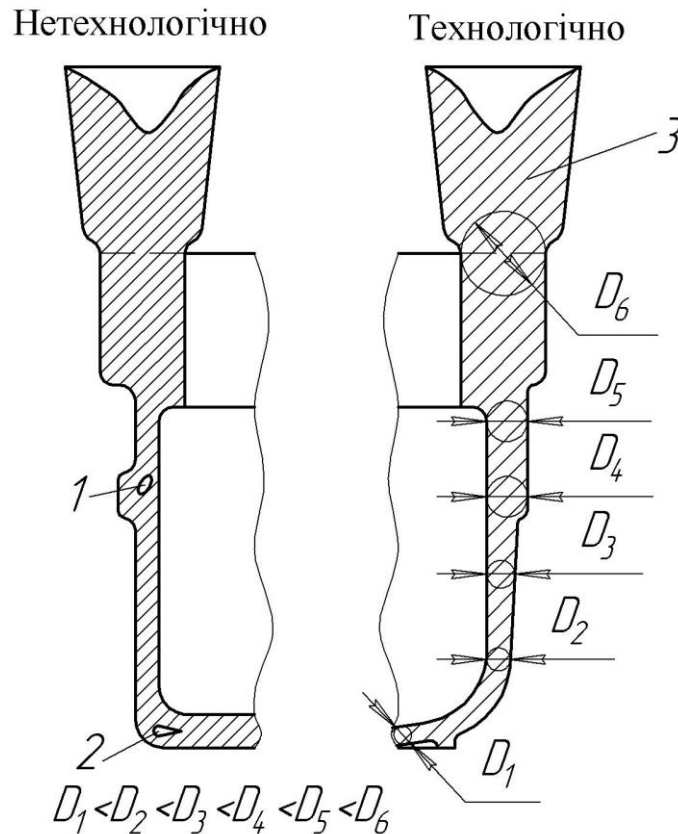


Рисунок Б.3 – Приклади конструктивного усунення нетехнологічних елементів конструкції вилівка

2. При виборі товщин стінок вилівоків, з метою уникнення місць локального скупчення металу, усадкових раковин та пухкості необхідно

дотримуватись принципу спрямованого затвердіння. Технологічність конструкції в цьому випадку перевіряється за правилом „вписаних кіл” (рисунок Б.4). Суть його полягає в тому, що з наближенням фронту кристалізації до місця підведення розплавленого металу діаметр кола, вписаного в переріз виливка, повинен збільшуватися. Іншими словами, будь-яке вписане коло повинно без перешкод "викочуватися" в напрямку місця підведення розплавленого металу.



1,2 – усадкові пухкості, 3 – прилив (місце підведення розплавленого металу)

Рисунок Б.4 – Схема перевірки дотримання принципу спрямованого затвердіння металу методом "вписаних кіл"

При організації спрямованої кристалізації знизу вгору одержують щільний вилівок без усадкових раковин та пористості. Це досягається переважно за рахунок встановлення напливів. Однак вони призводять до ускладнення формування та збільшення витрати металу. Тому іншим способом уникнення місць локального скупчення металу є зміна конструкції деталі, за умови якщо такі зміни здійснити можна. Приклади усунення усадкової пористості і раковин шляхом зміни конструкції виливка наведено на рисунку Б.5.

