НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ МАШИН

До захисту допущено
Завідувач кафедри
_____ Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)
“____” _____ 2022 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему: « Розроблення конструкції прес-форми для виготовлення тонкостінної тари для продуктів харчування»

Виконав студент групи IV курсу, групи МВ
Ковтун Віолетта Едуардівна
(прізвище ім’я по батькові) (підпис)

Керівник проекту Ст. викладач, к.т.н.
Петришин А.І.
(вчена ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

КОНСУЛЬТАНТИ:

РЕЦЕНЗЕНТ:
д.т.н., доцент Струтинський С.В.
(посада, наукова ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2022

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	А4		Завдання на дипломний проект	2	
2	А4	МВ-8205. ДПБ000.000 ПЗ	Пояснювальна записка	67	
3	А2	МВ-8205.ДПБ210.000	Тара харчова	1	
4	А1	МВ-8205.ДПБ300.000 СК	Прес-форма	1	
5	А3	МВ-8205.ДПБ322.002	Вставка пуансона	1	
6	А4	МВ-8205.ДПБ300.003	Втулка штовхача	1	
7	А3	МВ-8205.ДПБ321.004	Дно матриці	1	
8	А3	МВ-8205.ДПБ322.008	Зйомник	1	
9	А1	МВ-8205.ДПБ321.014	Матриця	1	
10	А4	МВ-8205.ДПБ310.045	Накінечник	1	
11	А3	МВ-8205.ДПБ330.016	Обойма дна	1	
12	А3	МВ-8205.ДПБ330.017	Обойма матриці	1	
13	А3	МВ-8205.ДПБ350.019	Підкладна плита пуансона	1	
14	А2	МВ-8205.ДПБ350.020	Плита нерухома	1	
15	А2	МВ-8205.ДПБ350.021	Плита рухома	1	
16	А3	МВ-8205.ДПБ350.022	Плита штовхання зйомника	1	
17	А4	МВ-8205.ДПБ350.023	Плита штовхача	1	
18	А1	МВ-8205.ДПБ322.024	Пуансон	1	
19	А4	МВ-8205.ДПБ340.027	Штовхач	1	
20	А4	МВ-8205.ДПБ300.000	Специфікація	3	

Пояснювальна записка
до дипломного проекту

на тему: : « Розроблення конструкції прес-форми для виготовлення тонкостінної тари для продуктів харчування»

Київ – 2022 року

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут
ім. Ігоря Сікорського”
Навчально-науковий Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність **131 Прикладна механіка**

(код і назва)

Освітньо-професійна програма **«Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)
“____” _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Ковтун Віолетта Едуардіна
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту : « Розроблення конструкції прес-форми для виготовлення тонкостінної тари для продуктів харчування»
керівник проекту ст. викладач, к.т.н. Петришин А.І.

затверджені наказом по університету від **“07” червня 2022 року № 923-с**
2. Термін подання студентом проекту _____
3. Вихідні дані до проекту Креслення деталі, параметри термопластавтомата

4. Зміст пояснювальної записки _4.1 Огляд методу отримання деталей з пластмас литтям під тиском. 4.2 Розрахунок основних параметрів прес-форми. 4.3. Проектування прес-форми. 4.4. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)

3 аркуші формату А1, 3 аркуші формату А2, 7 аркушів формату А3, 4 аркуші формату А4 та презентація вмістом 16 слайдів.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання__1 лютого 2022 року._____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд методу отримання деталей з пластмас литтям під тиском та аналіз типових конструкцій прес-форм.	01.02.22-20.02.22	
2	Розрахунок основних параметрів прес-форми, попередній вибір конструкції	21.02.22-15.03.22	
3	Проектування прес-форми на основі отриманих обчислень. Перевірка матриці, як найбільш навантаженої деталі на міцність та жорсткість.	16.03.22-15.04.22	
4	Підготовка конструкторської документації. Оформлення записки.	16.04.22-10.06.22	

Студент _____ __**Ковтун В.Е.**__
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ __Петришин А.І._____

РЕФЕРАТ

Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом підготовки 131 – «Прикладна механіка» професійного спрямування «Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів та машин» на тему «Розроблення конструкції прес-форми для виготовлення тонкостінної тари для продуктів харчування»

Дипломний проект містить пояснювальну записку на 67 сторінках і графічний матеріал на 3 аркушах формату А1, на 3 аркушах формату А2, на 7 аркушах формату А3 та на 4 аркушах формату А4. Матеріали пояснювальної записки містять 28 ілюстрацій, 3 таблиць, перелік посилань з 21 найменувань.

Мета дипломного проекту – розробити конструкцію прес-форми для лиття під тиском харчової тари з забезпеченням високої продуктивності виробництва та якості виготовленого виробу.

В дипломному проекті йде перелік вирішених задач: розрахунок і вибір основних параметрів прес-форми (кількість гнізд, робочий хід форми); розрахунок системи охолодження, розрахунок зусилля виштовхування виробу, розрахунок системи вентиляції, оцінка ресурсу роботи прес-форми, перевірка формуючих деталей по критеріях міцності та жорсткості.

Ключові слова: гаряче-канальна прес-форма, лиття під тиском тонкостінних виробів, лиття термопластів, харчова тара.

Abstract

Diploma project of educational and qualification level "bachelor" in the direction of training 131 - "Applied Mechanics" professional direction "Technologies of computer design of machine tools, robots and machinery" on the topic " Design of an injection molding tool for the thin-wall food containers "

Thesis project contains an explanatory note of 67 pages and graphics on 3 A1 sheets, 3 A2 sheets,7 A3 sheets and 4 A4 sheets. The materials of the explanatory note contain 28 illustrations, 3 tables and 21 references.

The purpose of the diploma project is to design of an injection molding tool for the thin-wall food containers with high productivity and quality of the product.

Tasks, that has been solved in the diploma project: molding tool main parameters calculation and selection (number of slots, the working stroke of the form); cooling system calculation, product ejection force calculation, air ventilation system calculation, molding tool lifespan evaluation, forming parts strength and stiffness calculation.

Key words: hot-channel molding tool, injection molding of thin-walled products, thermoplastic molding, food packaging.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД МЕТОДУ ОТРИМАННЯ ДЕТАЛЕЙ З ПЛАСТМАС ЛИТТЯМ ПІД ТИСКОМ	7
1.1 Принцип роботи термопластавтомата	7
1.2 Основні елементи форми для лиття під тиском	10
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРЕС-ФОРМИ	16
2.1 Основні особливості відливки. Характеристики матеріалу. Характеристика обладнання.	16
2.2 Вибір конструкції прес-форми	19
2.3 Визначення кількості гнізд у формі	20
2.4 Перевірка зусилля змикання прес-форми	21
2.5 Розрахунок розмірів гнізда	22
2.6 Розрахунок системи охолодження	24
2.7 Розрахунок системи відведення повітря	30
2.8 Розрахунок зусилля зняття з пуансона	32
2.9 Розрахунок ресурсу роботи прес-форми	33
2.10 Розрахунок обойми та механічну міцність	34
Розділ 3. ПРОЕКТУВАННЯ ПРЕС-ФОРМИ	39
3.1 Вибір конструкції ливника	39
3.2.Пуансон та матриця	41
3.2.1 Матриця	42
3.2.2 Пуансон	44
3.3 Обойми	48
3.4 Спосіб виштовхування та знімання виробу.	51
3.5 Плити кріплення	53
3.6 Напрямні колонки та втулки	56
3.7 Матеріали прес-форми. Загальні принципи обробки деталей	59
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	66

ВСТУП

Литво під тиском можна назвати найважливішою технологією виробництва деталей з полімерів та пластмас. Такий спосіб виробництва є прекрасним для виготовлення точних деталей, виробів складної конфігурації та масових виробництв. Популярність литва під тиском пояснюється вагомими перевагами цього методу. По-перше, низька потреба у людській праці та висока швидкість виробництва означає високу продуктивність, по-друге, цей метод дозволяє гнучкість у виборі матеріалу. Він є швидким і ефективним, а також володіє великою гнучкістю в плані номенклатури виробів, які можуть виготовлятись.

Даним способом, використовуючи певні добавки, можна виготовляти також вироби, які можуть володіти рядом специфічних властивостей, такими як: антибактеріальні, інертність, високі оптичні характеристики, підвищені механічні характеристики, низьку електропровідність, роботу при високих чи навпаки - низьких температурах, тощо. Одну з таких властивостей мала харчова тара, розробка прес-форми під яку і була поставлена за мету роботи.

Під час розробки та конструювання було важливо не просто створити прес-форму за аналогічним принципом до типових прес-форм для лиття під тиском, але й внести особливості до конструкції, які б модернізували методику виробництва, збільшили її ефективність та продуктивність.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД МЕТОДУ ОТРИМАННЯ ДЕТАЛЕЙ З ПЛАСТМАС ЛИТТЯМ ПІД ТИСКОМ

Технологія литва під тиском була винайдена не один раз у різних кінцях світу. Прототипом машини для лиття під тиском можна вважати машину, винайдену Л.Е. Шоу у 1926 році, для лиття реактопластів.

Принцип роботи полягає у подачі матеріалу у вигляді порошку чи гранул до завантажувальної камери, подальшим його нагрівом до температури розплаву та подачі за допомогою поршня під високим тиском вздовж центрального та розвідних ливникових каналів до впускних ливників. Вже через впускні ливники розплавлений матеріал потрапляв у Технологія набувала поширення, розвивалась та удосконалювалась. Згодом виникла дуже важлива модифікація, яка згодом призведе до виникнення сучасних ливарних машин – шнековий екструдер. Насправді, використання його почалося ще у 1930-ті роки, але було не дуже ефективним.

У 1952 р. Х. Бек отримав патент та машину лиття під тиском, в якій пластифікуючий шнек виконував у тому числі і функцію впорскуючого поршня. Під час процесу пластифікації матеріалу, шнек обертався та, під тиском розплаву, відсувався назад. Коли ж необхідна кількість розплаву була готова, шнек припиняв обертатися та виконував поступальний рух вперед, заповнюючи розплавом порожнину ливарної форми через ливники. Упорскування матеріалу відбувалося до тих пір, поки ливникові канали не були перекриті затверділим матеріалом. На разі можна сміливо стверджувати, що ливарні машини, які використовуються у сьогоденні, є прямими нащадками, створеної та запатентованої Беком машини.[7]

1.1 Принцип роботи термопластавтомата

Розглянемо особливості структури та роботи кожного вузла ливарної машини зі зворотньо-поступальним рухом шнека окремо.

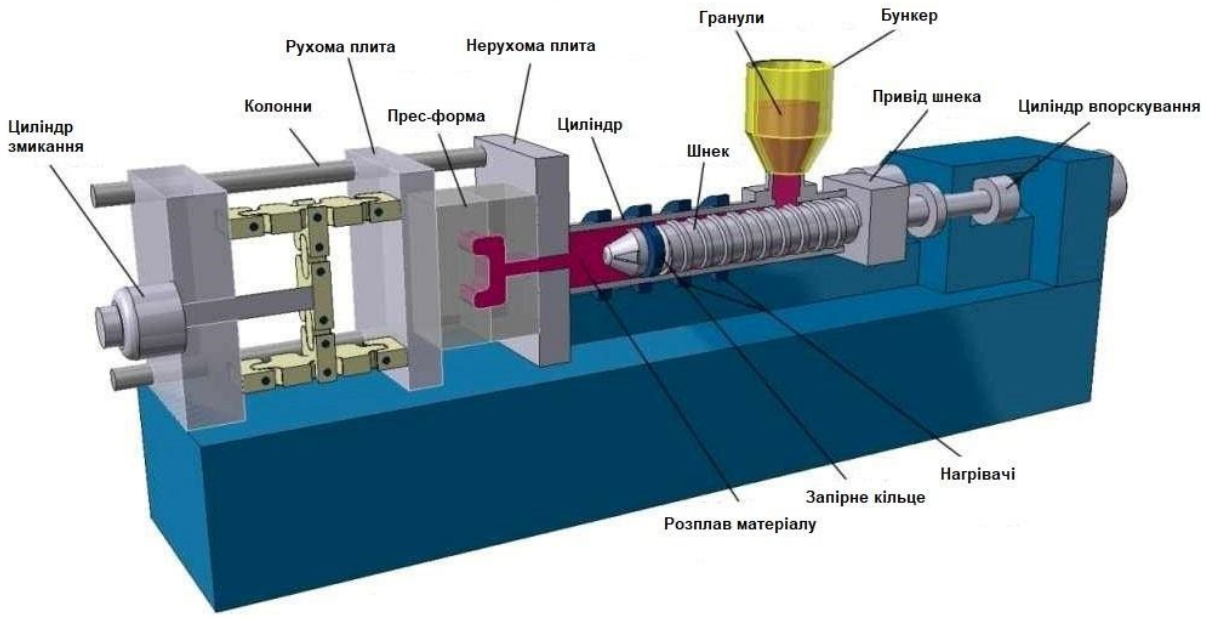
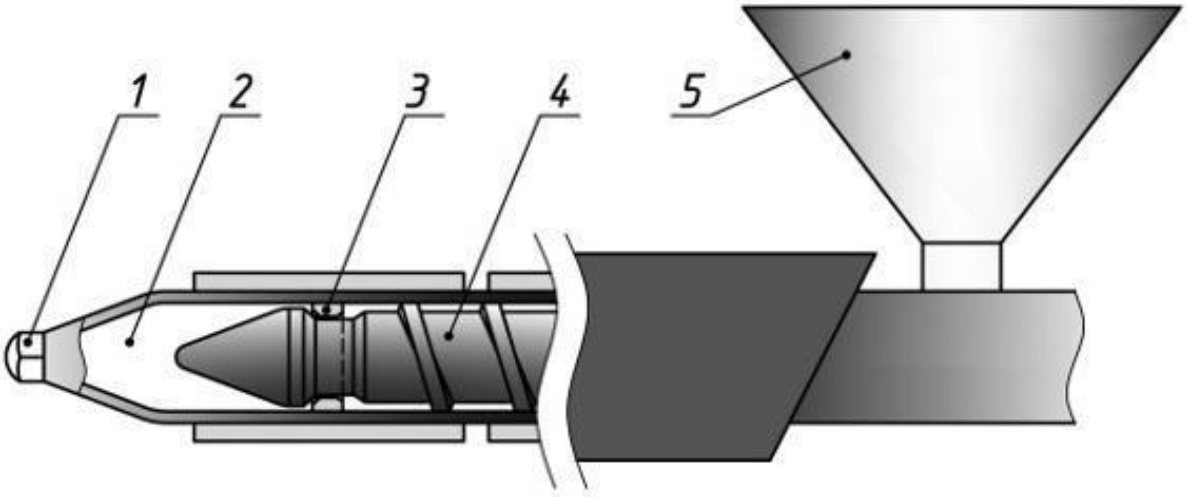


Рис. 1.1.1 Загальна вигляд термопластавтомата

Першим вузлом, що починає роботу є вузол пластифікації та упорскування. Цей вузол складається з завантажувального бункеру, шнеку, зворотнього клапану, шнекової камери та сопла.



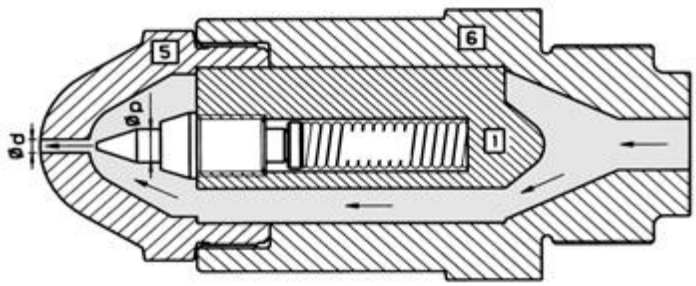
Основною функцією цього вузла є пластифікація матеріалу, тобто розплавлення полімера, збір отриманого розплаву у шнековій камері, подальше упорскування розплаву до формуючої порожнини ливарної форми та підтримка необхідного тиску в процесі охолодження виробу.

Шнек призначений для транспортування матеріалу від бункеру при одночасній зміні його агрегатного стану від твердого до розплаву. З метою зміцнення шнеку часто відбувається наварювання на його витки шару зносостійкого сплаву, або шляхом гартування та азотування. Для циліндрів шнека можуть застосовувати відцентрове лиття їх внутрішньої поверхні. Для забезпечення корозійної стійкості шнекові пари часто хромують.

Зворотній клапан розташований на кінці шнека та не дозволяє рідкому матеріалу перетікати назад зі шнекової камери до шнекового каналу при зворотньо-поступальному русі. Це дозволяє використовувати шнек у якості поршня значно ефективніше. Високоякісні клапани пропускають не більше 5% розплаву у зворотньому напрямку.

Сопло є кінцевою точкою вузла пластифікації. В момент упорскування розплаву до форми, сопло щільно притискається до ливникової втулки. Існують сопла відкритого та закритого типів (запірні сопла). Найбільш простим є перше, адже при його використанні достатньо забезпечити мінімальне значення тиску упорскування.

Запорні сопла бувають різних конструкцій, але найбільш поширена наведена на рис. 1.1.3



Далі розплавлений полімер потрапляє до другого вузла – вузла змикання. Першою функцією цього вузла є замикання та розмикання ливарної форми, а другою – забезпечення їх щільного контакту під час лиття. Все це необхідно для того, аби унеможливити витікання розплаву з форми при її заповненні та під час застигання полімеру. У сучасних машинах механічний, гідравлічний чи комбінований типи вузла змикання, що поєднує у собі два попередніх.

Основним елементом як вузла змикання, так і термопластавтомата є ливарна форма. Спочатку рідкий полімер надходить до форми та розподіляється по формуючим порожнинам, де виріб набуває потрібної конфігурації. Далі розплав охолоджується, застигає та виштовхується з форми.

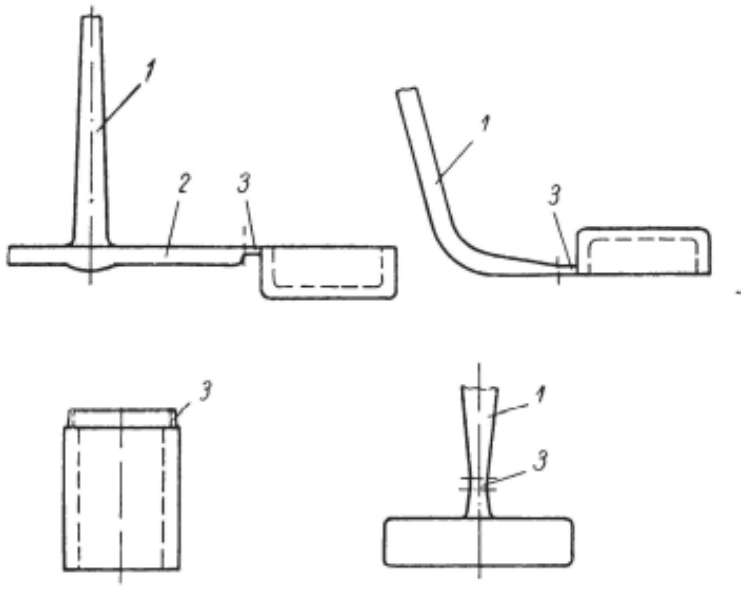
1.2 Основні елементи форми для лиття під тиском

Ливарна форма складається з наступних елементів:

- Центральний ливниковий та розвідні ливникові канали (ливники)
- Впускний ливник
- Формоутворююча порожнина
- Система охолодження (переважно, але не завжди)
- Система підігріву (використовується рідко через ускладнення конструкції і вартості форми)
- Система виштовхування виробів

Відгалуження ливника, що служить для подачі матеріалу до порожнини виробу, називають розвідним каналом або живильником. Частина ливникової системи, що примикає до формуючої порожнини і по суті є отвором для проникнення в неї матеріалу, називають впуском або впускним каналом. Рідкий полімер проходить шлях через центральний ливниковий канал до системи розвідних ливників, через які потравляє до формуючої порожнини.

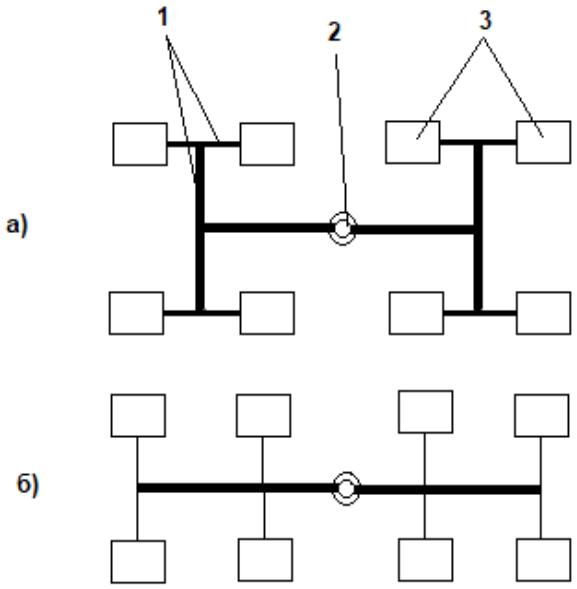
Наявність всіх перелічених елементів необов'язкова для кожної ливникової системи. Існують системи, що складаються лише з одного ливника або взагалі без ливників. В цьому випадку матеріал з ливарної камери або сопла потрапляє безпосередньо у формуючу порожнину. Цей найбільш економічний варіант останнім часом набуває все більш широкого застосування.



1 – ливник; 2 – розвідний канал (живильник); 3 – впускний канал.

Прес-матеріал, який залишається у ливниковій системі по суті є відходом, тому необхідно по можливості зменшувати довжину ливникової системи. Ця обставина має особливе значення під час лиття термореактивних прес-матеріалів.

Ливникові системи можна розподілити на симетричні та асиметричні. При використанні симетричної системи ливників (рис.1.2.2 а) всі порожнини форми заповнюються одночасно. [7] Перевагою такої системи є те, що розплав надходить до всіх порожнин форми в однаковому стані. До недоліків можна віднести те, що у такому випадку шлях, який долає розплав є надто довгим, що спричиняє значні гідравлічні втрати та вимагає високого тиску.



Використання асиметричного розташування ливникових каналів (рис.1.2.2 б) може спричинити різну якість отриманих виробів. Через те, що деталі, які розташовані ближче до центрального ливника будуть заповнюватись швидше і більш рідким матеріалом, їх якість буде кращою, в той час як крайні деталі можуть мати дефекти лиття. Рівномірне заповнення гнізд форми може бути досягнуто різними діаметрами ливникових каналів, але це ускладнює та здорожчує її конструкцію.

Зустрічаються два типи ливникових систем – гаряче-канальні (рис. 1.2.3) та холодно-канальні. У гарячих каналах підтримується температура плавлення полімеру чи вище. Після виштовхування готового виробу з форми, розплав залишається у ливниковій системі та упорскується до формуючих порожнин ливарної форми при наступному циклі лиття.

Існують два типи гарячих каналів - з зовнішнім (рис. 1.2.3 а) або внутрішнім (рис. 1.2.3 б) підігрівом. При зовнішньому типі обігріваючий елемент знаходиться навколо ливника, оточуючи його, при цьому розплав полімеру не змінює своєї температури та стану. При внутрішньому типі обігріваючий елемент знаходиться в середині ливникового каналу. Під час такого обігріву

частина розплаву, яка знаходиться ближче до обігрівача, залишається рідкою, в той же час розплав, що розташований ближче до краю каналу, може, навіть, подекуди застигати.[7]

Хоча використання гаряче-канальної системи призводить до значного удорожчання форми, такий тип каналів має беззаперечні переваги. Перша та найголовніша перевага – такий метод запобігає утворенню задирів, друга - для руху розплаву по гаряче-канальній формі необхідний тиск для руху розплаву по формі, значно менший ніж у холодно-канальній.

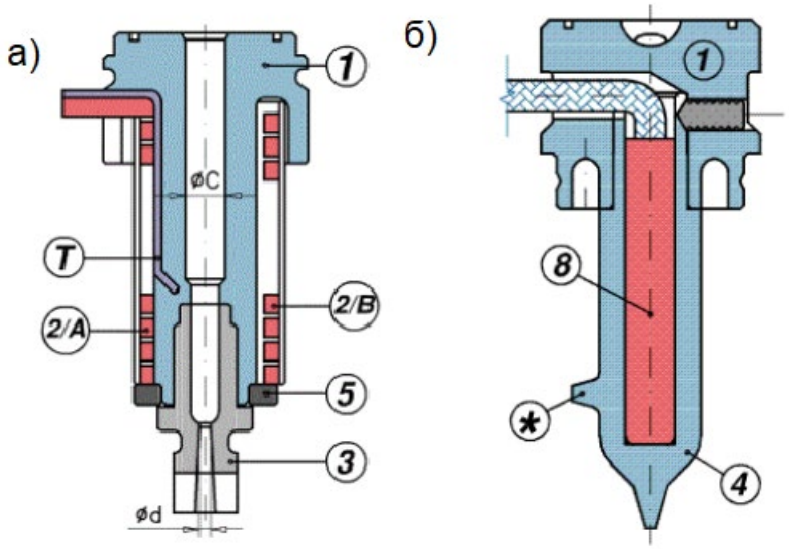


Рис. 1.2.3 Форсунки з підігрівом для гарячеканальних ливникових систем: а – з зовнішнім підігрівом; б – з внутрішнім підігрівом

У холодно-канальних ливникових системах центральний ливник застигає разом з виробами та пластмасою у каналах, що потребує окремої операції по його відокремленню. Це може бути здійснено під час розмикання прес-форми, що додатково ускладнює її конструкцію, або після видалення виробів з форми. Звісно ж вагомою перевагою такої системи є низька вартість ливарних форм.

При виливанні габаритних виробів іноді використовують центральний ливниковий канал, з'єднаний з впускним ливником. У такому випадку, після відливання, центральний ливник необхідно видалити – зрізати, а виріб часто потребує додаткової обробки. Для спрощення відділення можна використати ливник малого діаметра – точковий. Такий ливник називається точково-

стержневим. При малому впускному діаметрі отвору та відсутності центрального ливника – точково-безстержневим. Відділити виріб, відлитий у такий спосіб, від ливників досить просто – варто лише відламати їх. На місці ливникових каналів залишиться лише маленька нерівність у вигляді задирки.

Перевагою використання такого методу є те, що, зазвичай, поверхня, отриманої у такий спосіб деталі, не потребує додаткової обробки. Існують і інші види впускних ливників. Наприклад, плівковий ливник, який використовують для усунення орієнтації розплаву, а також дисковий або кільцевий ливник, який застосовуються у виробництві симетричних деталей та виробів.

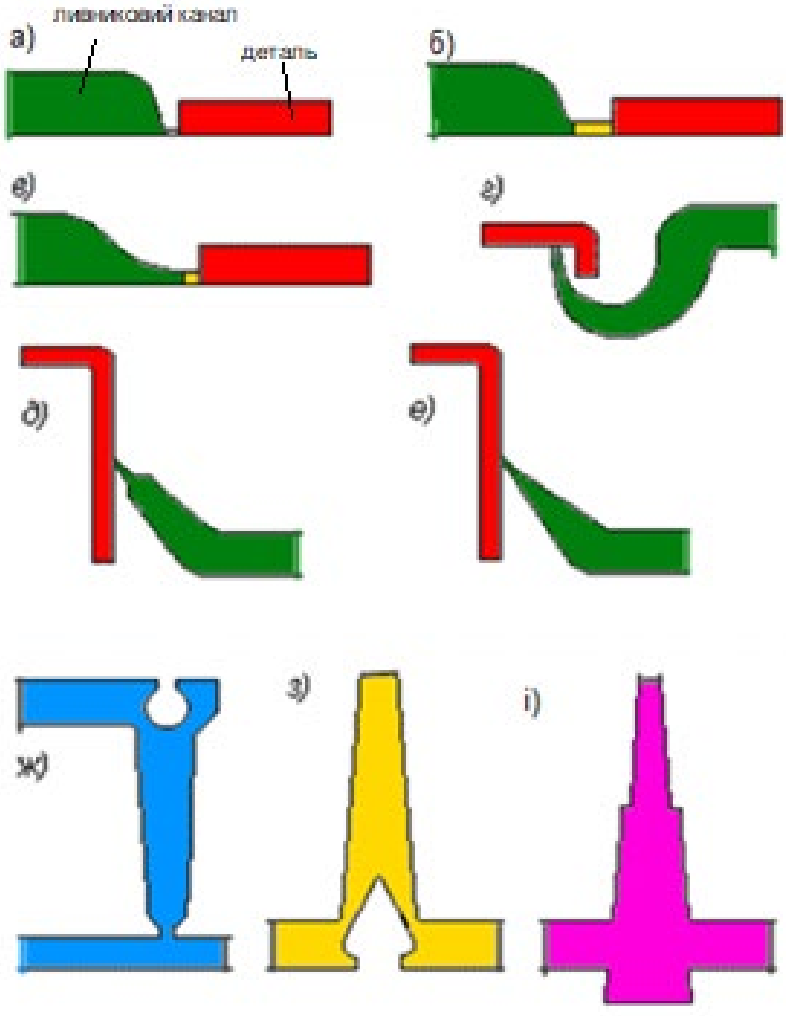


Рис. 1.2.4 Схематичне зображення впускних ливників різних типів: а – тонкий впускний ливник; б – довгий впускний ливник; в – довгий перехід від розвідного ливника до впускного; г та е – тунельні ливники з довгим

переходом до впускного ливника; д – тунельний ливник з довгим впускним ливником; ж та з – пережими; і – ступіньчистий ливник.

На практиці конструювання форм для лиття під тиском при виборі значення діаметра вхідного отвору ливникового каналу у більшості випадків керуються вагою кінцевого виробу(виробів). Так, наприклад, для виробів вагою 100 г рекомендоване значення діаметра d лежить в межах 4-6 мм, для виробів масою до 400 г – в межах 6-8 мм, до 1000г – в межах 8-10 мм та понад 1000г – 10-12 мм. Однак, ці рекомендації придатні в основному лише для визначення орієнтовного значення діаметра. На розмір діаметра вхідного отвору впливає не тільки вага виробу, але й товщина його стінок, а також характер співвідношення окремих частин виробу. Це також необхідно враховувати. [2, 7]

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРЕС-ФОРМИ

2.1 Основні особливості відливки. Характеристики матеріалу. Характеристика обладнання.

Основною вимогою до матеріалу, який використовують для лиття тар під продукти харчування можна назвати інертність, тобто матеріал посудини не має вступати в реакцію з продуктами харчування, що в ньому зберігаються. Для лиття під тиском харчових тар використовується полістирол загального призначення. Його марки регламентуються ГОСТом 20282-86 [5]. Згідно цього ГОСТу для лиття нашого виробу було обрано полістирол ПСМ-118. Цей матеріал характеризується високою текучістю та ідеально підходить для лиття під тиском виробів складної конфігурації. Основні характеристики цього матеріалу, що знадобляться для подальших розрахунків також візьмемо з цього ГОСТу [5] та іншої літератури [16].

Таблиця 2.1.1

Основні характеристики матеріалу ПСМ-118

1. Температура ливарної маси, °С	170-210
2. Час витримки під тиском у формі, с	10-40
3. Час витримки під охолодженням у формі, с	20-60
4. Питомий тиск лиття, МПа	98-118
5. Температура ливарної форми, °С	40-60
6. Густина, кг/м^3	1050-1080
7. Ливарна усадка, %	0,4-0,8
8.Питома теплоємність, Дж/кг·К	1·34·10
9. Коефіцієнт теплопровідности, Вт/м·К	0,093-0,140
10. Температура експлуатації: Максимальна температура експлуатації Температура склування	 75…80 °С 80…113 °С

Температура крихкості	-60…-70 °C

Оскільки наш виріб змодельовано у середовищі програмного забезпечення Solidworks, то задавши необхідний матеріал ми легко отримали масу відливка – 13,55 г. Загальні габарити харчової тари можна побачити на рисунку 2.1.

