

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

**НТУУ
"КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ"**



**МЕХАНІКО-
МАШИНОБУДІВНИЙ
ІНСТИТУТ**



**КАФЕДРА
ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНО-
БУДУВАННЯ**



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ
З ДИСЦИПЛІНИ «ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЗАГОТОВОК»**

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЛИТИХ ЗАГОТОВОК

ЧАСТИНА І



НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

2017

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ
З ДИСЦИПЛІНИ «ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЗАГОТОВОК»**

Для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка».

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЛИТИХ ЗАГОТОВОК

ЧАСТИНА І

Затверджено Методичною радою ММІ НТУУ «КПІ»

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

2017

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка». Проектування та виробництво литих заготовок. (Частина I). Укладачі: Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М., к.т.н., доц. / НТУУ «КПІ», 2017. - 42ст. Затверджено Методичною радою ММІ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». [Електронний ресурс].

*Гриф надано Методичною радою ММІ НТУУ «КПІ»
(Протокол №1 від 28.08.2017 р.)*

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка». Проектування та виробництво литих заготовок. (Частина I).

Укладачі: Добрянський Станіслав Спиридонович,
канд. техн. наук, доцент;
Малафєєв Юрій Михайлович,
канд. техн. наук, доцент;

Відповідальний редактор: Ю.В. Петраков, д-р техн. наук, професор

Рецензенти: В.П. Котляров, д-р техн. наук, професор
В.А. Ковальов, канд. техн. наук, доцент

*За редакцією викладачів
Надруковано з оригінал-макета замовника*

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Мета та завдання роботи

У наш час велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності виробництва на базі упровадження досягнень науково-технічного прогресу. Провідна роль у вирішенні даної проблеми відводиться машинобудуванню. Перед цією галуззю поставлені завдання підвищення якості продукції та продуктивності праці, зниження питомої металоємкості машин та обладнання.

Великі резерви зменшення витрат металу, підвищення якості продукції та зниження її собівартості приховані в удосконаленні заготовчого виробництва, зокрема ливарного. Упровадження нових і поліпшення існуючих технологічних процесів виготовлення литих заготовок дозволяє зменшити припуск на обробку, знизити витрати металу і забезпечити необхідну якість поверхонь деталі після механічної обробки.

Мета розрахунково-графічної роботи (РГР) або контрольної роботи - закріпити та поглибити теоретичні знання, одержані при вивченні дисципліни «Проектування та виробництво заготовок», набути навиків самостійного проектування креслення литої заготовки та розробки технологічного процесу її виготовлення.

При виконанні роботи студент повинен вирішити такі задачі: призначити раціональний спосіб виготовлення заготовки, визначити тип виробництва та групу складності вилівка, економічно обґрунтувати спосіб виготовлення заготовки за укрупненими показниками, розробити схему технологічного процесу, підібрати обладнання та ливарну оснастку, підібрати та розрахувати ливникову систему, розробити ескіз форми з елементами ливникової системи, розробити креслення вилівка та технічні вимоги до його виготовлення, розробити питання остаточної обробки вилівка, контролю якості, охорони праці та навколишнього середовища.

У процесі роботи слід керуватися вихідними даними, викладеними у завданні на РГР або контрольну роботу, методичними вказівками (зокрема, [22]) лекційним матеріалом, звертатися до довідників, каталогів та інших літературних джерел. Необхідно вивчити державні стандарти [5-16]. Використовуються також знання, одержані студентами при вивченні дисциплін «Технологічні процеси машинобудівного виробництва», «Взаємозамінність, стандартизація та технічні виміри», «Нарисна геометрія та інженерна графіка», «Опір матеріалів» та інші.

Отримані в результаті виконання роботи знання та навички згодом застосовуються при виконанні курсових та дипломних проектів, при вивченні дисциплін «Основи технології машинобудування», «Проектування типових технологічних процесів», «Технологічні процеси для верстатів з ЧПК», «Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні» та інших, вони необхідні також інженерам у виробничій діяльності.

1.2. Тема та обсяг розрахунково-графічної або контрольної роботи

Тема роботи – «Проектування та виготовлення литої заготовки». Навчальним планом спеціальності 131. «Прикладна механіка» по дисципліні «Проектування та виробництво заготовок» передбачено виконання РГР студентами денної форми навчання та двох контрольних робіт студентами заочної форми навчання.

Як відомо, в машинобудуванні найширше застосовують литі та штамповані заготовки, з проектуванням, та виготовленням яких студентам необхідно ознайомитися. Тому «Проектування та виготовлення литої заготовки» є першою частиною РГР для студентів денної форми навчання, або першою контрольною роботою - для студентів заочної форми навчання. Друга частина РГР для студентів денної форми навчання, або друга контрольна робота для студентів заочників, присвячена темі «Проектування та виготовлення штампованої заготовки».

Робота "Проектування та виготовлення литої заготовки" включає розробку креслення і схеми технологічного процесу виготовлення литої заготовки нескладної деталі з річною програмою, яка відповідає переважно великосерійному, середньосерійному або малосерійному виробництву. Зміст та порядок виконання роботи викладені в [22].

Індивідуальне завдання на РГР або контрольну роботу керівник видає кожному студентові у вигляді номера завдання або креслення деталі з вказівкою річної програми випуску в штуках.

Креслення знаходиться в каталогах креслень деталей, які призначені для курсового проектування з дисципліни "Технологія машинобудування" [17,19,20]. Студент зобов'язаний зняти копію креслення за допомогою комп'ютера, заповнити штамп і укласти копію креслення в роботу. Масштаб креслення, як правило, 1:1.

Керівник повинен видати завдання на першому аудиторному занятті (консультації), але не пізніше, ніж через два тижні після початку семестру. Завдання на РГР оформляється на спеціальному бланку. Строк виконання першої частини РГР або першої контрольної роботи - до 31 березня. Оформлене

завдання на РГР, підписане керівником та студентом, підшивається у розрахунково-пояснювальну записку після титульного аркуша.

1.3. Оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини

Розрахунково-пояснювальна записка (РПЗ) до курсової або контрольної роботи повинна бути надрукована (шрифт «Times New Roman Cyr», 12пт., міжрядковий інтервал 1,5) на аркушах формату А4 (297×210 мм) з одного боку аркуша. Розміри полів: лівого – 35 мм правого – 10 мм, верхнього та нижнього - по 20 мм. Усі сторінки записки повинні мати наскрізну нумерацію, проставлену на нижньому полі по середині сторінки.

Обкладинка РПЗ повинна бути виконана зі щільного білого паперу. Титульний аркуш є першим аркушем записки і оформлюється у відповідності зі зразком, наведеним у додатку 1.

Розрахунково-пояснювальна записка включає титульний аркуш (дод.1); завдання на курсову роботу (дод. 2); зміст; вступ, а також розділи:

- призначення та конструктивні особливості деталі;
- характеристика хімічних та фізико-механічних властивостей матеріалу деталі;
- визначення серійності виробництва;
- вибір та обґрунтування способу виготовлення заготовки;
- розробка схеми технологічного процесу виготовлення вилівка з визначенням площини рознімання моделі, її положення при формуванні, положення форми при заливанні металу, проектуванням та розрахунком ливникової системи та додатків тощо;
- вибір обладнання та оснастки;
- контроль якості вилівка;
- визначення вартості заготовки;
- охорона праці та навколишнього середовища;
- висновки;
- список літератури;
- додатки – креслення деталі та вилівка, ескізи форм, стержнів та елементів ливникової системи (дод.3-5).

Графічна частина роботи складається з креслень деталі, заготовки і ескізів форми, стержнів та ливникової системи, виконаних за допомогою комп'ютера у відповідності з вимогами ГОСТ3.1125-88 та стандартів ЄСКД на аркушах формату А2 (бажано в масштабі 1:1). Користуючись зразками креслень, наведеними в дод.3-5, необхідно пам'ятати, що у зв'язку з обмеженим розміром методичних вказівок графічні матеріали зображені спрощено, без необхідної

деталізації. Крім того, різні види та проекції на кресленні деталі або заготовки показані на різних сторінках.

Оформлені аркуші креслень підшивають (або укладають) у кінець РПЗ. Остаточно оформлену роботу рекомендується укласти в папку та підписати її.

1.4. Захист розрахунково-графічної роботи

Плановий захист РГР, яка складається з двох частин ("Проектування та виготовлення литої заготовки" та «Проектування та виготовлення штампованої заготовки»), проводиться протягом двох тижнів (але не менше ніж за 10 днів до початку екзаменаційної сесії) перед викладачем і студентами.

При цьому заслуховується коротка (4 ... 6 хв.) доповідь студента за змістом роботи, розглядаються подані матеріали і ставляться запитання, як за змістом роботи, так і за вивченими дисциплінами, які зв'язані з її виконанням.

Результати захисту оцінюються за рейтинговою системою оцінювання успішності студентів.

Захист РГР в період екзаменаційної сесії не дозволяється. Студенти, які вчасно не захистили РГР, до диференційованого заліку з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» не допускаються

Керівник РГР повинен організувати здачу та зберігання робіт з реєстрацією за академічними групами.

2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Методичні вказівки побудовані на прикладі роботи за темою «Розробка креслення та технологічного процесу виготовлення вилівка корпусу 02.1400.011.»

2.1. Вступ

У вступі до роботи необхідно викласти завдання, що стоять перед машинобудуванням в цілому і перед заготовчим виробництвом зокрема, та вказати шляхи вирішення цих завдань у галузі ливарного виробництва.

2.2. Призначення та конструктивні особливості деталі

Описуючи призначення та конструкцію деталі необхідно указати її призначення, найважливіші поверхні та розміри, матеріал деталі, його ливарні властивості і т. д.

Деталь "Корпус 02.1400.011" (дод. 3) є корпусом спареного шестірінчастого гідронасоса і призначена для розміщення в ній підшипників та валів, на яких встановлюють шестірні для нагнітання рідини. До двох якісно оброблених торців корпусу можуть приєднуватись кришки, у порожнинах яких розміщуються робочі колеса (шестірні) насоса.

Аналіз конструктивних особливостей корпусу, виконаний за робочим кресленням, дозволяє зробити певні висновки. Габаритні розміри – 173,5×125×63,5 мм, матеріал – чавун СЧ 20 ГОСТ 1412-85. До деталі пред'являються високі вимоги по забезпеченню точності і якості поверхонь, герметичності тіла корпусу та стиків поверхонь при складанні.

Деталь має два складні ступінчасті отвори, кожен з яких включає: два отвори $\varnothing 25$ Н8, два отвори $\varnothing 48$ (-0,005/-0,015), допуск співвісності яких – 0,01мм, допуск циліндричності – 0,008 мм, допуск перпендикулярності до торців Е та Д – 0,003 мм, допуск паралельності – 0,01 мм; отвір $\varnothing 32$ Н8, допуск співвісності якого з отвором $\varnothing 25$ Н8 дорівнює 0,04 мм.

У корпусі є також два неточні отвори $\varnothing 25$ Н14, які виконують функції всмоктуючого та нагнітального каналів для рідини. Два отвори з різьбою М30×2-7Н, з фасками та проточками під ущільнення, призначені для кріплення всмоктуючого та нагнітального штуцерів. Корпус з кришками щільно спряжується за допомогою десяти болтів, які проходять через десять отворів $\varnothing 13$ Н14.

Особливо високі вимоги пред'являються до приєднувальних поверхонь Е та Д: неплосчинність - 0,005 мм, непаралельність – 0,01 мм, шорсткість Ra 0,8 мкм.

Маса деталі - 6,46 кг.

На кресленні є усі необхідні для виготовлення деталі розміри з допусками, вказані граничні відхилення форми і розміщення поверхонь, шорсткість оброблюваних поверхонь, матеріал та маса деталі.