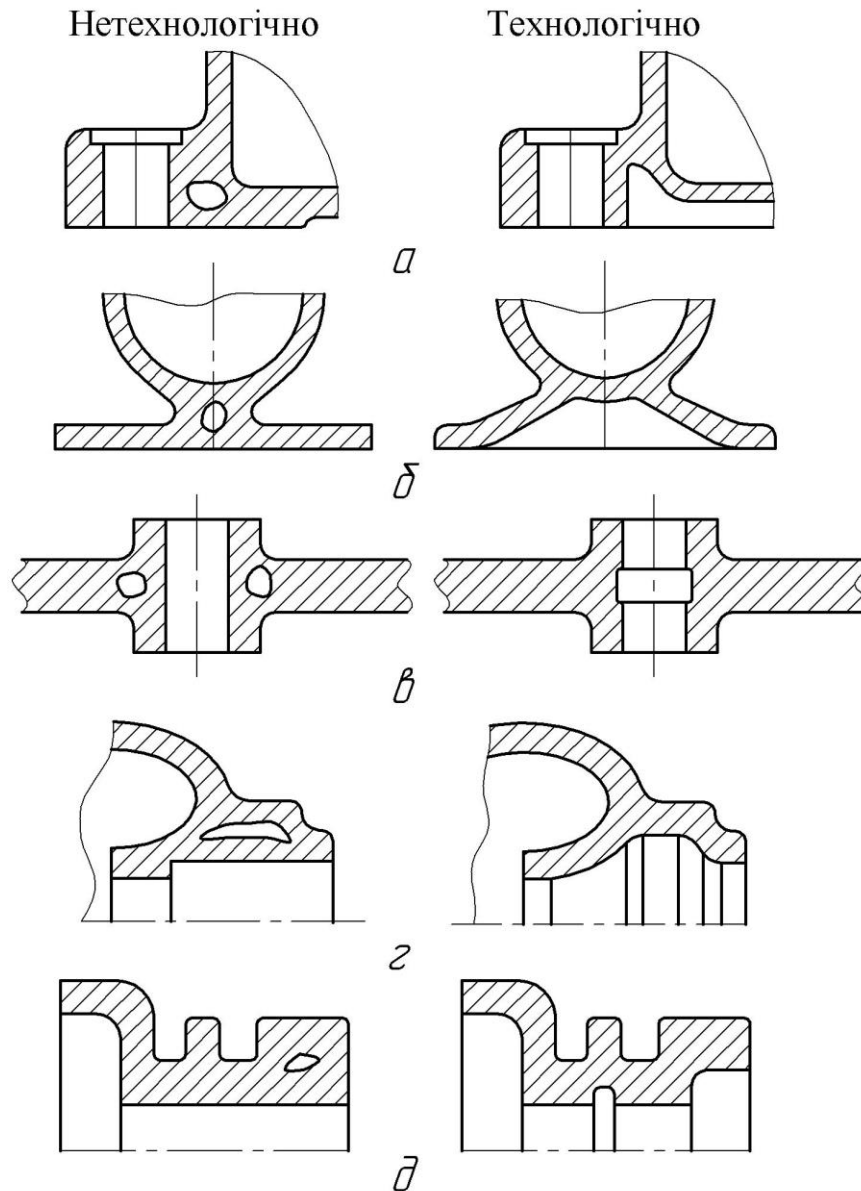


Рисунок Б.5 – Приклади усунення усадкової пористості і раковин шляхом зміни конструкції виливка

3. При виборі товщин стінок для виливків з будь-якого матеріалу слід прагнути до зменшення (в допустимих межах) і по можливості однакової товщини стінок по всьому виливку. Товщини стінок повинні призначатися залежно від призначення стінок, механічних і технологічних властивостей матеріалу і з урахуванням вимог, які ставляться до конструкції виливка.

Завищена товщина стінок призводить до надлишкових витрат металу і може бути причиною усадкової пористості та інших дефектів. Вірно вибрана товщина стінок забезпечує необхідні жорсткість, герметичність і є однією з найважливіших умов отримання виливків з високим коефіцієнтом використання металу. Мінімальні значення товщин стінок для різних типів сплавів і способів лиття наведено в таблиці Б.4.