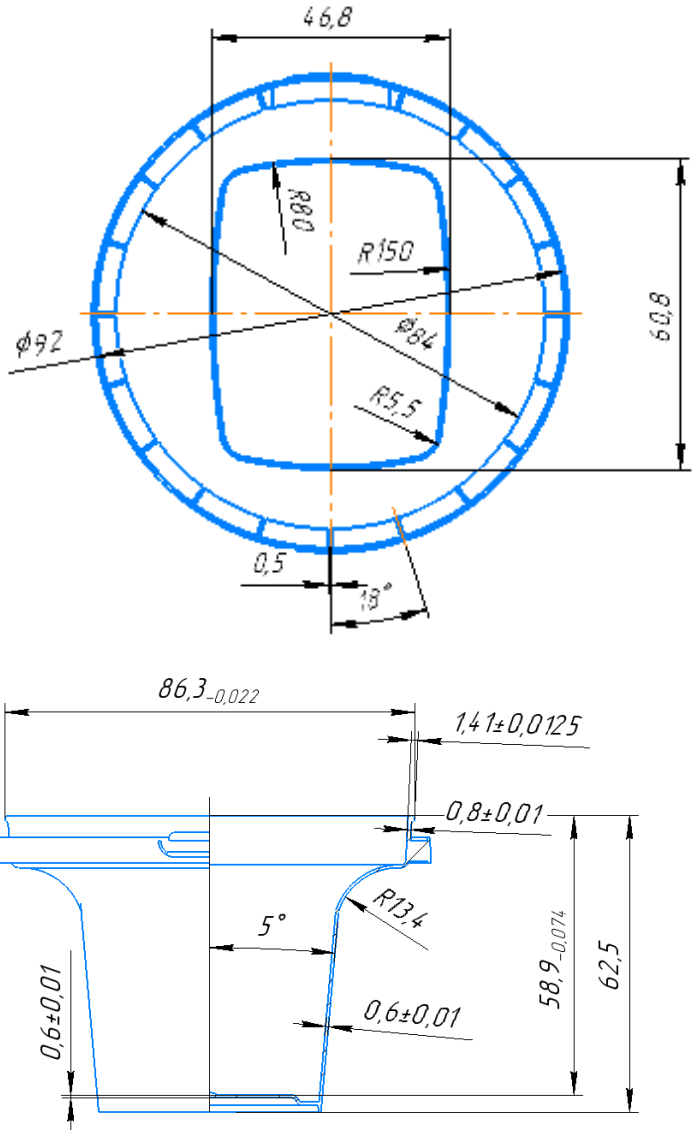


Рис. 2.1.1 Харчова тара

Однією з найважливіших характеристик нашого виробу є його тонкостінність. Товщина стінки має сягати 0,6 мм та не перевищувати допуски в 0,01. Така точність необхідна для забезпечення гарного проливання форми та рівномірних оптичних характеристик по всій площині

стінок тари. Це є дуже важливо, адже хороші оптичні характеристики на пряму впливають на прозорість , а отже і на товарних вигляд виробу і попит на нього. У зв'язку з цим, високі вимоги пред'являють і до шорсткості виробу. Задля уникнення мутності стінок і забезпечення їх прозорості шорсткість виробу повинна сягати Ra 0.3.

Ще одне місце, де має забезпечуватись висока точність – це буртик, на який вдягається кришка, бо при одяганні кришки на тару має забезпечуватись герметичність з'єднання. Складність форми у верхній частині пояснюється ще й тим, що необхідні додаткові ребра жорсткості задля уникнення деформації при регулярному відкриванні і закриванні посудини. Загалом всі розміри виробу, окрім вище згаданих можна виконувати по 14 квалітету.

Для подальших розрахунків прес-форми необхідно знати для якого обладнання вона виготовляється, тож мною було прийнято рішення продивитись каталоги термопластавтоматів та обрати один з них. Моїм рішенням став термопластавтомат моделі TEDERIC TRX – 160B.

Таблиця 2.1.2

Паспортні дані термопластавтомата TEDERIC TRX – 160B

Вузол впорскування	
вага впорскування, грамм	255
об'єм впорскування, $см^3$	280
тиск впорскування, $кгс/см^2$	1590
швидкість впорскування, $см^3/с$	147/170
пластифікаційна продуктивність, кг/год	-
швидкість руху шнека при впорскуванні, $см^3/с$	120
хід штока при впорскуванні, мм	203
швидкість обертання шнека, об/хв	0-237
Вузол змикання	

зусилля змикання, тон	160
хід плити, мм	420
мін/макс розмір прес-форми, мм	180/460
відстань між напрямними, мм	460/460

2.2 Вибір конструкції прес-форми

Конструктивна розробка прес-форм починається з визначення наступних основних експлуатаційних характеристик проектованої форми:

1) положення виробу щодо напрямку роз'єму;

2) напрями та кількості необхідних площин роз'єму;

3) характеру експлуатації (стаціонарна чи знімна);

4) механізм для видалення стрижнів або вставок (якщо це необхідно);

5) кількості гнізд;

При визначенні положення виробу у прес-формі зазвичай враховується положення отворів, які повинні бути перпендикулярні до площини змикання. Це допоможе уникнути проблем з видалення виробу. Також площина змикання вибирається таким чином, щоб площа виробу у плані була якомога меншою. Це дасть змогу зменшити необхідне зусилля змикання форми, що в свою чергу веде до збільшення кількості гнізд і підвищення продуктивності виробництва.

В залежності від форми майбутнього виробу та від його положення під час пресування обирають напрямок та кількість площин роз’єму. Під час конструювання знімної форми треба намагатись зменшити кількість площин роз'єму через те, що це сприяє більш повільному зношенню, а отже, збільшенню терміну служби. Окрім того, це спричиняє покращення зовнішнього вигляду виробу.

При виборі між знімними та стаціонарними форми, як правило обирають останні, через їх переваги. Застосування стаціонарних форм значно полегшує роботу робітнику-пресувальнику та сприяє підвищенню продуктивності праці. Під час конструювання стаціонарних прес-форм для лиття під тиском слід прагнути максимальної механізації процесу виготовлення деталі. Механізми, що використовуються при цьому, повинні бути прості в експлуатації та працювати з незначним мастилом. Остання вимога обумовлена тим, що вони працюють за високих температур. Для цієї мети застосовують клинові, шарнірні, гвинтові, ексцентрикові та інші механізми.

Кількість гнізд у прес-формах визначають виходячи з потужності обладнання, що застосовується і необхідної кількості виробів.[6]

2.3 Визначення кількості гнізд у формі

На кількість гнізд у прес-формах впливає площа та об’єм виробу, який необхідно вилити. Загальна площа поверхонь виробу та її об’єм впливають на розподіл зусиль у формі, а також на продуктивність виготовлення, тому по цих параметрах потрібно або підбирати термопластавтомат, або, як зазвичай і відбувається, визначати конструкцію прес-форми виходячи з можливостей конкретного обладнання, яке є в наявності.

Першим кроком є визначення кількості гнізд у формі виходячи з об’єму однієї деталі та об’єму впорскування, який може забезпечити обладнання. Також, на кількість гнізд впливає складність форми виробу, тому не рекомендується виконувати форми з великою кількістю гнізд для виробів, що мають численну арматуру. Це призведе до збільшення затрат робочого часу на допоміжних операціях. При збільшенні кількості гнізд пропорційно зростає необхідне зусилля змикання, яке призначене компенсувати тиск від розплаву у формі та ускладнюється система охолодження самої форми. Очевидно, що при збільшенні кількості гнізд також зростають і габарити

форми для лиття, особливо для виробів складної конфігурації, що призводить до різкого зростання собівартості форми.

У нашому випадку можна з упевненістю сказати, що конструювання більше одного гнізда призведе до невиправданого та дуже значного зростання ціни та габаритів прес-форми. Також слід враховувати, що деталь, яка ллється у нашому випадку, має складну геометричну форму і при наявності декількох гнізд може довго проливатись, що означає низьку продуктивність такого виробництва або ж взагалі не встигне повністю пролитися і утвориться брак. Зважаючи на все вище перераховане я вирішили створити прес-форму з одним гніздом та перевірити чи може обраний мною верстат забезпечити достатнє зусилля змикання прес-форми.

2.4 Перевірка зусилля змикання прес-форми

Для знаходження зусилля змикання $P_{зм}$, Н, форми використаємо формулу:

$$P_{зм} = q * F ,$$

де q = 155,9*10^6 – тиск впорскування з паспорту верстата, Па; F = 6,4*10^{-3} – площа поверхонь гнізда , паралельних до площини змикання.

$$P_{зм} = 9{,}98 * 10^5 \text{ Н}.$$

Порівняємо отримане зусилля, необхідне для змикання прес-форми з зусиллям, яке може забезпечити термопластавтомат. Зусилля на верстаті, згідно паспорту, сягають 160 тс = 1,57*10^6 Н. $P_{зм} < P_{верс}$, отже, умова виконується, даний верстат може забезпечити необхідне зусилля змикання форми.

2.5 Розрахунок розмірів гнізда

Під час розрахунку розмірів гнізда під деталь для лиття під тиском слід пам’ятати, що при остиганні пластмаса дає усадку і враховувати це. Тому, при розрахунках ми збільшили розміри тари на величину усадки. [11]

Розрахунок розмірів гнізда для відливання майбутнього виробу розраховується за такими формулами, мм:

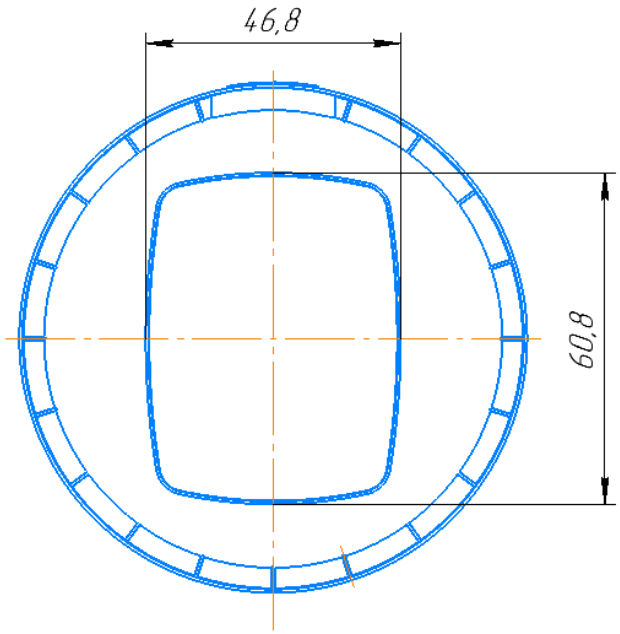
$$D_m = D_{max} + D_{max} \cdot 0.01 S_{max} ;$$

$$d_{st} = d_{min} + d_{min} \cdot 0.01 S_{min} ;$$

$$H_m = H_{max} + H_{max} \cdot 0.01 S_{\text{ср}} ;$$

$$h_{st} = h_{min} + h_{min} \cdot 0.01 S_{\text{ср}} .$$

де D_{max}, H_{max} – найбільші граничні розміри виробу, мм; d_{min}, h_{min} - найменші граничні розміри виробу, мм; $S_{max}, S_{min}, S_{\text{ср}}$ – найбільша, найменша та середня усадки пластмаси відповідно, %($S_{max} = 0.8\%, S_{min} = 0.4\%, S_{\text{ср}} = 0.6\%$ ГОСТ 20282 − 86);



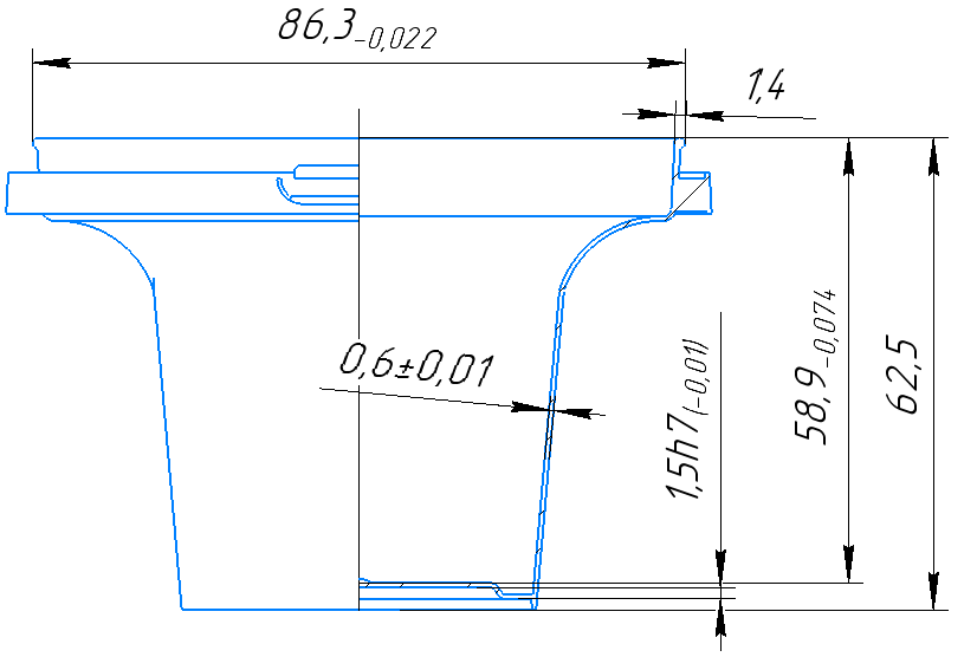


Рис. 2.5.1 Ескіз для обрахунку розмірів гнізда для лиття харчової тари

Спочатку виконаємо обрахунок необхідних розмірів матриці і пуансона для відливання стінок, довжина між якими становить 60,8 мм

Номінальний розмір на деталі: $D_{max} = 60{,}8$ мм

Розмір матриці:

$$D_m = 60{,}8 + 60{,}8 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}8 = \ 61{,}25 \text{ мм.}$$

Для обрахунку розміру пуансону:

Розмір пуансона

$$d_{st} = 59{,}6 \ + 59{,}6 \ \cdot 0.01 \cdot 0{,}4 = 59{,}83 \text{ мм}\,.$$

Аналогічний розрахунок виконаємо для стінок D_{max}=46,8 мм.

Розмір на матриці

$$D_m = 46{,}8 + 46{,}8 \cdot 0.01 \cdot 0{,}8 = 47{,}17 \text{ мм}\,.$$

Розмір для пуансона

$$d_{min} = 46{,}8 - 0.6 * 2 = 45{,}6\text{мм};$$

$$d_{st} = 45{,}6 + 45{,}6 \cdot 0.01 \cdot 0{,}4 = 45{,}78\text{ мм}.$$

Далі проведемо розрахунки для верхньої частини тари – місця, де одягається кришка. Його формоутворюючими деталями є зйомник та пуансон.

Для розрахунку зйомника D_{max}=86,28 мм

$$D_m = 86{,}28 + 86{,}28 \cdot 0.01 \cdot 0{,}8 = 86{,}97\text{ мм}.$$

Для пуансона в такому випадку:

$$d_{min} = 86{,}28 - 1{,}4 * 2 = 83{,}48\text{ мм}$$

$$d_{st} = 83{,}48 + 83{,}48 \cdot 0.01 \cdot 0{,}4 = 83{,}81\text{ мм};$$

Розрахунок нижньої стінки тари, тобто дна

Розрахунок для пуансону:

номінально на деталі H_{max} = 58,9 мм

$$H_m = 58{,}9 + 58{,}9 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}6 = 59{,}25\text{ мм}.$$

Для матриці розрахунки будуть наступними:

$$h_{min} = 1{,}5\text{ мм};$$

$$h_{st} = 1{,}5 + 1{,}5 * 0{,}01 * 0{,}6 = 1{,}51\text{ мм}.$$

Розрахунки інших детале прес-форми відбуваються за аналогічним принципом.

2.6 Розрахунок системи охолодження

Для того аби відбулося застигання виробу, для подальшого його вилучення з форми, необхідно забрати від пластичної маси достатньо велику кількість теплоти. Зважаючи на цей факт, можна сказати, що основну частину робочого циклу прес-форми займає саме охолодження виробу. Звісно, що до

загального часу циклу роботи входять ще й час на впорскування рідкого полімеру, а також на змикання та розмикання прес-форми, але сучасні термопластавтомати здатні виконувати дані функції за лічені долі секунди, тож їх величинами можна знехтувати при розрахунках. Для доведення цього твердження ми все ж виконали розрахунок часу впорскування.

Оскільки стає очевидно, що швидкість охолодження виробу є вирішальною для загального часу циклу роботи, з метою збільшення ефективності виробництва слід розробити ефективну систему охолодження. Не слід забувати ще й про те, що система охолодження значною мірою впливає на якість виробу.

Основна мета розрахунку системи охолодження – це встановити кількість теплоти, яку несе в собі рідкий полімер та , відповідно, яку треба забрати для затвердіння виробу; визначити витрати охолоджуючої рідини (в нашому випадку - це вода); розрахувати швидкість руху охолоджуючої рідин; визначити площу поверхню, яка віддає, а також діаметри та довжини каналів, які необхідно зробити у різних деталях прес-форми під систему охолодження.

Крім того, слід пам’ятати декілька фактів. По-перше, надто стрімке охолодження виробу спричиняє появу внутрішніх напружень, і, якщо виріб експлуатується при підвищених температурах, можлива вторинна усадка і короблення. По-друге, якщо стінки форми будуть надто переохолоджені, на них з’явиться конденсована волога, що негативно вплине на якість.

Час, необхідний для охолодження виробу, с, визначається за формулою [1],

$$\tau_{\text{охол}} = \frac{0{,}405}{\alpha}\ \delta_{\text{вир}}{}^{2}\ ln\left(\frac{t_{\text{роз}} - t_{\text{ф}}}{t_{\text{вир}} - t_{\text{ф}}}\right),$$

де $\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_{\text{р}}}$ – коефіцієнт температуропровідності, м ^{2}/с (λ – теплопровідність, Вт/(м·К); ρ – густина пластмаси, кг/м^3; $c_{\text{р}}$ - ізобарна

питома теплоємність, Дж/(кг·К)); $\delta_{вир}$ – товщина виробу, м; $t_{роз}$ – температура розплаву на вході у форму, ºС; $t_ф$ – середня температура форми, ºС; $t_{вир}$ – температура виробу на момент розкриття форми, ºС.

За ГОСТом 20282-86 [5], а також спираючись на поради іншої літератури[1] обираємо необхідні параметри для розрахунку для обраного мною матеріалу – ПСМ-118. Обрані параметри: $t_{роз}$ = 190 ºС, $t_ф$ =45 ºС, $t_{вир}$ = 80 ºС, $\delta_{вир} = 1{,}4 \cdot 10^{-3}$ м, $\lambda = 0{,}12$ Вт/(м·К); $\rho = 1065$ кг/м^3; $c_р = 1{,}34 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К).

Підставивши необхідні дані у загальну формулу отримаємо:

$$\tau_{охол} = \frac{0{,}405 \cdot \rho \cdot c_р}{\lambda} \delta_{вир}{}^2 \, ln \, ln \left(\frac{t_{роз} - t_ф}{t_{вир} - t_ф}\right)$$
$$= \frac{0{,}405 \cdot 1065 \cdot 1{,}34 \cdot 10^3}{0{,}12} (1{,}4 \cdot 10^{-3})^2 \, ln \, ln \left(\frac{190 - 45}{80 - 45}\right)$$
$$= 13{,}42 \text{ с.}$$

Загальна маса відливки, кг,

$$m_{заг} = m_{вир} \cdot n + m_{залиш},$$

де $m_{вир}$ =13,55·10^{-3}– маса виробу, кг; n=1 – кількість гнізд; $m_{залиш}$=0 – маса залишків пластмаси(у ливниковій втулці, каналах), кг.

$$m_{заг} = 13{,}55 \cdot 10^{-3} \text{ кг.}$$

Час циклу, с,

$$\tau_ц = \tau_{охол} + \tau_{впорс},$$

де $\tau_{впорс} = \frac{V_{вир}}{V_{шв}}$ – час впорскування розплаву у форму, с, $V_{вир} = \frac{m_{вир}}{\rho} = \frac{13{,}55 \cdot 10^{-3}}{1065}$ – об’єм виробу, $V_{шв} = 0{,}00016$ м^3/с –швидкість впорскування розплаву у форму (з паспорту термопласт-автомата TEDERIC TRX-160 B).

Маємо:

$$\tau_{\text{впорс}} = \frac{m_{\text{вир}}}{\rho * V_{\text{шв}}} = \frac{13{,}55 \cdot 10^{-3}}{1065 * 0{,}00016} = 0{,}08 \text{ с}$$

Можна побачити, що час впорскування у сучасних термопластавтоматах настільки малий, що ним можна знехтувати у розрахунках.

Таким чином час, необхідний для виконання одного повного циклу зводиться часу охолодження виробу до необхідної температури.

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{охол}} = 13{,}42 \text{ с}$$

Кількість теплоти Q_0, яка з розплавом потрапляє у форму, Дж,

$$Q_0 = m_{\text{заг}} \cdot \text{c}_{\text{р}} \cdot \left(t_{\text{роз}} - t_{k1}\right),$$

де $t_{k1} = t_{\text{ф}} + \frac{2(t_{\text{ф}} - t_{\text{вир}})}{\pi}$ – середня температура виробу по об'єму, ºС.

$$Q_0 = 2{,}23 \cdot 10^3 \text{ Дж}.$$

Кількість теплоти, яка відводиться охолоджуючою рідиною, Дж,

$$Q_{\text{охол}} = Q_0 + Q_{\text{втрат}},$$

де $Q_{\text{втрат}}$ – втрати тепла у навколишнє середовище, Дж. При розрахунку ливарних форм втратами у навколишнє середовище можна знехтувати. Отже,

$$Q_{\text{охол}} = Q_0$$

Витрати охолоджуючої рідини, кг,

$$g_{\text{ох}} = \frac{Q_{\text{охол}}}{\text{c}_{\text{х}} \cdot \Delta t_{\text{х}}},$$

де $\text{c}_{\text{х}}$ – питома теплоємність охолоджуючої рідини, Дж/(кг·К), для води $\text{c}_{\text{х}}$ =4180 Дж/(кг·К); $\Delta t_{\text{х}} = 3$ – різниця температур охолоджуючої рідини на вході і виході з каналів охолодження (беруть в діапазоні 2 – 4 ºС).

$$g_{\text{ох}} = \frac{2{,}23 \cdot 10^3}{4180 \cdot 3} = 0{,}178 \text{ кг}.$$

Витрати охолоджуючої рідини, кг, в окремих деталях прес-форми прямопропорційні до їх формоутворюючих поверхонь, тобто

$$g_{\text{пуанс}} = \frac{g_{\text{ох}} \cdot F_{\text{пуанс}}}{F_{\text{заг}}};$$

$$g_{\text{матр}} = \frac{g_{\text{ох}} \cdot F_{\text{матр}}}{F_{\text{заг}}};$$

$$g_{\text{дно}} = \frac{g_{\text{ох}} \cdot F_{\text{дно}}}{F_{\text{заг}}}.$$

Де $F_{\text{пуанс}} = 17776{,}61 \cdot 10^{-6}$; $F_{\text{матр}} = 21267{,}46 \cdot 10^{-6}, F_{\text{дно}} = 3069{,}58 \cdot 10^{-6}$ – площі формоутворюючих поверхонь пуансона, матриці і дна відповідно, м^2; $F_{\text{заг}} = F_{\text{пуанс}} + F_{\text{матр}} + F_{\text{дно}} = 42113{,}65 \cdot 10^{-6}$ – загальна площа формоутворюючих поверхонь, м^2.

Маємо:

$$g_{\text{пуанс}} = \frac{0{,}178 \cdot 17776{,}61 \cdot 10^{-6}}{42113{,}65 \cdot 10^{-6}} = 0{,}075 \text{ кг}.$$

$$g_{\text{матр}} = \frac{0{,}178 \cdot 21267{,}46 \cdot 10^{-6}}{42113{,}65 \cdot 10^{-6}} = 0{,}09 \text{ кг};$$

$$g_{\text{дно}} = \frac{0{,}178 \cdot 3069{,}58 \cdot 10^{-6}}{42113{,}65 \cdot 10^{-6}} = 0{,}013 \text{ кг}.$$

Площа поперечного перетину каналів, м^2,

$$f = \frac{g}{\rho_{\text{ох}} \tau_{\text{ц}} \omega},$$

де $\rho_{\text{ох}}$= 1000 - густина охолоджуючої рідини, кг/м^3; ω – швидкість течії охолоджуючої рідини, м/с(за рекомендаціями[1]) приймемо ω = 0,6 м/с).

$$f_{\text{пуанс}} = \frac{0{,}087}{1000 \cdot 13{,}42 \cdot 0{,}6} = 9{,}316 \cdot 10^{-6} \text{м}^2;$$

$$f_{\text{матр}} = \frac{0{,}104}{1000 \cdot 13{,}42 \cdot 0{,}6} = 1{,}115 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2;$$

$$f_{\text{дно}} = \frac{0{,}015}{1000 \cdot 13{,}42 \cdot 0{,}6} = 1{,}609 \cdot 10^{-6}\ \text{м}^2.$$

Діаметр каналу, м,

$$d = 1.13\sqrt{f}\ ,$$

таким чином

$$d_{\text{пуанс}} = 1.13\sqrt{9{,}316 \cdot 10^{-6}} = 3{,}45\ \cdot 10^{-3}\text{м};$$

$$d_{\text{матр}} = 1.13\sqrt{1{,}115 \cdot 10^{-5}} = 3{,}77 \cdot 10^{-3}\text{м};$$

$$d_{\text{дно}} = 1.13\sqrt{1{,}609 \cdot 10^{-6}} = 1{,}43\ \cdot 10^{-3}\text{м}.$$

З конструктивних міркувань та технологічності виготовлення приймаємо діаметри отворів $d_{\text{матр}} = d_{\text{дно}} = 6$ мм, $d_{\text{пуанс}} = 9$ мм.

Значення сумарних довжин каналів системи охолодження визначаються за залежністю відповідно для кожної формоутворюючої деталі прес-форми, м:

$$l \geq \frac{F}{\pi \cdot d},$$

де F – площі формоутворюючих поверхонь пуансона, матриці і дна матриці відповідно, м^2($F_{\text{пуанс}} = 17776{,}61 \cdot 10^{-6}$; $F_{\text{матр}} = 21267{,}46 \cdot 10^{-6}, F_{\text{дно}} = 3069{,}58 \cdot 10^{-6}$); d – діаметри каналів під охолодження в пуансоні, матриці та дні матриці відповідно, м.

$$l_{\text{пуанс}} \geq \frac{F_{\text{пуанс}}}{\pi \cdot d_{\text{пуанс}}} = \frac{17776{,}61 \cdot 10^{-6}}{\pi \cdot 9 \cdot 10^{-3}} = 0{,}63\ \text{м};$$

$$l_{\text{матр}} \geq \frac{F_{\text{матр}}}{\pi \cdot d_{\text{матр}}} = \frac{21267{,}46 \cdot 10^{-6}}{\pi \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 1{,}13\ \text{м};$$

$$l_{\text{дно}} \geq \frac{F_{\text{дно}}}{\pi \cdot d_{\text{дно}}} = \frac{3069{,}58 \cdot 10^{-6}}{\pi \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 0{,}16\ \text{м}.$$

Виходячи з конструктивних міркувань систему каналів охолодження було прийнято виконувати у вигляді системи складних отворів, з’єднаних між

собою та розташованих під кутами, з метою збільшення їх загальної протяжності через деталі.

2.7 Розрахунок системи відведення повітря

Для підвищення якості виробів велике значення також має наявність каналів для виходу газу – системи вентиляції.

Система вентиляції – це система каналів, спроектованих з метою відведення повітря з порожнини прес-форми, задля подальшого її заповнення рідким розплавленим полімером. Якщо не зробити систему вентиляції, або розрахувати її не вірно, то під час лиття з форм не буде видалене все повітря і його частина залишиться у гнізді. В результаті, отримана таким чином деталь буде дефектною, з наявними раковинами та короблення . Зазвичай таких каналів для відведення повітря робиться декілька для уникнення ситуації коли єдиний отвір забився та повітрю немає куди подітись з форми.

Розрахунок системи вентиляції полягає у визначенні об’єму повітря, який необхідно видалити з форми за час заповнення порожнини пластмасою. В нашому випадку об’єму повітря буде рівним об’єму самої полістиролової тари.

Об’єм повітря у формі, який необхідно відкачати дорівнює об’єму деталі, тобто $V_ф = 1{,}27 \cdot 10^{-5}$ м^3. В такому випадку ми можемо визначити об’ємні втрати повітря, м^3/с:

$$Q = \frac{V_ф}{\tau_ц},$$

де $V_ф$ – об’єм повітря у прес-формі, який необхідно видалити, м^3; $\tau_ц$ – час циклу формування виробу, с.

$$Q = \frac{1{,}27 \cdot 10^{-5}}{13{,}42} = 9{,}47 \cdot 10^{-7} \text{м}^3/\text{с} \quad .$$

Площа поперечного перерізу каналу для відведення повітря визначається за наступною формулою, м^2:

$$S_{\text{заг}} = \frac{Q}{\omega_{\text{пов}}} \ ,$$

де Q - об'ємні втрати повітря, м^3/с; $\omega_{\text{пов}}$=135 м/с – швидкість руху повітря.

$$S_{\text{заг}} = \frac{9{,}47 \cdot 10^{-7}}{135} = 7{,}01 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2.$$

Кількість каналів, необідних для відведення повітря,

$$n_{\text{кан}} \geq \frac{S_{\text{заг}}}{S_{\text{сегм}}} = 0,$$

де $S_{\text{сегм}} = 0{,}02 \cdot 10^{-3}$x $10 \cdot 10^{-3} \cdot \text{м}^2$ - поперечний переріз одного елементарного каналу(рис. 2.7.1).

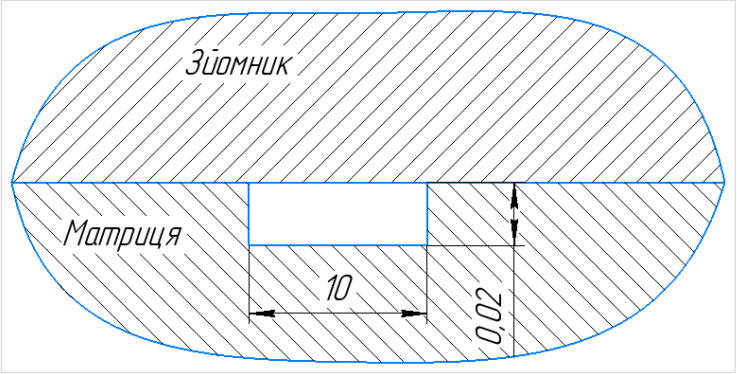


Рис.2.7.1 Поперечний переріз каналів системи відведення повітря

Глибина каналу приймається $0{,}02 \cdot 10^{-3}$ у зв'язку з тим, що пластмаса не повинна потрапити до каналу. Зважаючи на властивість поверхневого натягу рідкого пластику така глибина каналу зможе забезпечити проникнення в нього повітря і непроникнення полімеру. Ширину ми приймаємо виключно з з умов технологічності виготовлення даного отвору. Даний канал

виготовляється на операції шліфування в в’язку з тим, що необхідно забезпечити високу точність глибини каналу.

$$n_{\text{кан}} \geq \frac{S_{\text{заг}}}{S_{\text{сегм}}} = 0{,}035\ ,$$

З розрахунків видно, що для прес форми достатньо і одного каналу вентиляції, але ми приймемо необхідну кількість каналів для відведення повітря $n_{\text{кан}}$ = 4, рівномірно розміщені по поверхні змикання. Така кількість отворів приймається з огляду на те, що відвід повітря має відбуватись рівномірно по всьому контуру деталі щоб уникнути ситуації, коли повітря блокується пластмасою і не може потрапити в канал.