Оскільки чавунні заготовки одержують тільки литтям, то за заготовку корпусу приймаємо вилівок. При розробці технологічного процесу виготовлення вилівка необхідно урахувати, що за чорнові технологічні бази при обробці різанням на верстатах найдоцільніше прийняти один з необроблених торців (Е або Д) та зовнішні необроблювані поверхні заготовки з радіусом R57 мм. За чистові технологічні бази доцільно прийняти протилежний оброблений торець (Д або Е відповідно) та два отвори $\varnothing 13$ мм і міжцентровою відстанню $150 \pm 0,2$ мм, які для підвищення точності базування доцільно просвердлити та розвернути до $\varnothing 13$ Н7 (створивши тим самим допоміжну технологічну базу).

При розробці технологічного, процесу виготовлення виливка особливу увагу необхідно звернути на герметичність виливка, недопустимість наявності газових і усадочних раковин, холодних та гарячих тріщин, рихлот і т.п.

2.3. Характеристики хімічних та фізико-механічних властивостей матеріалу деталі

Характеризуючи хімічні та фізико-механічні властивості матеріалу, необхідно навести його склад, указати числові значення відповідних параметрів.

Деталь "Корпус 02.1400.011" виготовляється з сірого чавуну СЧ20 ГОСТ 1412-85 з пластинчастим графітом.

Хімічний склад чавуну СЧ 20 (масова доля елементів), %: 3,3-3,5 С, 1,4-2,4 Si; 0,7-1,0 Mn ; до 0,2 Р ; не більше 0,15 S.

Вуглець збільшує твердість і крихкість чавунів, підвищує рідкотекучість. Кремній та марганець дещо зміцнюють сплав. Сірка та фосфор негативно впливають на механічні властивості чавунів: сірка збільшує крихкість у гарячому стані (червоноламкість), а фосфор – у холодному (холодноламкість).

Чавун СЧ 20 (температура плавлення $t_{пл} = 1180^{\circ}\text{C}$, температура заливання у ливарні форми $t_{зал.} = 1260 \dots 1400^{\circ}\text{C}$, коефіцієнт лінійної усадки - 1,2%) має добрі ливарні властивості, рідкотекучість, добре заповнює форму і дозволяє одержувати якісні виливки.

- тимчасовий опір при розтягуванні $\sigma_p = 196 \text{ МПа}$;
- границя міцності при вигині $\sigma_B = 392 \text{ МПа}$;
- стріла прогину $f = 9 \text{ мм}$ при $l = 600 \text{ мм}$;
 $f = 3 \text{ мм}$ при $l = 300 \text{ мм}$;
- твердість за Брінеллем $\text{HB} = 1668 \dots 2364 \text{ МПа}$;
- густина $\gamma = 7.1 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$;
- лінійна усадка $\varepsilon = 1,2\%$.

2.4. Визначення серійності та групи складності виливка

Для правильного підбору технологічного процесу виготовлення заготовки необхідно визначити тип виробництва, тобто групу серійності [18;22].

Згідно з [23, табл.1.1-1.4] попередньо визначаємо, що заготовку будемо виготовляти литтям у піщано-глинисті форми.

Визначаємо масу виливка. Маса деталі - 6,46 кг. Маса малого виливка такої конфігурації орієнтовно буде на 20-30 % більшою від маси деталі. Попередньо приймаємо масу виливка рівною 8,5 кг.

Визначаємо групу серійності та тип виробництва. Для річної програми 16000 заготовок - 5-та група серійності, тобто середньосерійне виробництво (ССВ) [22, табл.Д.3.1]. Визначаємо групу складності виливка. Згідно [22, дод.3] група складності – 2.

2.5. Обґрунтування та остаточний вибір способу виготовлення виливка, призначення класу точності та ряду припусків

Правильний вибір виду заготовки багато у чому визначає ефективність процесу обробки різанням, якість деталі, її вартість.

Наведений у підрозділі 2.4 аналіз показав, що складну чавунну заготовку найбільш вигідно одержувати методом лиття. Порівняння технологічних можливостей, достоїнств та недоліків різних способів лиття показує, що у середньосерійному виробництві такі виливки можна одержувати литтям у металеві форми (кокілі), в оболонкові або піщані форми, литтям за моделями, що виплавляються [23, табл. 1.1-1.4].

Лиття за моделями, що виплавляються, дозволяє одержувати високоякісні виливки, але їх вартість у 4-5 разів перевищує вартість литва у піщані форми. Крім того, ускладнюється виготовлення виливків з внутрішніми наскрізними порожнинами. Цей спосіб лиття найбільш придатний для виготовлення невеликих виливків високої точності та складної конфігурації з важкооброблюваних сталей.

Лиття в оболонкові форми дозволяє отримати високоякісні виливки, але через великі початкові витрати воно найбільш вигідне в масовому та великосерійному виробництві.

Для виготовлення заготовки корпусу найбільш прийнятне лиття у кокіль або піщані форми. Але при литті у кокіль чорних металів стійкість металевих форм відносно невисока і, крім того, при цьому спостерігається тенденція до вибілювання виливків з чавуну.

Таким чином, найдоцільніше виготовляти виливки корпусу литтям у разові піщані форми з машинним формуванням за металевими моделями. Цей простий та дешевий спосіб лиття дозволяє одержувати чавунні виливки без вибілювання, забезпечує досить високу точність, легко піддається механізації та автоматизації.

Зауважимо, що найбільш повне обґрунтування способу виготовлення виливків можна одержати після економічного аналізу, який враховує витрати на матеріал заготовки, на виготовлення виливка і його механічну обробку.

Для остаточно прийнятого способу виготовлення виливка литтям у піщані форми з машинним формуванням за металевими моделями згідно з ГОСТ 26645-85 призначаємо (з урахуванням термічної обробки виливка та його простої форми):

1. Технологічний процес лиття – лиття у піщано-глинисті сирі форми з високовологих (більше 4,5 %) низькоміцних (до 60 кПа або 0,6 кгс/см²) сумішей з низьким рівнем ущільнення до твердості нижчої 70 одиниць, клас розмірної точності виливка – 11 т (табл.9).

2. При визначенні ступеня жолоблення елементів виливка (табл. 10) враховуємо, що виливок не має тонких та довгих елементів, схильних до жолоблення, представляє собою жорстку конструкцію з відношенням найменшого розміру до найбільшого (товщини або висоти до довжини елемента виливка), яке (приблизно за розмірами деталі) дорівнює $63,5/173,5=0,36$; приймаємо ступінь жолоблення елементів виливка – 4.

3. Ступінь точності поверхонь виливків для прийнятих умов лиття згідно з табл. 11 приймаємо рівним 14.

4. Шорсткість поверхонь виливків згідно з табл. 12 для 14-го ступеня точності поверхонь дорівнює $Ra= 40$ мкм.

5. Клас точності маси виливків для прийнятих умов лиття та маси виливка 8,5 кг згідно з табл. 13 приймаємо рівним 10.

6. Згідно з табл. 14 для виливка корпусу гідронасоса з 14 ступенем точності поверхонь приймаємо ряд припусків на обробку виливка рівним 6, а для верхніх при заливанні поверхонь рівним 8.

7. Згідно з розділом 5 ГОСТ 26645-85 точність виливка (без указання величини зміщення) позначається: Точність виливка 11т-4-14-10 ГОСТ 26645-85.

2.6. Розробка схеми технологічного процесу та креслення виливка

2.6.1. Розробка схеми технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення виливка включає такі процеси [1]: приготування формувальних та стержньових сумішей; виготовлення та складання стержнів та ливарним форм; плавлення та заливання металу у форми та тверднення виливків; вибивання, очищення, обрубкування виливків; термічну обробку та контроль якості виливків.

При виготовленні заготовки корпусу насоса кожен з цих процесів включає ряд комплексів прийомів та операцій.

Виготовлення формувальних та стержньових сумішей включає: завантаження піску (глини) у сушильну піч (глиномішалку); сушіння піску та

глини; приготування фарб, емульсій, паст; завантаження в бігуни твердих компонентів, заливання води та рідких компонентів, приготування формувальних та стержньових сумішей; вивантаження сумішей і їх транспортування на відповідні ділянки.

Виготовлення стержнів включає: наповнення стержньового ящика сумішшю, ущільнення її з витяганням стержня; подачу стержня на обробку; сушіння та фарбування стержня; подачу стержня на ділянку складання форм.

Машинне формування заготовок корпусу в опоках включає: підготовку до набивання та набивання півформ; установлення та видалення моделей, півформ, стояків, випорів; наповнення опоки формувальною сумішшю; викінчуючу обробку півформ; установлення стержнів у форму; складання форми та кріплення опок під заливання.

Заливання металу в форми включає: плавлення металу; наповнення ковша металом; транспортування ковша; заливання металу в форми.

Обробка виливків після охолодження металу включає: вибивання форм на вибивних вібраційних ґратках; видалення стержнів та очищення виливків у гідравлічній камері; очищення ливників та додатків під видалення; відрізування (відламування) ливників, випорів та заливів; очищення поверхні виливків у дробоструминній камері; термообробку виливків; контроль якості та фарбування виливків.

2.6.2. Призначення площини рознімання форми та розроблення креслення виливка

Раніше встановлено, що вилівок одержуємо литтям у піщано-глинисті форми з машинним формуванням за металевими моделями. Точність виливка 11т-4-14-10 ГОСТ 26645-85. За чорнові технологічні бази приймаємо один з необроблених торців (Е або Д) та зовнішні необроблені поверхні заготовки з радіусом R57 мм.

Аналіз креслення деталі та урахування вимог, які пред'являються до площини рознімання форми, показує [22], що площину рознімання форми необхідно призначити у площині симетрії корпусу, і у цій площині будуть знаходитися найбільші розміри виливка (рис. 1).

При цьому зменшуються глибина формування та розхід металу на напуски у вигляді формувальних уклонів, підвищується точність та надійність установлення стержнів, вихід придатного литва. Основні технологічні бази для механічної обробки формуються в одній півформі.

Ураховуючи невеликі розміри виливка, в одній опоці будемо розміщувати чотири заготовки (рис.1). Для визначення габаритних розмірів опок приймаємо мінімальну товщину шару формувальної суміші навколо виливка (відстань від

краю вилівка до опоки) рівною 50 мм, відстань від моделі до нижньої або верхньої площини опоки – 60 мм, відстань від стержньового знака до стінки опоки – 40 мм [2,с. 41]. Виходячи з цього мінімальні розміри опоки:

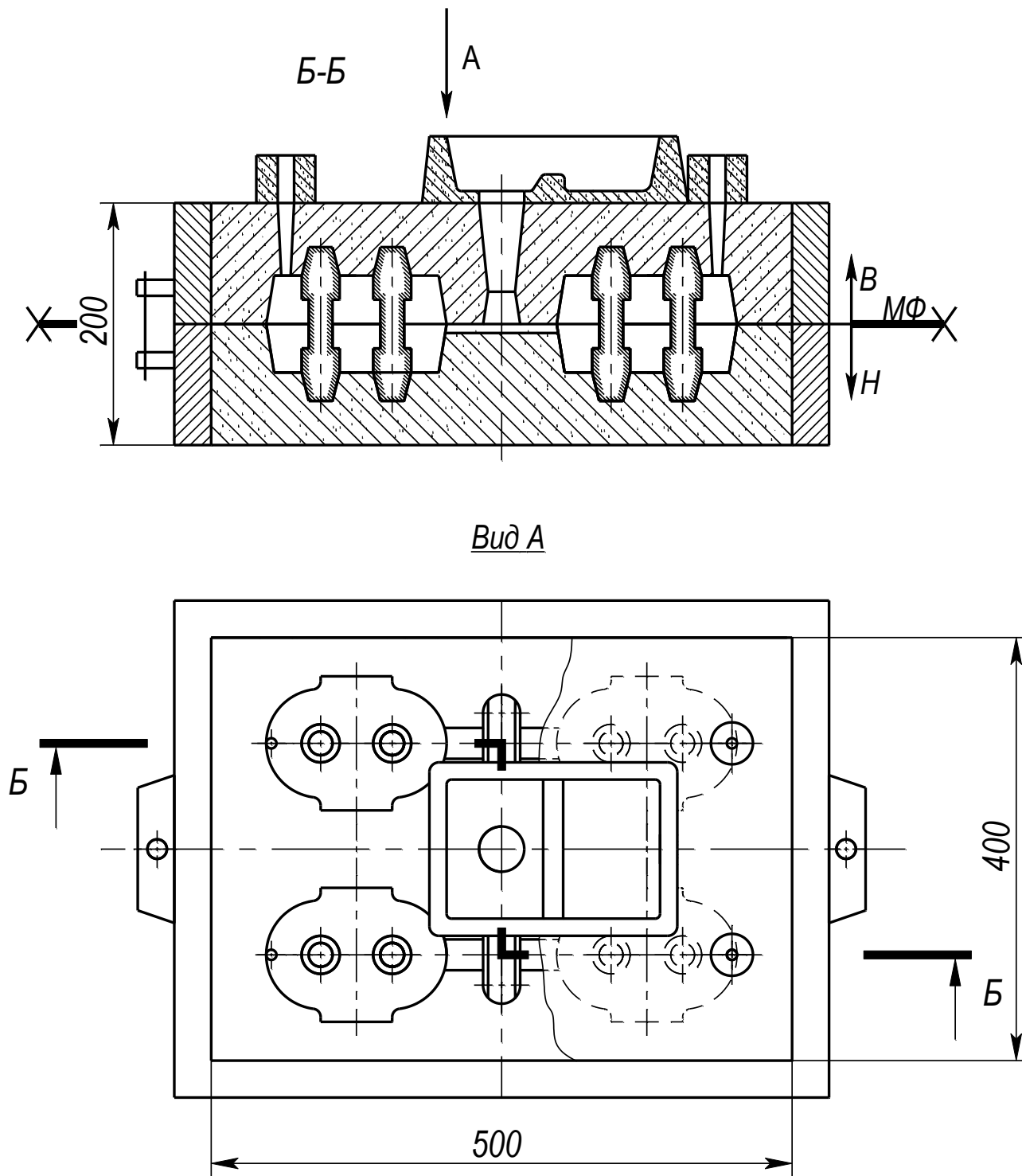


Рис. 1. Схема розміщення вилівоків у опоках

довжина; $L_{min} = 2 \times 137,5 + 3 \times 50 = 497$ мм;

ширина $B_{min} = 2 \times 125 + 3 \times 50 = 400$ мм;

висота $H_{min} = 31,75 + 60 = 91,75$ мм.

Згідно з ГОСТ 2133-75 ([22], табл. Д.7.1) остаточно приймаємо розміри опок $L \times B \times H = 500 \times 400 \times 100$ мм.

Найдоцільніше, щоб площина рознімання форми в процесі заливання металу була горизонтальною. Це знижує трудомісткість виготовлення виливків, підвищує їх якість.

Аналіз конструкції корпусу насоса показує, що у виливку за допомогою стержнів доцільно одержували два наскрізні ступінчасті отвори під механічну обробку до діаметрів $\varnothing 48$ та $\varnothing 25$ мм

Два наскрізні отвори $\varnothing 25$ мм та десять наскрізних отворів $\varnothing 13$ мм литтям одержувати нераціонально. Вони будуть виготовлені на металорізальних верстатах. Інші елементи виливка конструктивно оформляються при розробці його креслення.

Для розробки креслення виливка необхідно визначити за ГОСТ 26645-85 граничні відхилення його розмірів, припуски на механічну обробку, інші відхилення. Необхідно також призначити формувальні уклони, радіуси заокруглень, передбачити технологічні напуски тощо.

Допуски, припуски та технологічні напуски визначають для 5-8 основних оброблюваних та необроблюваних поверхонь деталі у порядку, наведеному в табл. 1.

При складанні табл.1 необхідно спочатку навести розмір деталі, допуск (неуказані граничні відхилення розмірів деталей, оброблених різанням, найкраще призначати за 14 квалітетом, тобто по Н 14 для отворів і h 14 для валів), шорсткість поверхні, допустимі відхилення форми та розташування оброблюваної поверхні, указати: це лінійний розмір чи діаметр, зовнішній чи внутрішній.

Допуски на розміри виливка визначаємо за табл. 1 ГОСТ 26645-85. У зв'язку з тим, що отвори $\varnothing 25$ мм та $\varnothing 48$ мм формуються одним стержнем, то допуск на них призначаємо на 1 клас точнішим, тобто за 10 класом точності.

Допуски форми та розташування поверхонь виливка визначаємо за табл.2 ГОСТ 26645-85 тільки на ті поверхні та розміри, які суттєво впливають на працездатність деталі (часто на такі поверхні допуски форми обумовлюються в деталі). У нашому випадку таким є розмір 63,5мм для номінального розміру нормованої ділянки виливки 173,5мм. Згідно з табл.2 для 4-го ступеня жолоблення виливка цей допуск дорівнює 0,40 мм. Допуск відхилення форми для отвору $\varnothing 48$ мм не визначаємо у зв'язку з його малою довжиною.

Таблиця 1

Визначення допусків, припусків та технологічних напусків для лінійних розмірів виливка корпуса насоса, мм (ГОСТ 26645-85)

№	Параметр	173,5 необроб.; зовнішній	125 h14 (+0,0 -1,00); Ra 3,2 зовнішній*	63,5 _{-0,1} ; Ra 0,8; // 0,01; ∇0,005; зовнішній	Ø25 H8 (+0,033 -0,0); Ra 1,8; ◎ 0,04; внутрішн	Ø48 ^{-0,005} _{-0,015} ; ;	21,5±0,1; Ra 1,6; внутрішн.
1	2	3	4	5	6	∟ /7	8
1	Допуск на розмір виливка (позначені * на 1 клас точніше)	4,4(±2,2)	4,0(±2,0)	3,6(±1,8)	2,0*(±1,0)	2,4*(±1,2)	2,4(±1,2)
2	Допуск форми та розташування поверхонь	-	-	0,40	-	-	-
3	Загальний припуск на розміри елементів виливка	4,4(±2,2)	4,0(±2,0)	4,0(±2,0)	2,0(±1,0)	2,4(±1,2)	2,4(±1,2)
4	Допуск нерівностей поверхні виливка	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
5	Розмір від обробленої поверхні до технологічної бази	-	62,5	63,5	42,25	53,75	42
6	Допуск виливка на розмір від обробленої поверхні до технологічної бази (11т клас точності, табл.1 ГОСТ 26645-85)	-	3,2	3,6	3,2	3,2	3,2

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Допуск форми на розмір від обробленої поверхні до технологічної бази (табл. 2 ГОСТ 26645-85)	-	-	0,40	-	-	-
8	Загальний допуск вилівка на розмір від обробленої поверхні до технологічної бази	-	3,2	4,0 половинний 2,0	3,2	3,2	3,2
9	Допуск на розмір деталі від технологічної бази до обробленої поверхні	-	0,5	0,1	0,0265	0,015	0,3
10	Співвідношення між допусками на розмір від обробленої поверхні до технологічної бази для деталі та вилівка	-	$0,5/3,2=$ $=0,16$	$0,1/2,0=$ $=0,05$	$0,0265/3,2=$ $=0,008$	$0,015/3,2=$ $=0,005$	$0,3/3,2=$ $=0,094$
11	Вид остаточної механічної обробки необхідної для забезпечення точності розмірів деталі (табл. 7, ГОСТ 26645-85)	-	чорнова	чорнова, напівчистова, чистова	чорнова, напівчистова, чистова, тонка	чорнова, напівчистова, чистова, тонка	чорнова, напівчистова
12	Допуск форми на розташування поверхонь вилівка	-	0,80	1,0	0,80	0,80	0,80
13	Допуск форми на розташування поверхонь деталі	-	0,25	0,005	0,013	0,0075	0,15

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8
14	Співвідношення між допусками форми та розташування для деталей та виливка	-	$0,25/0,80=$ $=0,31$	$0,005/1,0=$ $=0,005$	$0,013/0,80=$ $=0,016$	$0,0075/0,80=$ $=0,0093$	$0,15/0,80=$ $=0,19$
15	Вид остаточної механічної обробки, необхідної для забезпечення точності форми та розташування поверхонь деталі (табл.8 ГОСТ 26645-85)	-	чорнова	чорнова, напівчистова, чистова, тонка	чорнова, напівчистова, чистова	чорнова, напівчистова, чистова	чорнова
16	Вид остаточної механічної обробки для забезпечення заданої шорсткості поверхні [4.11]	-	чорнова, напівчистова	чорнова, напівчистова, чистова	чорнова, напівчистова, чистова	чорнова, напівчистова, чистова	чорнова, напівчистова
17	Прийнята остаточно обробка для забезпечення заданої якості деталі	-	чорнова, напівчистова	чорнова, напівчистова, чистова, тонка	чорнова, напівчистова, чистова, тонка	чорнова, напівчистова, чистова, тонка	чорнова, напівчистова
18	Загальний припуск на сторону (8 ряд припусків)	-	3,4	3,6*	4,3	4,3	3,4
19	Технологічний напуск на сторону внаслідок формувальних уклонів	0,55	0,55	-	-	-	-
20	Остаточний розмір виливка	$174,6\pm 2,2$	$132,4\pm 2,0$	$70,7\pm 1,8$	$16,4\pm 1,0$	$39,4\pm 1,2$	$18,1\pm 1,2$

Допуск зміщення виливка по площині рознімання форми (пункт 2.7 ГОСТ 26645-85) визначаємо для найтоншої стінки виливка, яка перетинає площину рознімання. Такою найтоншою стінкою є відстань між отвором $\varnothing 25$ мм та поверхнею R 57 мм. Для товщини стінки $57-12,5 = 44,5$ мм допуск на зміщення по площині рознімання дорівнює $3,2(\pm 1,6)$ мм (табл. 1 ГОСТ 26645-85 клас точності 11Т).

З іншого боку допуск зміщення, викликаний перекосом стержня, визначаємо за пунктом 2.8 ГОСТ 26645-85. З креслення деталі видно, що найтоншою стінкою виливка є стінка між зовнішнім контуром виливка R57 мм та отвором $\varnothing 48$ мм (товщина стінки $57-24 = 33$ мм). У зв'язку з тим, що стінка формується за допомогою стержня і враховуючи високі вимоги до отвору, допуск зміщення, викликаний перекосом стержня, призначаємо на 2 класи точнішим від класу розмірної точності виливка (тобто як для 9-го класу точності), він дорівнює $1,8(\pm 0,9)$ мм.

Згідно з розділом 2.5 цієї роботи та розділом 5 ГОСТ 26645-85 остаточно точність виливка позначається:

Точність виливка 11Т-4-14-10 зм.1,8 ГОСТ 26645-85.

Загальний допуск елементів виливка, котрий враховує спільний вплив допуску розмірів та допуску форми і розташування поверхонь (пункт 2.9 ГОСТ 26645-85) визначаємо за табл. 16 ГОСТ 26645-85 та заносимо в рядок 3 табл. 1. Одержані допуски будуть остаточною на розміри виливка. Згідно з пунктом 2.10 та табл. 3 ГОСТ 26645-85, допуск нерівностей для поверхонь 14-го ступеня точності дорівнює 1,0 мм.

Згідно з пунктами 3.1, 3.2 та табл.4 ГОСТ 26645-85 допуск маси виливка дорівнює 12% ($\pm 6\%$).

При визначенні припусків на механічну обробку різанням згідно з пунктом 4.1.1 ГОСТ 26645-85 допускається за табл. 5 призначати мінімальні ливарні припуски на обробку неточних поверхонь з високою шорсткістю. Тобто на поверхні, які можна одержати обробкою різанням за одну чорнову операцію (як правило, це поверхні 12-го та більшого квалітетів точності з шорсткістю Ra 12,5 та вищою). За точністю розмірів до таких поверхонь можна віднести поверхні деталі з розмірами $125 \text{ h}14$ та $21,5 \pm 0,1$ мм. Але за шорсткістю поверхні $125 \text{ h}14$ (Ra 3,2) та $21,5 \pm 0,1$ мм (Ra 1,6) потребують чоррової та напівчистої обробки. Тобто ні на одну з поверхонь, наведених у табл. 1, не можна призначати мінімальний ливарний припуск.