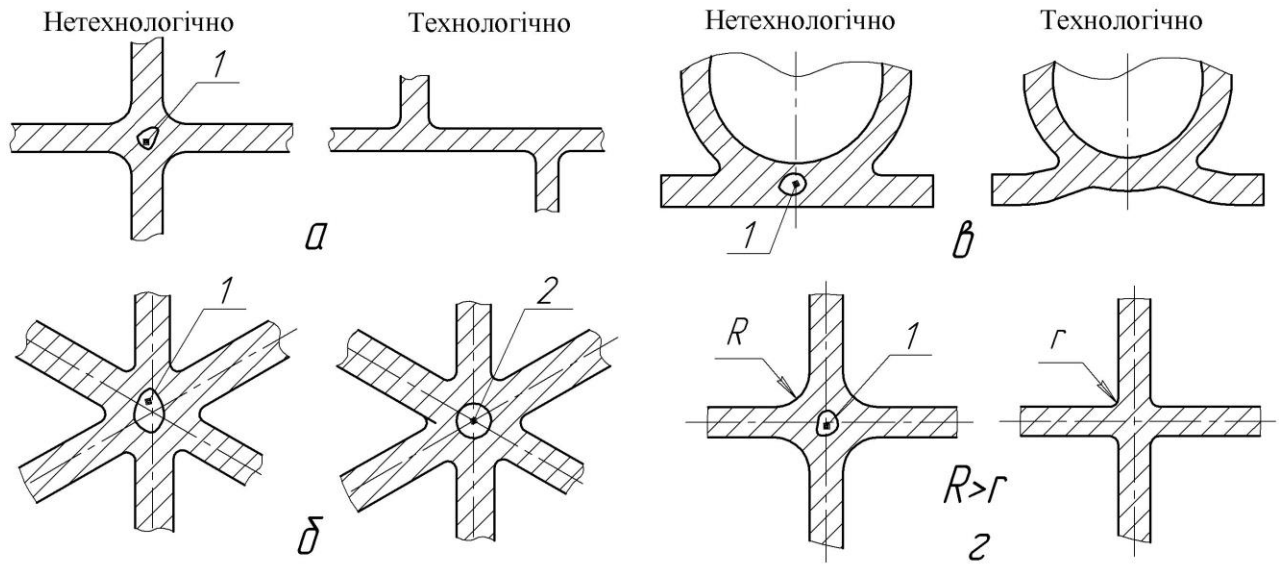
Таблиця Б.4 – Значення найменшої товщини стінок виливків, отримуваних в піщано-глиняних формах

Матеріал	Характеристика вилівка	Найменша товщина стінки, мм
Сталь	Дрібний	8
	Середній	12
	Крупний	20
Сірий чавун	Дрібний (до 2кг)	3-4
	Середній (до 50кг)	6-8
	Крупний (більше 50кг)	10-20
Бронза олов'яна	При найбільшій довжині стінки, мм:	
	до 50	3
	50÷100	5
	100÷250	6
Бронза спеціальна, латунь,	250÷600	8
	Дрібний	6
	Середній	8
	Кремнієва бронза	-
Алюмінієві сплави	Дрібні при найбільшій довжині стінки, мм:	
	до 200	3-5
	200÷800	5-8
Магнієві сплави	Дрібний	4
	Середній з довжиною стінки не більше 400мм	6

4. Уникати різких переходів від товстих стінок до тонких, можна за рахунок правильного конструювання таких переходів, використовуючи рекомендації додатка В.

5. При конструюванні литої деталі важливо виконати правильно сполучення стінок вилівка. Існують наступні типи з'єднання стінок: L - подібне (кутове), T-подібне (таврове), V – вилкоподібне, K-подібне, X – хрестоподібне сполучення. В місцях перетину ребер, через уповільнення охолодження, виникає небезпека утворення усадкових пористостей. Скупчення металу в місцях перетину ребер необхідно розосередити шляхом зміщення стінок (рисунок Б.6, а), за рахунок застосування кільцевого ребра або розвантажувального отвору (циліндричної заглибини в центрі перетину) (рисунок Б.6, б), місцевого потоншення, (рисунок Б.6, в) або зменшення радіуса заокруглення (рисунок Б.6, г).

Проектування і виробництво заготовок



1 – усадкова пористість, 2 – розвантажувальний отвір

Рисунок Б.6 – Приклади уникнення нетехнологічної конструкції при перетині декількох ребер в одному вузлі

Додаток В

(довідковий)

Співвідношення елементів, що сполучаються. Радіуси заокруглень.

Плавний перехід від тонких перерізів до товстих та правильне сполучення стінок дає можливість одержати якісний виліток без ливарних дефектів та жолоблення стінок. Конфігурація переходу головним чином залежить від товщини з'єднаних елементів.

При лобовому сполученні стінок різної товщини відношення товщин стінок не повинно перевищувати 4:1. При відношенні товщин з'єднаних стінок $S/S_1 \leq 2$, сполучення рекомендується виконувати за допомогою радіусу заокруглення (рисунок В.1, а), який визначається за формулою:

$$R = (0,3 \dots 0,4)(S - S_1), \text{ мм} \quad (\text{В.1})$$

Таке ж сполучення виконується і для $S/S_1 > 2$, якщо деталь не зазнає ударних навантажень.