2.8 Розрахунок зусилля зняття з пуансона

Зусилля, необхідне для зняття готового виробу з пуансона знаходиться за наступною формулою, Па

$$p = \varepsilon E \frac{2\delta_{\text{вир}}}{d},$$

де ε = 0,024 – коефіцієнт зменшення товщини стінки; E = 260*10^6 Па – питомий тиск банки на пуансон; d = 0,0865 м – найбільший розмір на пуансоні.

$$\text{p} = 2{,}02 * 10^5\ \text{Па}$$

Зусилля зштовхування виробу з пуансона, Па,

$$\text{P} = fpF_{\text{п.б.}}\ ,$$

Де f= 0,4 - коефіцієнт тертя полістирола по сталі; $F_{\text{п.б.}}$= 13241,42 ·10^{-6} $м^2$ - площа бокових поверхонь пуансона.

$$\text{P} = 0{,}4 * 2{,}02\ *\ 10^5 *\ 13241{,}42\ \cdot 10^{-6} =\ 1{,}07 * 10^3\ \text{Н}.$$

- Розрахуємо хід прес-форми L, м,

$$L = 2l + c\,,$$

де l = 0,0625 м – висота виробу; с – розмір зазору між виробом і прес-формою при витягуванні, приймемо с = 0,03 м.

$$L = 0{,}155 \text{ м}.$$

Згідно паспорту верстата, він може забезпечити хід 0,42 м, отже, наш хід менший за максимальний і даний термопластавтомат здатний забезпечити потрібний хід.

2.9 Розрахунок ресурсу роботи прес-форми

Ресурс та наробка прес-форми залежать від рівня її складності. Залежно від складностей і особливостей форми за ГОСТом [4] обираються необхідні параметри для розрахунків.

Згідно ГОСТ 27358-87 [4] розрахуємо такі параметри для прес-форми як безвідмовна робота $П_б$ в тис. деталей та встановлені ресурси до середнього $П_с$ та капітального $П_к$ ремонтів в тис. деталей.

$$П_б = О_б К_с К_г К_в К_т К_ш К_і К_к К_з n\,;$$

$$П_с = О_с К_с К_г К_в К_т К_ш К_і К_к К_з n\,;$$

$$П_к = О_к К_с К_г К_в К_т К_ш К_і К_к К_з n\,,$$

де $О_б$= 21400 – номінальна наробка прес-форми з одного гнізда, тис.дет.; $О_с$ = 89000 – номінальний ресурс прес-форми до середнього ремонту з одного гнізда, тис.дет.; $О_к$ = 428000 - номінальний ресурс прес-форми до капітального ремонту з одного гнізда, тис.дет.; $К_с$ = 0,74 – коефіцієнт, який враховує категорію складності форми; $К_г$ = 1 - коефіцієнт, який враховує кількість гнізд у формі; $К_в$ = 0,75 - коефіцієнт, який враховує висоту виробів; $К_т$ = 0,95 - коефіцієнт, який враховує твердість формоутворюючих поверхонь

(для HRC = 50…55); $К_ш$ =1 - коефіцієнт, який враховує шорсткість формоутворюючих поверхонь; $К_і$ = 0,55 - коефіцієнт, який враховує квалітет точності виробів; $К_к$ = 0,8 - коефіцієнт, який враховує конструктивні особливості прес-форми і додаткові вимоги до якості виробів, що формуються; $К_з$ = 1 - коефіцієнт, який враховує зв'язок прес-форми з обладнанням; n = 1 – кількість гнізд у прес-формі.

$$П_б = 4965 \text{ тис. дет.}$$

$$П_с = 20650 \text{ тис. дет.}$$

$$П_к = 99290 \text{ тис. дет.}$$

2.10 Розрахунок обойми та механічну міцність

Обойми у прес-формах служать для закріплення між собою її вузлів, зазвичай - формоутворюючих, хоча самі обойми участі у формоутворенні зазвичай не беруть. В зв'язку з цим конструкція обойми не відрізняється великою складністю. Найбільш поширеним варіантом є монолітна деталь круглої чи прямокутної форми, тоді як порожнина близька за конфігурацією до зовнішнього контуру матриці/пуансону.

Незважаючи на те, що зазвичай обойми використовуються у багато-гніздових формах, у даній одно-гніздовій використання обойми зумовлене ще й технологічністю такого рішення, оскільки це дозволяє спростити виготовлення матриці/пуансону та проводити термообробку для деталей з меншими габаритами, а отже зменшує собівартість форми.

Розрахунок обойм проводиться з умови міцності, оскільки у разі невиконання може статися її розрив і виникнути загроза життю чи здоров'ю людини.

В даному випадку найбільш доцільна форма обойми - порожнистий товстостінний циліндр. Типовим розрахунком є визначення необхідної

товщини стінки для забезпечення експлуатації форми при робочому тиску розплаву у гнізді.

Розрахунок зводиться до визначення їх зовнішнього діаметра або товщини стінок, що відповідають заданій умові міцності, що може змінюватись ще й залежно від марки сталі та її термообробки.

При виборі значення зовнішнього діаметра обойми для круглого гнізда під виріб керуються наступною формулою:

$$R \geq r \sqrt{\frac{[\sigma]_p + 0.4q}{[\sigma]_p - 1.3q}},$$

де R – радіус зовнішнього діаметра циліндра, м;

r – радіус внутрішнього діаметра циліндра, м;

$[\sigma]_p$ – допустиме напруження на розтяг для матеріалу обойми, Па;

q – величина тиску, який діє всередині обойми, Па.

Проте, наш виріб має поперечний перетин близький до прямокутного, тобто значення товщини стінок матриці будуть різними вздовж різних сторін. В цьому випадку вибирається поперечний перетин з найменшою товщиною стінки.

Зусилля, яке намагається здеформувати та розірвати матрицю може бути визначене за класичною формулою:

$$P = q \cdot F$$

або з розрахунку дії лише на одну з двох стінок:

$$P_{\text{р}} = \frac{q \cdot F}{2}$$

де q – тиск у гнізді форми, Па;

F – площа проекції формуючої поверхні, на яку діє тиск на площину в якій лежить небезпечний поперечний перетин, м^2

Для матриці ці значення становлять: q=155.9 МПа, F=3.7·10^{-3} м^2.

$$P_{\text{р}} = \frac{155.9 \cdot 10^6 \cdot 3.7 \cdot 10^{-3}}{2} = 2.89 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

Напруження в небезпечному перетині відповідно визначаються за формулою:

$$\sigma = \frac{P_p}{F_{\text{п}}} \leq [\sigma_{\text{в}}]$$

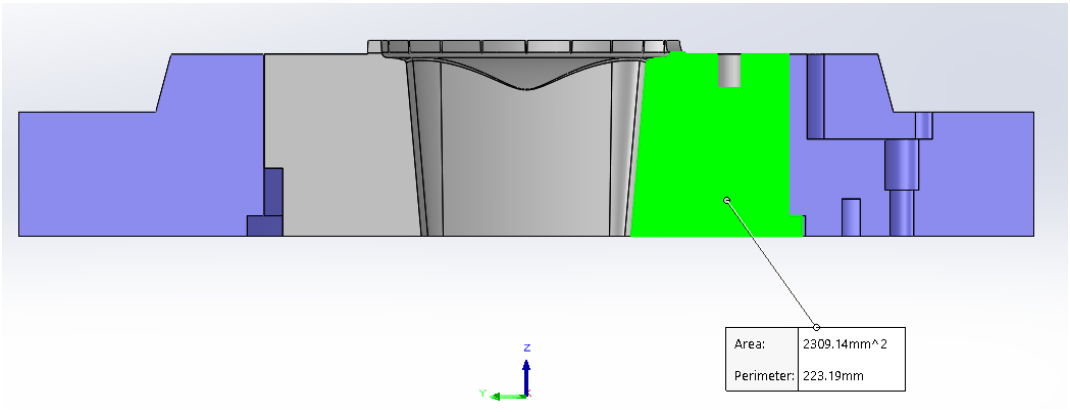


Рис.2.10.1 Розрахунковий поперечний перетин матриці та обойми

де $F_{\text{п}}$ – площа небезпечного поперечного перетину на сторону, м^2. Для матриці становить $F_{\text{п}}$=2309 мм^2.

$[\sigma_{\text{в}}]$ – границя міцності при розтягу, МПа. Для матеріалу матриці 4Х5МФС становить $[\sigma_{\text{в}}]$=1670 МПА.

$$\sigma = \frac{2.89 \cdot 10^5}{2309 \cdot 10^{-6}} = 1.25 \cdot 10^8 \leq [\sigma_{\text{в}}]$$

Тобто умова міцності виконується.

Для забезпечення якості лиття необхідно також враховувати деформацію матриці під дією тиску розплаву та можливе утворення зазорів між формоутворюючими деталями, в які може потрапляти пластмаса та утворювати дефекти на виробі. Тому додатково матриці/обойми розраховують ще й з умови необхідної жорсткості та визначенні такої товщини стінки обойми, яка б відповідала цій умові.

Величина абсолютного подовження матриці у площині небезпечного перетину повинна лежати в межах, при яких зазор, який утвориться при деформації матриці/обойми не буде перевищувати $\Delta l = 0{,}02$ мм на сторону, або $\Delta l = 0{,}04$ мм на діаметр.

Видовження Δl у нашому випадку необхідно враховувати на найбільшому діаметрі l=93.87 мм, тоді відносне видовження рівне:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l},$$

де ε – величина відносного видовження обойми;

Δl – величина приросту, м.

Для даного випадку

$$\varepsilon = \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{93.87 \cdot 10^{-3}} = 4.26 \cdot 10^{-4}$$

де l – довжина обойми в напрямку розтягу в см.

Виходячи з залежності між напруженням та відносним видовженням, маємо

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

або

$$\sigma = \varepsilon E$$

де σ – напруження, яке виникає в розглядуваному січенні, Па.

E – модуль пружності, Па. Для сталей при розрахунках приймають $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па.

Таким чином:

$$\frac{P_p}{F_{\text{п}}} = \varepsilon E,$$

Звідки

$$F_{\text{п.н}} = \frac{P_p}{\varepsilon E},$$

де $F_{\text{п.н}}$ – необхідна площа перерізу стінки матриці, м^2.

По формулі (2.1) проводиться перевірка на відповідність дійсної площі перерізу площі $F_{\text{п}}$ необхідній $F_{\text{п.н}}$ з умови жорсткості.

Перевіряємо відповідність площі поперечного перетину нашої матриці з умови жорсткості:

$$F_{\text{п.н}} = \frac{2.89 \cdot 10^5}{4.26 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{11}} = 3.386 \cdot 10^{-3}\ \text{м}^2 > F_{\text{п}} = 2.3 \cdot 10^{-3}\ \text{м}^2$$

Тобто умова жорсткості не виконується. Стінку потрібно збільшувати. Проте, враховуючи те, що матриця повинна пройти термообробку для досягнення відповідної твердості, а також з умов технологічності форми виконуємо матрицю з декількох деталей – власне самої матриці та обойми матриці. Матриця поміщена в обойму з зазором, який не перевищує 0.01 мм на сторону. При роботі форми та деформації матриці відбувається вибирання зазору, після чого зусилля розтягу діє у поперечному перетині з сумарну площею матриці та обойми, яка становить $F_{\text{п.м+об.}} = 4.4 \cdot 10^{-3}\ \text{м}^2 > F_{\text{п.н}} = 2.3 \cdot 10^{-3}\ \text{м}^2$. Таким чином при даній конструкції умова жорсткості задовільняється.

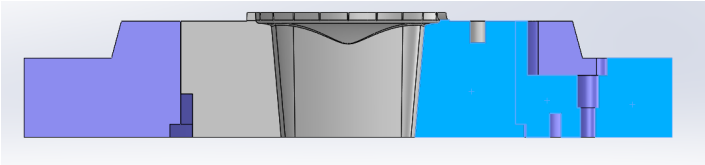


Рис.2.10.2 Зображення площини перерізу матриці та її обойми

Розділ 3. ПРОЕКТУВАННЯ ПРЕС-ФОРМИ

3.1 Вибір конструкції ливника

Системи подачі розплаву у форму (ливникові системи) для лиття під тиском мають різноманітну конфігурацію залежно від кількості виробів, їх розмірів та швидкості лиття, але проектування кожної з них починається з вибору місця розташування впускного каналу на виробі.

Для даного виробу найбільш раціональним рішенням є розміщення впускного каналу біля центру дна виробу для забезпечення рівномірності проливання.

Загальноприйнятою тенденцією під час проектування каналів ливникової системи є зменшення їх довжини у зв'язку з тим, що розплав, проходячи через канали віддає формі частину свого тепла. Отже, чим довша система каналів, тим більша ймовірність передчасного охолодження розплаву та неякісного проливання виробів.

Уникнути цього можна завдяки декільком аспектам. Перше – це скорочення протяжності ливників та ливникової системи, друге - збереження необхідного теплового балансу та третє - вибір такого перерізу каналів ливникової системи, при якому тепловіддача матеріалу буде мінімальною.

Тепловий баланс можна підтримувати увівши в форму систему її підігріву, що не тільки ускладнює та здорожчує форму, але і зменшує її ресурс роботи через постійну зміну температурного поля форми при роботі як системи обігріву так і системи охолодження. Тому підігрівання зазвичай проводиться на ливниковій втулці при вході пластмаси у форму.

Щодо розмірів ливникового каналу - діаметр вхідного отвору має значний вплив на заповнення форми розплавом і є однією з найважливіших проблем у процесі проектування форми. Від діаметра вхідного отвору залежить пропускна здатність всієї ливникової системи, а отже й швидкості потрапляння розплаву у гнізда. При проектуванні розміри поперечного

перетину та довжини розвідних і впускних каналів приймають таким чином, щоб їх пропускна здатність була не меншою ніж на вході форми. Тим не менш, до цього часу проектування збалансованої ливникової системи аналітичним шляхом становить значні труднощі. Типовими рішеннями щодо форми впускного каналу є кільце (або частини кільця), диск, щілина чи точка (найбільш поширені).

Перевага точкового лиття полягає в тому, що при цьому способі заливки розплаву не потрібно проходити ще й шлях вздовж ливника, тому швидкість проливання виробу зростає, скорочується робочий цикл прес-форми, покращується якість виробів та більш економічно використовується потужність верстата - термопластавтомата. Крім того, вироби, отримані точковим литтям, не потребують додаткової механічної обробки у вигляді видалення ливників.

Зважаючи на вищеперераховані переваги точкового лиття мною було прийнято рішення саме такою і зробити мою прес-форму – точково-безстержневою. Таке рішення призведе до покращення ефективності лиття і виробництва в цілому.

Ще однією особливістю нашої прес форми буде її гарячеканальність. Для виконання даної задачі можна було використати зовнішній або внутрішній підігрів каналу. Оскільки у випадку внутрішнього підігріву нагріваючий елемент знаходиться прямо біля розплаву, то може статися так, що матеріал, який знаходиться якнайближче до підігріву буде дуже рідким, а та частина розплаву, яка знаходиться далі, може навіть передчасно почати застигати. У випадку, коли треба пролити не складку за конфігурацією форму , така особливість може і не викликати проблем. У моєму ж випадку присутня не тільки складна конфігурація, а ще й обов’язкова умова тонкостінності, тож для проливання такого виробу полімер має бути однаково рідким по всьому об’єму. Для підігріву пластичної маси було вирішено поставити на вході у прес-форму ливникову втулку з зовнішнім підігрівом . Навколо цієї втулки

розташована електрична спіраль, яка здійснює додатковий підігрів рідкого полімеру та запобігає його передчасному остиганню.

3.2.Пуансон та матриця

Пуансон і матриця є основними і головними елементами прес-форми, адже, саме вони відповідають за формоутворення майбутнього виробу. За своєю конструкцією як матриці, так і пуансони бувають дуже різноманітними і обумовлено це , в основному, різноманітністю виробів, під які роблять прес-форми. В цілому можна сказати, що головною відмінністю між пуансоном і матрицею є те, що матриця закріплена і нерухома, а пуансон рухається при розмиканні форми.

Виконуючи розрахунок розмірів пуансона і матриці, як правило, звертають увагу на габарити та геометричну форму виробу, який мають отримати у результаті лиття, а також на кількість та розташування гнізд у формі. Оскільки у нашій формі одне гніздо, то зважати можна лише на перший пункт. З метою уникнення деформації формоутворюючого елементу у процесі лиття під тиском чи пресування, при його конструюванні обов’язково враховують його механічну міцність. Формоутворюючі деталі бувають суцільні, тобто складаються з одного цілісного елемента, або ж збірними. Через складність геометричної форми нашої тари неможливо було зробити її матрицю та пуансон суцільними.

Як матриця, так і пуансон, в нашому випадку, складаються з декількох деталей. Матриця складається з дна та зі стінок.

3.2.1 Матриця

Дно матриці зконструйоване таким чином, щоб враховувати всі, необхідні для прес-форми, елементи.

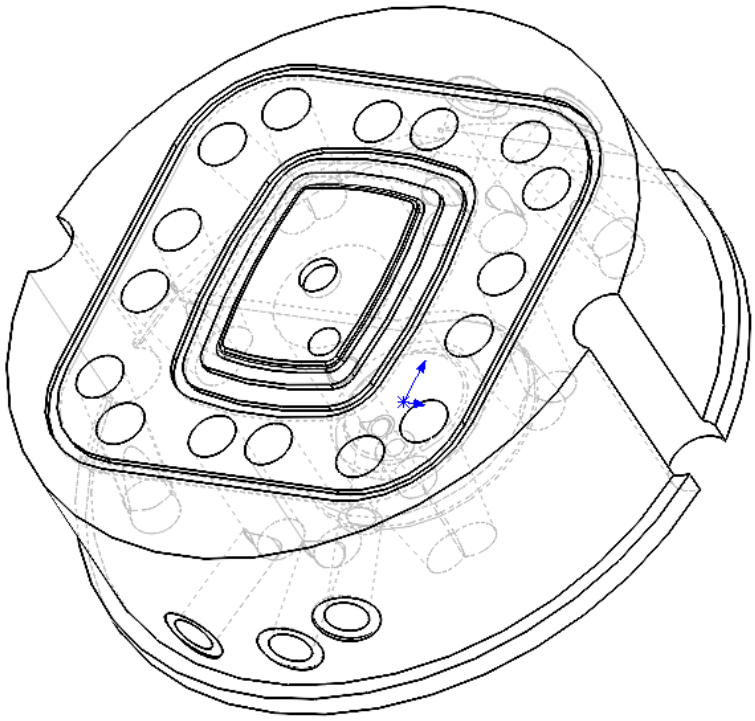


Рис. 3.2.1 Дно матриці

Під час лиття дно матриці сприймає на себе велику кількість тепла від гарячого полімеру, тому потребує великої кількості отворів під охолодження. Ці отвори виконані хитрим чином: вони попарно з’єднані між собою. Таким чином було вирішено питання довжини отворів під охолодження. Маючи саме таке розташування отвори досягають необхідної довжини. Зі сторін передбачені отвори під штуцери, які і підводять до прес-форми охолоджуючу рідину. Дана деталь є досить складною та має високі вимоги до точності, а тому виготовляється на верстаті с ЧПУ. У місцях, де дана деталь контактує з виробом при литті, має забезпечуватись мала шорсткість поверхні, а саме Ra 0.3. У місцях, де дно контактує з іншими формоутворюючими деталями допускається трохи вища шорсткість поверхні Ra 0.6.

Також у центральній частині деталі розміщений отвір під односторонній клапан. Цей клапан є маленькою, але дуже важливою складовою прес-форми. Він потрібен для того, аби при витягуванні виробу з прес-форми між тарою і матрицею не виникав вакуум. Під час процесу лиття він знаходиться у закритому положенні і не пропускає повітря у порожнину. Коли ж починається процес розмикання форми через даний клапан подається повітря для полегшення процесу витягання та уникнення короблення.

Друга деталь – складова матриці – це сама матриця, яка формує стінки виробу. (рис3.2.2)

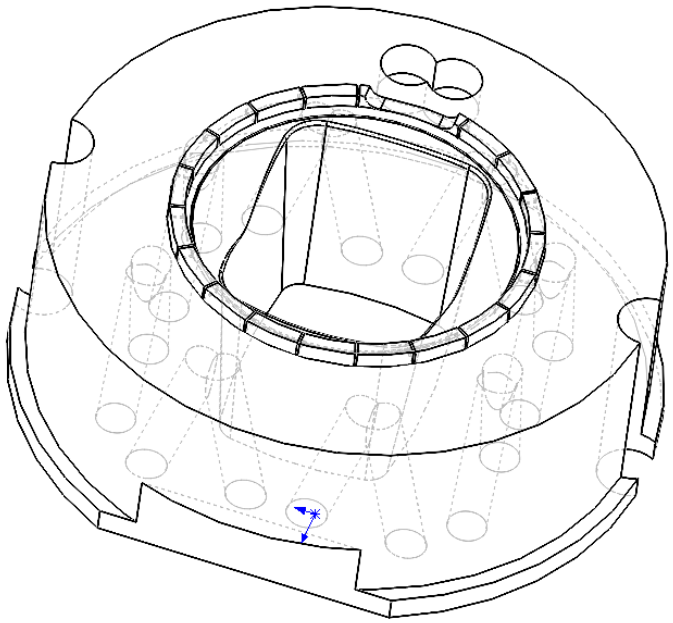


Рис.3.2.2 Матриця

Дана частина матриці відповідає за формування стінок , а також ребер жорсткості тари. За своїм функціоналом вона дуже схожа на попередню деталь: так само пронизана великою кількістю отворів під охолодження. Щодо вимог до точності виготовлення, то вони також аналогічні. на поверхні матриці є одна деталь, яка відрізняється – це наявність отворів для відведення повітря.

При круглій формі пуансонів чи матриць отвори системи вентиляції розташовують рівномірно по колу (рис.3.2.3, а). На квадратній формі -

розміщення по кутах (рис.3.2.3,б). Ширина каналу приймається з технологічних міркувань, максимальне значення лежить в межах 10-15 мм. Глибина приймається залежно від тиску та властивостей матеріалу, з якого виготовляється виріб, але не більше 0,2-0,3 мм. При розташуванні каналів на фасонних поверхнях форма каналу може бути у вигляді сегмента або частини кільця, виходячи з радіусу кривизни поверхні (рис.3.2.3, в). У випадку прямокутних пуансонів канали виконують лише на його довгих сторонах (рис.3.2.3, г). Відстань між канавками зазвичай лежать у межах 30-40 мм.[6]

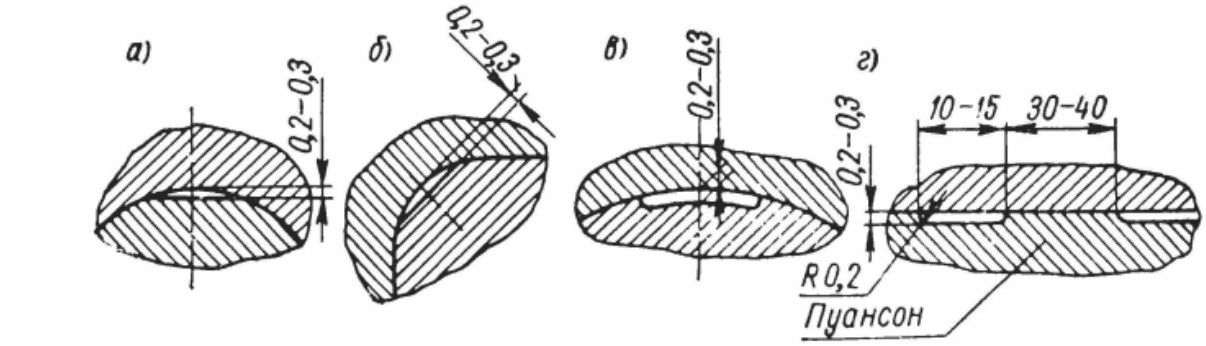


Рис.3.2.3. Вентиляційні канали пуансонів та матриць

У нашому випадку ми маємо круглу матрицю, а отже розташовуємо отвори по колу на однаковій відстані. Отже, у результаті, по площині матриці шліфують чотири, рівномірно розподілені по площині, канали глибиною 0,02 мм для відведення повітря з форми. Зручно цю операцію виконувати саме шліфуванням, бо тоді її можна виконати за один установ разом з простим шліфуванням цієї площини для забезпечення шорсткості Ra 0,6.

3.2.2 Пуансон

Говорячи про пуансон даної прес-форми, можна з упевненістю сказати, що він набагато складніший за своєю будовою за матрицю. До його складових можна віднести пуансон(відповідає за формоутворення), вставку пуансона, зйомник і вставку зйомника.

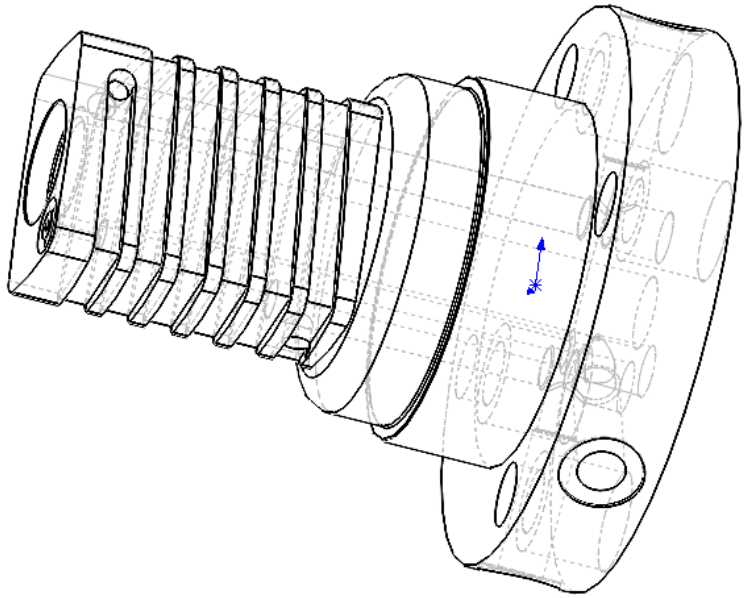


Рис.3.2.4 Вставка пуансона

Почнемо зі вставки пуансона. ЇЇ головною роллю можна вважати охолодження. До нижньої частини деталі через штуцери до деталі підводиться охолоджуюча рідина. Далі вона рухається в гору до, умовно, гвинтової частини деталі. З різних боків верхньої частини деталі зроблено два отвори – для підведення та відведення рідини. В один отвір рідина потрапляє з середини, рухається по спіралі, забезпечуючи максимально можливе охолодження та потрапляє у вихідний отвір, таким чином утворюючи замкнений контур.

Отвір у верхній частині вставки слугує для подачі повітря до деталі під час її знімання. На відміну від дна, цей отвір не має безпосереднього виходу до гнізда форми, оскільки при зімкненій формі він закритий конічною поверхнею центрального штовхача, а отже пластмаса не потрапляє в нього. Це виключає необхідність додаткових технічних рішень у вигляді клапанів, тому незважаючи на певне ускладнення форми не веде до збільшення її собівартості. При розмиканні форми від пневмовузла по цьому каналу відбувається подача повітря для усунення вакууму між виробом і пуансоном та для полегшення зняття деталі з форми.

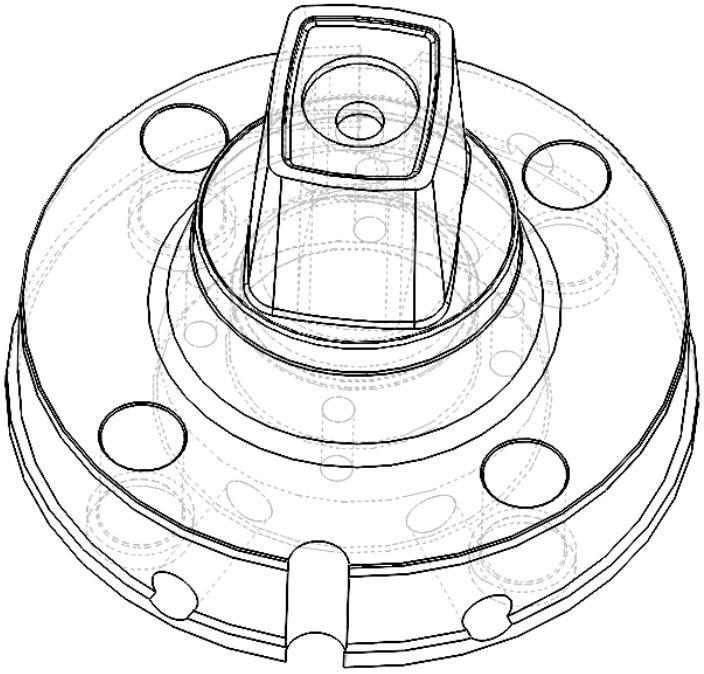


Рис.3.2.5 Пуансон

Пуансон, який зображено на рисунку 3.2.5 бере безпосередню участь у формотворенні виробу. Він відповідає за формування внутрішніх поверхонь виробу.

Хоча зйомник і бере участі у формуванні тари, його основною функцією є знімання готового виробу, про яку ми згадаємо пізніше. Даний елемент прес форми відповідає за формування верхнього буртика, куди під час експлуатації надягається кришка. Таке його подвійне призначення є насправді дуже зручним рішенням, адже ту поверхню, яку зйомник сформував під час лиття та остигання виробу, він використовує для подальшого знімання готової тари. В такому випадку тиск на тару з усіх боків буде рівномірним, що забезпечує відсутність дефектів, викривлення тари та її короблення.

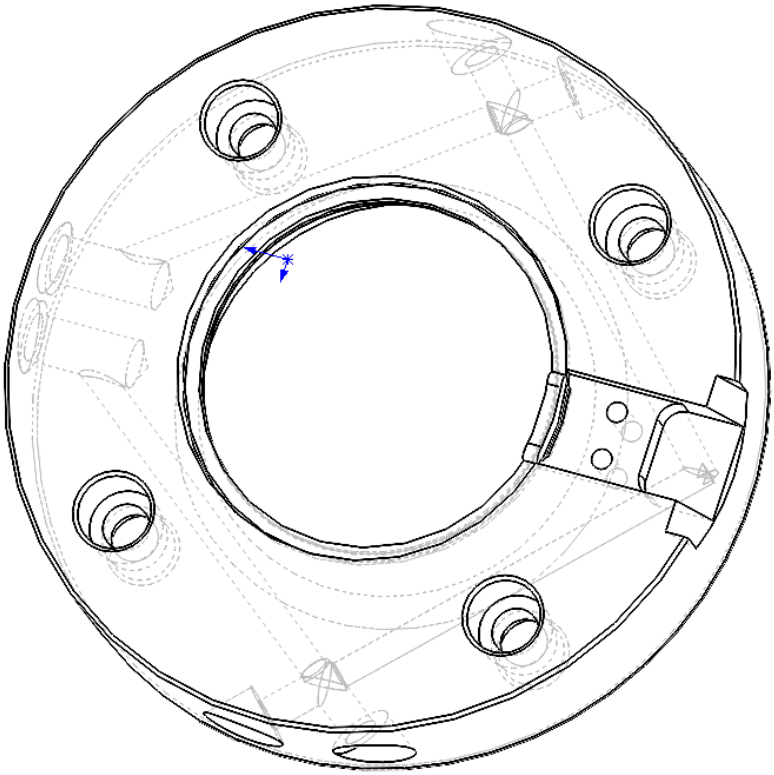


Рис.3.2.6 Зйомник

Також слід звернути увагу на особливості каналів охолодження. Оскільки зробити круглий канал всередині деталі являє собою дуже складну та непотрібну операцію, було прийнято рішення просвердлити чотири отвори під кутами та закрити їх входи заглушками. Таким чином ми отримали замкнутий контур системи охолодження у зйомнику.