При визначенні загальних припусків велике значення має прийнята схема базування та відстань від технологічної бази до оброблюваної поверхні. При обробці поверхонь E, D, K, L та отворів A, B приймаємо базування (рис.2) на опорні пластини (установочна база з теоретичними опорними точками 1,2,3 ГОСТ 21495-76) та в двох самоцентруючих призмах, які базують заготовку за

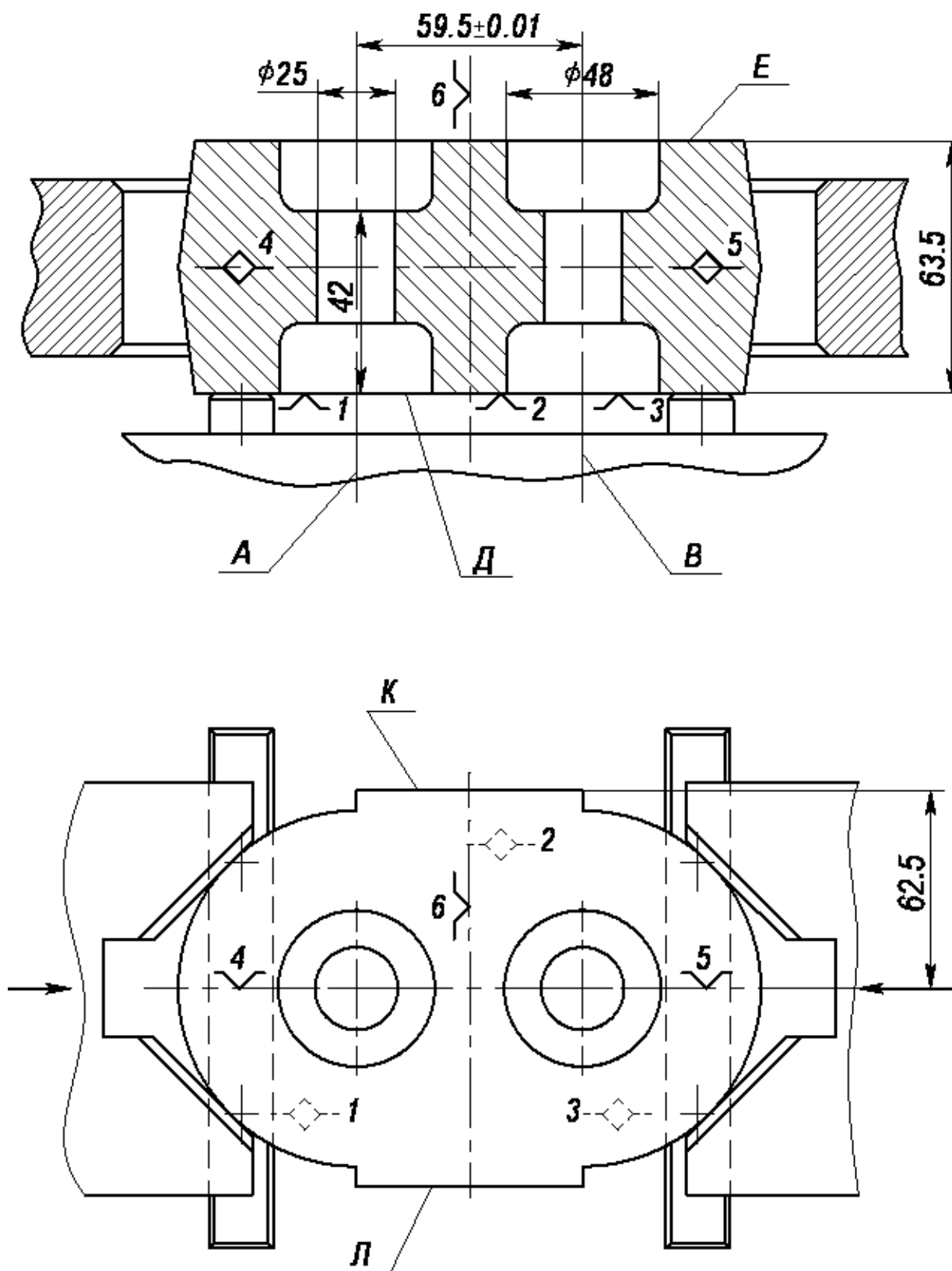


Рис.2. Схема базування корпусу по необроблених поверхнях (на перших операціях)

двома взаємно-перпендикулярними осями симетрії (подвійна опорна база з умовними точками 4,5 та опорна база з умовною опорною точкою 6), Таке базування дозволяє витримати високу симетричність оброблюваних отворів А та В і поверхонь К та Л відносно необроблюваних поверхонь заготовки R57 мм.

При обробці поверхонь В та Д торцевою фрезою на вертикально-фрезерному верстаті відстань від технологічної бази до оброблюваної поверхні дорівнює 63,5 мм. При визначенні загального допуску на цю відстань слід ураховувати допуск на відхилення форми та розміщення поверхонь, При визначенні загального припуску на обробку поверхонь Б та Д ураховуємо, що ці поверхні використовуються як взаємні бази і згідно з пунктом 4.2.1 ГОСТ 26645-85 припуск на їх обробку призначаємо за половинними значеннями допуску вилівка на розмір 63,5 мм (тобто на відстань між протилежними поверхнями вилівка).

При обробці поверхонь К та Л у поворотному пристрої на горизонтально — фрезерному верстаті з консольним кріпленням торцевої фрези, спочатку за чорновий та напівчистовий переходи обробляємо поверхню К, повертаємо без переустановки заготовку разом з поворотною частиною пристрою на 180° навколо вертикальної осі і аналогічно обробляємо поверхню Л. У цьому випадку відстань від технологічної бази до оброблюваної поверхні дорівнює 62,5 мм.

При обробці отворів А та В з одного боку на свердлильно-розточувальному верстаті з ЧПУ необхідно ураховувати не тільки відстань від технологічної бази до осі отвору, що дорівнює 29,75 мм, але також і діаметр оброблюваного отвору, тобто відстань від технологічної бази до найвіддаленішої точки оброблюваної поверхні. Для отвору $\varnothing 48$ мм такою відстанню є $29,75 + 48/2 = 53,75$ мм. а для отвору $\varnothing 25$ мм - $29,75 + 25/2 = 42,25$ мм. При обробці цих отворів з другого боку заготовка буде базуватися на чистові технологічні бази, що може привести до зменшення припуску на обробку. Але у зв'язку з тим, що деталь симетрична і практично важко відрізнити один бік від іншого, то на обидва боки припуск на обробку отворів призначаємо за максимальним значенням.

При обробці отвору $\varnothing 48$ мм на глибину 21,5мм відстань від технологічної бази до оброблюваної поверхні дорівнює 42мм.

Загальні допуски на відстань від технологічної бази до оброблюваної поверхні визначаємо за табл.16 ГОСТ 26645-85 і заносимо в рядок 8 табл. 1.

У зв'язку з тим, що величина припуску на обробку залежить від кількості переходів, то для визначення кількості переходів механічної обробки різанням необхідно визначити співвідношення між допусками на розміри деталі та вилівка від бази обробки до оброблюваної поверхні (рядок 10, табл. 1) і за

табл.7 ГОСТ 26645-85 визначити кількість переходів, необхідних для забезпечення заданої точності розмірів.

При визначенні допуску деталі на розмір від бази до оброблюваної поверхні $\varnothing 25^{+0,033}$ мм урахуємо міжцентрову відстань $59,5 \pm 0,01$ мм.

Тобто цей допуск для розміру $\varnothing 25$ мм буде $0,033/2 + 0,01 = 0,0265$ мм. Аналогічно для $\varnothing 48$ мм ($- 0,005, -0,015$) маємо $0,01/2 + 0,01 = 0,015$ мм.

При визначенні допуску деталі на відстань від технологічної бази для розміру 21,5 мм урахуємо, що допуск на розмір 63,5 мм, з яким співпадає вимірювальна база, дорівнює 0,1 мм і крім того допуск на глибину отвору дорівнює 0,2 мм.

При визначенні допуску деталі на відстань від технологічної бази до оброблюваної поверхні для розміру $125_{-1,00}$ мм приймаємо його рівним 0,5 мм (тобто половині допуску на розмір) з урахуванням розміщення технологічної бази по осі симетрії, а для розміру 63,5 мм – рівним 0,1 мм (тобто допуску на розмір) тому, що тут співпадають технологічна та вимірювальна бази.

Для визначення кількості операцій (переходів) механічної обробки, необхідних для забезпечення заданої точності форми та розташування поверхні деталі за табл. 8 ГОСТ 26645-85, визначаємо співвідношення між допусками форми та розташування поверхонь деталі та вилівка. При цьому для вилівка, за виключенням розміру 63,5 мм, на який заданий допуск форми, приймаємо допуск форми рівним 25% від допуску на розмір від бази до оброблюваної поверхні вилівка (рядок 12, табл. 1).

Для поверхонь деталі, за винятком поверхонь Д та Е (розмір 63,5 мм), сумарний допуск форми та розташування обробленої поверхні деталі приймаємо рівним 50% від допуску розміру від бази до оброблюваної поверхні деталі.

У багатьох випадках кількість переходів механічної обробки різанням може визначатися шорсткістю обробленої поверхні, їх визначаємо за допомогою довідників [17; 11].

Остаточний прийнятий порядок обробки заносимо в рядок 17 табл. 1.

Згідно з табл. 15 ГОСТ 26645-85 приймаємо середній рівень точності обробки на верстатах з ЧПУ та неавтоматизованому обладнанні високої точності.

За табл. 6 ГОСТ 26645-85 визначаємо припуски на механічну обробку поверхонь як для 6-го ряду припусків, а для поверхонь Д(Е), які займають верхнє положення при заливанні форми розплавом, як для 8-го ряду припусків.

При визначанні розмірів вилівка необхідно урахувати вплив формувальних уклонів. Формувальні уклони по зовнішньому контуру призначаємо в сторону збільшених номінальних розмірів вилівка. Згідно з ГОСТ 3212-80 формувальні уклони для зовнішніх поверхонь приймаємо

рівними $0^{\circ}48'$ і округляємо до 1° [1; 6]. Величину технологічного напуску на сторону визначаємо за формулою $x = h \times \operatorname{tg}1^{\circ} = 31,75 \times 0,0175 = 0,55\text{мм}$, де h – висота поверхні з укладом. Очевидно, що на величину технологічного напуску будуть збільшені остаточні розміри необроблюваних поверхонь деталі.

У зв'язку з тим, що отвори у виливку корпусу насоса утворюються за допомогою стержнів, що формуються в стержньових ящиках з площиною рознімання, яка проходить через вісь стержня, формувальні уклони в отворах виливка не передбачені.

Остаточний розмір виливка згідно з пунктом 1.1 ГОСТ 26645-85 визначаємо як суму середнього розміру деталі і загального припуску на обробку та технологічного напуску і округляємо до десятих часток мм.

Не указані радіуси литих галтелей та закруглень приймаємо в границях 3...5 мм [1].

На основі викладеного, керуючись ГОСТ 3.1125-88 та рекомендаціями, наведеними в [22], розробляємо креслення виливка та технічні умови на його виготовлений (дод. 4).

При розробці ескізів елементів ливарної форми (рис 3-5) та креслень модельної оснастки приймаємо коефіцієнт лінійної усадки чавуну рівним 1,2% [23]. Розміри стержньових знаків приймаємо за ГОСТ 3606-80.

2.6.3. Визначенні маси виливка

Згідно з ГОСТ 26645-85 за номінальну масу виливка слід приймати масу виливка з номінальними розмірами.

Маса виливка, г:

$$Q = V \cdot \gamma \quad (1)$$

де V – об'єм виливка, см^3 ; γ – густина матеріалу, $\text{г}/\text{см}^3$ ($\gamma=7,1 \text{ г}/\text{см}^3$).