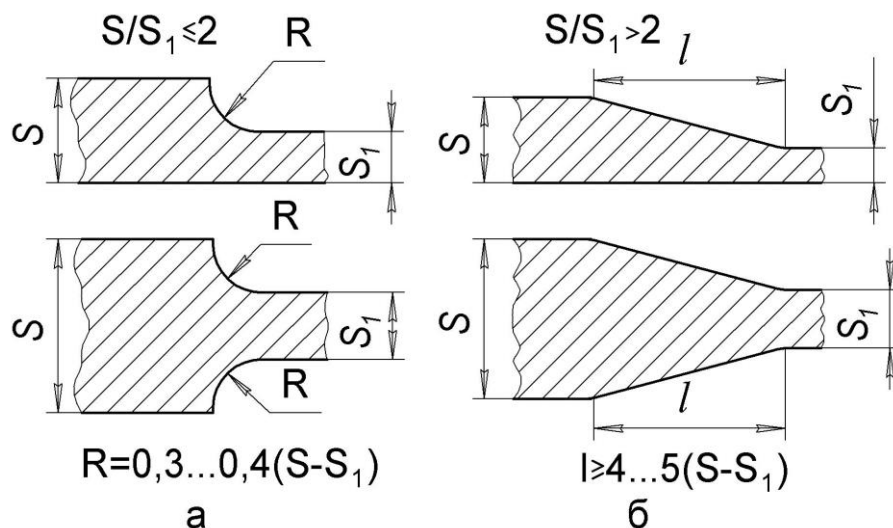


Рисунок В.1 – Лобове спряження стінок

Якщо деталь піддається дії ударних навантажень, для $S/S_1 > 2$ сполучення виконують у вигляді клина (рисунок В.1, б). При цьому довжина перехідної ділянки для виливків з чавуну, магнієвих і алюмінієвих сплавів:

$$L \geq 4(S - S_1), \text{ мм}, \quad (\text{В.2})$$

а для виливків зі сталі і мідних сплавів:

$$L \geq 5(S - S_1), \text{ мм} \quad (\text{В.3})$$

На якість вилівка значно впливає вірний вибір радіусів заокруглень в місцях переходів від одного перерізу до іншого. Занадто малий радіус заокруглення призводить до виникнення тріщин, занадто великий – до утворення усадкової пухкості. Оптимальний радіус заокруглень залежить від товщини стінок вилівка. Заокруглення необхідно здійснювати з одного центра для внутрішнього і для зовнішнього радіусів, якщо сполучуються стінки однієї товщини (рисунок В.2, а). Внутрішні радіуси r при сполученні стінок різної товщини (рисунок В.2, б) визначають за таблицею В.1.

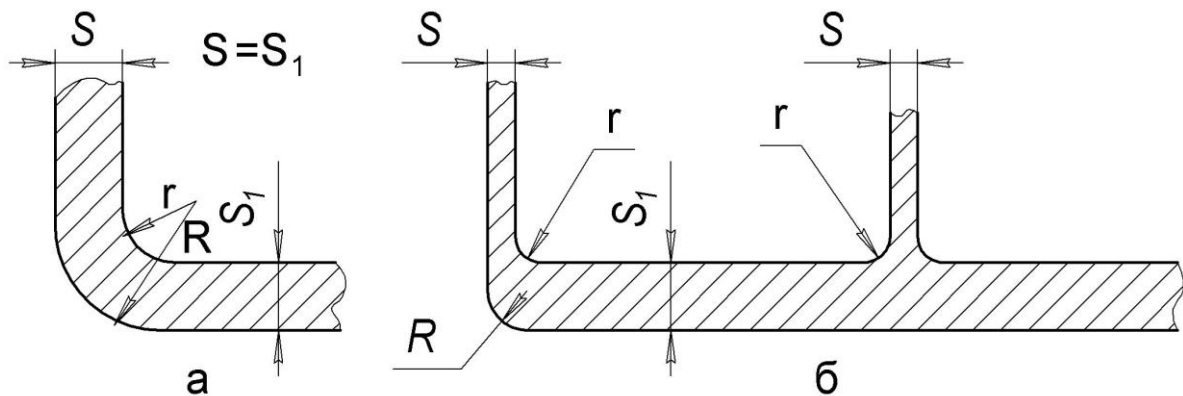


Рисунок В.2 – Схема спряження стінок вилівка: а – однієї товщини, б – різної товщини