Перейдемо до конструктивних особливостей найважливішої особливості цієї прес-форми – вставки зйомника. Ця невелика вставка створена для формування перфорації вусика на банці, необхідного для полегшення відкриття тари.

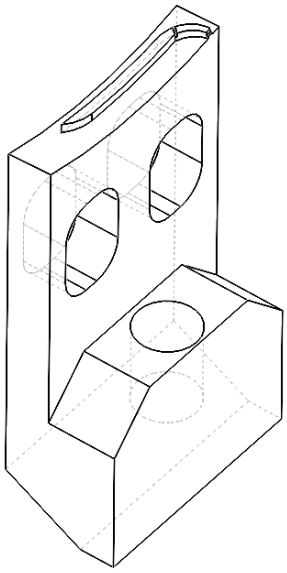


Рис.3.2.7 Вставка зйомника

Дана вставка під час розмикання прес-форми здійснює поступальний рух перпендикулярно до виробу за рахунок клиноподібного кінця і таким чином ця вставка не заважає вийманню виробу з форми. Під час руху розмикання вставка прижимається пружиною до зйомника і під час змикання форми пружина розжимається.

Виготовлення даного елемента може бути досить дорогим, бо його обробляють за допомогою електричного графіту, а потім, за потреби, доводять в ручну.

3.3 Обойми

Фіксація пуансонів та матриць, або їх складових деталей може відбуватись у різний спосіб.

Найбільш поширеним способом закріплення формотвірних деталей прес-форми можна вважати прямокутні бурти. В такому методі закріплення відбувається через притискання елементу, який містить пуансон чи матрицю, до спеціальної плити, яка називається опорною плитою чи подушкою. Притискання реалізують використовуючи болти, які зазвичай встановлюються

з боку, протилежного до формуючої порожнини. Якщо втулки або ж напрямні колонки розташовані не в тій деталі, в якій встановлений матриця або пуансон, окрім болтів слід використати фіксуючі штифти.

Для кріплення складових деталей збірних матриць та пуансонів використовуються обойми - зазвичай круглі або прямокутні. У процесі роботи обойма приймає на себе значну частину навантаження та потребує проведення перевірки на механічну міцність, яку я виконала у розділі 2.10.

Враховуючи близьку до циліндричної форму нашого виробу, приймається кругла конструкція обойми к найбільш раціональний з точки зору сприйняття навантажень та габаритів.

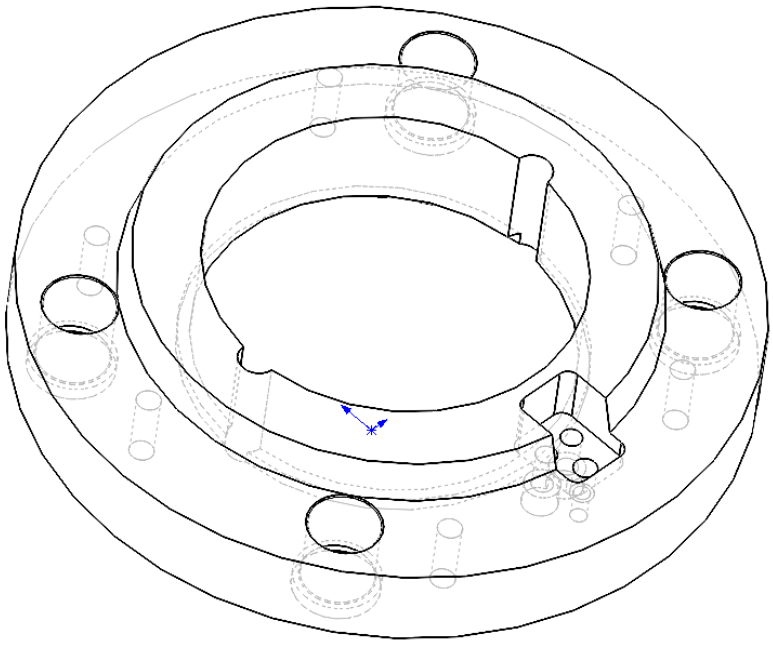


Рис.3.3.1 Обойма матриці

Під час розробки нашої прес-форми було використано три обойми: обойма дна, матриці і пуансона. У кожній обоймі по ободу виконано 4 отвори, необхідних для встановлення центровочних штифтів, для центрування обойм одна відносно одної. Також слід звернути увагу на наявність внутрішніх двохнапівотворів. При збірці прес форми у ці отвори встановлюються штифти,

щоб внутрішня частина прес форми, тобто матриця і пуансон, не оберталась відносно своїх обойм.

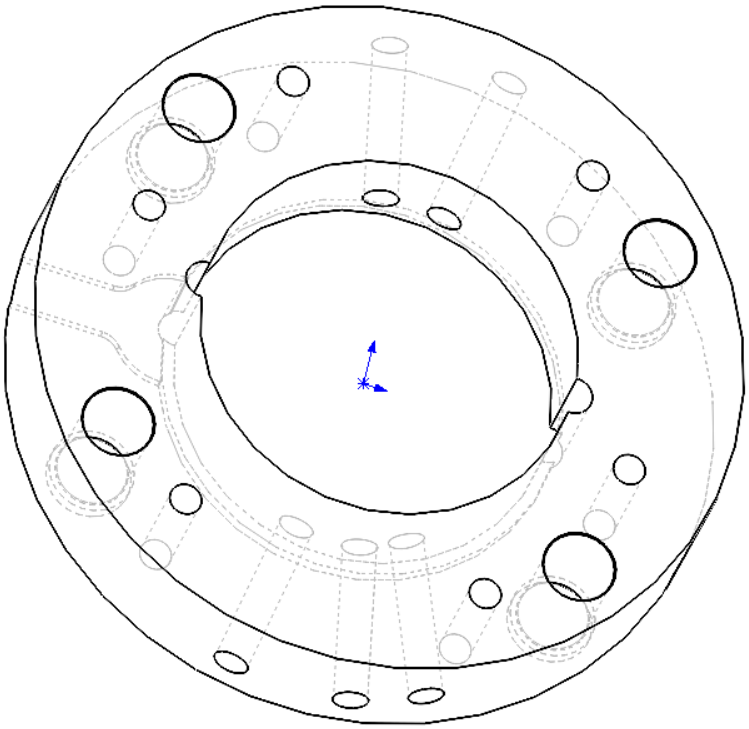


Рис. 3.3.2 Обойма дна

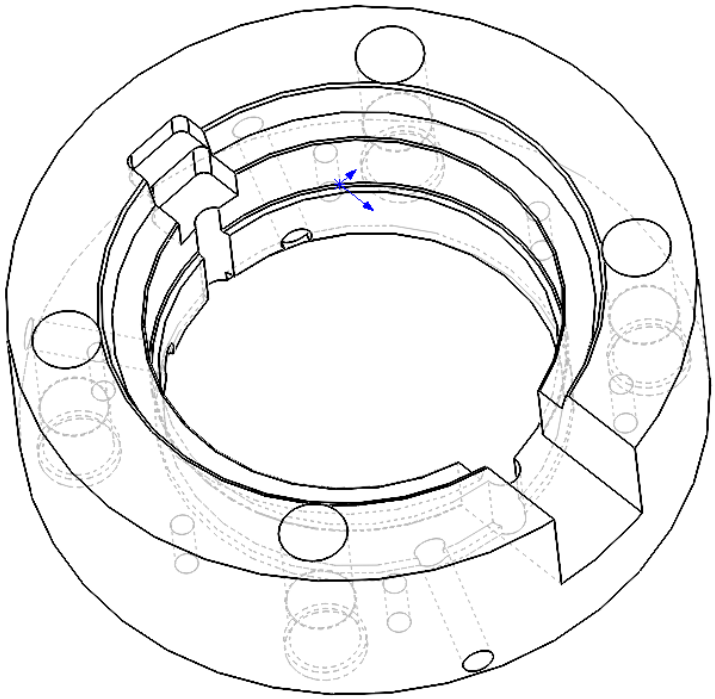


Рис. 3.3.3 Обойма пуансона

У тілі обойми дна і пуансона зроблені отвори, необхідні для системи охолодження. Ці отвори необхідні для штуцерів з охолоджуючою рідиною. Штуцери пронизують обойми, та подають воду до формоутворюючих деталей.

3.4 Спосіб виштовхування та знімання виробу.

За конструктивними ознаками виштовхувачі можна розподілити на дві категорії: виштовхувачі стаціонарних прес-форм та виштовхувачі знімних прес-форм. Виштовхувачі знімних прес-форм зазвичай не мають кріплення та переміщуються в процесі роботи у спеціальних отворах. Ці виштовхувачі приводять у рух спеціальні штирі, які встановлені в плитах розпресувального пристосування.

Спосіб виштовхування визначається головним чином формою виробу. Виштовхувачі розміщують так, щоб виштовхування виробу відбувалось рівномірно; при нерівномірному виштовхуванні може статися його короблення, викривлення, перекіс або навіть поломка.

У нашому випадку знімання готового виробу з прес форми забезпечують центральний штовхач і, раніше згаданий, зйомник. Штовхач тисне на дно форми, а зйомник на обід.

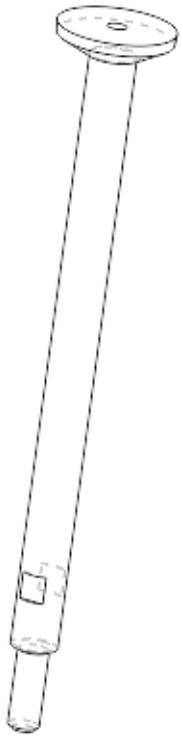


Рис. 3.4 Центральний штовхач

Штовхач має свої особливості. По-перше, він відшліфований таким чином, що з двох, протилежних сторін виконані дві маленькі за глибиною лиски, глибиною 0,02 мм, вздовж опори штовхача. Такі лиски зроблені для відведення повітря з гнізда прес-форми під час процесу лиття.

Друга особливість – це лунка в центрі поверхні штовхання. Вимоги до неї не є дуже високими, але її наявність необхідна. Коли розплав від ливникової втулки через форсунку потрапляє у порожнину прес-форми, він в першу чергу стикається з даною лункою. Розплав під дією високого тиску вдаряється об штовхач і вже потім продовжує свій рух по гнізду. Така невелика деталь сприяє швидшому і більш рівномірному проливанню виробу.

Штовхач до упору закручується у плиту штовхача, а з іншого богу піджимається гайкою. Таке кріплення надійно фіксує штовхач і запобігає його осьовому переміщенню. Оскільки у вставці пуансона штовхач розміщений вільно, для того, щоб його все ж таки зафіксувати і не дати йому хитатись у прес-формі, з другого богу штовхач розміщено у втулці.

Оскільки виштовхувач бере участь і у формоутворенні частини внутрішньої стінки дна, то його слід виконувати як і всі формоутворюючі деталі зі сталі 4Х5МФС.

Загалом щодо процесу виймання готового виробу, то рівномірне його знімання з пуансона можливе завдяки тому, що штовхач і зйомник жорстко з'єднані між собою, а тому мають однаковий хід. Тобто порядок кріплень виглядаю так: центральний штовхач прикручений до своєї плити штовхача, яка в свою чергу жорстко з'єднана з плитою штовхання зйомника, а вже ця плита містить у собі кріплення зйомника.

3.5 Плити кріплення

З країв форми розташовані плити кріплення прес-форми до верстата. Плита, яка зв'язана з матрицею є нерухомою, плита, що зв'язана з пуансоном – рухома. Отвори по боках прес-форми призначені для кріплення її до термопластавтомата.

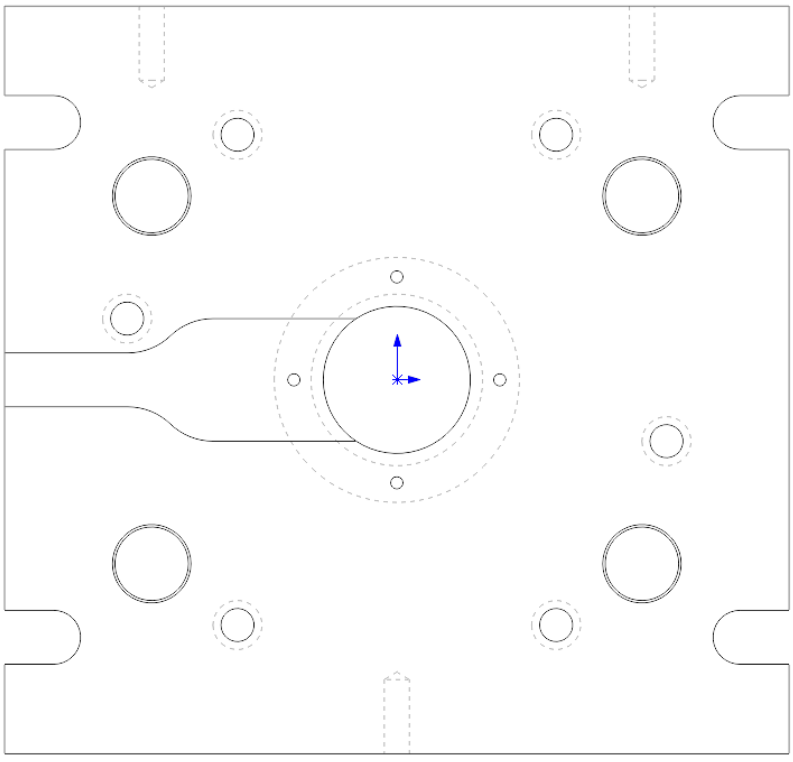


Рис. 3.5.1 Плита нерухома

Наступна плита зі своїми особливостями – це плита штовхання зйомника.

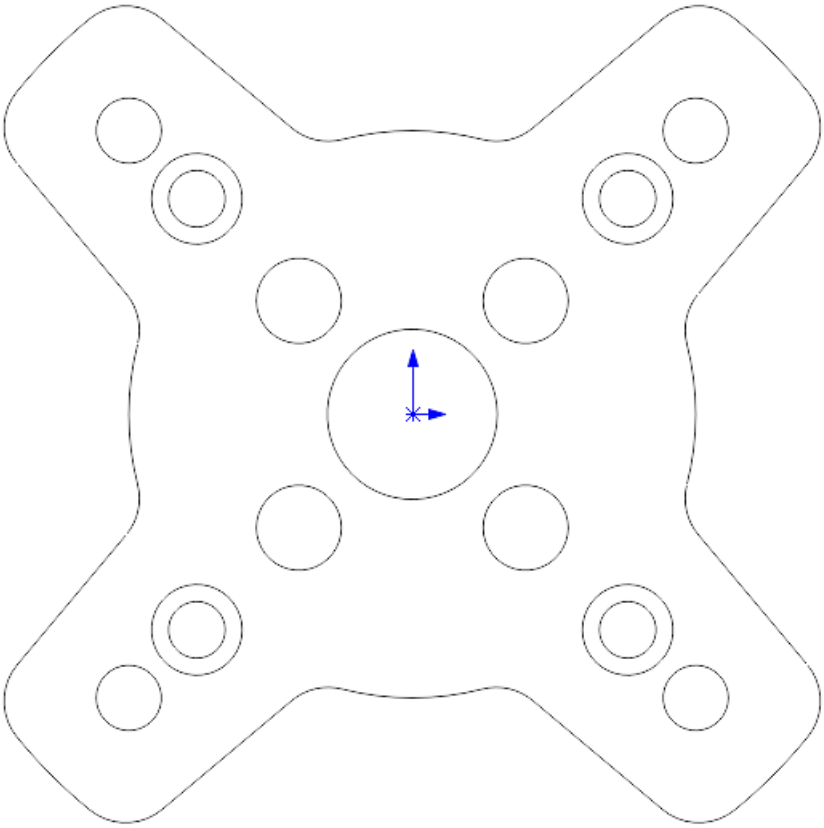


Рис. 3.5.2 Плита штовхання зйомника

Така її форма у вигляді чотирьох пелюсток обумовлена зменшенням ваги прес-форми. Виготовляється вона шляхом вирізання на верстаті з ЧПУ з круглої плити. Така додаткова операція означає додаткові витрати на виготовлення, але в остаточному результаті менша вага прес-форми відіграє важливішу роль.

За таким же принципом – зменшення ваги – було виконано і підкладну плиту пуансона.

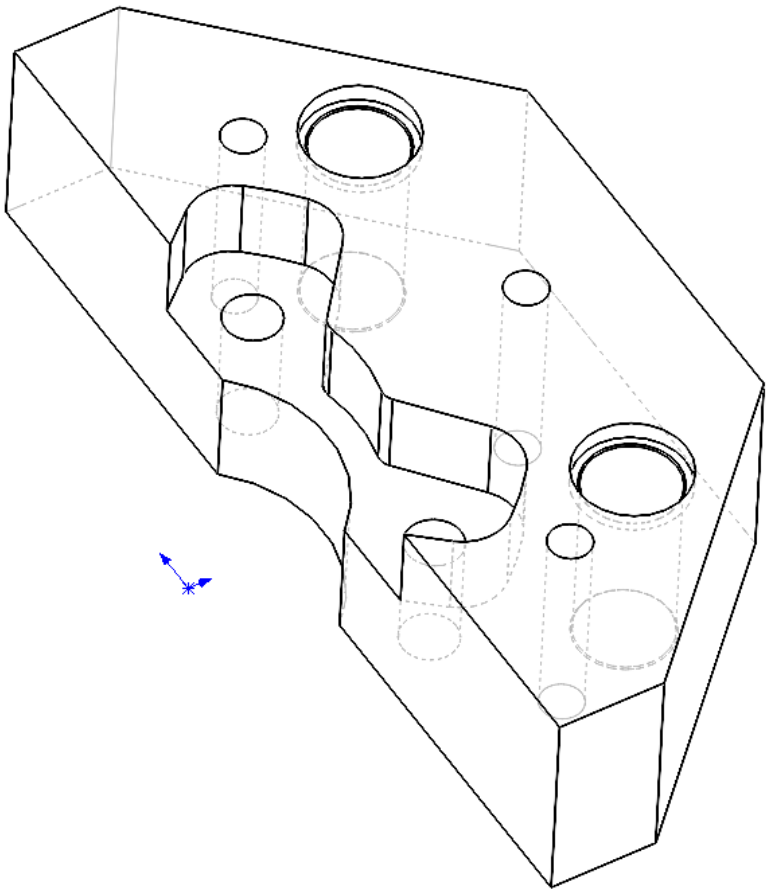


Рис.3.5.3 Підкладна плита пуансона

Дана частина прес-форми є досить широкою, а тому важкою. При збірці прес-форми використовують дві плити даної геометричної конфігурації. До того ж, якби ця плита була суцільною, вона б потребувала більше металу, а отже збільшувала ціну прес-форми. Оскільки цільнотільна деталь важила б достатньо багато, як було сказано вище, то, стає очевидним, що і монтаж її при збірці прес-форми спричиняв би додаткові проблеми та незручності. Зараз же єдиною характеристикою цієї плити, якої важливо дотримуватись є дотримання достатньої точності міжосьової відстані між отворами, бо в цих отворах до плити кріплять напрямні.

Наостанок, згадаємо про плиту штовхача.

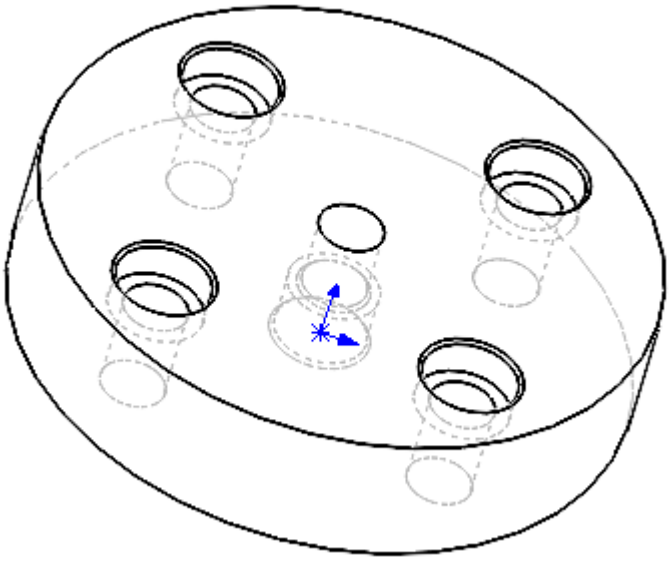


Рис.3.5.4 Плита штовхача.

Вона згадувалась раніше, під час опису системи виштовхування. Тож у центральному отворі виконують різьбу, у яку буде закручено центральний штовхач. Інші чотири отвори - це також різьбові отвори, але їх призначення інше. В ці отвори закручується тяга. Саме тяга, яка проходить наскрізь плити штовхання зйомника і плити штовхача і з'єднує їх між собою, забезпечуючи центральному штовхачу і зйомнику спільних хід.

Всі плити, як невідповідальні деталі, виготовлені з вуглецевої сталі У10А без додаткової термообробки.

3.6 Напрямні колонки та втулки

Визначення виконавчих розмірів окремих елементів колонок і втулок виконують зазвичай з конструктивних міркувань. При визначенні довжини напрямної частини колонок керуються розмірами пуансонів і матриць у напрямку їх змикання, а також характером їхнього взаємного розташування в момент замикання форми. Щоб уникнути зарубання пуансонів і матриць, колонки повинні входити у втулки дещо раніше, ніж пуансон увійде до

контакту з матрицею. З цією метою довжину колонок дещо збільшують. Величина цього збільшення зазвичай лежить у межах 5-10 мм.

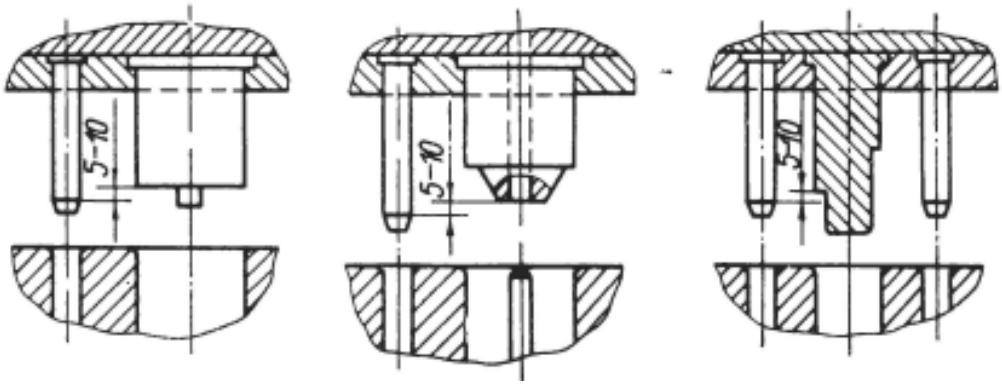


Рис.3.6.1 Залежність між довжиною напрямної колонки та конфігурацією пуансона

Довжина посадкової частини колонки слід прийняти рівною (1-1,5) D. Довжина напрямної частини втулки повинна лежати в межах (1,5-2) d. Значення діаметра d колонок цього виду залежить від довжини самих колонок і відстані між ними. Визначити його можна за табл. 3.6, яка передбачає п'ять розмірів діаметрів колонок, величина яких залежить від поставлених умов.

Таблиця 3.6

Величини діаметрів напрямних колонок

Відстань між центрами колонок в мм	Довжина колонки в мм	Діаметр колонки в мм
До 100	До 80	20
100-200	80-100	25
200-300	100-150	32
300-500	100-150	40
500-800	150-200	50

Напрямні колонки та втулки, що застосовуються в конструкціях виштовхувальних систем, представлені на рис. 3.6.2. Найкращі результати дають колонки з двосторонньою фіксацією (рис. 38, а). Крім свого основного призначення, вони виконують роль сполучної ланки між опорною плитою та основою, що дозволяє при складанні обходитися без установочний штифтів.

Колонки з односторонньою фіксацією (рис. 38, 6, в) рекомендується застосовувати в стаціонарних прес-формах невеликого розміру з рівномірним розташуванням виштовхувачів на плиті, що штовхає. Втулки цих колонок здебільшого фіксуються від осьового переміщення з допомогою циліндричного прямокутного бурта.

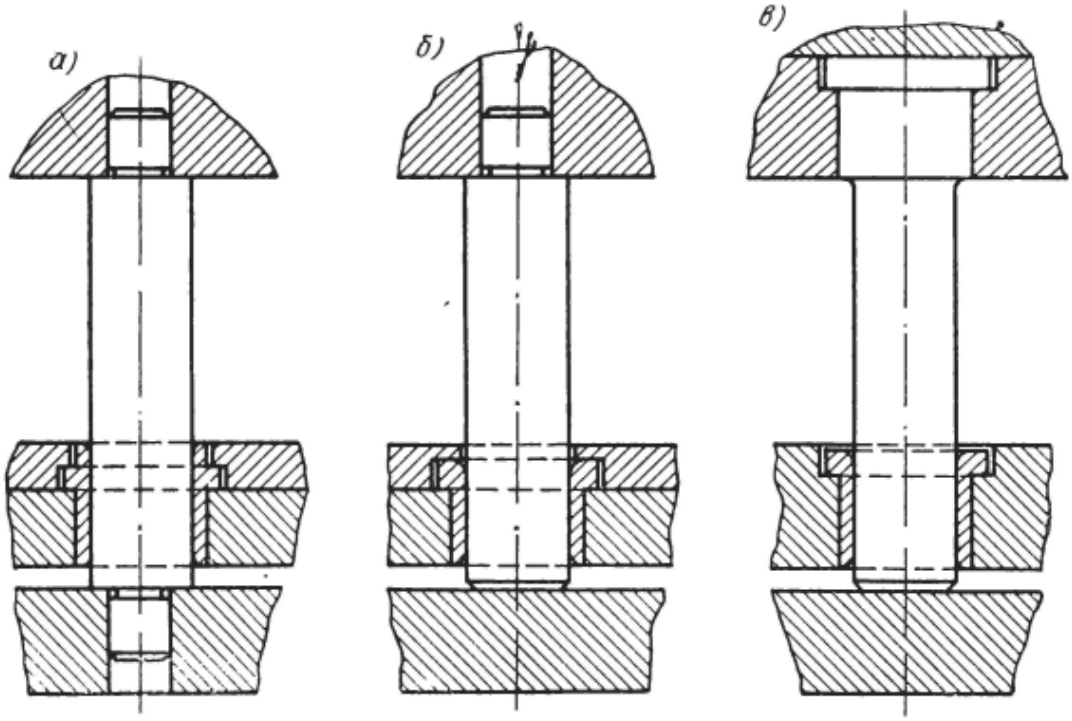


Рис. 3.6.2 Колонки та втулки, які застосовують для направлення руху системи виштовху

За всіма рекомендаціями у моїй прес-формі обрано, класично, чотири напрямні коронки, виконані з вуглецевих сталей У10А. Твердість напрямних і їх втулок становить 50…55 HRC. Також важливими є вимоги до шорсткості поверхонь, по яким ковзають напрям: вона має сягати близько Ra 0,8 задля забезпечення меншого супротиву руху та меншому зносу напрямних.

3.7 Матеріали прес-форми. Загальні принципи обробки деталей

Для виготовлення деталей різного ступеню відповідальності у прес-формі використовуються різні марки сталей. Так для деталей, які беруть участь у формоутворенні виробу, такі як матриця, дно матриці, пуансон, штовхач, зйомник і вставка зйомника, використовують леговані сталі з додаванням хрому, в свою чергу, не формоутворюючі деталі не є настільки відповідальними, тому для зменшення кінцевої вартості прес-форми можна використовувати прості вуглецеві сталі. Матеріали для прес-форми підбирались мною за ГОСТом 27358-87 [4]. Згідно цього документу для формоутворюючих деталей я обрала сталь 4Х5МФС. Саме цей матеріал зазвичай використовується при литті під тиском полістиролу, а також він буде добре протидіяти адгезійному зношенню. Термообробкою для даної сталі служить низькотемпературне азотонавуглецювання, твердість – 60…64 HRC. Для деталей, які не беруть участі у формоутворенні мною була обрана сталь У10А з твердістю 50…55 HRC. [4]

Для виготовлення формоутворюючих деталей використовують верстати з ЧПУ. Оскільки деталі складної конфігурації, то здійснити їх виготовлення на простому токарному верстаті буде дуже проблематично, або ж неможливо.

Умови щодо шорсткості, знову ж таки, для всіх складових деталей матриці і пуансона однакові: частини деталей, які контактують з виробом повинні мати шорсткість Ra 0.3. Така низька шорсткість необхідна з декількох причин. По-перше, це полегшує протікання розплаву у формі під час її заповнення. По-друге, низька шорсткість спричиняє зменшення тертя виробу при його зніманні з пуансона і, по-третє, це забезпечення високої якості поверхонь виробу, що означає високі оптичні характеристики харчової тари, тобто вона буде прозорою, а не мутною. Ця характеристика важлива, бо вона на пряму впливає на попит на цей виріб.

Забезпечення таких високих вимог сприяє значному здорожчанню форми, але висока ціна буде виправданою, адже під час роботи вироби ллються безперервно у три зміни.

Для досягнення такої малої шорсткості деталі шліфують, за потреби, це робиться, навіть, вручну. Інші поверхні стандартно - Ra 6,3.

Слід звернути увагу на особливості обробки поверхонь пуансона і матриці, які контактують між собою. Поверхні таких деталей, які сусідніми гранями контактують з безпосереднім гніздом виробу мають особливі вимоги. Площина стику таких деталей, наприклад, матриці і зйомника, повинна мати досить низьку шорсткість – не більшу за Ra 0.6. Це пов’язано з тим, що якщо через високу шорсткість утвориться може утворитись зазор, не буде забезпечено достатню щільність з’єднання та згодом в отримані щілини може затекти рідкий полімер, та утворяться задирки – облой.

Облой утворюється за рахунок передбаченого конструкцією зазору між матрицею та пуансоном. На рис. 3.7.1, а зображений елемент багатогніздної прес-форми, що передбачає горизонтальний облой. Елемент прес-форми, що дає на виробі вертикальний облой, зображений на 3.7.1, б.

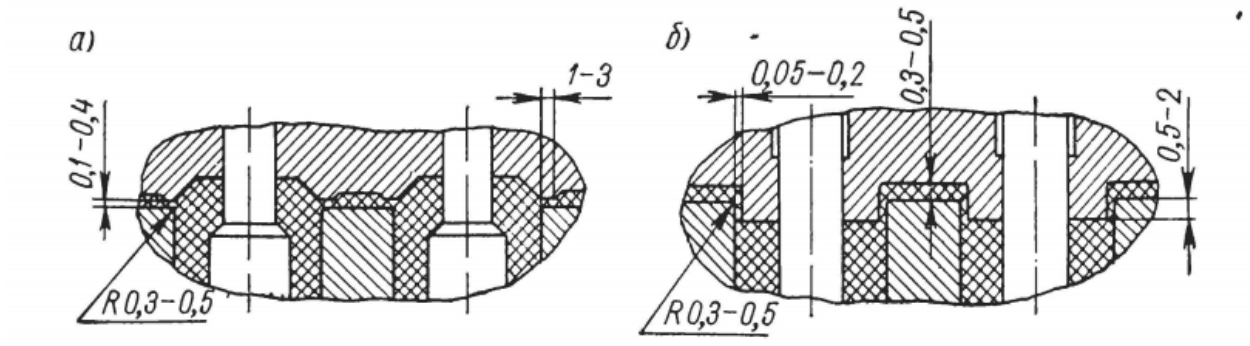


Рис. 3.7.1 Контактні поверхні пуансонів прес-форм напівзакритого типу

Величина зазору, який передбачається між матрицею і пуансоном залежить від складу перероблюваного матеріалу. Наведені на малюнку значення

проміжків повинні призначатися без урахування допусків на виготовлення відповідних елементів.