Повний об'єм виливка дорівнює сумі об'ємів елементарних тіл, з яких складається виливок; у даному випадку, виходячи з ескіза заготовки (рис. 3):

$$V = 2V_1 + V_2 + 2V_3 - 2V_4 - 4V_5. \quad (2)$$

Об'єм елементарних тіл визначаємо з ескіза заготовки (рис. 3), ураховуючи, що формувальні уклони на зовнішніх поверхнях дорівнюють 1° ($\operatorname{tg}1^{\circ}= 0,0175$), а на внутрішніх поверхнях формувальні уклони не передбачені:

$$2V_1 = 3,14(57 + 57,55/2)^2 \cdot 70,7 = 728249\text{мм}^3 = 728,25\text{см}^3;$$

$$V_2 = 59,5(125 + 132,4)/2 \cdot 70,7 = 541396\text{мм}^3 = 541,40\text{см}^3$$

$$2V_3 = 2 \cdot 8,65 \cdot 59,5 \cdot 70,7 = 72775\text{мм}^3 = 72,78\text{см}^3$$

$$2V_4 = 2 \cdot 3,14 \cdot 8,2^2 \cdot 34,5 = 14568\text{мм}^3 = 14,57\text{см}^3$$

$$4V_5 = 4 \cdot 3,14 \cdot 19,7^2 \cdot 18,1 = 88227\text{мм}^3 = 88,23\text{см}^3$$

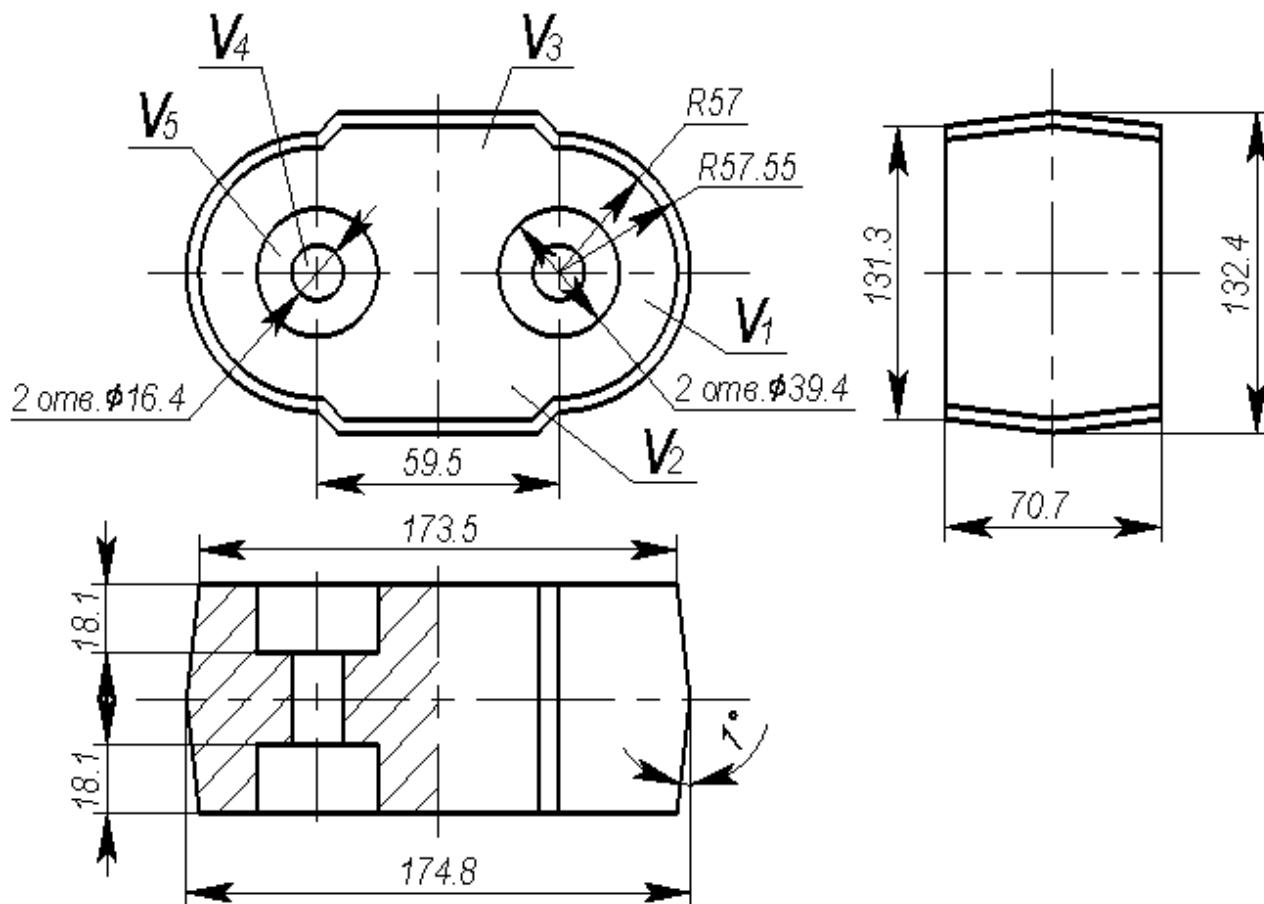


Рис. 3. Ескіз до визначення об'єму вилівка

Підставивши в (2) значення об'ємів елементарних тіл, знаходимо повний об'єм вилівка:

$$V = 728,25 + 541,40 + 72,78 - 14,57 - 88,23 = 1239,63\text{см}^3$$

Маса вилівка за (1):

$$Q = 1239,63 \cdot 7,1 = 8801,4\text{г} = 8,80\text{кг}$$

Ураховуючи допуск маси $\pm 6\%$, остаточно масу вилівка приймаємо $8,8 \pm 0,53$ кг.

Визначаємо коефіцієнт використання металу:

$$K_{\text{вм}} = q/Q = 6,46/8,80 = 0,73,$$

де q, Q - маса відповідно деталі та вилівка.

2.6.4. Підбір та розрахунок елементів ливникової системи

При машинному формуванні невеликих виливків у двох півформах з горизонтальною площиною рознімання найчастіше застосовують бокову ливникову систему (ЛС), коли метал підводиться у площині рознімання форми. Така ЛС забезпечує мале розмивання форми, добре очищує метал від шлаку, полегшує процес формування. При литті чавуну рекомендується застосовувати елементи системи, що звужуються за площею поперечного перерізу, тобто:

$$F_{ст} > F_{шл} > F_{ж};$$

де $F_{ст}$, $F_{шл}$, $F_{ж}$ – площа відповідно поперечного перерізу стояка, шлакоуловлювача та живильника.

ЛС, які звужуються, зменшують вірогідність підсмоктування повітря або газу, забезпечують добре затримання шлаку, збільшують швидкість проходження металу через найменший переріз.

Мінімальна площа поперечного перерізу одного з елементів ЛС, у даному випадку – живильника [2;3;22], см²:

$$F_{ж} = 1000Q / \tau \mu \gamma \sqrt{2g \cdot H_p} \quad (3)$$

де Q – маса матеріалу, що проходить через найменший переріз, кг;

τ – оптимальний час заповнення форми розплавом, с:

$$\tau = S \cdot (\delta \cdot Q)^{1/3}, \quad (4)$$

де S – коефіцієнт, що залежить від конфігурації виливка та товщини стінки; δ – переважна товщина стінки виливка, мм; μ – коефіцієнт витрат ливникової системи, який враховує втрати на тертя, повороти та ін.; γ – густина металу, г/см³; g – прискорення вільного падіння, см/с²; H_p – розрахунковий статичний напір металу при заливанні (визначається згідно [3; 22]), см;

$$H_p = H_0 - p^2 / 2c \quad (5)$$

де H_0 – початковий напір, см; p – відстань від площини підводу живильників до верху виливка, см; c – висота виливка за положенням у формі, см.

Розрахунок виконуємо у такій послідовності.

Для даного виливка: $\delta = 38$ мм; $Q = 8,80$ кг; $S = 1,7$ [3, с. 135]. Підставивши ці значення в (4), знаходимо:

$$\tau = 1,7 \cdot \sqrt[3]{38 \cdot 8,80} = 11,8 \text{ с},$$

Щоб визначити статичний напір металу при заливанні, знаходимо згідно[22] $H_0 = 11$ см. Оскільки при підведенні розплаву у площині рознімання симетричної форми у відповідності з [3, с. 134] $p = c/2$ (у даному випадку $p=7.07/2 = 3,54$ см), вираз (5) набуває вигляду :

$$H_p = H_0 - c/8 \quad (6)$$

Підставивши в (6) $c = 7,07$ см, отримаємо:

$$H_p = 11 - 7,07/8 = 10,12 \text{ см}$$

Згідно [2, с.47] для сирій форми при одному повороті струменя розплаву на 90° , що викликано застосуванням багатомісної форми, $\mu = 0,42$.

Для наведених умов мінімальна площа перерізу живильника для одного виливка за (3):

$$F_{ж} = 1000 \cdot \frac{8,80}{11,8} \cdot 0,42 \cdot 7,1 \sqrt{2 \cdot 980 \cdot 10,12} = 1,78 \text{ см}^2$$

З нормального ряду приймаємо: $F_{ж} = 1,8 \text{ см}^2$; кількість – 4;

$$\Sigma F_{ж} = 1,8 \cdot 4 = 7,2 \text{ см}^2$$

Визначаємо розміри інших елементів ЛС за співвідношенням [3. с. 136]:

$$F_{ж.} : F_{шл.} : F_{ст.} = 1 : 1,1 : 1,15,$$

У зв'язку з тим, що кожен шлакоуловлювач подає розплав на 2 виливки (рис. 1)

$$F_{шл} = 2 \cdot 1,8 \cdot 1,1 = 3,96 \approx 4 \text{ см}^2 \text{ кількість} - 2;$$

$$\Sigma F_{шл} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ см}^2$$

Розміри поперечного перерізу трапецієвидного живильника для кожного виливка приймаємо (рис.4) з нормалізованого ряду [2, с.49].

Довжину живильників приймаємо в границях 10...50 мм [2, с.49], виходячи з конструктивних розмірів форми (рис. 1). Для полегшення відділення живильника передбачаємо на ньому пережими. Розміри поперечного перерізу шлакоуловлювача (рис.5) приймаємо з нормалізованого ряду [2, с.48].

Для повного затримання шлаку та полегшення формування живильника розміщуємо в нижній, а шлакоуловлювачі – у верхній півформі. Шлакоуловлювачі для надійнішого шлакоутримання повинні бути довшими від місця приєднання живильника на 10...20 мм.

Площу поперечного перерізу стояка визначаємо з умови заливання чотирьохмісної форми (рис. 1) через один стояк і остаточно приймаємо рівною (з урахуванням остаточно вибраного нормалізованого перерізу шлакоуловлювача і щоб витримати необхідне співвідношення площ поперечних перерізів елементів ЛС).

$$F_{ст} = 8 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 8,3 \text{ см}^2,$$

звідки мінімальний діаметр стояка $d_{ст} = 32,6$ мм. Для полегшення машинного формування стояк виконуємо з конусністю 1...3°.

Розміри ливникової чаші (рис.6) визначаємо, виходячи з рекомендацій, наведених у [2, с.49].

Великі розміри чаші вимагають збільшення розмірів верхньої опоки або застосування приставної керамічної чаші. Застосовуємо приставну чашу.

Переріз випору в основі приймаємо рівним 1/2... 3/4 від перерізу стінки виливка [2, с.49]. Але оскільки виливок не тонкостінний, то приймаємо діаметр

випору, що безпосередньо прилягає до виливка, рівним 16 мм з пережимами для полегшення відділення, тобто площі поперечного перерізу випору та живильника рівні.

Довжину знаків стержнів у сирих формах приймаємо згідно з ГОСТ 3606-80.

Ураховуючи невелику усадку чавуну, додатки не передбачаємо.

На основі викладеного і у відповідності з ГОСТ 3.1125-88 розробляємо ескіз елементів ливарної форми (дод.5). Через нестачу місця розміри ливникової чаші наведені не в масштабі і показана тільки частина ливарної форми.

2.6.5. Підбір формувальної та стержньових сумішей

Для лиття в піщано-глинисті сирі форми чавунних виливків рекомендується застосовувати суміші, що включають міцнозв'язуючі глини або монтморилоніт, як зв'язуючий матеріал, а для формування по-сухому – середньозв'язуючі глини.