Таблиця В.1 – Значення внутрішніх радіусів r при сполученні стінок вилівка різної товщини

S/S_1	Мінімальна товщина стінки або ребра, мм									
	до 6	6-10	10-15	15-20	20-25	25-35	35-45	45-60	60-80	80-100
1÷2	5	8	10	12	15	20	25	30	40	50
2÷3	8	10	12	15	20	25	30	40	50	-
Понад 3	10	12	15	20	25	30	40	50	-	-

Внутрішні радіуси заокруглень вилівоків з кольорових металів і сплавів наведено в таблиці В.2.

Таблиця В.2 – Значення внутрішніх радіусів r заокруглень вилівоків з кольорових металів і сплавів

$(S+S_1)/2$	r	$(S+S_1)/2$	r
до 12	6	35-45	20
12-16	8	45-60	25
16-20	10	60-80	32
20-27	12	80-110	36
27-35	16	110-150	40

Зовнішні радіуси заокруглення R визначають за формулою:

$$R=r+S_1, \text{ мм} \quad (B.4)$$

Додаток Д

(довідковий)

Лінійна усадка деяких сплавів

Таблиця Д.1 – Значення лінійної усадки деяких сплавів

Сплав	Характеристика виливка		Усадка, %
	розмір	вагова група	
Чавуни: - сірі - модифіковані і леговані - високолеговані - високоміцні - ковкі і білі	Дрібні	I	1,0...1,25
	Середні	II	0,75...1,0
	Крупні	III, IV	0,5...0,75
			1,0...1,25
			1,25...1,75
Сталі вуглецеві і малолеговані - високолеговані	Дрібні	I	1,8...2,2
	Середні	II	1,6...2,1
	Крупні	III, IV	1,4...1,8
Бронзи: - олов'яні - безолов'яні і латуні - алюмінієві			1,0...1,2
	Дрібні	I	1,4...1,6
	Середні	II	1,0...1,4
	Крупні	III	0,8...1,2
Алюмінієві та магнієві сплави	Дрібні	I	1,0...1,2
	Середні	II а, б	0,75...1,0
	Крупні	II в, III	0,5...1,0
Мідні сплави	Дрібні	I	1,5...1,8
	Середні	II а, б	1,0...1,5
	Крупні	II в	0,75...1,0

Примітки

1. Більші значення усадки відносяться до простих виливків з вільною усадкою, а менші - до складних з ускладненою усадкою.

2. Дрібні виливки мають максимальний габаритний розмір до 500мм, середні – 500-1500мм, крупні – більше 1500мм.

Додаток Е

(рекомендований)

Керівні матеріали до вибору матеріалу модельного комплекту

Таблиця Е.1 – До вибору матеріалу модельного комплекту

Матеріал модельного комплекту	Тип виробництва	Характеристика розмірів модельного комплекту	Вагова група вилівка
Р у ч н е ф о р м у в а н н я			
Дерево	Одиничне, дрібносерійне	Дрібні, середні, крупні	I - IV
Алюміній	Середньосерійне, великосерійне, масове	Крупні	I - III
Свинцево-сурм'янисті	Дрібносерійне	Дрібні	I
Гіпс	Дрібносерійне	Дрібні, середні	I
Цемент	Середньосерійне	Середні	II
Пінополістирол	Одиничне, дрібносерійне	Дрібні, середні, крупні	I - IV
М а ш и н н е ф о р м у в а н н я			
Дерево	Одиничне, дрібносерійне	Дрібні, середні, крупні	I - IV
Алюміній	Середньосерійне, великосерійне, масове	Дрібні, середні, крупні	I - III
Чавун	Великосерійне	Дрібні, середні	I - II
Сталь	Великосерійне, масове	Дрібні	I
Бронза і латунь	Масове	Середні	I а, б
Гіпс	Дрібносерійне	Дрібні, середні	I
Цемент	Середньосерійне	Середні	II
Пластмаса	Середньосерійне, великосерійне, масове	Дрібні, середні	I-II
Пінополістирол	Одиничне, дрібносерійне	Дрібні	I - IV

Примітки:

1. Орієнтовні вартості виготовлення модельного комплекту з дерева, алюмінієвих сплавів, чавуну, сталі співвідносяться як 1 : 8 : 12 : 15.