Точність виробу значною мірою залежить від характеру взаємного розташування пуансону та матриці. Чим точніше і надійніше встановлені матриця та пуансон один відносно одного, тим якіснішими будуть вироби. Так, при недостатньо ретельно закріпленому пуансоні або матриці зводиться майже нанівець роль напрямних колонок. В результаті можуть виникнути дефекти на виробах.

Якщо не вийшло методом шліфування на ЧПУ верстаті досягти необхідної шорсткості (усунути зазор між деталями), то допускається виконання додаткової операції – притирки. Під час такої операції деталі, які контактують між собою змащують спеціальною пастою і доводять вручну.

У разі недостатньо низької шорсткості формоутворюючих поверхонь можна вдатися до хромування. Покриття шаром хрому буде додатково покращувати якість поверхні прес-форми, а отже і виробу, полегшувати витягання готового виробу прес-форми, а також сприяє уникненню появи корозії на деталях форми. Окрім хрому, покриття можна робити ще й, наприклад, нікелем, але слід зауважити, що на відміну від хрому, нікель з часом буде зношуватись та таке покриття буде відлущуватись.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Гранульований полістирол є горючим продуктом. Температура загоряння розплаву – 210 ºС. При загорянні полістирол потрібно тушити розпиленою водою із змочувачами.

Аерозвузь емульсійного полістиролу вибухонебезпечна. Пил фракції 20-250 мкм має нижню межу займання 25-29 г/м . Температура самозаймання аерогелю – 444 °С.

Відповідно до правил захисту від статичної електрики у виробництвах хімічної, нафтохімічної та нафтопереробної промисловості обладнання, комунікації та струмоприймачі на ділянках можливого утворення зарядів статичної електрики мають бути заземлені.

У місцях утворення полістирольного пилу має бути передбачена система припливно-витяжної вентиляції.

Продукти розкладання полістиролу, отриманого будь-яким способом, токсичні. При переробці полістиролу внаслідок часткової деструкції матеріалу можуть виділятися пари стиролу та інші продукти розкладання.

Гранично допустима концентрація парів стиролу у повітрі робочої зони виробничих приміщень дорівнює 5 мг/м . Область займання суміші парів стиролу з повітрям 1,05-7,5 за обсягом.

Пари стиролу вище гранично допустимих концентрацій викликають подразнення слизових оболонок очей, носа, гортані, порушення функцій центральної нервової системи та печінки, а також впливають на кровотворні органи.

Переробка полістиролу повинна проводитися за наявності місцевої та загальної вентиляції за суворого дотримання температурного режиму та технологічних параметрів.

Шкідливий вплив полістиролу при його виробництві та переробці визначається виділенням стиролу у навколишнє середовище. Стирол має наркотичну та специфічну дію на організм, впливаючи на нервову систему, печінку та кровотворення. Має мутагенну дію. При вмісті стиролу в модельних середовищах більше 500 мг/м виявляються симптоми отруєння, пов'язані з порушенням кровотворення і зміною функціонального стану печінки. При концентраціях стиролу від 500-100 мг/м специфічна дія змінюється на наркотичну.

Заходи та засоби захисту природного середовища від шкідливого впливу забезпечуються дотриманням вимог техніки безпеки при отриманні та переробці полістиролу.

Вміст стиролу у викидах в атмосферу, скиданнях у водойми та забруднення ґрунту при отриманні полістиролу контролюють за гранично допустимими концентраціями стиролу:

у повітрі населених місць - 0,003 мг/м2;

у воді водойм - 100 мг/м ;

Транспортування прес-форми слід здійснювати будь-яким транспортом. Прес-форму, деталі та вузли слід зберігати встановленими на стелажах або підставках в один ряд.

Прес-форма повинна встановлюватись на обладнання, норми точності якого відповідають стандартам та паспортним даним. Кріплення прес-форми до обладнання має здійснюватися засобами, що призначені для цієї мети. Закріплена та виставлена на обладнанні прес-форма має закриватися без поштовхів та розкриватися без заїдань.

Очищення формотворних деталей прес-форми від прес-залишків слід проводити за допомогою предметів, виготовлених із кольорових металів, дерева, пластмаси. Рухливі з'єднання, що не стикаються з формотворчою

порожниною прес-форми, до початку роботи та в процесі експлуатації, повинні бути змащені графітним мастилом. Прес-форма повинна бути заземлена. Слід експлуатувати в закритих приміщеннях при температурі повітря не нижче 10 ºС та відносній вологості 70%.

Прес-форма повинна піддаватися технічному міжремонтному обслуговуванню та планово-попереджувальному ремонту.

Щозмінне технічне обслуговування прес-форми без зняття її з обладнання передбачає:

- перевірку кріплення та центрування прес-форми на обладнанні;
- огляд прес-форми, регулювання та змащення напрямних елементів;
- прочищення отворів від облої;
- перевірку плит (виштовхувачів, штоків);
- перевірку плит обігріву;
- перевірку наявності покриття на формотворних поверхнях деталей прес-форми;
- перевірку плавності переміщення рухомих частин прес-форми;

Технічне обслуговування прес-форми після зняття її з обладнання перед відправкою на склад передбачає:

- зовнішній огляд форми, виявлення несправності у процесі експлуатації;
- виправлення дрібних дефектів, підтягування окремих деталей та пристроїв;
- заміну легко демонтованих та фіксуючих елементів;
- оцінку якості виробів, що формуються.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблена прес-форма для харчової тари “контейнер” методом лиття під тиском, яка дозволяє підвищити продуктивність виробництва та високу якість виробу за рахунок спеціальної конструкції вузла впускного каналу форми.
2. Виконання форми з точково-безстержневою системою подачі пластмаси дозволяє зменшити відходи у виробництві, а малий діаметр впускного отвору забезпечує готовий до експлуатації виріб одразу після його виготовлення, без додаткових операцій по його обробці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ревяко М. М. , Касперович О. М. Расчет и конструирование пластмассовых изделий и форм : учеб. для студентов учреждений высшего образования по специальности «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» – Минск : БГТУ, 2012. – 432 с.
2. Бортников В.Г. Производство изделий из пластических масс: Учебное пособие для вузов в трех томах. Том 3. Проектирование и расчет технологической оснастки. Казать: Изд-во «Дом печати». – 2004. – 311 с.
3. ДСТУ ISO 2768-1–2001. Основні допуски. Частина 1. Допуски на лінійні та кутові розміри без спеціального позначення допусків (ISO 2768-1:1989, IDT). [Чинний від 2003-1-1]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2002. 5с.
4. ГОСТ 27358-87. Пресс-формы для изготовления изделий из пластмасс. Общие технические условия. Москва: Изд-во стандартов. – 1987. – 15 с.
5. ГОСТ 20282-86. Полистирол общего назначения. Технические условия. Москва: Изд-во стандартов. – 1986. – 35 с.
6. Лейкин Н.Н. Конструирование прес-форм для изделий из пластических масс. Издание 2-е. Москва: Изд-во «Машиностроение». – 1966. – 241 с.
7. Оссвальд Т.А. , Тунг Л.-Ш. , Грэманн П.Дж. Литье пластмасс под давлением. СПб: Профессия, 2008. – 712 с.
8. Волков И.В. Основные подходы к расчету и конструированию РТИ и пресс-форм: учебное пособие. Казань: Изд-во 2009. – 143 с.
9. Скворцов В. А. Конструирование и расчет деталей пресс-форм литья под давлением : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1 36-01-02 «Машины и технология литейного производства». Минск: БНТУ, 2019. – 50 с.
10. Панов, Ю.Т. П16 Альбом пресс-форм : учеб, пособие. Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. - 114 с.
11. Барвинский И.А., Барвинская И.Е. Литье пластмасс. Справочная информация для конструкторов и технологов. 2005.

12. Douglas M. Bryce Plastic injection molding. Manufacturing process fundamentals. Volume I: Fundamental of injection molding series. 1996.
13. Douglas M. Bryce Plastic injection molding. Material selection and product design fundamentals. Volume II: Fundamental of injection molding series. 1997.
14. Douglas M. Bryce Plastic injection molding. Mold design and construction fundamentals. Volume III: Fundamental of injection molding series. 1998.
15. Douglas M. Bryce Plastic injection molding. Manufacturing startup and managment. Volume IV: Fundamental of injection molding series. 1999
16. Владимиров В.М. Изготовление штампов, пресс-форм и приспособлений. Изд-во: Высшая школа. – 1970. – 432 с.
17. В.Д. Корсаков (сост.) и др. - Технологическая оснастка для холодной штамповки прессования пластмасс и литья под давлением. Часть 1. Штампы холодной штамповки. НИИ информации по машиностроению, 1967. — 560 с.
18. Корсаков В.Д. Технологическая оснастка для холодной штамповки, прессования пластмасс и литья под давлением. Часть 2. Прессформы для пластмасс. НИИ информации по машиностроению, 1967. — 215 с.
19. Дудко Т.А., Шур И.А., Чиченев Н.А. Расчет и конструирование пресс-форм для формообразования порошков: Учеб. пособие. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2009. – 57 с.
20. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов. Учеб. пособие для студентов втузов, обучающихся по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». М.: Машиностроение, 1982. — 256 с
21. Целуев, М. Ю. Проектирование технологической оснастки для производства тары и упаковки. Расчет исполнительных размеров формообразующих деталей пресс-форм : пособие по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-36 20 02 «Упаковочное производство (по направлениям)» днев. формы обучения. Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 16 с.

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-ть	Приміт.
				Документація		
А1			МВ-8205.ДПБ300.000 СК	Складальний кресленик	1	
				Деталі		
		1		Вставка зйомника	1	
А3		2	МВ-8205.ДПБ322.002	Вставка пуансона	1	
А4		3	МВ-8205.ДПБ300.003	Втулка штовхача	1	
А3		4	МВ-8205.ДПБ321.004	Дно матриці	1	
		5		Заглушка зйомника	4	
		6		Заглушка конічна	3	
		7		Заглушка повітряна	1	
А3		8	МВ-8205.ДПБ322.008	Зйомник	1	
		9		Кільце Д125-нерухоме	1	
		10		Кільце Д125-рухоме	1	
		11		Кільце упорне	1	
		2		Кільце штовхання	1	
		13		Клин	1	
А1		14	МВ-8205.ДПБ321.014	Матриця	1	
		15		Ніжка	4	
А4		45	МВ-8205.ДПБ310.045	Накінечник	1	
А3		16	МВ-8205.ДПБ330.016	Обойма дна	1	
А3		17	МВ-8205.ДПБ330.017	Обойма матриці	1	
		18		Обойма пуансона	1	

					МВ-8205.ДПБ300.000
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Ковтун В.Е.			Прес-форма
Пров.		Петришин А.І.			
Н.контр.					
Утв.					

Лит.	Лист	Листов
	1	3

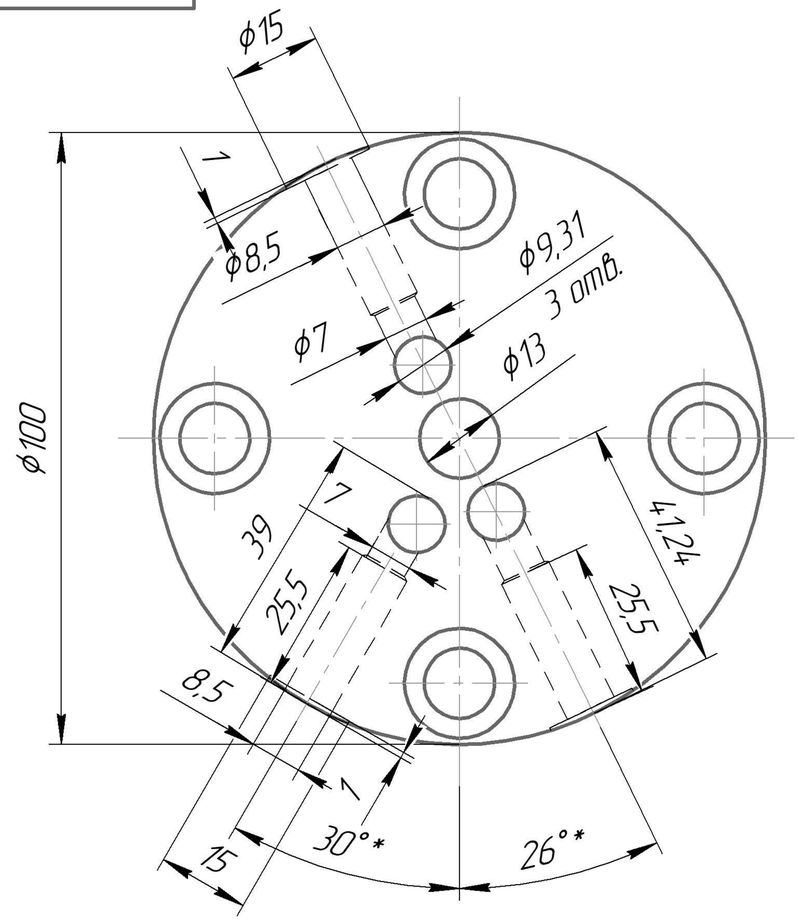
КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ММІ, КМ, гр. МВ-82

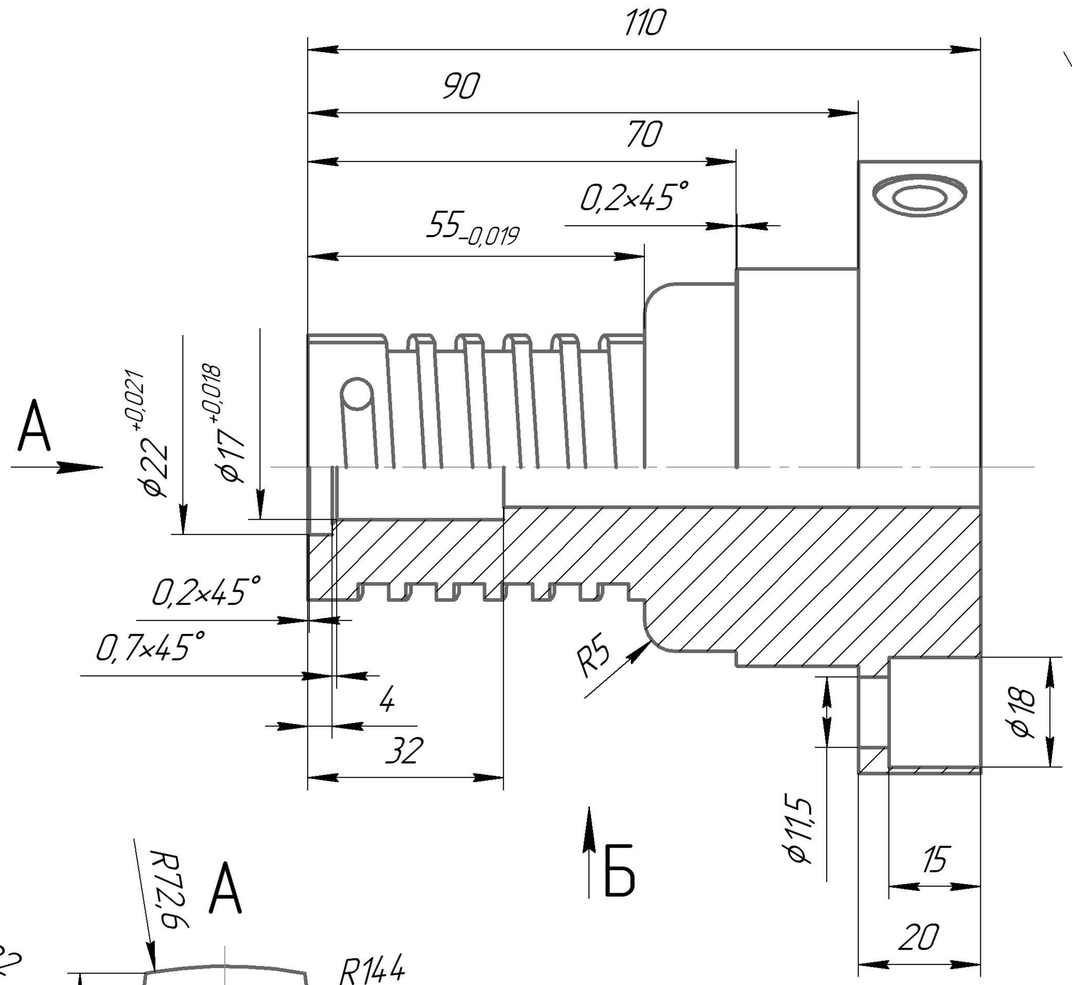
Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
А3		19	МВ-8205.ДПБ350.019	Підкладна плита пуансона	2	
А2		20	МВ-8205.ДПБ350.020	Плита нерухома	1	
А2		21	МВ-8205.ДПБ350.021	Плита рухома	1	
А3		22	МВ-8205.ДПБ350.022	Плита штовхання зйомника	1	
А4		23	МВ-8205.ДПБ350.023	Плита штовхача	1	
А1		24	МВ-8205.ДПБ322.024	Пуансон	1	
		25		Стійка пружини	4	
		26		Центрувальний штифт	8	
А4		27	МВ-8205.ДПБ340.027	Штовхач	1	
		28		Штуцер	1	
		29		Штуцер спеціальний	3	
		30		Штуцер спеціальний 2	5	
		50		Тяга	4	
				Стандартні вироби		
		31		Вакуумний клапан DME VA 01	1	
		32		Втулка DME R 03 16 22 36	4	
		33		Втулка DME R 04 36 22	4	
		34		Гайка М7 ГОСТ 5927-70	1	
		35		Гвинт М10 х 25 ISO 4762	8	
		36		Гвинт М12 х 100 ISO 4762	6	
		37		Гвинт М12 х 90 ISO 4762	6	
		38		Гвинт М6 х 30 ISO 4762	4	
		39		Гвинт М8 х 35 ISO 4762	6	
		40		Гвинт М10 х 26 ISO 4762	4	
		41		Гвинт М6 для контрольки	2	
		42		Гвинт М6 х 21 ISO 4762	4	
		43		Колонка DME R 02 86 22х55	4	
		44		Ливникова втулка EHT 1001EX	1	

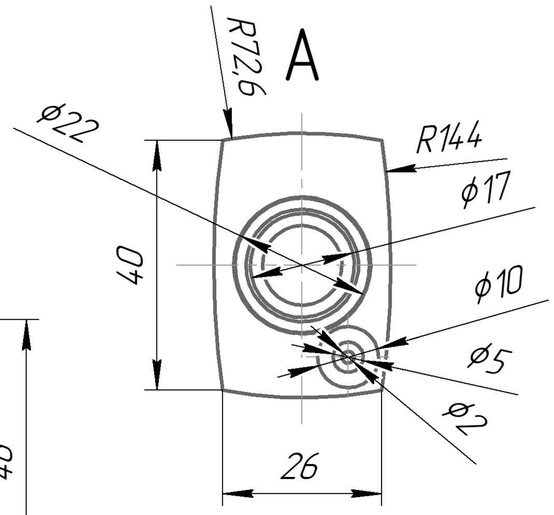
Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		46		Направляюча DME AWS 16 100N	4	
		47		Пружина DME WZ 8030 M-20	4	
		48		Пружина DME WZ 8031 TV-16-52	4	
		49		Пружина DME WZ 8061 6,0x12,9	1	
		51		Шайба компенсаційна M6	2	
		52		Штіфт 10 x 35 ГОСТ 1074-80	1	
		53		Штіфт 16 x 36 ГОСТ 1074-80	2	
		54		Штіфт 16 x 51 ГОСТ 1074-80	4	

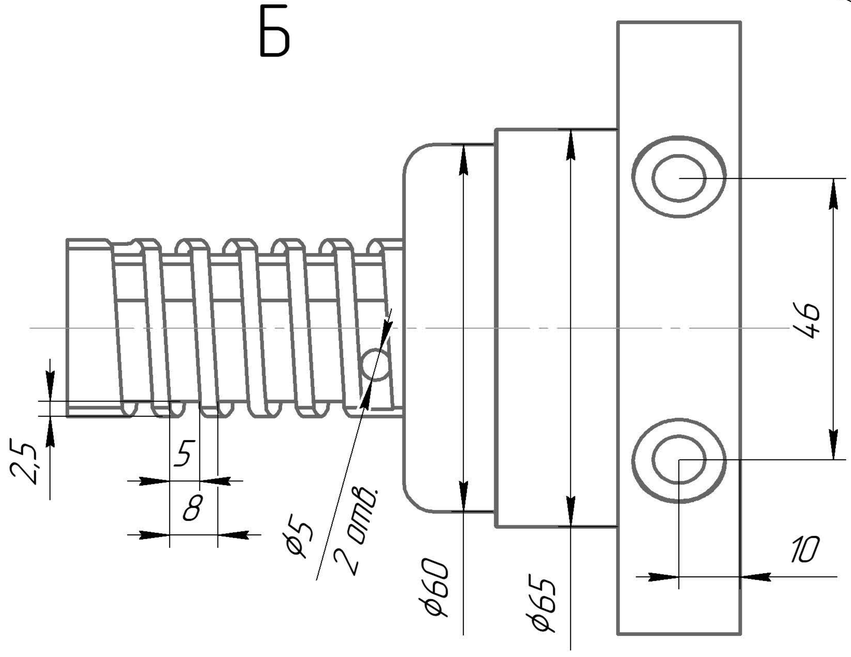
		Ковтун			МВ8205.ДПБХХХ.000.000.00СК	Лист
		Петришин				3
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

МВ-8205.ДПБ322.002









1 ISO 8015
2 ISO 2768-mH
3 * Розміри для довідок
4 Невказані розміри отримуються з 3D моделі при обробці на верстаті з ЧПК

					МВ-8205.ДПБ322.002	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вставка пуансона	Лит. В / Масса 2,11 / Масштаб 1:1
Разраб.		Ковтун В.Е.				Лист / Листов 1
Пров.		Петришин А.І.				
Т.контр.					Сталь У10А ГОСТ 5950-2000	КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ММІ, КМ, гр.МВ-82
Н.контр.						
Утв.						

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены.

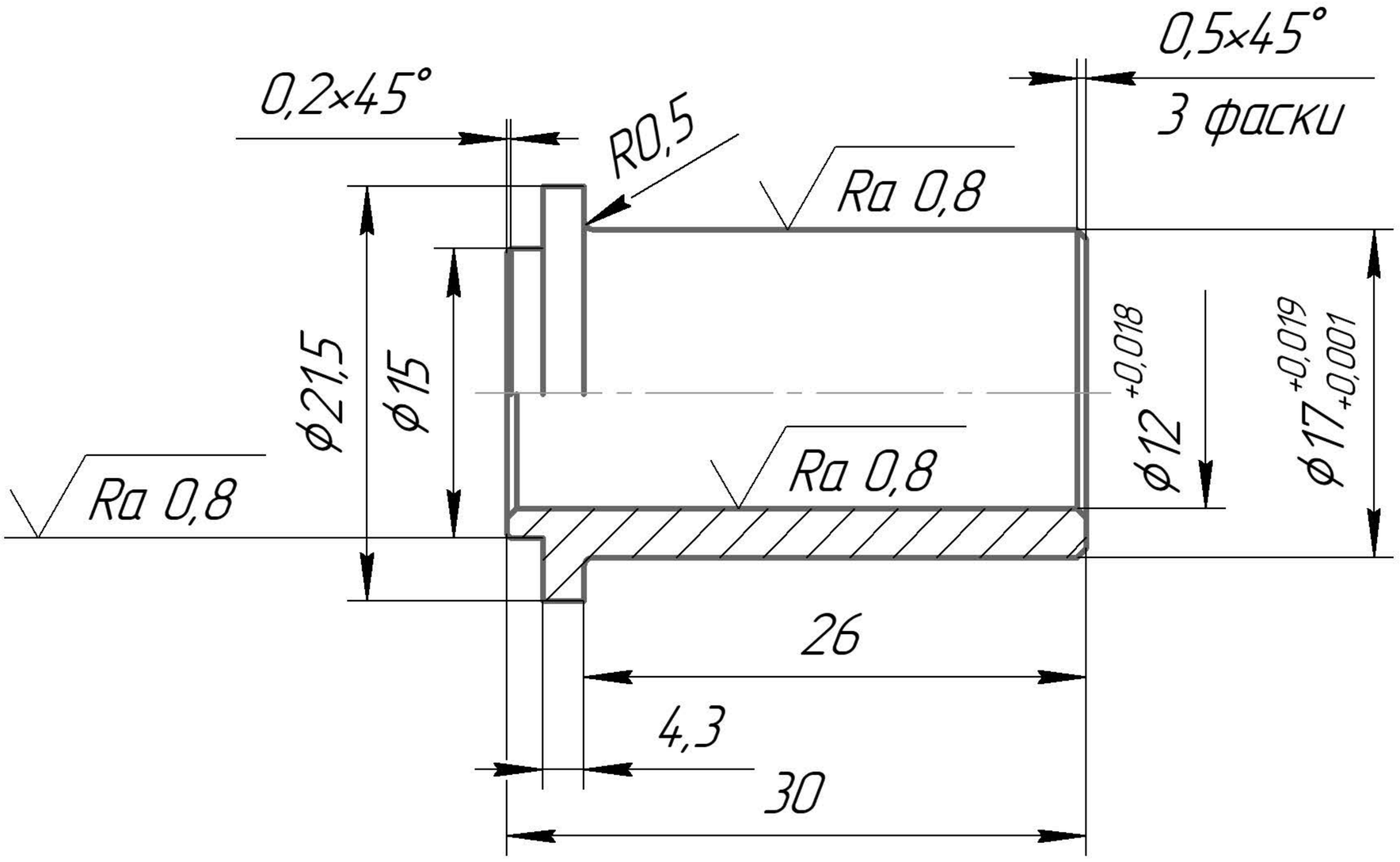
Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А3

МВ-8205.ДПБ300.003

Ra 6,3



1 ISO 8015

2 ISO 2768-mK

					МВ-8205.ДПБ300.003
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Ковтун В.Е.			Втулка штовхача
Пров.		Петришин А.І.			
Т.контр.					
Н.контр.					Сталь У10А ГОСТ 5950-2000
Утв.					

Лит.	Масса	Масштаб
В		2:1
Лист	Листов 1	

КПІ ім. Ігоря Сікорського, ННМІ, КМ, гр.МВ-82

Копировал

Формат А4

Не для коммерческого использования

Перв. примен.

Справ. №

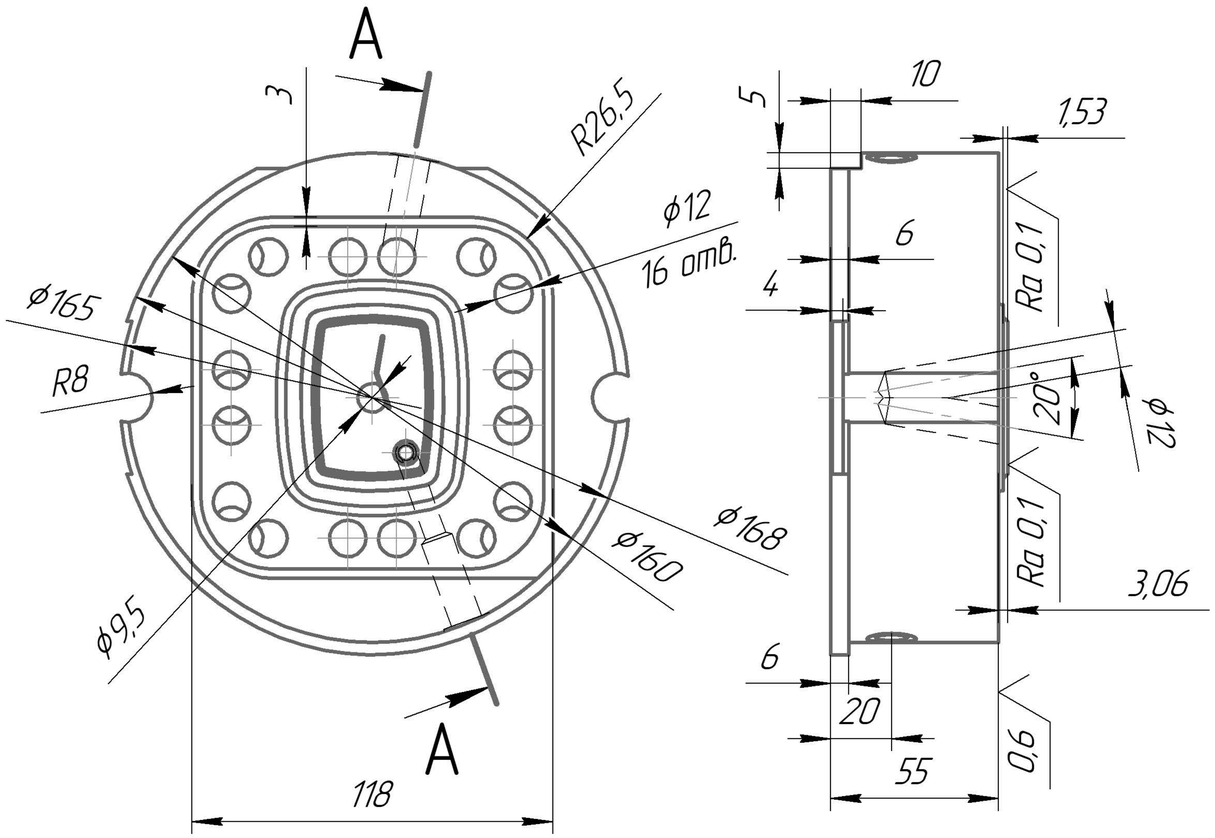
Подп. и дата

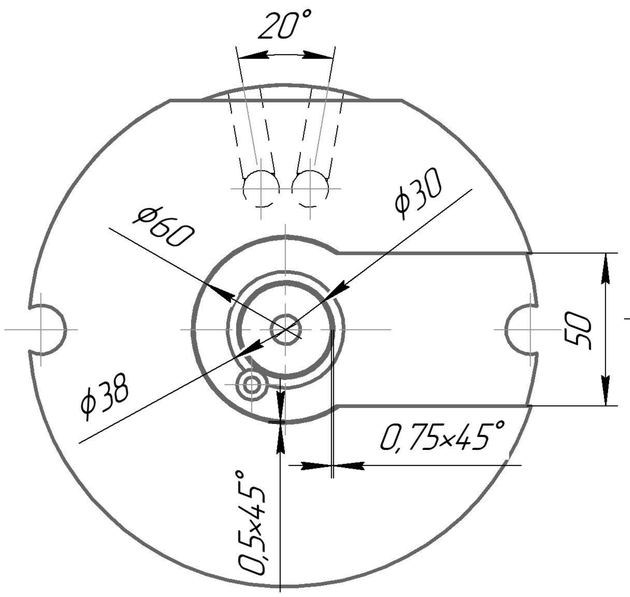
Инв. № подл. | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

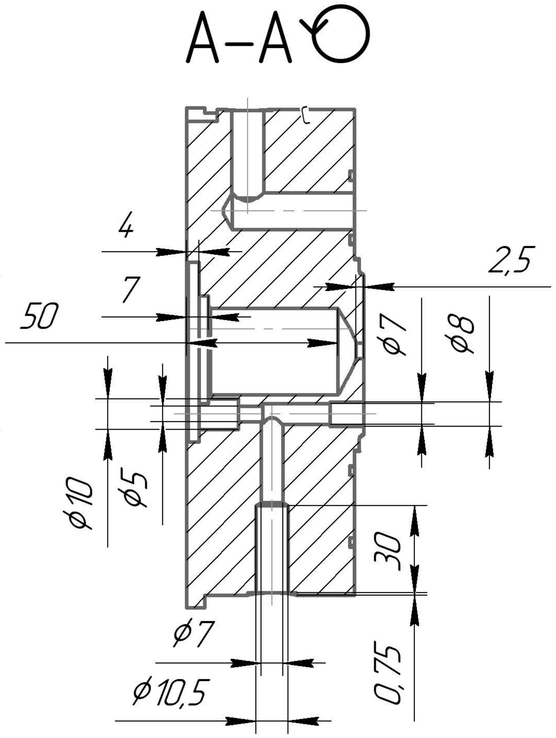
КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

МВ-8205.ДПБ321.004

Ra 6,3







1 ISO 8015
2 ISO 2768 –mH
3 Цементувати, 60...64 HRC
4 Невказані розміри отримуються з 3D моделі при обробці на верстаті з ЧПК

					МВ-8205.ДПБ321.004
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Ковтун В.Е.			Дно матриці
Пров.		Петришин А.І.			
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.					