Для лиття по-сирому вибираємо суміш з зерновим складом 01А-О16А, у яких частка глинистої складової – 8-10%; газопроникність – 25–50 од.; границя міцності при стисканні у вологому стані – 29,4...49 кПа, вологість – 4,0...5,5% [3, с.52]. Як зв'язуючий матеріал формувальна суміш включає міцнозв'язуючі глини, що забезпечує підвищену міцність і добру формівність. Вибираємо монтморилонітову глину марки 1/1 Т₁ з границею міцності при стисканні у вологому стані 127 кПа.

Вибираємо стержень III класу - середньої складності для одержання у виливку порожнин, до якості яких пред'являються підвищені вимоги.

Для виготовлення стержнів III класу вибираємо холоднотвердіючі стержньові суміші (ХСС) на синтетичних смолах з такими характеристиками:

зв'язуючі - смола БС-40 (2,8%);

каталізатор - ортофосфорна кислота(1,8%);

живучість - 1,5... 2 хв;

тривалість тверднення в ящику – 6...7 хв;

границя міцності при розтягуванні - 685...785 кПа.

Для зміцнення стержнів застосовуємо сталеву арматуру діаметром 4 мм. Площина рознімання стержньового ящика та напрям набивання показані в дод.5.

Знаки і зазори між знаками стержня та формою - за ГОСТ 3606-80.

2.6.6. Вибір обладнання та оснастки

Для виготовлення півформ вибираємо формувальну машину моделі 91226Б – вібропресовий напівавтомат з штифтовим підніманням опок.

Найбільші внутрішні розміри опоки – 500×400×200 мм. Хід витяжки - 150 мм, максимальна вантажопідйомність -150 кг.

Для виготовлення стержнів вибираємо стержньову машину моделі 283 (ручна струшуюча з перекидним столом, пересувна на колесах). Максимальна маса стержня – 15кг. Найбільші розміри стержньового ящика 400×300×200 мм. Продуктивність -10 стержнів за годину.

Машинне формування виконуємо у двох чотиримісних опоках; форма складається з верхньої та нижньої півформ. Застосовуємо металеві модельні плити та металевий стержньовий ящик.

2.6.7. Заливання форми та термічна обробка виливка

Чавун плавимо в шахтній печі - вагранці. Температура розплаву чавуну при випусканні з вагранки - не нижча 1320°C [2, с.54]. Тривалість охолодження в формі чавунних виливків корпусу до 200°C, розрахована за формулою В.В.Кнорре [3, с.264], дорівнює 2,42 г. Але у зв'язку з тим, що виливок товстостінний, його можна вибивати при 600 °С, тобто тривалість охолодження зменшується до 0,8... 1 г.

Вибивання виливків виконуємо за допомогою вибивних транспортуючих ґраток моделі 31241 [2, с.220], а видалення стержнів - за допомогою прохідної періодичної дії електрогідролічної установки моделі 36213 [2, с.263].

Ливники та випори видаляємо за допомогою обрубувальних пресів і зачищаємо абразивними кругами. Для очищення виливків застосовуємо установку дробометальну моделі 42237 [2, с.264].

Для поліпшення якості виливка застосовуємо низькотемпературний відпал, який включає нагрівання заготовок до 600 ... 700 °С, витримування при цій температурі протягом 5 г і охолодження разом з піччю.

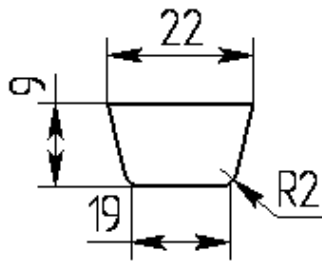


Рис. 4. Переріз живильника

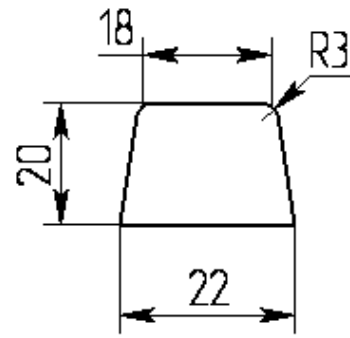


Рис. 5. Переріз шлакоуловлювача

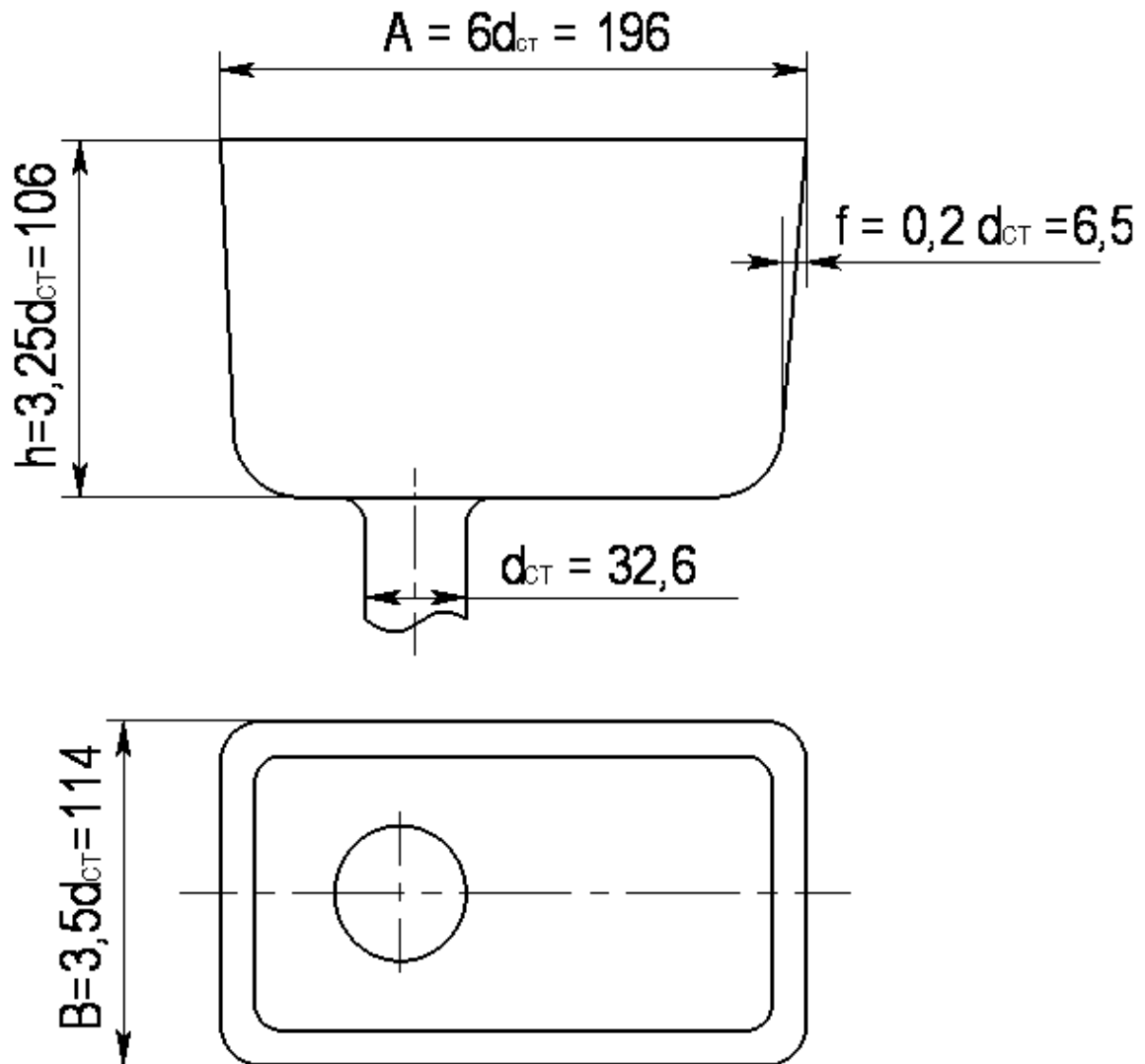


Рис. 6. Схема ливникової чаші

2.6.8. Контроль якості виливків

Оскільки корпус насоса працює при високому тиску, до нього пред'являються підвищені вимоги щодо міцності та герметичності.

При контролі необхідно виконати зовнішній огляд на відсутність дефектів у відповідності з вимогами креслення, а також за допомогою шаблонів, мірятьних інструментів та спеціальних контрольних пристроїв перевірити геометричні розміри виливка.

Механічні властивості матеріалу виливків перевіряють згідно з ГОСТ 1412-85, а хімічний склад - згідно з ГОСТ 7565-81 для кожної плавки; відсутність раковин, пористості та неметалевих включень проконтролювати за допомогою рентгеноскопії.

Відбір зразків для визначення мікроструктури чавуну і її оцінку виконують за ГОСТ 3443-87.

Внутрішні порожнини готової деталі випробовують на міцність та щільність під гідравлічним тиском 15 МПа з витриманням не меншим 5 хв.

2.7. Визначення вартості виливка

Вихідні дані для розрахувати вартості виливка:

матеріал виливка - чавун СЧ 20 ГОСТ 1412-85;

маса деталі - $q = 6,46$ кг;

маса виливка - $Q = 8,80$ кг;

спосіб виготовлення - литтям у піщано-глинисті форми з машинним формуванням за металевими моделями;

точність виливка 11т - 4-14-10 зм. 1,8 ГОСТ 26645 - 85;

група серійності - 3;

група складності - 2,

термічна обробка - відпал;

грунтування виливка – не застосовується.

Вартість литих заготовок визначається за [21] або за методикою, наведеною в [22].

Розрахуємо за укрупненими показниками вартість виготовлення виливка [22], крб (у цінах 1990р.):

$$S_{\text{заг}} = Ci/1000 \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_{\text{сер}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{тер}} \cdot K_G \cdot K_B - (Q - q)S_{\text{відх.}}/1000. \quad (7)$$

У цій формулі:

$Ci = 381$ крб – базова оптова ціна 1 т виливків з СЧ 20 ГОСТ 1412-85 (табл. Д.4.10 [22]);

- K_m – -доплати та знижки за відхилення вимог до точності розмірів виливків від базових (за табл. Д.4.1 та Д.4.2 [22] для наших умов $k_T=1,075$);
- K_M – -доплати та знижки за відхилення вимог до точності маси виливків від базових (за табл.Д.4.1 та Д.4.2 [22] для наших умов $k_M=1,055$);
- K_c – -доплата за поставку виливків з потоншеними проти базових товщин стінками (згідно з табл. Д.4.3, Д.4.4, та Д.4.5 [22] у нашому випадку виливок товстостінний, тому $k_c=1,00$);
- $K_{сер}$ – -доплати та знижки за серійність (у нашому випадку згідно з табл. Д.4.6 [22] для групи серійності 5 доплати відсутні, тобто $k_{сер}=1,00$);
- K_{np} – -коефіцієнт, що враховує доплати у залежності від призначення виливка (згідно з табл.. Д.4.7 [22] виливок корпусу насоса можна віднести до групи виливків відповідального призначення, тому $k_{np}=1,03$);
- $K_{тер}$ – -коефіцієнт, що враховує доплати за термічну та термохімічну обробку (для нашого випадку за табл. Д.4.8 [22] вартість відпалу становить додатково до оптової ціни $15/381 = 0,04$, тобто $k_{тер}=1,04$);
- K_2 – -доплата за ґрунтування виливків (у нашому випадку ґрунтування не застосовується, тому згідно з табл. Д.4.9 [22] доплата відсутня, тобто $k_T=1,00$);
- K_6 – -коефіцієнт, що враховує доплату за спеціальні випробування (у нашому випадку такі випробування не передбачені, тому $k_B=1,00$).

$S_{відх} = 24,8$ крб. – вартість 1 т відходів (стружки), табл. Д.4.14 [22]

Остаточна вартість виливка корпусу насоса (у цінах 1990 р.) визначиться за (7):

$$S_{заг} = 381/1000 \cdot 8,80 \cdot 8,80 \cdot 1,075 \cdot 1,055 \cdot 1,00 \cdot 1,03 \cdot 1,04 \cdot 1,00 \cdot 1,00 - (8,80 - 6,46)24,8/1000 = 4,01 \text{крб.}$$

Вартість виливка корпусу насоса у гривнях:

$$S_{заг.грн.} = K \cdot S_{заг} = 27 \cdot 4,01 = 108,5 \text{ грн.}$$

Порівнюючи вартість виготовлення заготовки різними способами, можна вибрати найдешевший. Але для одержання мінімальної собівартості готової деталі необхідно також урахувати вартість механічної обробки заготовки.