2. Дрібні модельні комплекти мають максимальний габаритний розмір до 500мм, середні – 500-1500мм, крупні – більше 1500мм.

Додаток Ж

Керівні матеріали для конструювання отворів у штампованих заготовках

Наскрізнi отвори (поглиблення) у кованках виконують в тих випадках, якщо осi цих отворiв (поглиблень) спiвпадають з напрямком руху рухомих частин штампа чи молота, а дiаметри D їх бiльшi або дорiвнюють висотi кованок H , але не меншi нiж 30мм.

1) Поглиблення при виготовленнi кованок на молотах i пресах виконують глибиною до $0,8D$, а при виготовленнi на ГKM - до $3D$.

2) Якщо $H < 1,7D$ – виконується наiмка отвору з плоскою перемичкою товщиною S (Рисунок Ж.1, а), яка визначається за формулою:

$$S = 0,45 \cdot \sqrt{D - 0,25 \cdot h - 5} + 0,6 \cdot \sqrt{h}, \text{ мм} \quad (\text{Ж.1})$$

де D – дiаметр отвору кованки, який прошивається, мм;

h – глибина порожнини штампа, мм.

3) Для отворiв, в яких $D > 80$ мм, якщо $h/D < 0,4$ замисть плоских перемичок рекомендують наiмки з розкосом (Рисунок Ж.1, б). Товщина перемички $S_{min} = 0,65S$, а $S_{max} = 1,35S$, де S знаходять за формулою (Ж.1). Радiус внутрiшнiх заокруглень R та кут штампувальних нахилiв α встановлюють вiдповiдно до рекомендацiй ГОСТ 7505-89.

4) Наiмка з магазином (Рисунок Ж.1, в) застосовується для отворiв з $D > 55$ мм при наявностi попереднього рiвчака, який формує наiмку з розкосом. Товщину перемички h_0 в мiсцi зрiзу залежить вiд маси кованки i визначається за формулою:

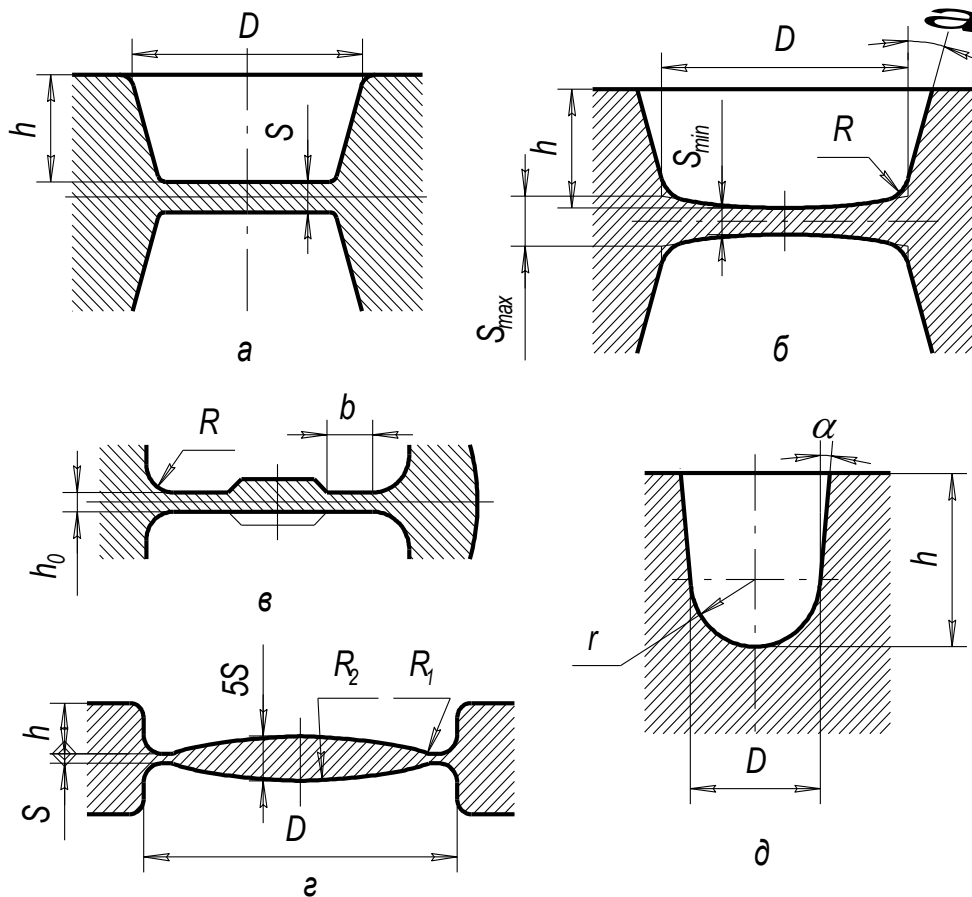
$$h_0 = -0,09 + 2,0\sqrt[3]{M_n} - 0,01M_n, \text{ мм} \quad (\text{Ж.2})$$