Лит.	Масса	Масштаб
В	19,3	1:2
Лист	Листов 1	

Сталь 4Х5МФС
ГОСТ 5950–2000

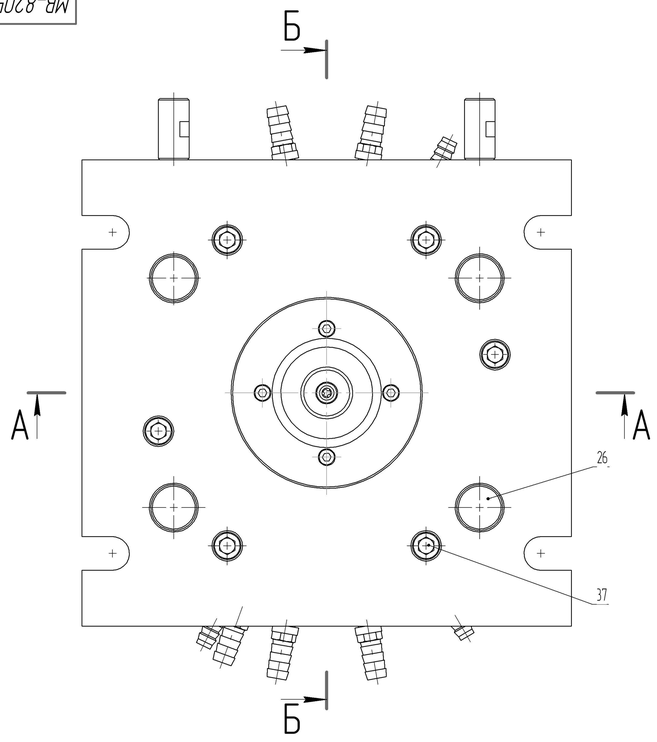
КПІ ім.Ігоря Сікорського,
ННІММІ, КМ, гр. МВ-82

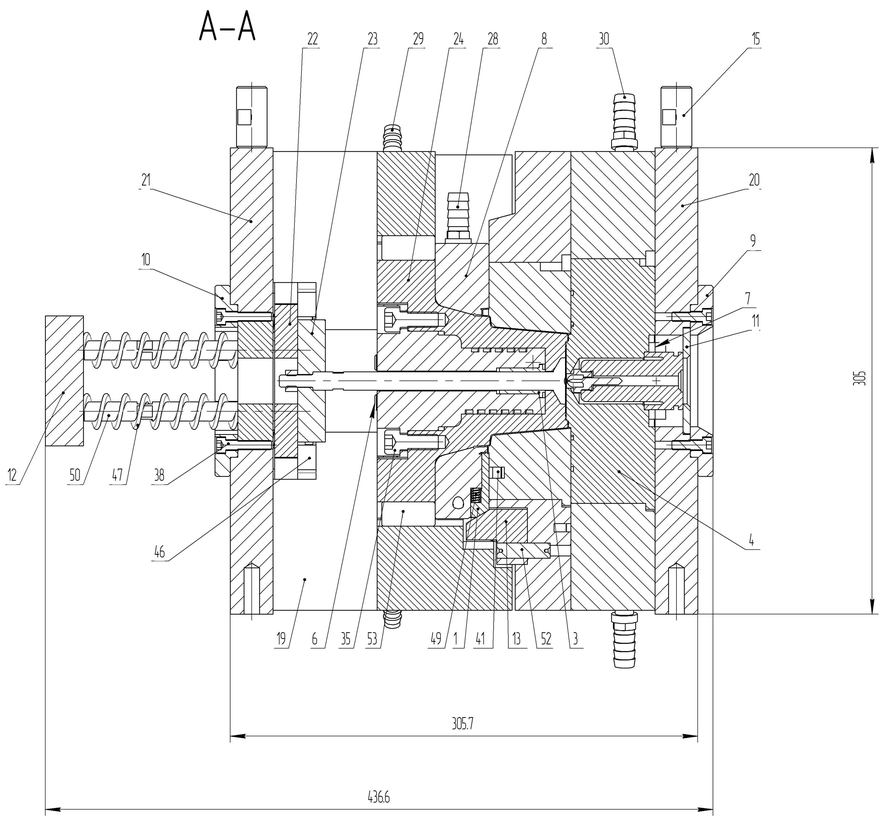
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

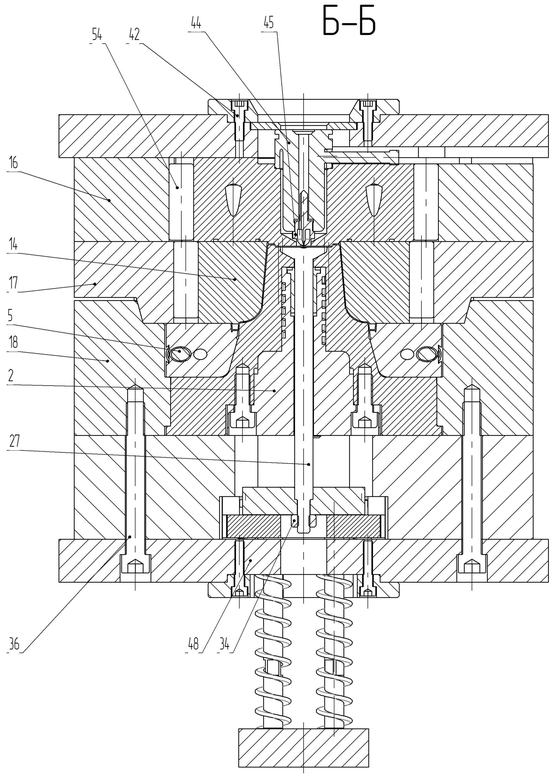
КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
Не для коммерческого использования

Копировал
Формат А3

МВ-8205.ДПБ300.000 СК







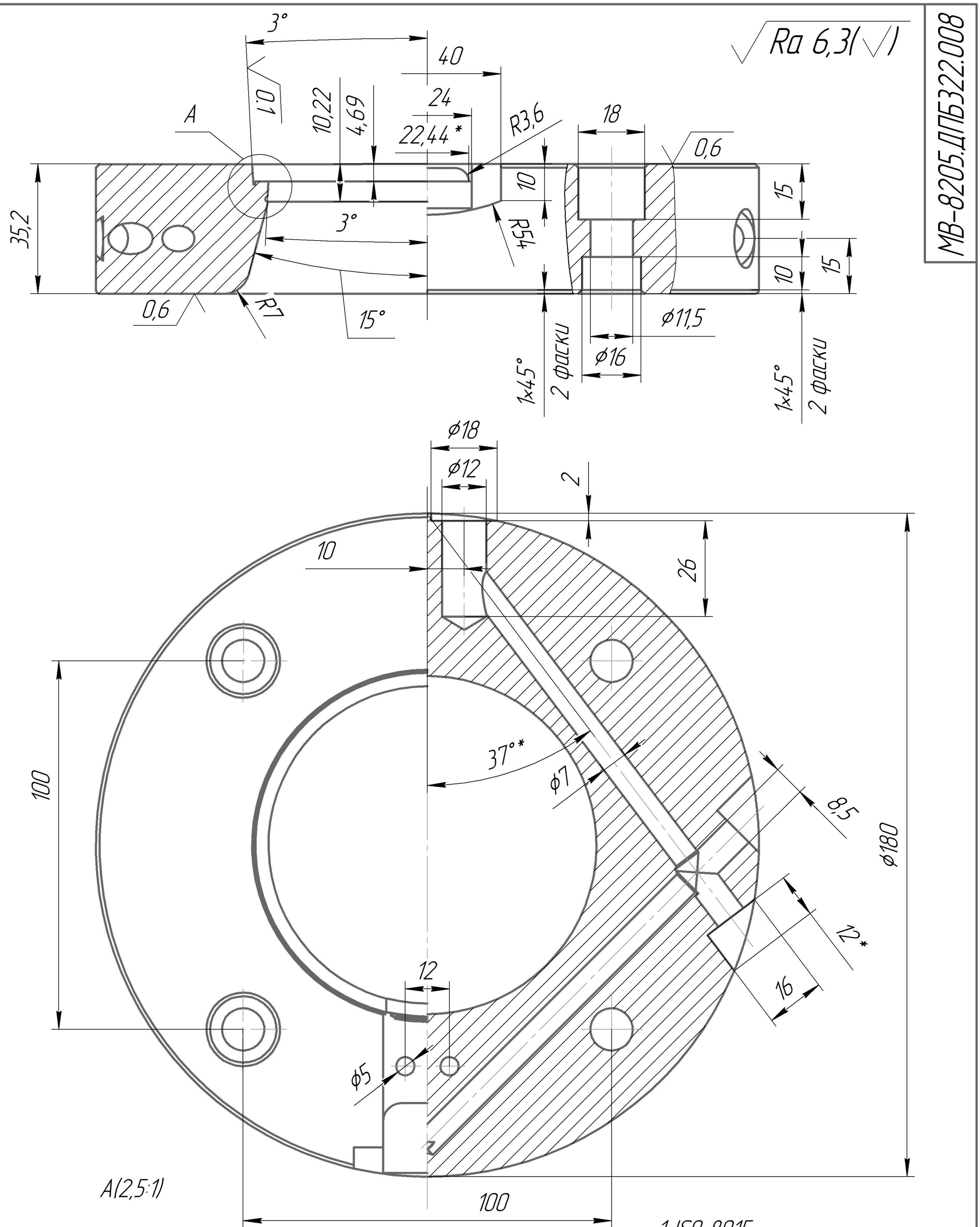
Технічні характеристики:
1. Обладнання – TEDERIC TRX-160 B.
2. Кількість гнізд – 1 шт.
3. Матеріал виробу – ПСМ-118 ГОСТ 20282-86.
4. Усадка матеріалу – 0,4-0,8% (середня 0,6%).
5. Маса форми – 167 кг.
6. Режим роботи – автоматичний.

Технічні вимоги:
1. Деталі, які не мають гальванічного покриття – Хім.окс.
2. Штуцери поз. 28, 29, 30 поставити на сурику по ГОСТ 8135-74
3. Форму випробувати на партії виробів не менше 5 шт. При необхідності форму розібрати, усунути дефекти та знову зібрати.
4. Систему охолодження перевірити на герметичність водою під тиском 5-6 атм.
5. Рукава підводу води та повітря зажати на штуцерах хомутами.
6. Форма повинна відповідати вимогам ГОСТ 27358-87.
7. Розміри наведені для довідок.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВ-8205.ДПБ300.000 СК			
Разраб.		Коптин В.Е.			Прес-форма	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Петришин А.І.				У	167	1:1
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ННІМІ, КМ, МВ-82		
Утв.								

Перед. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены.
Не для коммерческого использования
Копировал Формат А1



1 ISO 8015
2 ISO 2768-mH
3* Розміри для довідок

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВ-8205.ДПБ322.008	
Разраб.		Ковтун В.Е.			Зйомник	Лит. В / Масса 4,57 / Масштаб 1:1
Пров.		Петришин А.І.				Лист / Листов 1
Т.контр.					Сталь 4Х5МФС ГОСТ5950-2000	КПІ ім. Ігоря Сікорського, ННІМІ, КМ, гр. МВ-82
Н.контр.						
Утв.						

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

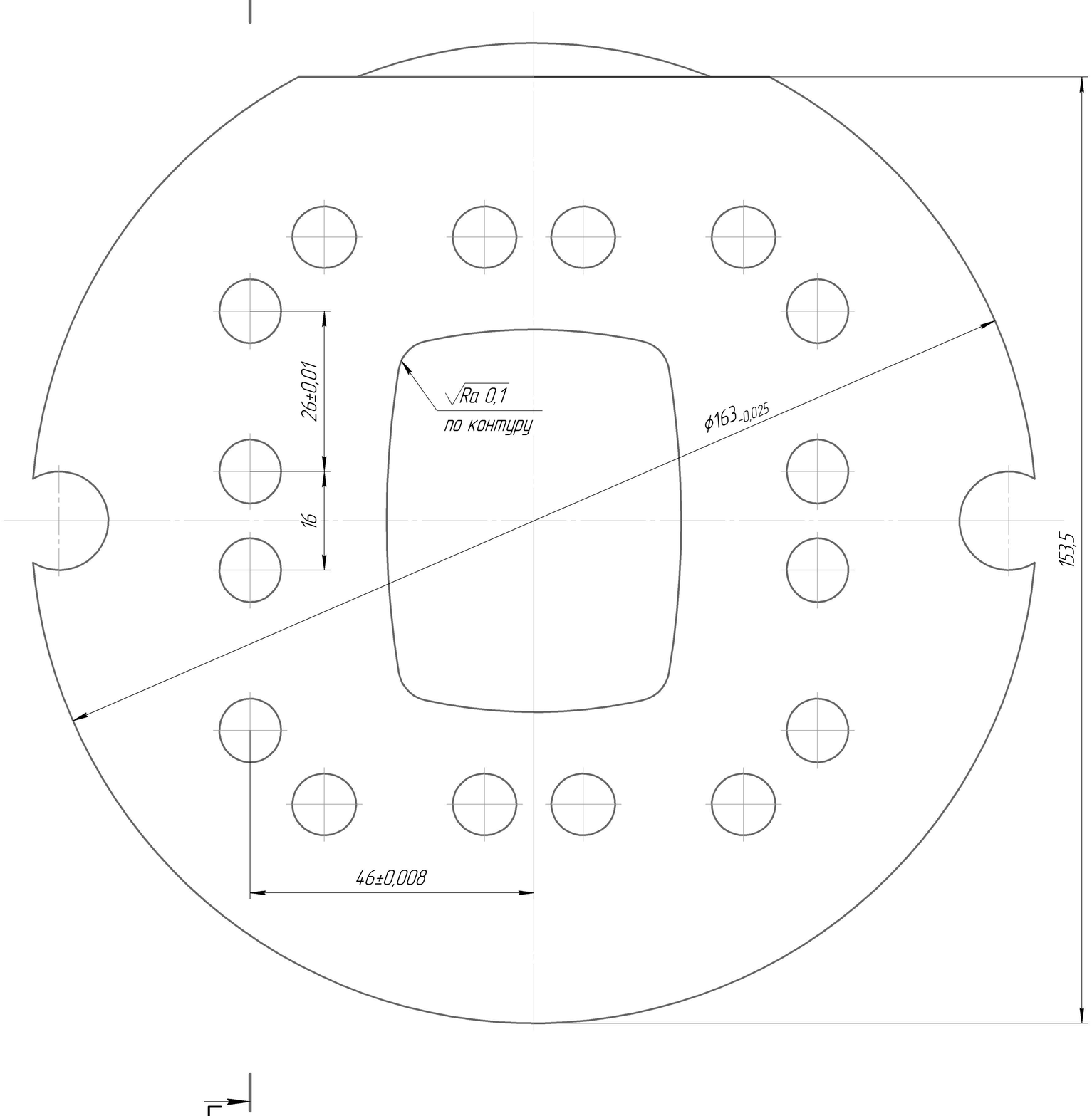
Инв. № подл.

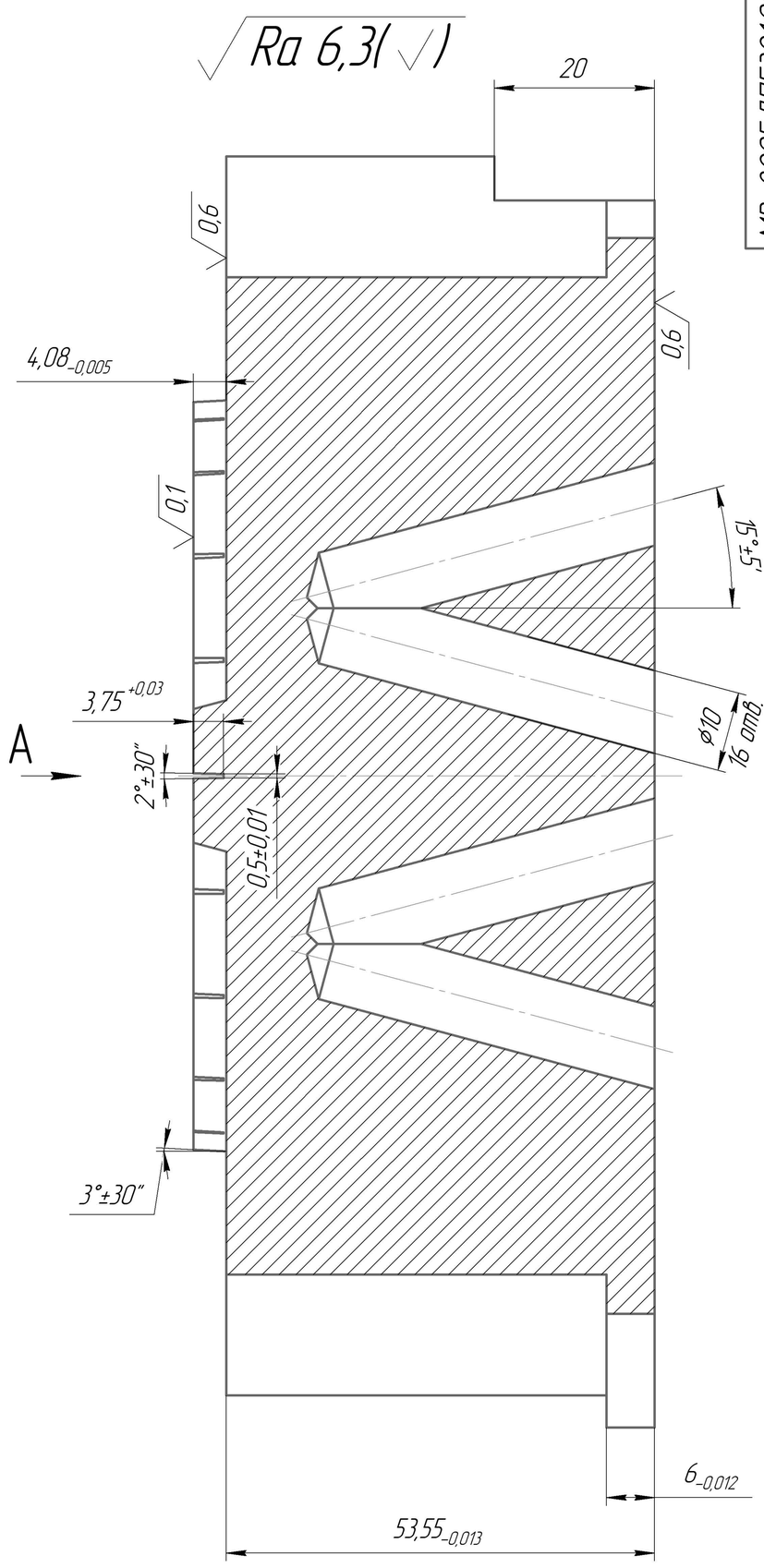
КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

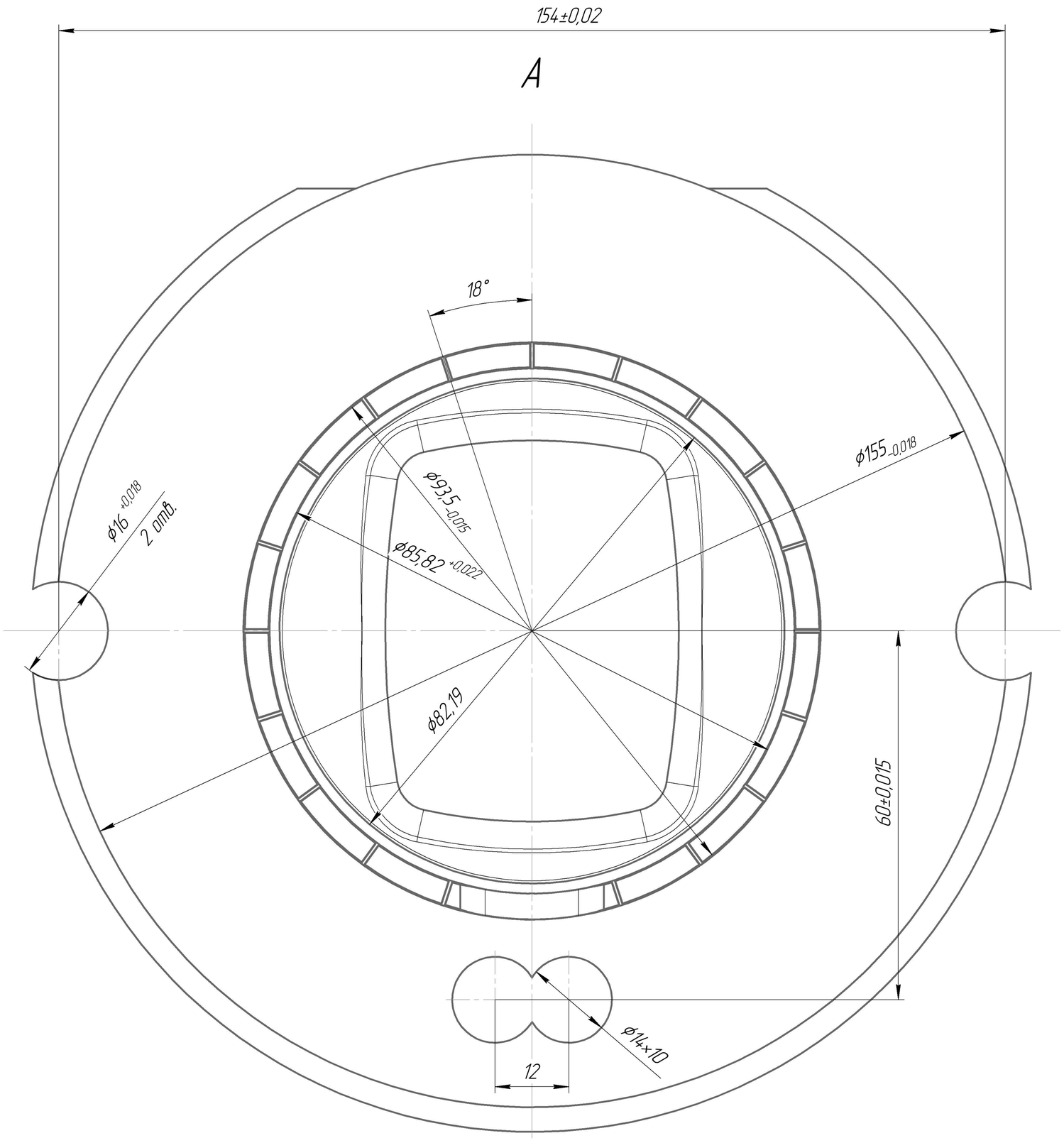
Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А3







1 ISO 8015
2 ISO 2768 – mH
3 цементувати, 55–60 HRC
4 невказані розміри отримуються з 3D моделі при обробці на верстаті з ЧПК

					МВ-8205.ДПБ321.014	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Матриця	Лит. В / Масса / Масштаб 2:1
Разраб.		Ковтун В.Е.				Лист / Листов 1
Пров.		Петришин А.І.				
Т.контр.					4Х5МФС ГОСТ 5950–2000	КПІ ім. Ігоря Сікорського, ННІММІ, КМ, гр. МВ-82
Н.контр.						
Утв.						

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

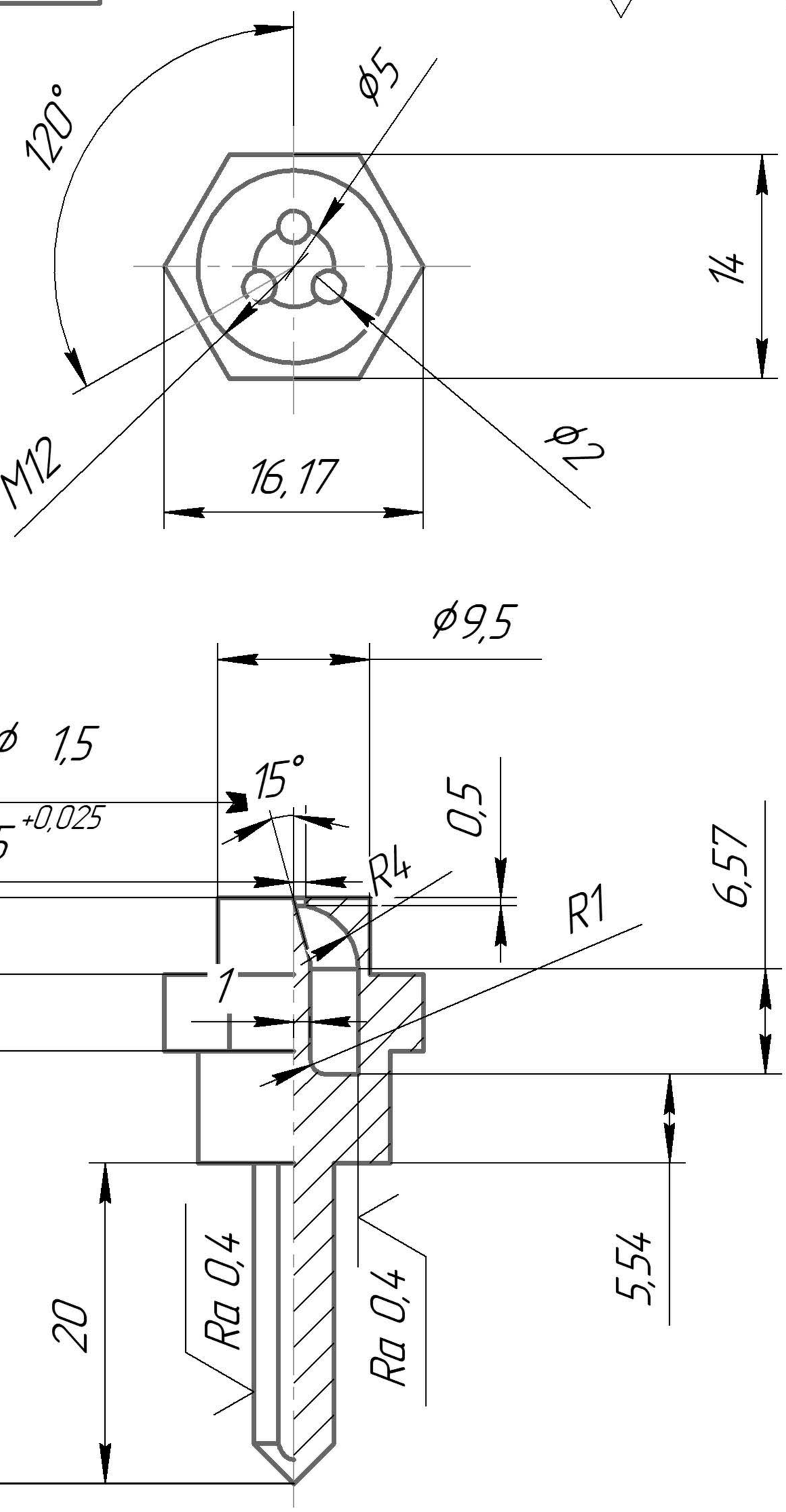
Подп. и дата

Инв. № подл.

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены.
Не для коммерческого использования

МВ8205.ДПБ310.045

Ra 6,3



1 ISO 8015
2 ISO 2768 – mK

					МВ8205.ДПБ310.045	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Ковтун В.Е.			Накінечник	Лит. В / Масса 0,014 / Масштаб 2:1
Пров.		Петришин А.І.				Лист / Листов 1
Т.контр.						
Н.контр.					Сталь 4Х5МФС ГОСТ 5950–2000	КПІ ім Ігоря Сікорського, НН ММІ, КМ, гр. МВ-82
Утв.						

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № подл. | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

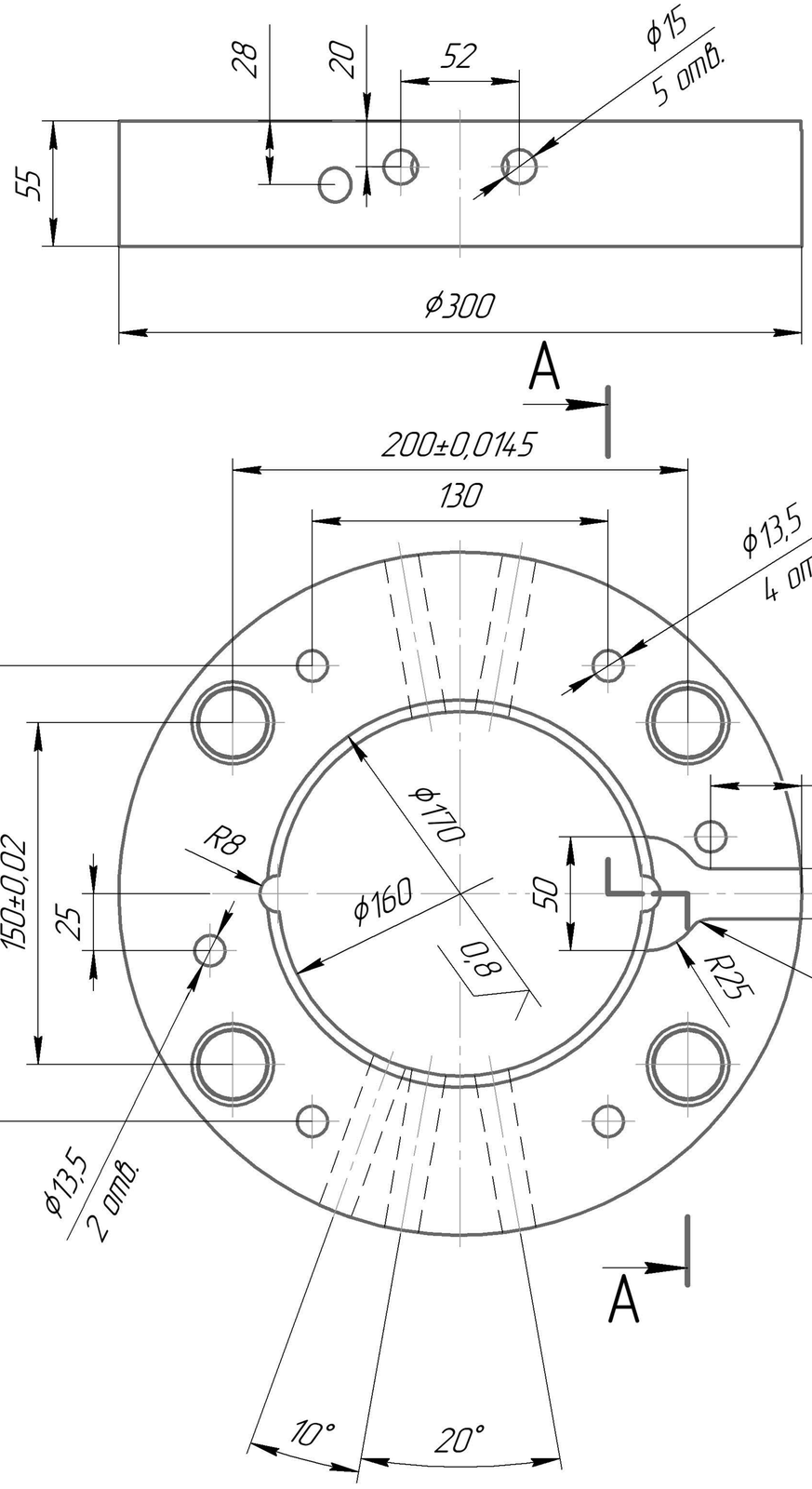
Не для коммерческого использования

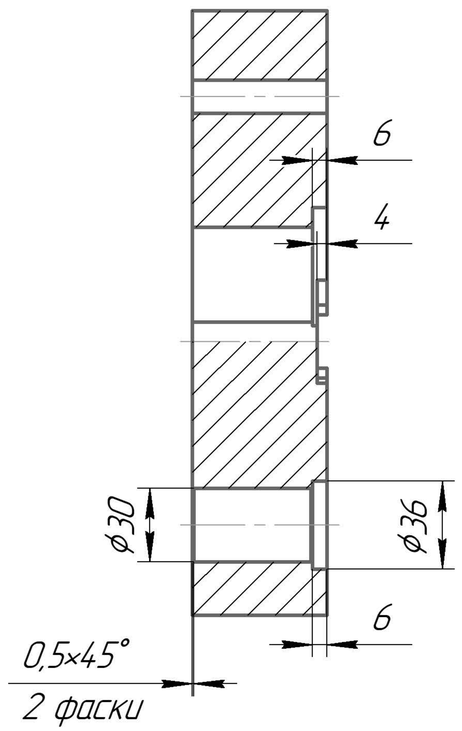
Копировал

Формат А4

МВ-8205.ДПБ330.016

Ra 6,3





1 ISO 8015
2 ISO 2768 – mK

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВ-8205.ДПБ330.016		
Разраб.		Ковтун В.Е.			Обойма дна	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Петришин А.І.				В		1:2,5
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.					Сталь У10А ГОСТ 5950-2000	КПІ ім. Ігоря Сікорського, ННІММІ, КМ, гр.МВ-82	
Утв.							

