



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 130752

(13) C2

(51) МПК

B21D 22/20 (2006.01)

B21D 24/04 (2006.01)

B21D 37/10 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(21)** Номер заявки: **а 2022 04131****(22)** Дата подання заявки: **01.11.2022****(24)** Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **07.05.2026****(41)** Публікація відомостей
про заяву: **01.05.2024, Бюл.№ 18****(46)** Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **06.05.2026, Бюл.№ 18****(72)** Винахідник(и):**Калюжний Володимир Леонідович (UA),
Горностай Вадим Миколайович (UA),
Тітаренко Андрій Євгенійович (UA)****(73)** Володілець (володільці):**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО",
просп. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)****(74)** Представник:**ПАСІЧНИК ВІТАЛІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ****(56)** Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

UA 101348 U, 10.01.2015

SU 1286320 A1, 30.01.1987

SU 1810172 A1, 23.04.1993

BOR-TSUEN LIN, CHENG-YU YANG

Applying a punch with microridges in
multistage deep drawing processes: Published
online 06 Oct 2016. SpringerPlus. 2016. Vol.

5. Issue 1. Page 1–13 URL:

<https://doi.org/10.1186/s40064-016-3371-2>

(дата звернення: 08.07.2025)

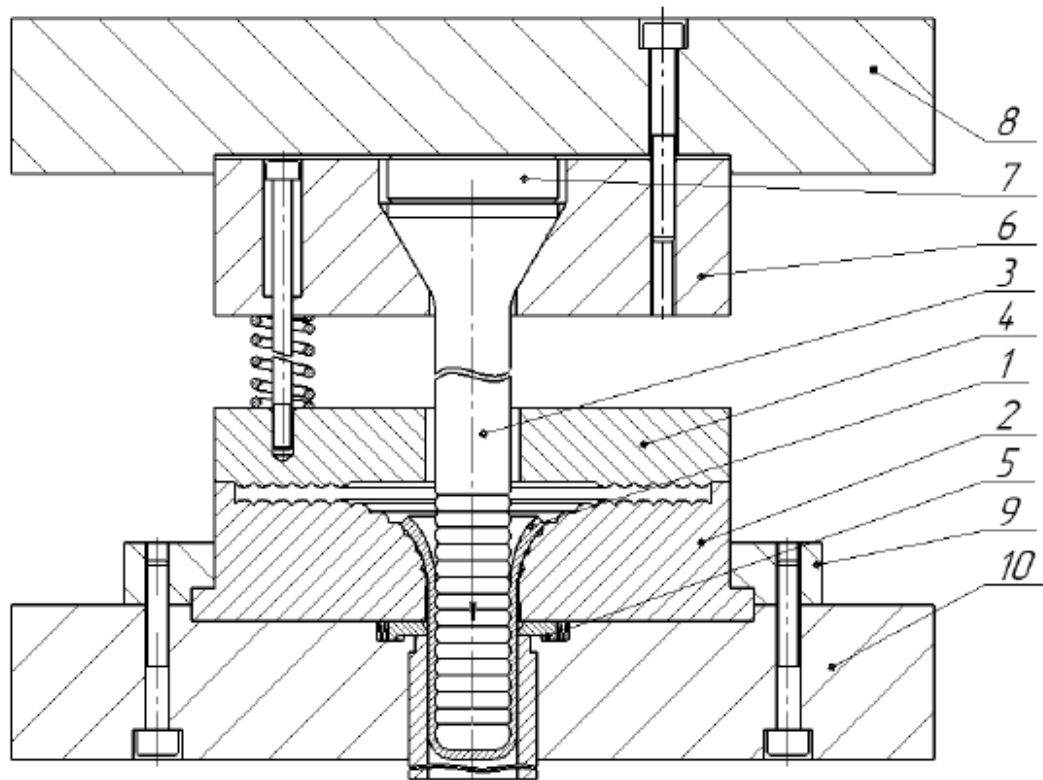
UA 93705 U, 10.10.2014

WO 2021222626 A1, 04.11.2021

(54) СПОСІБ ГЛИБОКОГО ВИТЯГУВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ВИРОБІВ З ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ**(57)** Реферат:

Група винаходів належить до обробки металів тиском, зокрема до глибокого витягування порожнистих виробів із листового матеріалу. Суть групи винаходів полягає у тому, що у способі глибокого витягування заготовку встановлюють у матриці з профільованою робочою поверхнею, виконаною з виступами у вигляді торів і западинами між ними, притискають притискачем і здійснюють формоутворення пуансоном. Робоча поверхня матриці має горизонтальну та радіальну частини, а бічна поверхня пуансона і робоча поверхня притискача також виконані профільованими. Пакет штампа містить матрицю, пуансон і притискач, робочі поверхні яких виконані з виступами у вигляді торів і западинами між ними, при цьому робоча поверхня матриці має горизонтальну та радіальну частини, що переходять у гладкі вертикальні стінки. Технічний результат полягає у зменшенні тангенційних напружень у заготовці, підвищенні рівномірності деформації, створенні додаткового тягнучого зусилля за стінку виробу, зниженні навантаження на дно та підвищенні якості виробів.