2.8. Охорона праці та навколишнього середовища

При експлуатації формувальних і стержньових машин у їх конструкції необхідно передбачити блокування, що виключає роботу до тих пір, поки відповідні елементи механізмів не будуть знаходитися у фіксованому положенні. Пусковий пристрій для включення рухомих частин машини повинен приводитися в дію двома руками. У стержньових машинах необхідно передбачити блокування, що не допускають вдування суміші до повного підтиску стержньового ящика до вдувної плити.

При роботі в плавильних та заливальних відділеннях слід строго виконувати правила експлуатації підйимально-транспортного обладнання.

Особливо небезпечне транспортування розплавленого металу. Для розливання металу дозволяється використовувати тільки старанно перевірені, підсушені і добре підігріті ковші. У плавильних та заливальних відділеннях необхідно приділяти особливу увагу правилам пожежної безпеки. При гасінні обладнання, що знаходиться під електричною напругою, можна використовувати тільки кислотні вогнегасники.

При обробці та зачищенні виливків стаціонарні обдирно-шліфувальні верстати обладнуються захисними кожухами та місцевим відсмоктуванням пилу. Усі абразивні круги перед установленням на верстат перевіряють на міцність згідно з державними стандартами.

Робітники повинні працювати в спецодязі, спецвзутті і користуватися захисними окулярами. Усі дільниці обладнуються витяжною вентиляцією

Для економії природних ресурсів (вугілля, металу, газу, води, повітря, глини, піску та ін.) при розробці технологічних процесів необхідно намагатися зменшити їх розхід, застосовувати регенерацію формувальних та стержньових сумішей, води.

Для захисту навколишнього середовища від викидів та відходів ливарного виробництва застосовують сухі та мокрі газоочисники та пилоуловлюючі установки, фільтри для уловлювання твердих частинок палива та оксидів на вагранках.

2.9. Висновки

У результаті виконаної роботи розроблені креслення та схема технологічного процесу виготовлення вилівка корпусу насоса, визначені допуски розмірів вилівка та припуски на механічну обробку, призначені технологічні напуски, розроблений ескіз ливарної форми і виконаний розрахунок елементів ливникової системи, розроблено креслення вилівка і визначена його вартість, підібрано необхідне обладнання та оснащення.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра технології машинобудування

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА З ДИСЦИПЛІНИ
«ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЗАГОТОВОК»

Частина 1

Розробка креслення та технологічного процесу виготовлення
виливка корпусу 02.1400.011

Розробив студент гр. МТ- ... (підпис) (Петренко В.В.)

«__»_____2017 р.

Керівник роботи _____
(прізвище, ініціали)

Робота захищена з оцінкою «_____» «_____»_____2017 р.

Кількість набраних балів _____

Підпис керівника _____

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
2017

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра технології машинобудування

ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ РОБОТУ (частина 1)

З дисципліни "Проектування та виробництво заготовок"

Група _____ Студент _____ Дата видання _____

Строк виконання _____ Керівник роботи _____

Найменування завдання

Розробка креслення та технологічного процесу виготовлення литої заготовки корпусу 02.1400.011

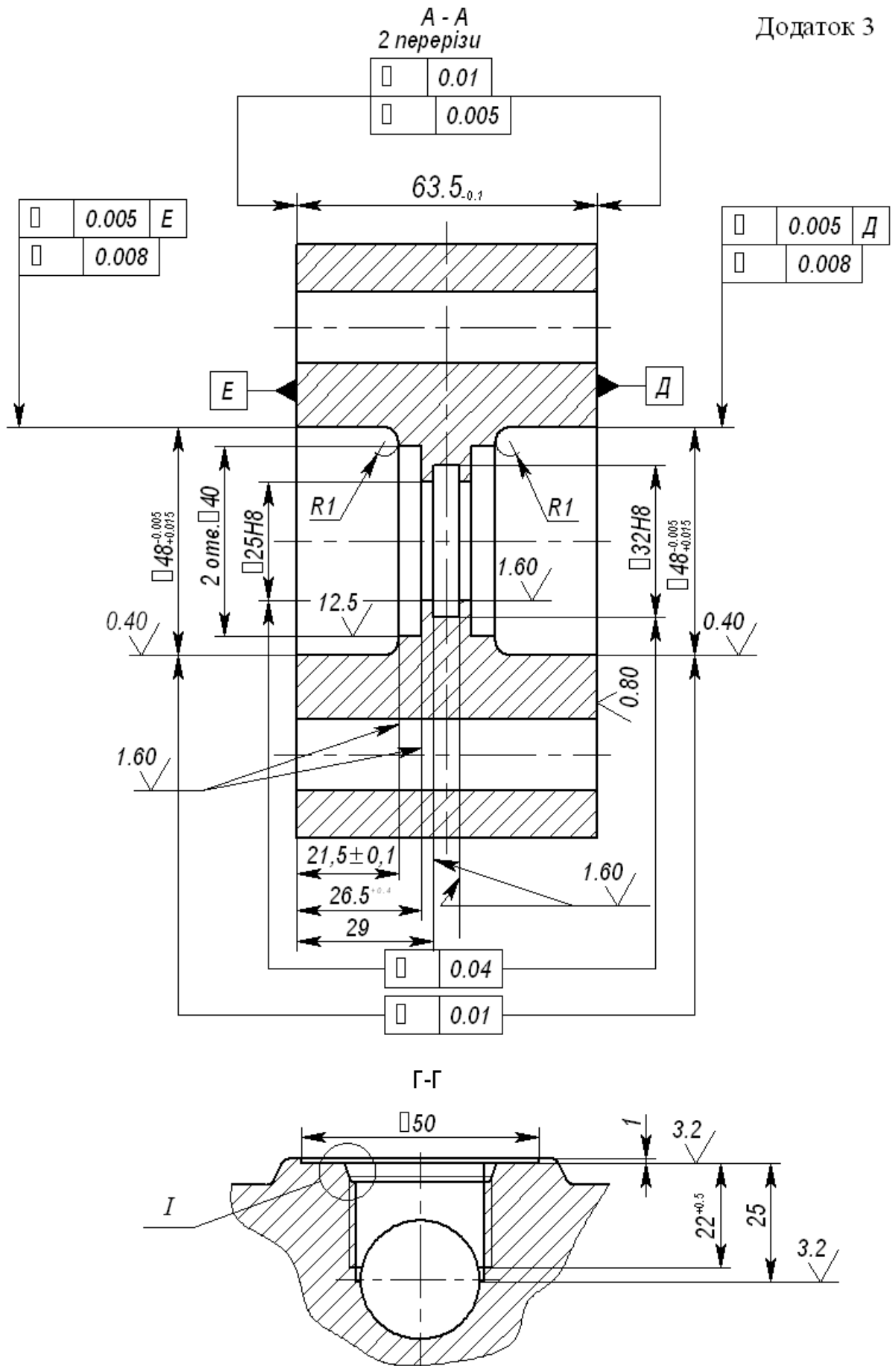
- Дані:
1. Річна програма – 16000 деталей.
 2. Креслення деталі та технічні умови її виготовлення.
 3. Методичні вказівки, стандарти, довідники, каталоги та інша література.

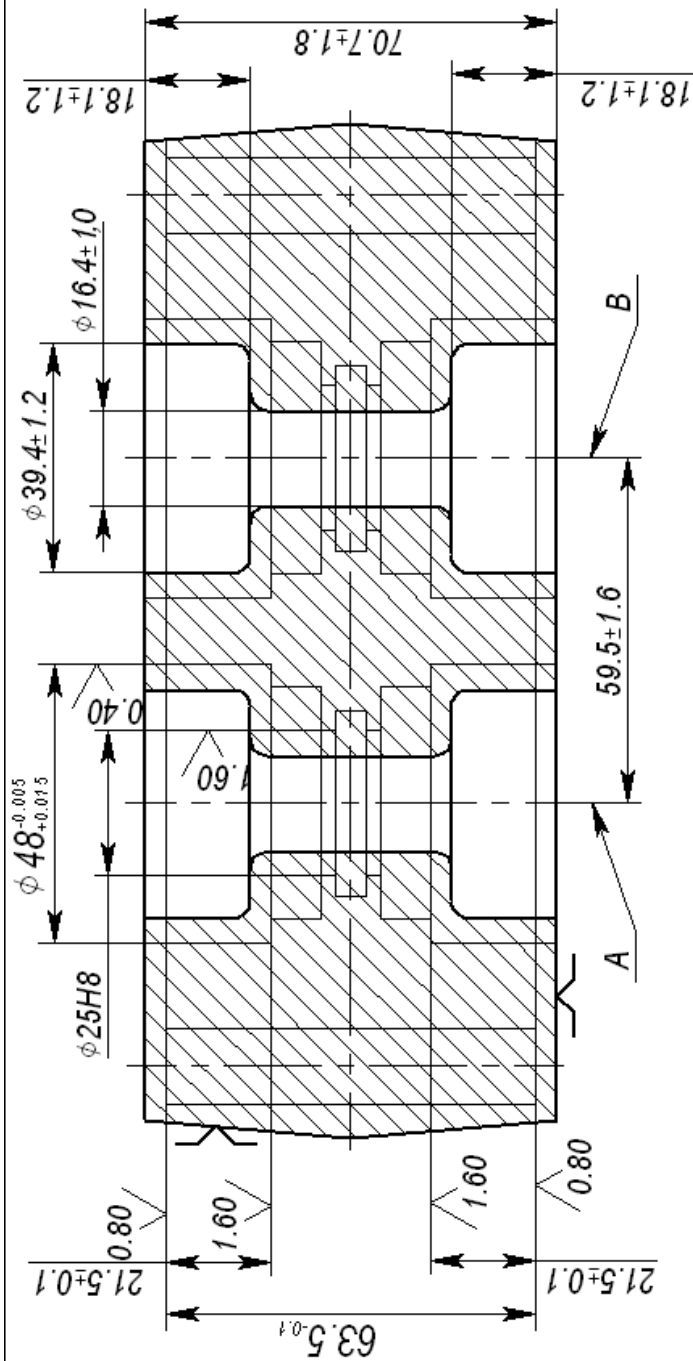
Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Призначення і конструктивні особливості деталі. Характеристика хімічних та фізико-механічних властивостей матеріалу деталі. Визначення серійності виробництва та групи складності виливка. Обґрунтування та остаточний вибір способу виготовлення виливка. Розробка схеми технологічного процесу і креслення виливка. Охорона праці та навколишнього середовища. Висновки.