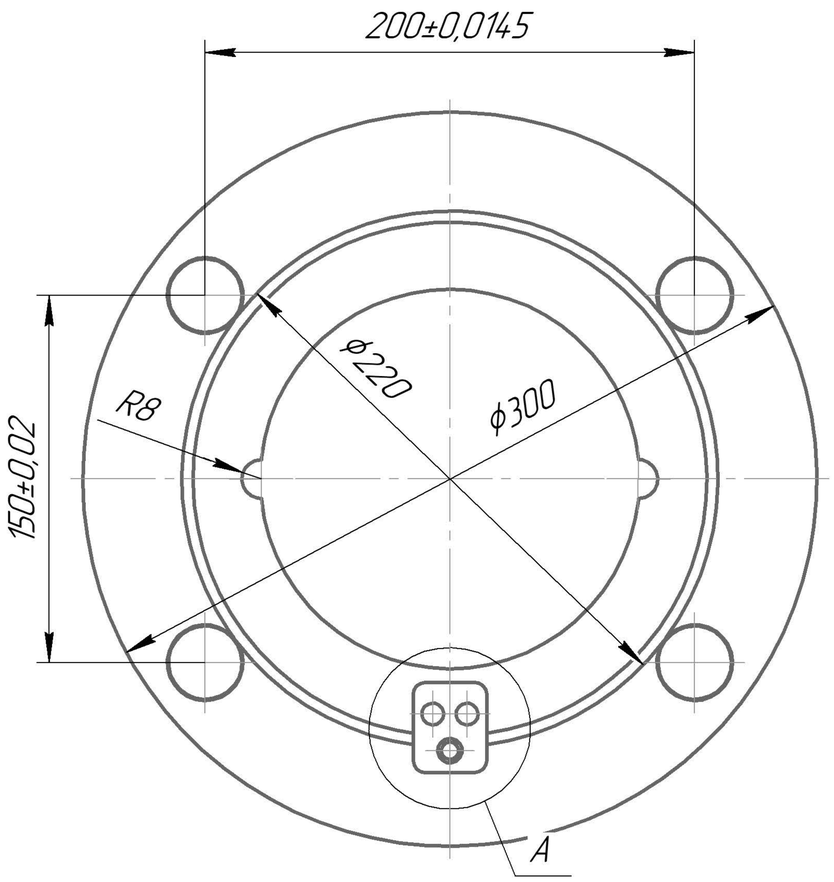
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования." Россия. Все права защищены.
Не для коммерческого использования

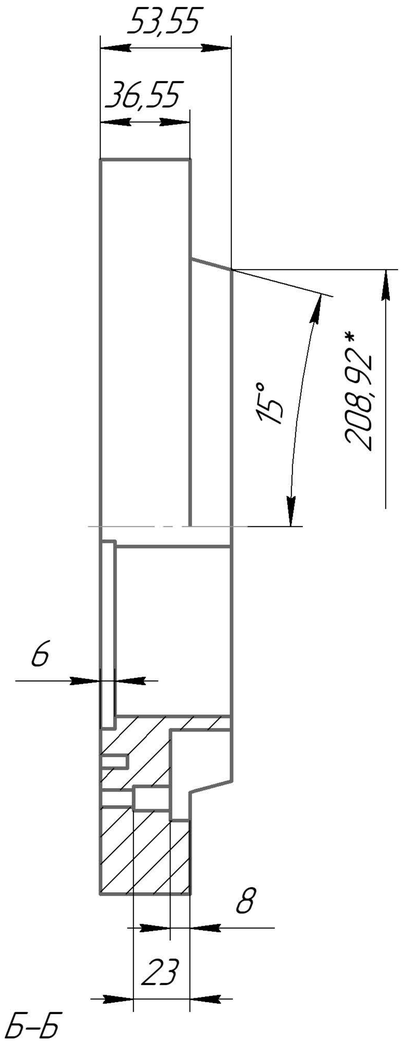
Копировал
Формат А3

МВ-8205.ДПБ330.017

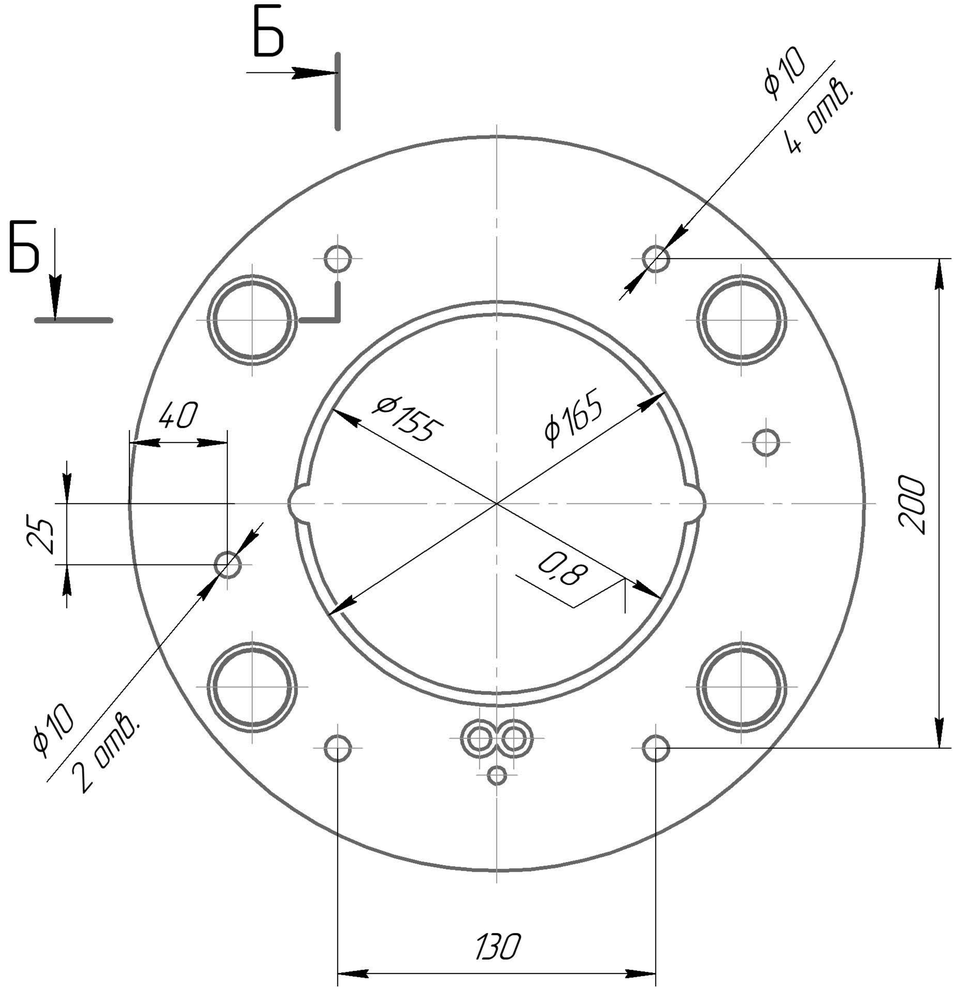
Ra 6,3

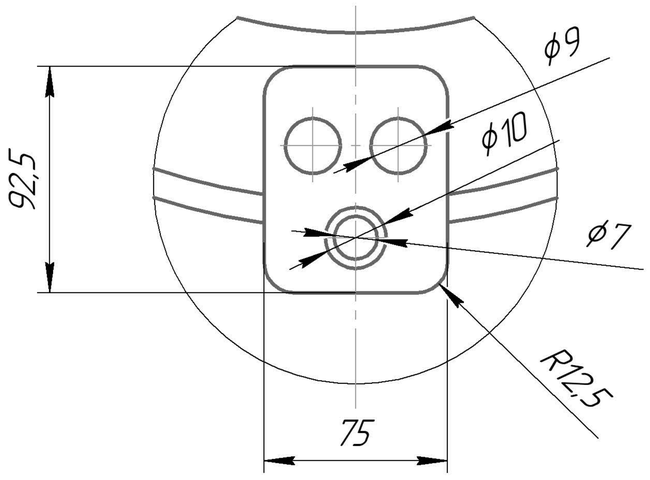


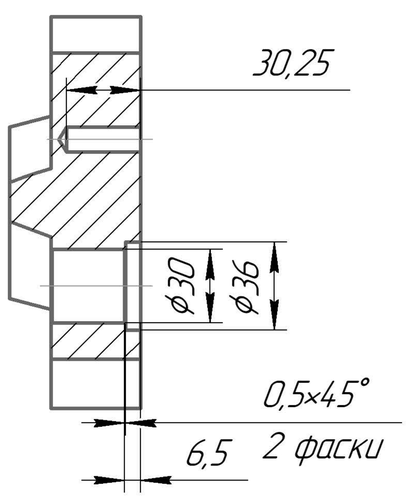
A(1:1)



Б–Б







1 ISO 8015
2 ISO 2768 – mK

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВ-8205.ДПБ330.017	
Разраб.		Ковтун В.Е.			Обойма матриці	Лит. В; Масса 15,7; Масштаб 1:2,5
Пров.		Петришин А.І.				Лист; Листов 1
Т.контр.					Сталь У10А ГОСТ 5950-2000	КПІ ім. Ігоря Сікорського, ННІММІ, КМ, гр. МВ-82
Н.контр.						
Утв.						

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

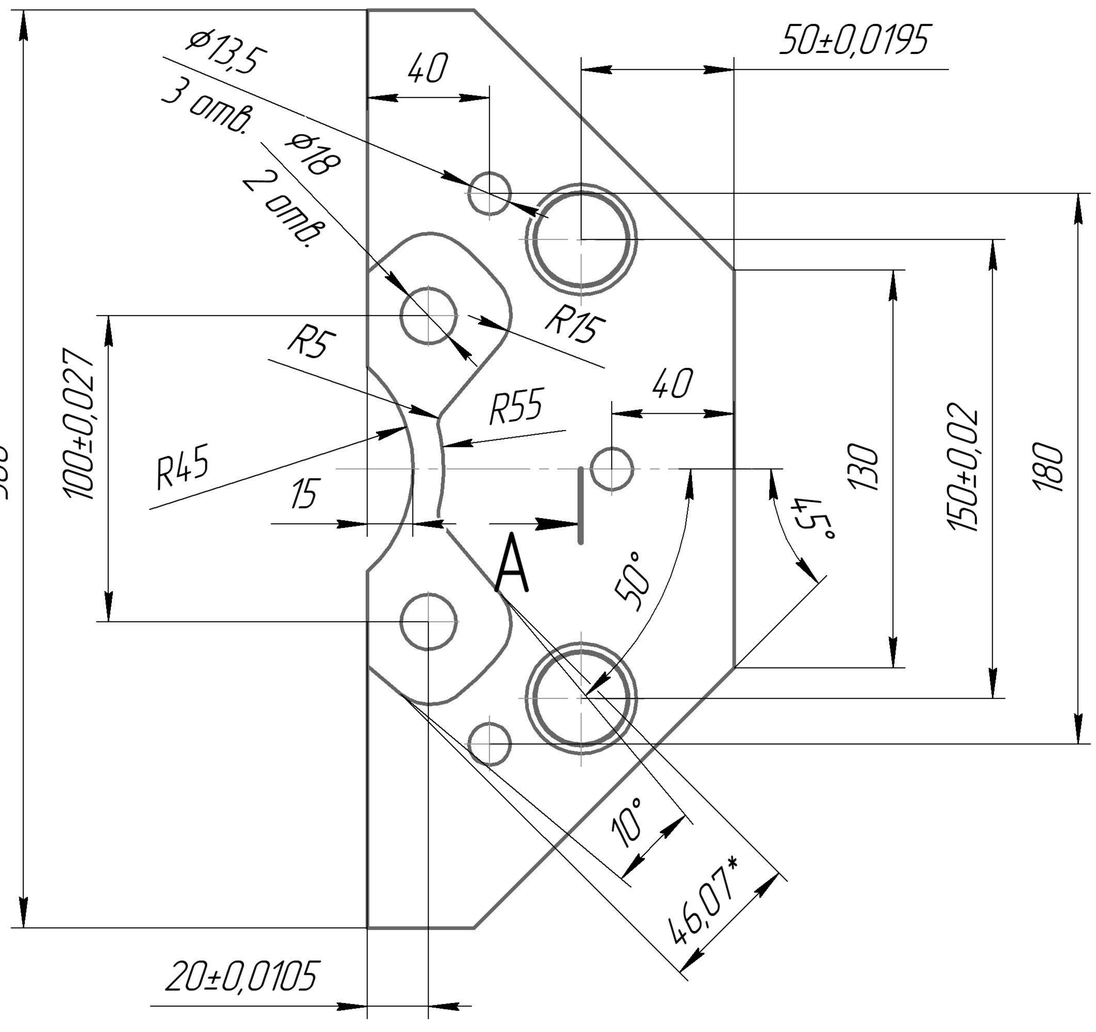
Не для коммерческого использования

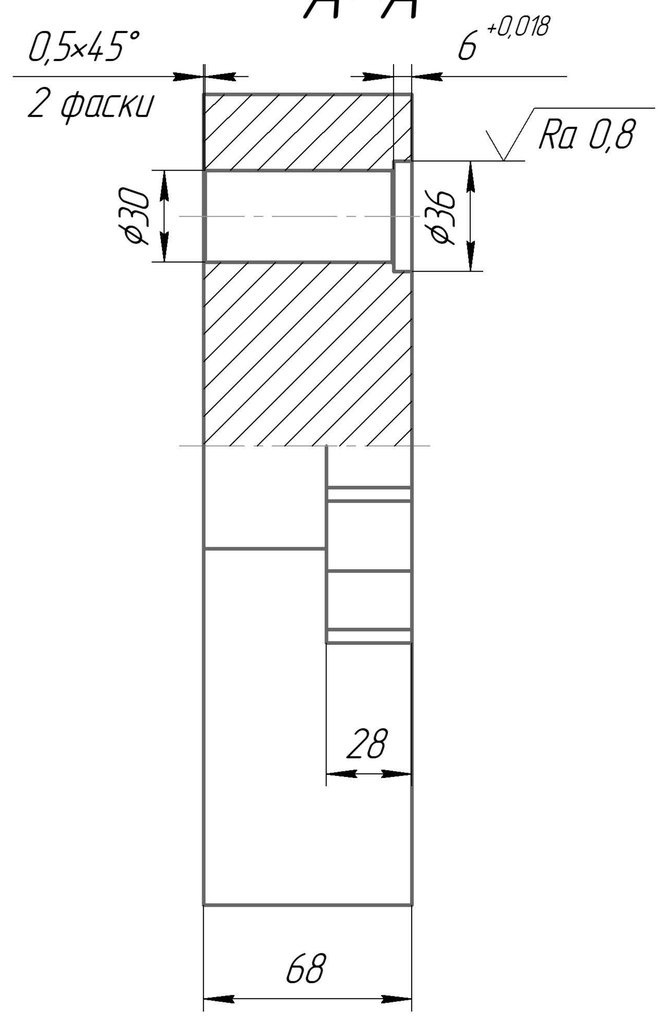
Копировал

Формат А3

МВ-8205.ДПБ350.019

Ra 6,3





1 ISO 8015
2 ISO 2768 – cK
3 * Розміри для довідок
4 Невказані розміри отримуються з 3D моделі при обробці на верстаті з ЧПК

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВ-8205.ДПБ350.019			
Разраб.		Ковтун В.Е.			Підкладна плита пуансона	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Петришин А.І.				В		1:2
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.					Сталь У10А ГОСТ 5950-2000	КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ММІ, КМ, гр.МВ-82		
Утв.								

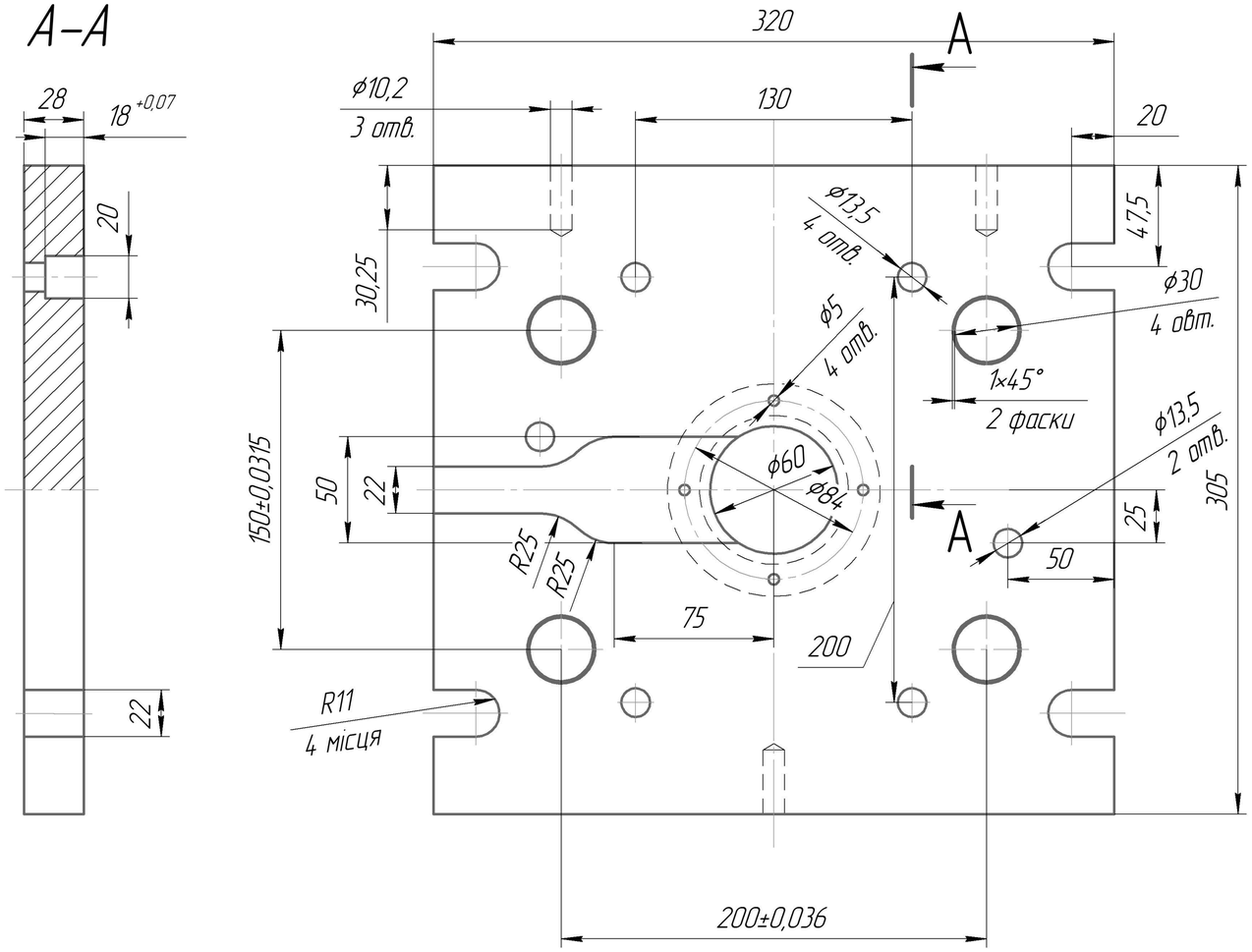
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

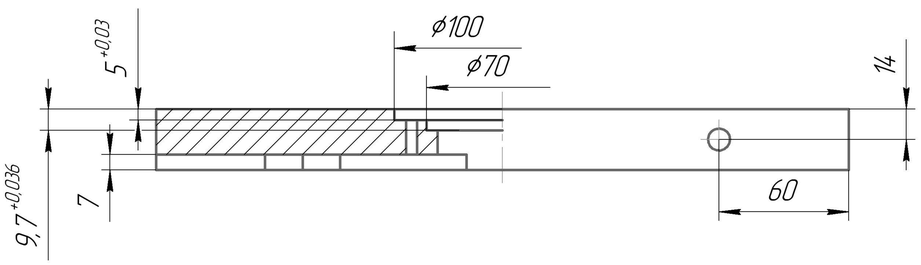
КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
Не для коммерческого использования

Копировал
Формат А3

МВ-8205.ДПБ350.020

Ra 6,3





1 ISO 8015
2 ISO 2768 – mK

					МВ-8205.ДПБ350.020		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Ковтун В.Е.			Плита нерухома	Лит.	Масса / Масштаб
Пров.		Петришин А.І.				В	1:2
Т.контр.						Лист	Листов 1
Н.контр.					Сталь У10А ГОСТ 5950-2000	КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ММІ, КМ, гр.МВ-82	
Утв.							

Копировал

Формат А2

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

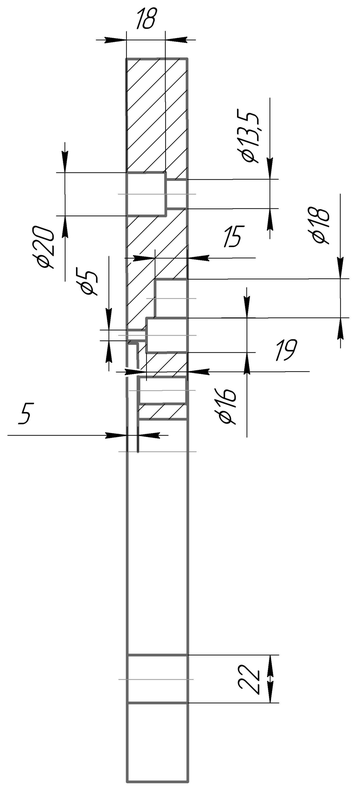
Инв. № подл.

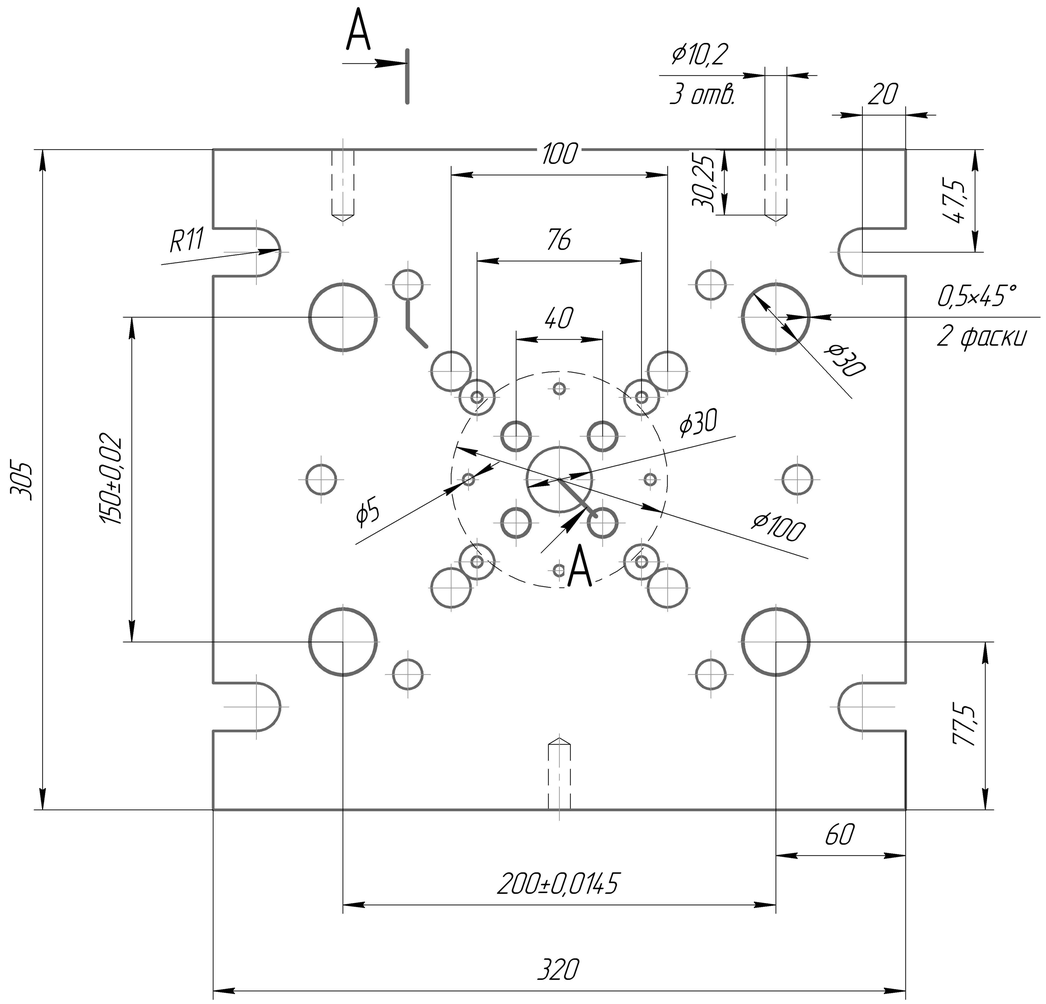
КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены.

Не для коммерческого использования

МВ-8205.ДПБ350.021

Ra 6,3







1 ISO 8015
2 ISO 2768 – mK

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВ-8205.ДПБ350.021	
Разраб.		Ковтун В.Е.			Плита рухома	Лит. В; Масса 19; Масштаб 1:2
Пров.		Петришин А.І.				Лист; Листов 1
Т.контр.					Сталь У10А ГОСТ 5950-2000	КПІ ім. Ігоря Сікорського, ННІМІ, КМ, гр. МВ-82
Н.контр.						
Утв.						

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

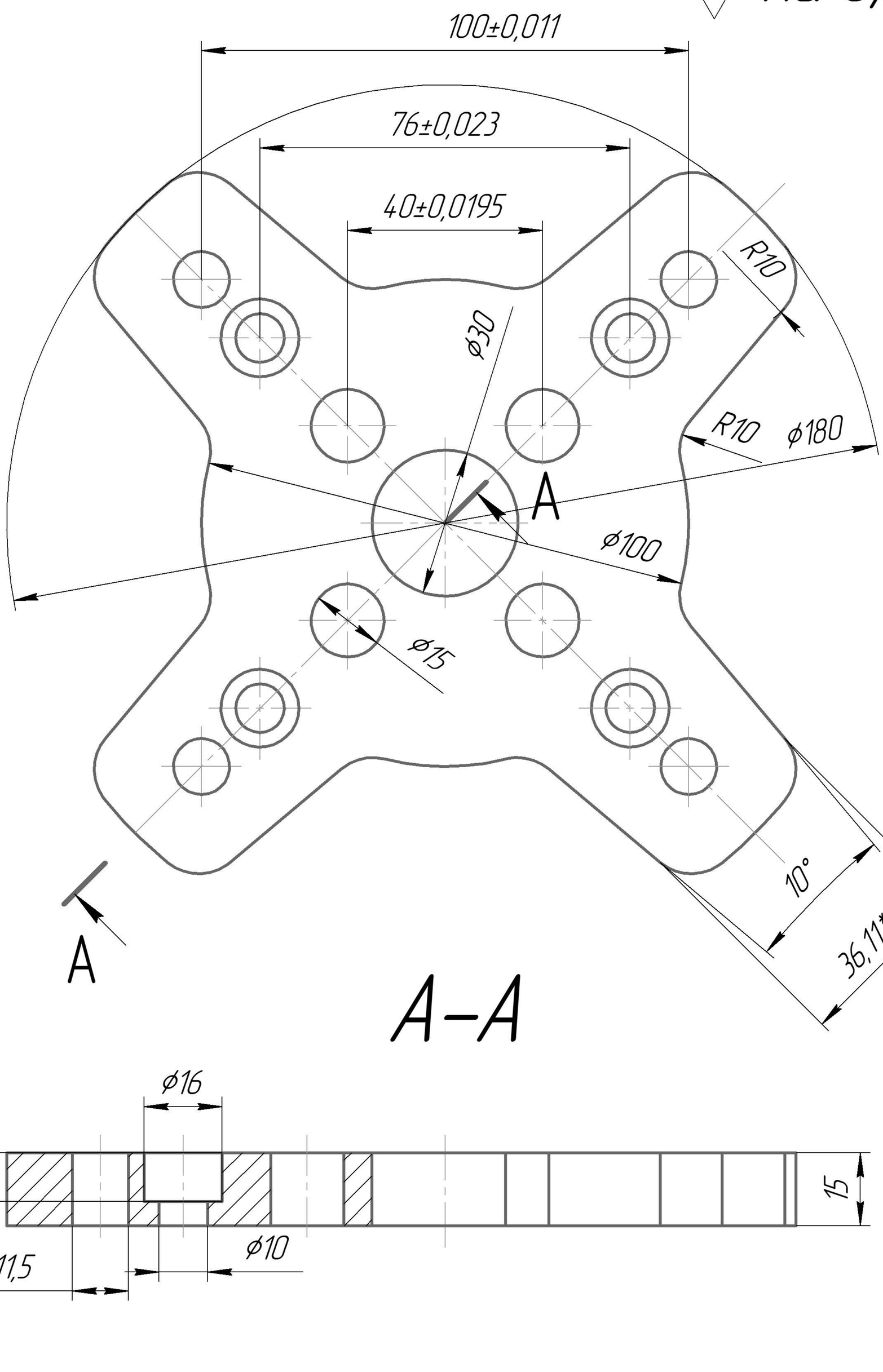
КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены.