Ширину b та радiус внутрiшнiх заокруглень R канавки пiд перемичку визначають в залежностi вiд товщини перемички h_0 за таблицею Ж.1

5) Для низьких кованок $h/D < 0,07$ пiсля штампування в попередньому рiвчаку з плоскою наiмкою рекомендують наiмки з кишенею (Рисунок Ж.1, г). При цьому товщина перемички визначається за формулою:

$$S = 0,4\sqrt{D}, \text{ мм} \quad (\text{Ж.3})$$

Глибина кармана становить $5S$, а радiус заокруглення $R_1 = 5h$. Радiус R_2 пiдбирається графiчно.



а - плоска перемичка, б - перемичка з розкосом, в - перемичка з магазином, г - перемичка з кишенею, д - глуха перемичка

Рисунок Ж.1 - Типи перемичок в намітках отворів

Таблиця Ж.1 – Розміри канавки під перемичку для намітки отвору з магазином

№ з/п	Товщина перемички h_0 , мм	Радіус внутрішніх заокруглень R , мм при глибині порожнини штампа,			Ширина канавки під перемичку b , мм
		до 20 мм	20-40 мм	понад 40 мм	
1	0,6	1	1	1,5	6
2	0,8	1	1,5	1,5	6
3	1,0	1	1,5	2,0	7
4	1,6	1	1,5	2,0	8
5	2	1,5	2,0	2,5	9
6	3	1,5	2,0	2,5	10
7	4	2	2,5	3,0	11

8	5	2	2,5	3,0	12
9	6	2,5	3,0	3,5	13
10	8	3	3,5	4,0	14
11	10	3	3,5	4,0	15

б) Якщо $H > 1,7D$ або після призначення радіуса закруглення не залишається плоскої ділянки, то обмежуються глухою наміткою з висотою поглиблень $h \leq 0,8D$ (Рисунок Д.1, д). Якщо глибина глухої намітки не обмежена глибиною виїмки у готовій деталі, то рекомендується зробити повне округлення вершини намітки одним радіусом, який визначається за формулою:

$$r = \frac{D}{2 \operatorname{tg}(45^\circ - \frac{\alpha}{2})} \text{ ,мм} \quad (\text{Ж.4})$$

де α - внутрішній кут намітки, град.

7) Для двосторонньої намітки рекомендується зміщувати поверхню внутрішнього роз'єму, а з ним і перемичку по відношенню до поверхні зовнішнього роз'єму (Рисунок Ж.2) що значно полегшує центрування кованки в остаточному ривчаку.

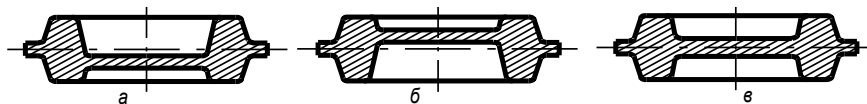


Рисунок Д.2 – Варіанти розташування перемички в намітці отвору

а – пропонований, б – можливий, в - небажаний