Зміст графічної частини

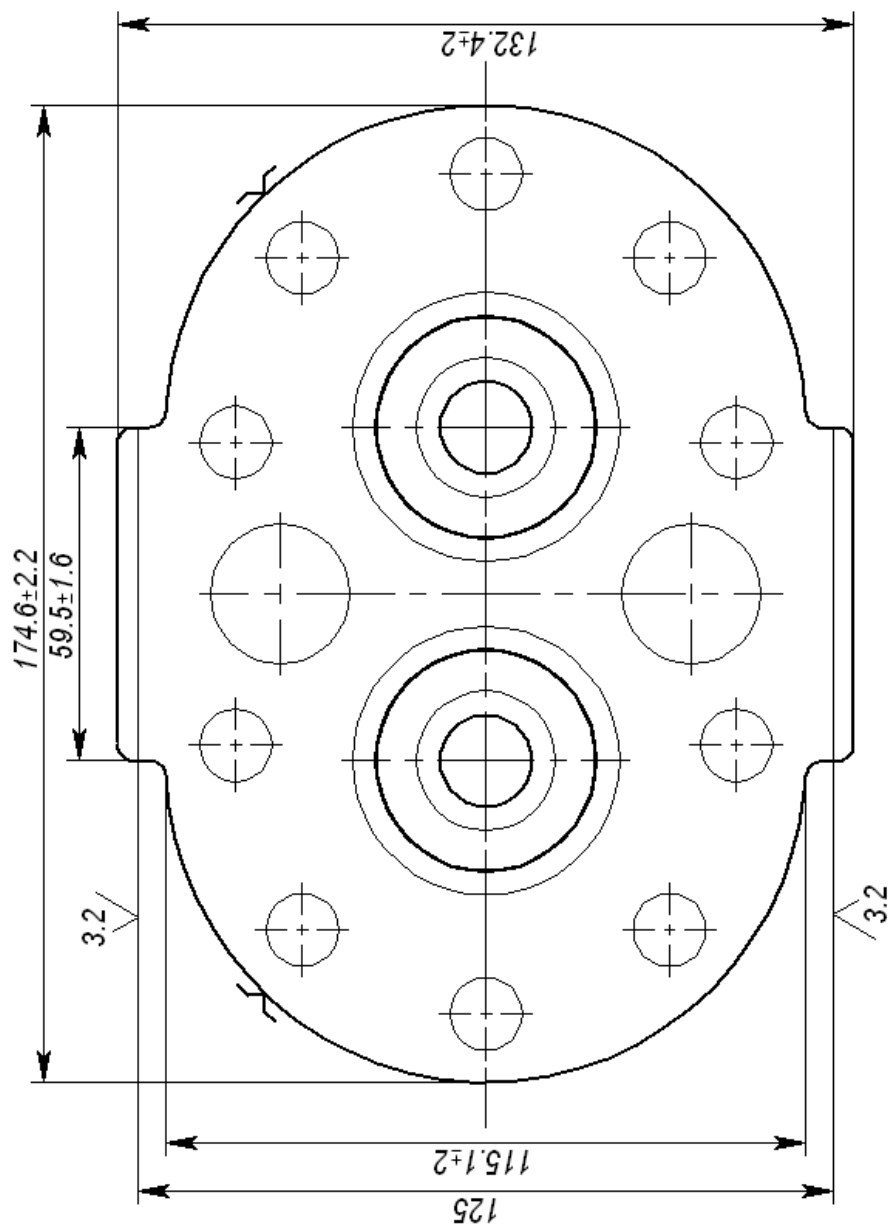
Креслення деталі. Креслення виливка. Креслення (ескіз) елементів ливарної форми.





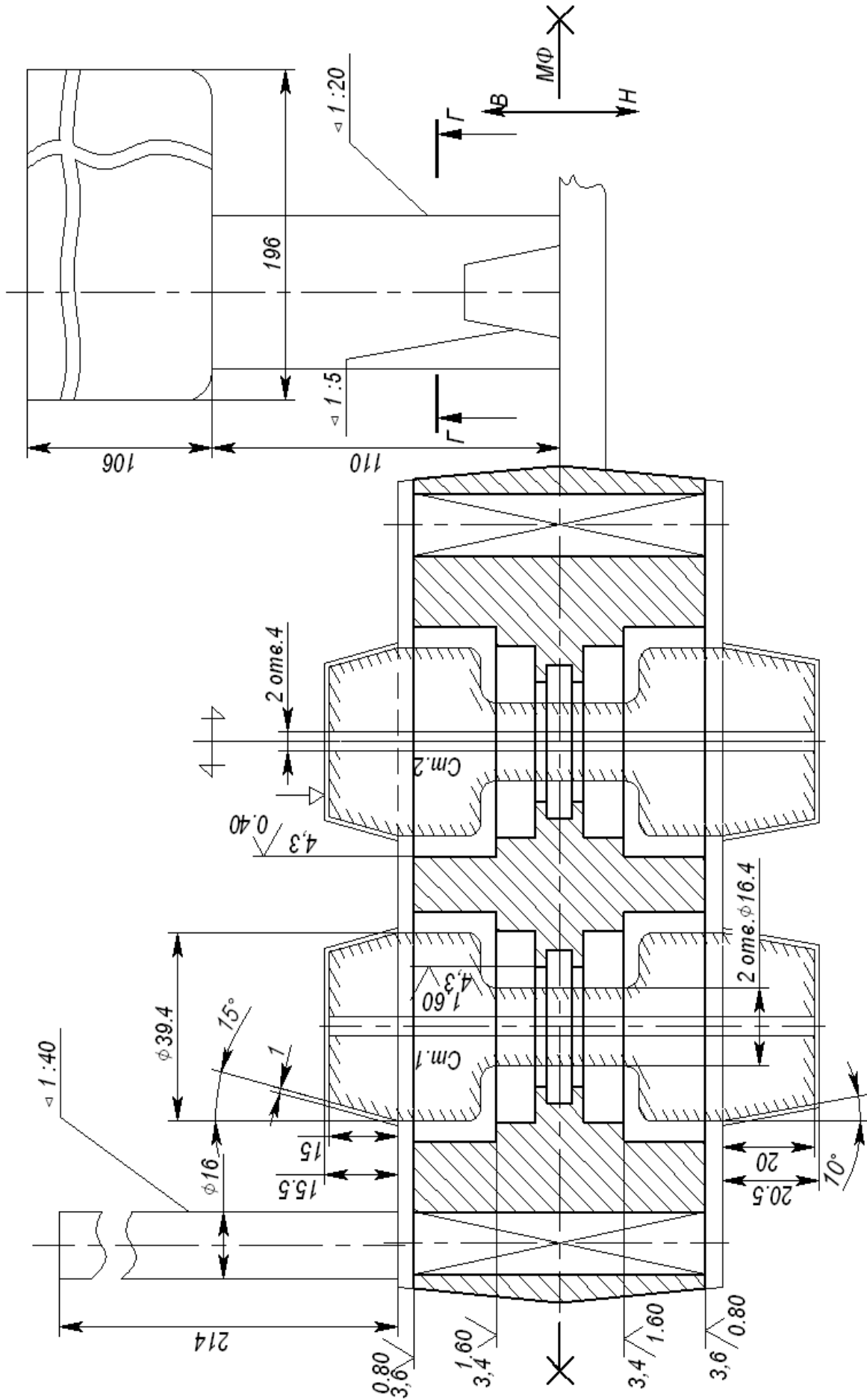
1. Точність виливка 11т-4-14-10 зм. 1,8 ГОСТ 26645-85.
2. Неуказані уклони виконати 1° . Неуказані радіуси виконати 3...5 мм.
3. Заготовка повинна бути очищена від пригару, ливники та рубчики видалити врівень.
Запішки ливників за висотою не більше 1 мм. По периметру рознімання (вікон) допускаються рубчики висотою не більше 1 мм.
4. На оброблених поверхнях допускаються дефекти, крім тріщин, що не перевищують $2/3$ припуску на механічну обробку.
5. На необроблених поверхнях допускаються окремі раковини з найбільшим виміром 3 мм, глибиною до 1 мм, у кількості не більше 5 шт.
6. Застосувати низькотемпературний відпал.

Додаток 4
(закінчення)



МТ-62.02.1400.011.239				Літ.	Маса	Маш.
Корпус (випивок)				У	8,8	1:1
СЧ20 ГОСТ 1412-85				Аркуш		Аркушів
				КПІ ММІ		
Зм.	Арт.	№ Докумт.	Підпис.	Дата		
Розроб.	Генюв В.					
Перевір.						
Т.Контр.						
Н.Контр.						
Затверд.						

Додаток 5



СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Справочник нормировщика. /Под ред. А.В. Ахумова. – Л.: Машиностроение, 1986.
2. Справочник литейщика. /В.К. Могилев, О.И. Лев. – М.: Машиностроение, 1988.
3. Технология литейного производства – 3-е изд. перераб. /Н.Д. Титов, Ю.А. Степанов. – М.: Машиностроение, 1985.
4. Курсовое проектирование по технологии машиностроения – 4-е изд. перераб. /Под ред. А.Ф. Горбачевича. – Минск: Вышэйш. шк., 1983.
5. ГОСТ 977-75. Отливки из конструкционной нелегированной и легированной стали. Общие технические требования.
6. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. Технические условия.
7. ГОСТ 1583-93. Сплавы алюминиевые литейные в чушках. Технические условия.
8. ГОСТ 3212-80. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров.
9. ГОСТ 3606-80. Комплекты модельные. Стержневые знаки.
10. ГОСТ 17819-84. Оснастка технологическая литейного производства. Термины и определения.
11. ГОСТ 18111-93. Машины литейные. Термины и определения.
12. ГОСТ 18169-86. Процессы технологические литейного производства. Термины и определения.
13. ГОСТ 19200-80. Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов.
14. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
15. ГОСТ 3.1125-88. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок.
16. ГОСТ 3.1707-84. Правила записи операций и переходов. Литье.
17. Справочник технолога машиностроителя в 2-х т. – 4-е изд. перераб. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, – М.: Машиностроение, 1986. – 665 с.
18. Справочник металлиста: в 5-ти т. – 3-е изд. перераб. – Т.3 / Под ред. А.Н. Малова. – М.: Машиностроение, 1977.
19. Каталог рабочих чертежей деталей машин для практических занятий и курсового проектирования по дисциплине «Технология машиностроения» для студентов специальностей 1201 и 1202 всех форм обучения. Часть I. /Сост. В.Г. Беланенко, Ф.Н. Абрамов, В.В. Душинский. – К.: КПИ, 1986.

20. Каталог рабочих чертежей деталей машин для практических занятий и курсового проектирования по дисциплине «Технология машиностроения» для студентов специальностей 1201 и 1202 всех форм обучения. Часть II. /Сост. Ф.Н. Абрамов, В.В. Душинский, В.Г. Беланенко. – К.: КПИ, 1989.

21. Прейскурант 25-01. Оптовые цены на отливки, поковки и горячие штамповки. – М.: Прейскурант, 1991.

22. Методичні вказівки до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок». Частина I. Розробка креслення та технології виготовлення литої заготовки. /Укл. С.С. Добрянський, Ю.М. Малафеев. – К.: НТУУ «КПІ», 2010.

23. Иллюстративный материал к лекционному и самостоятельному изучению дисциплины «Проектирование и производство заготовок» с применением ТСО. Часть I. Литые заготовки /Сост. С.С. Добрянский, С.Г.Радченко. – К.: КПИ, 1987.

ЗМІСТ

	Ст.
1. Загальні положення.....	3
1.1. Мета та завдання роботи	3
1.2. Тема та обсяг розрахунково-графічної або контрольної роботи.....	4
1.3. Оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини.....	5
1.4. Захист розрахунково-графічної роботи.....	6
2. Методичні вказівки до виконання роботи.....	6
2.1. Вступ.....	6
2.2. Призначення та конструктивні особливості деталі.....	6
2.3. Характеристики хімічних та фізико-механічних властивостей матеріалу деталі.....	8
2.4. Визначення серійності виробництва та групи складності виливка.....	9
2.5. Обґрунтування та остаточний вибір способу виготовлення виливка, призначення класу точності та ряду припусків.....	9
2.6. Розробка схеми технологічного процесу та креслення виливка.....	10
2.6.1. Розробка схеми технологічного процесу.....	10
2.6.2. Призначення площини рознімання форми та розроблення креслення виливка.....	11
2.6.3. Визначення маси виливка.....	21
2.6.4. Підбір та розрахунок елементів ливникової системи.....	23
2.6.5. Підбір формувальних і стержньових сумішей.....	25
2.6.6. Вибір обладнання та оснастки.....	26
2.6.7. Заливання форми та термічна обробка виливка.....	27
2.6.8. Контроль якості виливків.....	28
2.7. Визначення вартості виливка.....	28
2.8. Охорона праці та навколишнього середовища.....	30
2.9. Висновки.....	30
Додатки.....	31
Додаток 1. Приклад оформлення титульною аркуша.....	31
Додаток 2. Приклад оформлення завдання на роботу.....	32
Додаток 3. Креслення корпусу.....	33
Додаток 4. Креслення виливка корпусу.....	36
Додаток 3. Елементи ливарної форми.....	38
Список літератури.....	40