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А2

Ra 6,3



1 ISO 8015.
2 ISO 2768 – mK.
3 * Розміри для довідок
4 Невказані розміри отримуються з 3D моделі при обробці на верстаті з ЧПК

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Ковтун В.Е.		
Пров.		Петришин А.І.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

МВ-8205.ДПБ350.022

Плита штовхання зйомника

Лит.	Масса	Масштаб
В	1,35	1:1

Лист | Листов 1

Сталь У10А
ГОСТ 5950-2000

КПІ ім.Ігоря Сікорського, ННІМІ, КМ, гр. МВ-82

Копировал | Формат А3

Не для коммерческого использования

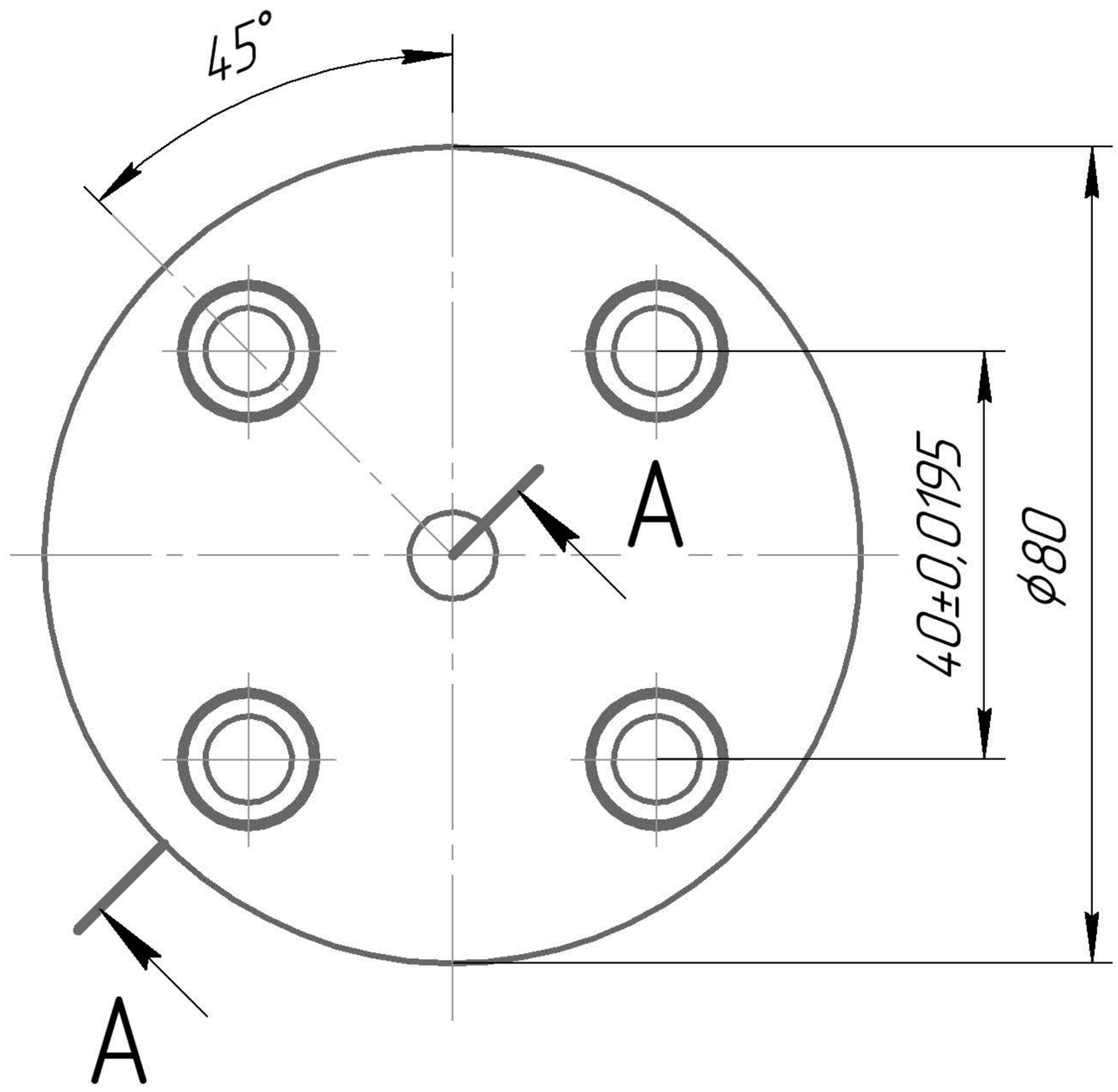
Справ. № | Перв. примен.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

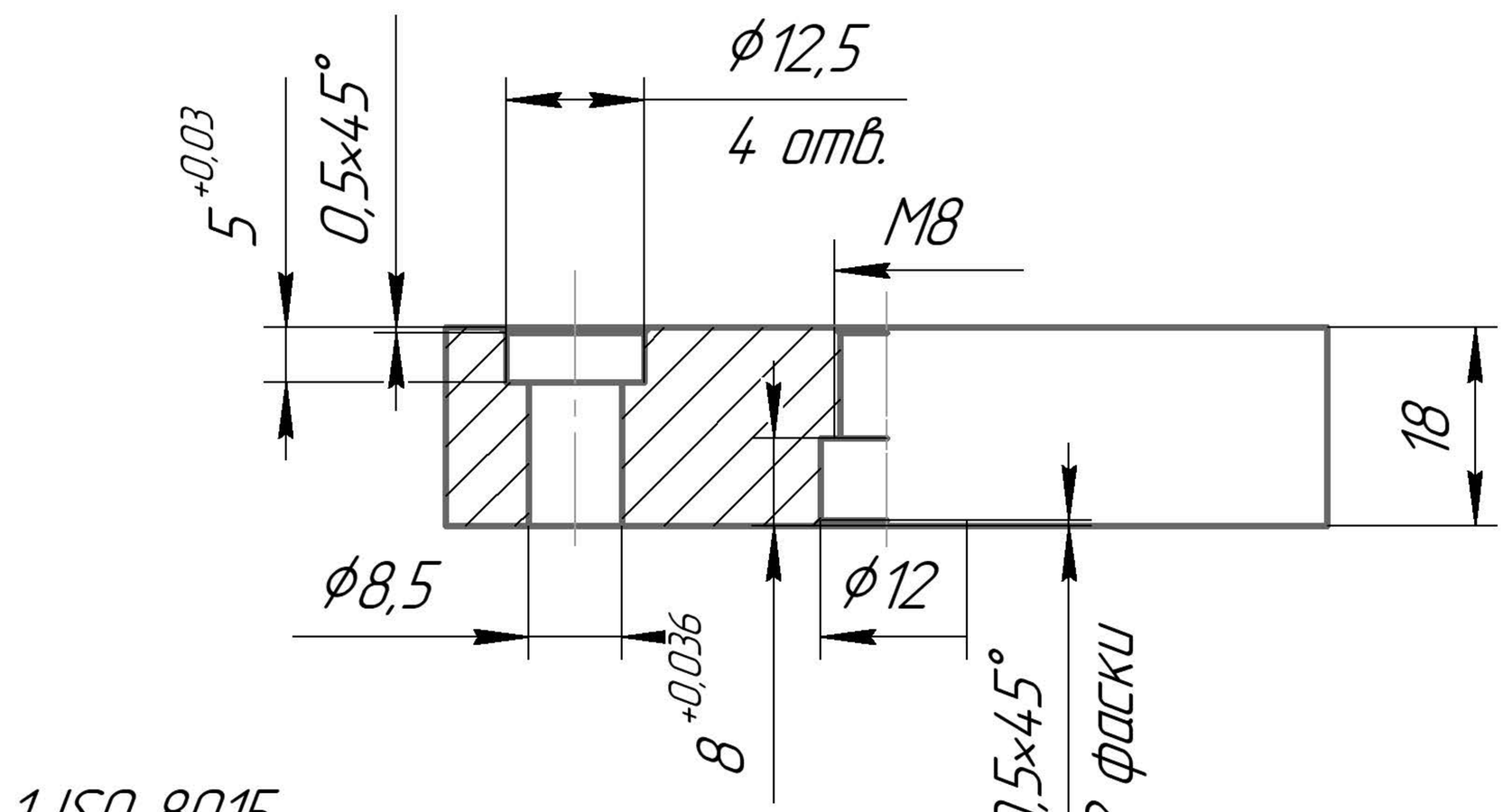
КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

МВ-8205.ДПБ350.023

Ra 6,3



A–A



1 ISO 8015
2 ISO 2768 – mK

					МВ-8205.ДПБ350.023	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Ковтун В.Е.			Плита штовхача	Лит. В; Масса 0,65; Масштаб 1:1
Пров.		Петришин А.І.				Лист; Листов 1
Т.контр.					Сталь У10А ГОСТ 5950–2000	КПІ ім.Ігоря Сікорського, ННІМІ, КМ, гр. МВ-82
Н.контр.						
Утв.						

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

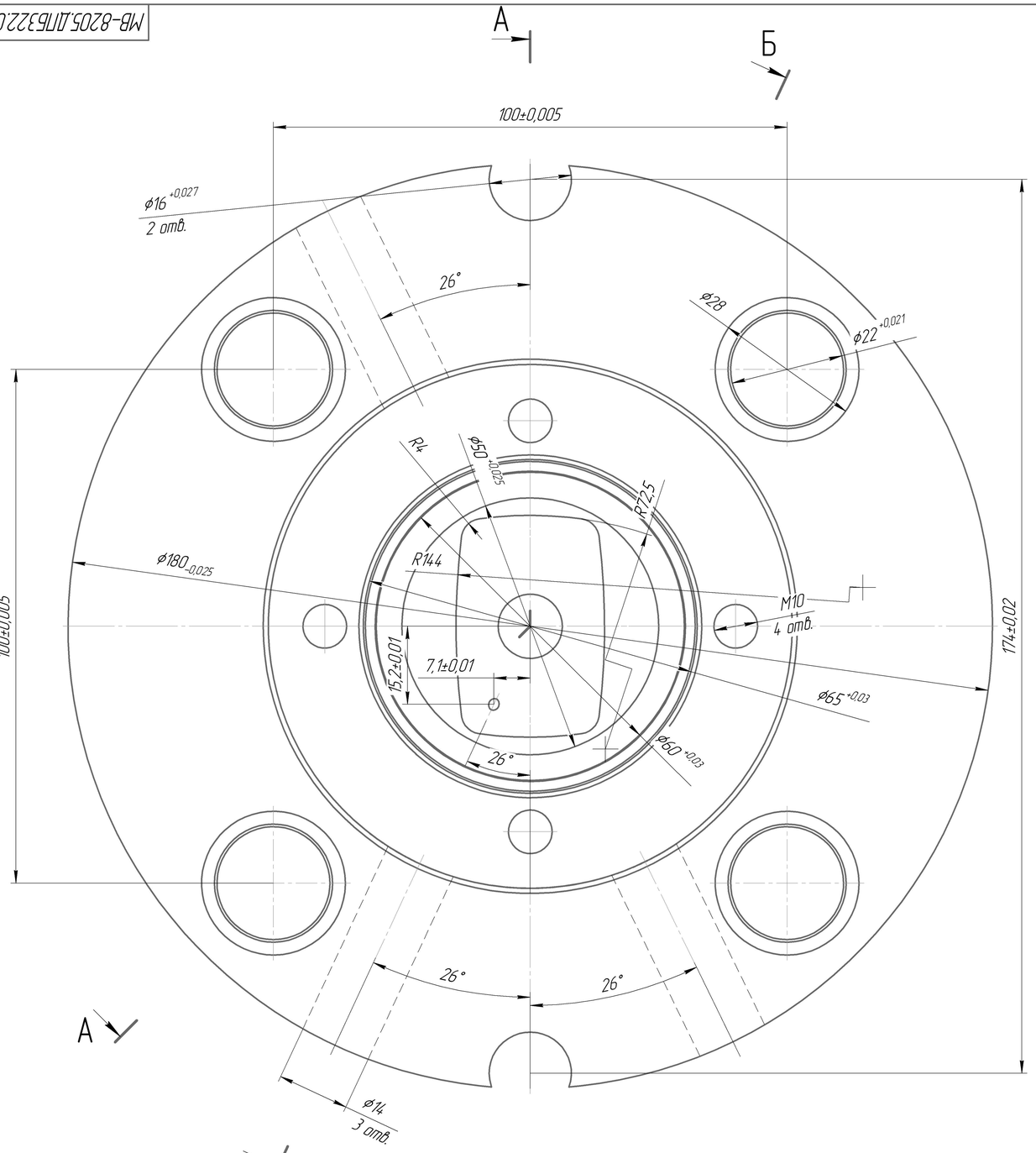
Не для коммерческого использования

Копировал

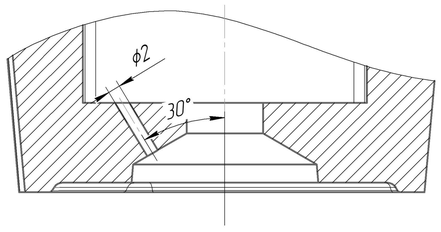
Формат А4

МВ-8205.ДПБ322.024

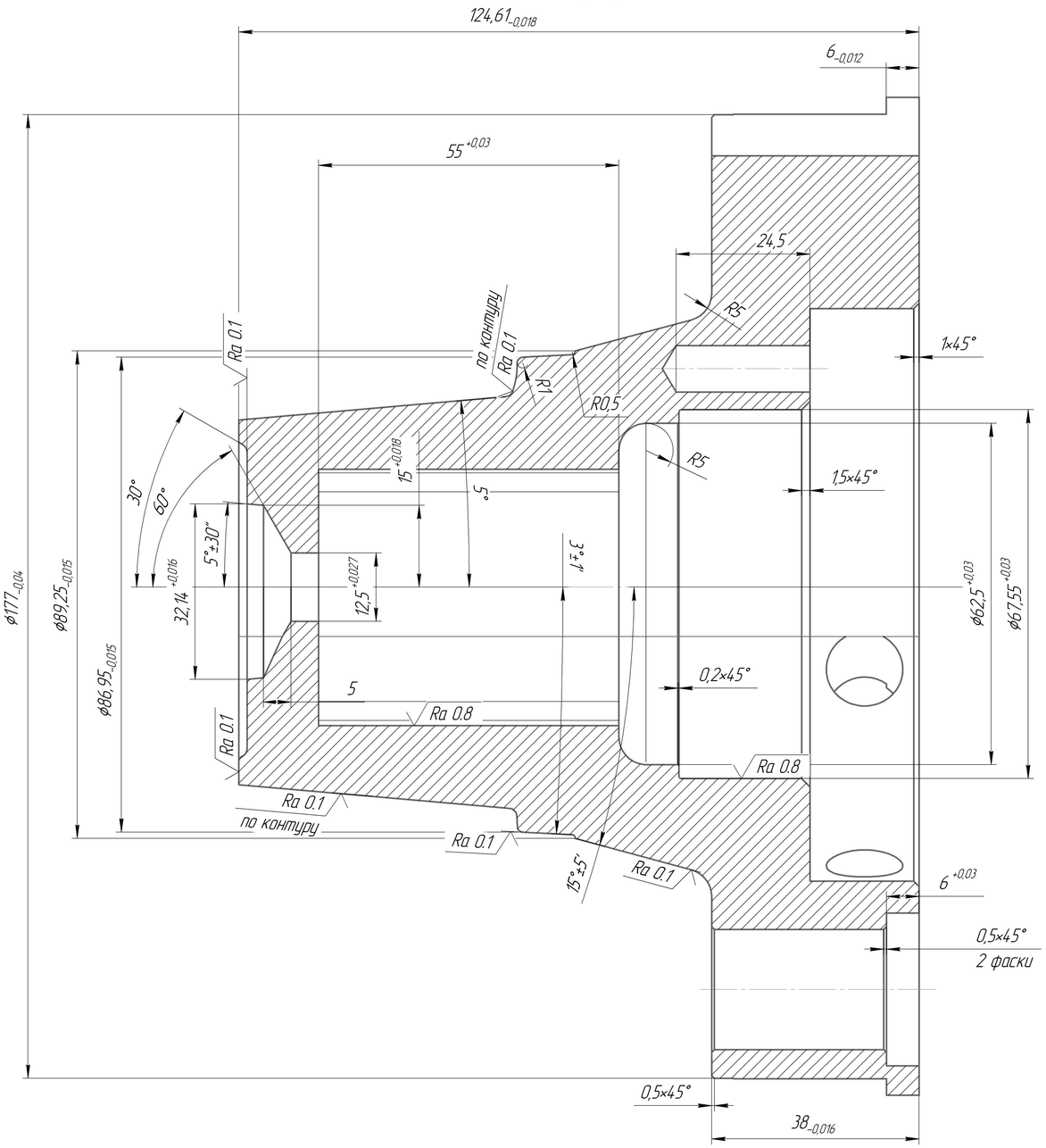
Ra 6.3 (√)



В–В



Б–Б



1 ISO 8015
2 ISO 2768 – mH
3 Цементувати, 60–64 HRC
4 Невказані розміри отримуються з 3D моделі при обробці на верстаті з ЧПК

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВ-8205.ДПБ322.024	
Разраб.		Ковтун В.Е.			Пуансон	Лит. В / Масса / Масштаб 2:1
Пров.		Петришин А.І.				Лист / Листов 1
Т.контр.					4Х5МФС ГОСТ 5950-2000	КПІ ім. Ігоря Сікорського ННІММІ, КМ, гр. МВ-82
Н.контр.						
Утв.						

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

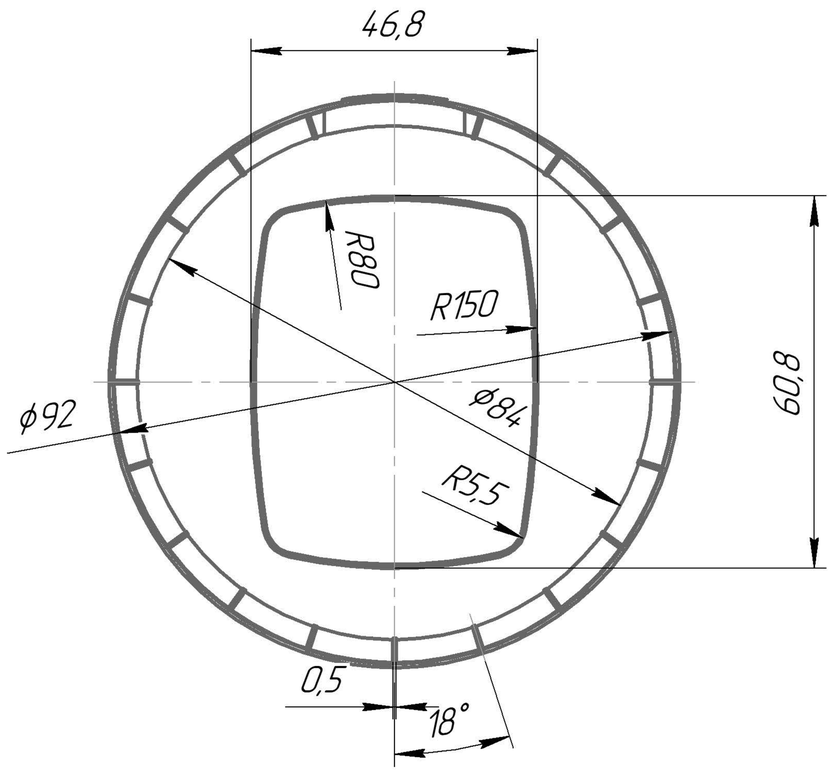
Взам. инв. №

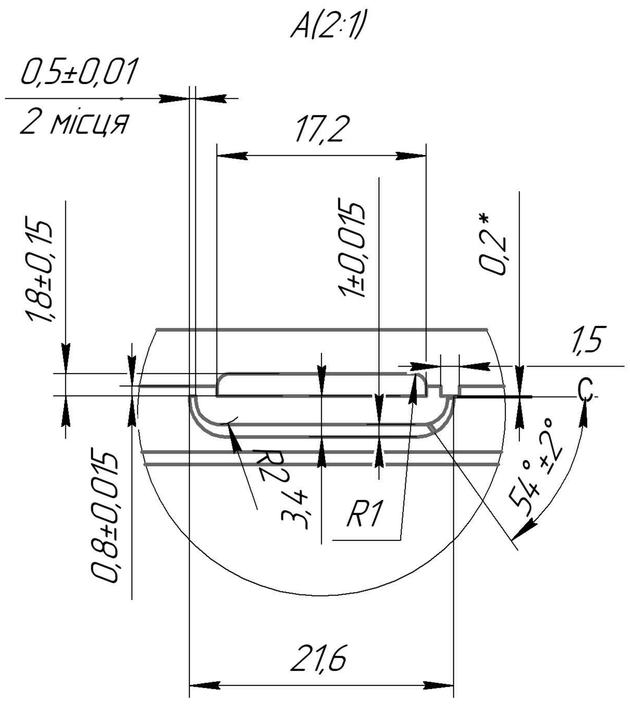
Подп. и дата

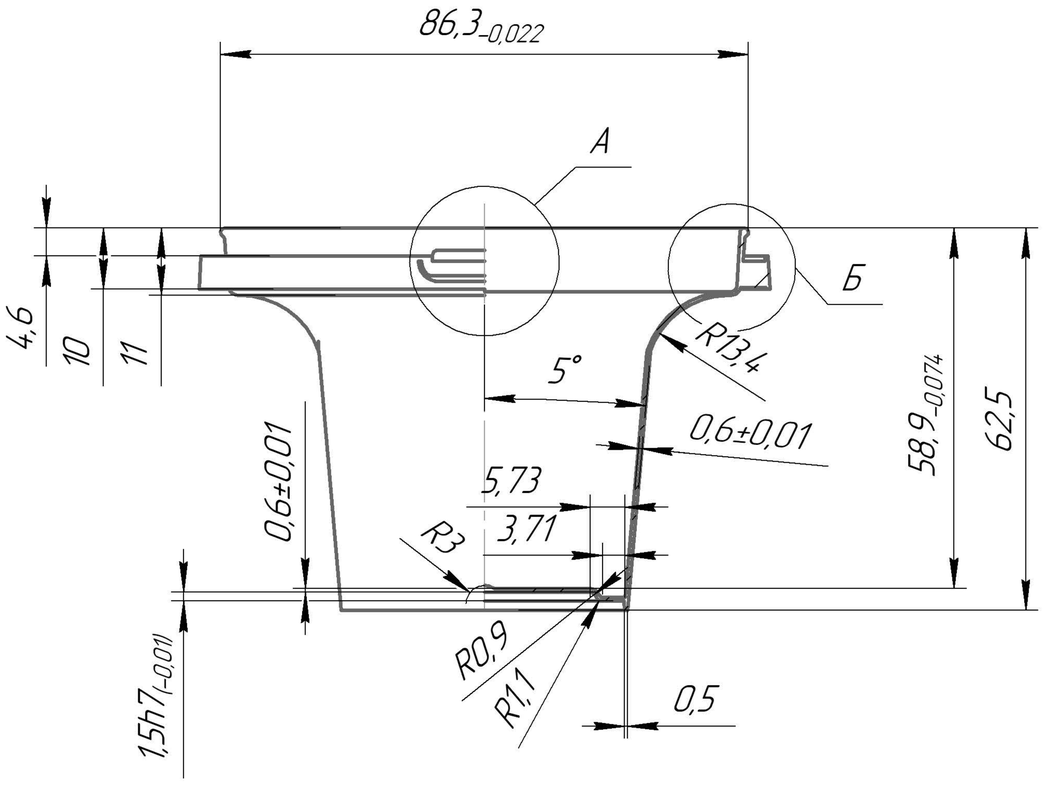
Инв. № подл.

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены.
Не для коммерческого использования

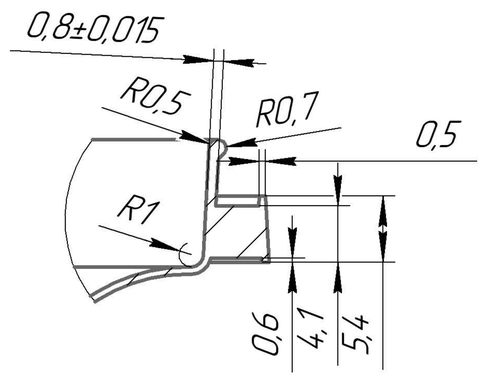
Ra 0,3( )

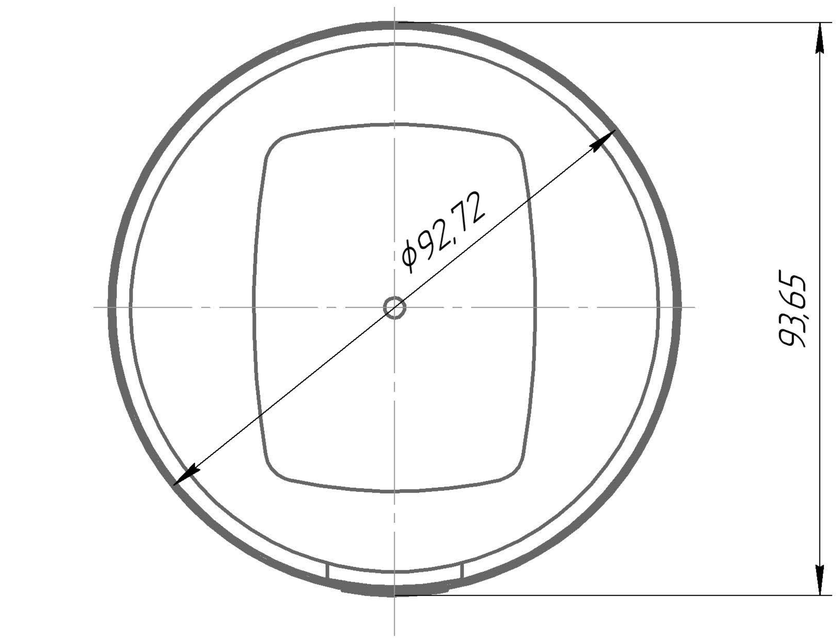


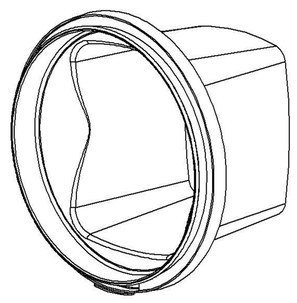




Б(2:1)







Технічні вимоги:
1 ISO 8015
2 ДСТУ ISO 2768 – cK
3 Ливарні нахили не більше 0,5° в сторону зменшення розміру.
4 Невказані товщини стінок 0,6 мм
5 Усадка 0,4–0,8% (0,6%)
6 Шорсткість внутрішньої поверхні Ra 0,3
7 *Розміри для довідок

					МВ-8205.ДПБ210.000	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Тара харчова	Лит. В / Масса 13,55 г / Масштаб 1:1
Разраб.		Ковтун В. Е..				Лист / Листов 1
Пров.		Петришин А.І.			Полістирол ПСМ-118 ГОСТ 20282-86	КПІ ім.Ігоря Сікорського, ННІММІ, КМ, гр. МВ-82
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

Копировал

Формат А2

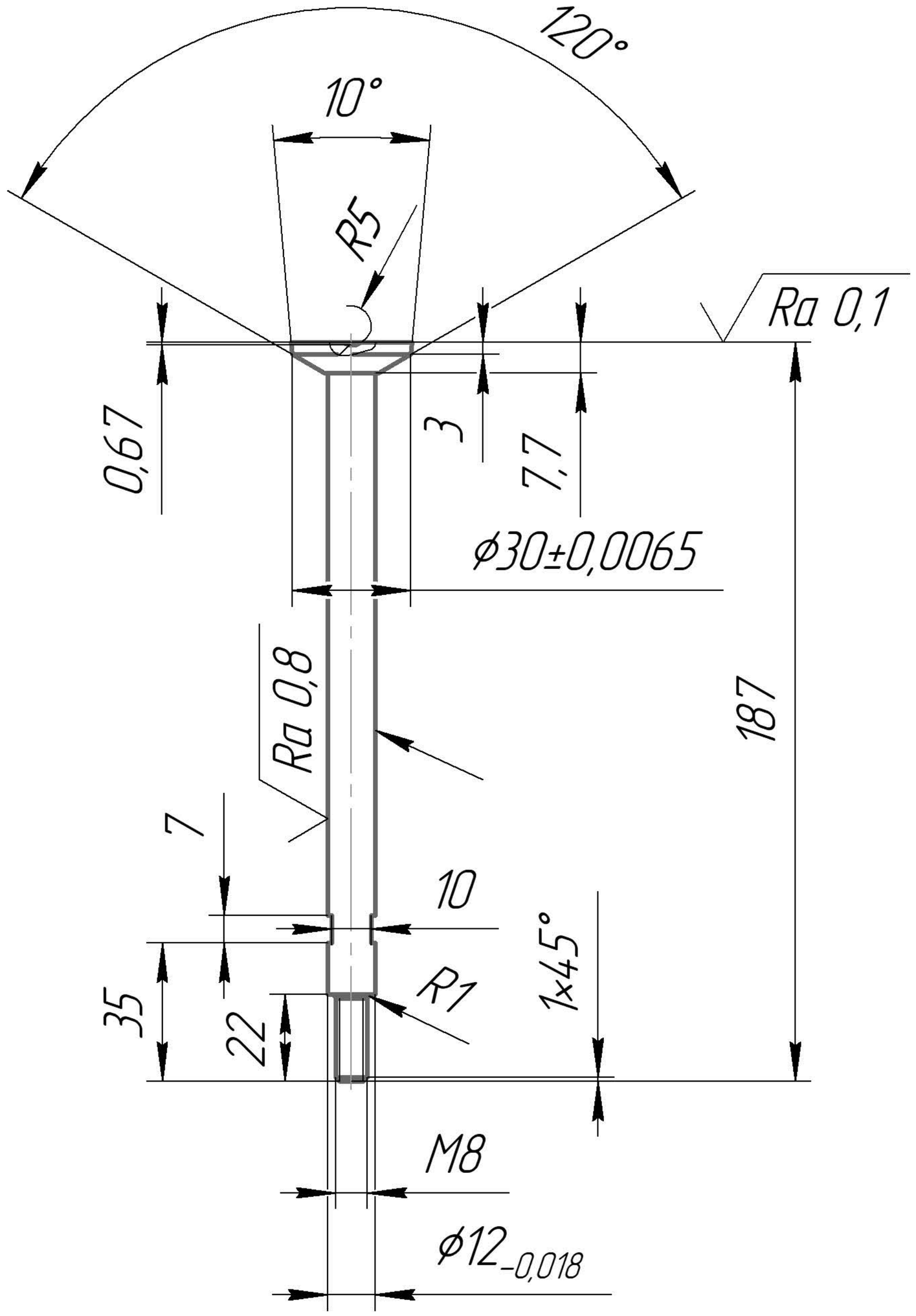
Не для коммерческого использования

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

МВ-8205.ДПБ340.027

Ra 6,3



1 ISO 8015
2 ISO 2768 – mK
3 Шліфувати 2 лиски глибиною 0,02 мм
4 Цементувати 60–64 HRC

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Ковтун В.Е.		
Пров.		Петришин А.І.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

МВ-8205.ДПБ340.027

Штовхач

Лит.	Масса	Масштаб
В	0,18	1:2

Лист	Листов 1

Сталь 4Х5МФС
ГОСТ 5950-2000

КПІ ім. Ігоря Сікорського,
НН ММІ, КМ, гр. МВ-82

Копировал

Формат А4

Не для коммерческого использования

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № подл. | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.