UA 130752 C2



Фиг. 3

Заявка на винахід належить до області формування виробу під тиском з металевої листової заготовки. Об'єктами винаходу є спосіб, який використовують при витягуванні порожнистих виробів значної довжини з листового матеріалу шляхом тиску на дно заготовки та пристрій для здійснення такого способу.

- 5 При глибокому витягуванні часто зустрічаються такі проблеми як:
- можливість відриву донної частини заготовки від його стінок;
 - нерівномірність товщини дна, стінок і ділянки переходу від дна до стінок у сформованому виробі;
 - утворення меридіональних складок (фестонів), що збільшує припуск на обрізку на
 - 10 кінцевому етапі формування виробу;
 - утворення мікротріщини у стінках сформованого виробу.

З рівня техніки відомі способи, за допомогою яких винахідники намагалися подолати вищезазначені проблеми.

- Відомий спосіб витягування порожнистих виробів, в якому круглу листову заготовку розміщують в установочному місці матриці. Притискач опускається до упорного кільця, яке забезпечує роботу притискача з необхідним заглибленням роликів в заготовку для прокатування ділянок заготовки, які важко деформуються. При русі пуансона донизу відбувається витягування порожнистої деталі з листової заготовки. При цьому на ділянках зон, що важко деформуються, відбувається прокатування листової заготовки між роликами. В результаті відбувається перерозподіл металу і западини у зонах, що важко деформуються. Також зменшується утворення фестонів [1].

- Однією з проблем, на яку вказують самі автори, є необхідність орієнтації заготовки з анізотропного матеріалу певним чином перед витягуванням. Визначення анізотропії та необхідність орієнтації сповільнюють процес виготовлення та вимагають певної кваліфікації робітників.

- Проблемою також може стати відмова або робота неналежним чином одного з роликів, внаслідок чого можливий перекус заготовки та формування бракованої деталі. Причому, якщо пара роликів з однієї сторони не буде працювати, то можливий перекус дна. А якщо одна або обидві пари роликів з одного боку надто сильно притиснуть стінку заготовки, то наслідком може стати суттєва її деформація або навіть розрив.

- За найближчий аналог прийнятий спосіб глибокого витягування порожнистих виробів з листового матеріалу в профільованій матриці, в якому за рахунок зміни конфігурації профільованої матриці, зокрема діаметрів виступу торової поверхні та кроку їх розташування, усувають необхідність притискання заготовки до матриці пресом подвійної дії, а також знижують енергосилові витрати на формоутворення порожнистого виробу [2].

- Згідно з зазначеним способом заготовку встановлюють в профільованій матриці, робоча (профільована) поверхня якої має отвір та утворена поверхнями у вигляді торів і западин між ними з перерізом та перетином з прямими лініями. В процесі витягування пуансон з закругленою придонною частиною опускають вниз. Пуансон тисне на заготовку в області торця заготовки, який розвантажується та заповнює западини між верхівками торів, не торкаючись прямих ліній матриці, які розташовані в западинах. Таким чином, більша частина заготовки не контактує з робочою (профільованою) поверхнею матриці, що зменшує сили тертя. Конфігурацію робочої (профільованої) поверхні матриці, тобто діаметр торових виступів і крок їх розташування підбирають залежно від характеристик матеріалу заготовок, намагаючись, щоб при формоутворенні зменшувались тангенційні напруження і, тим самим, знижувалось утворення меридіональних складок (фестонів) на сформованій частині заготовки.

За задумом заявника відсутність притискача при витягуванні приводить до зменшення енергосилових режимів формоутворення виробів.

- Однак, після проходження робочої (профільованої) поверхні, заготовка просувається по гладких стінках матриці, третяся об них, розігрівається, і в цей час, під дією тиску пуансона, стінки заготовки можуть деформуватися нерівномірно, в них можуть виникати мікротріщини. Відсутність притискача взагалі може призвести до перекоосу, хай і незначного, при продавлюванні заготовки пуансоном до кінця матриці. Окрім того, що перекус може призвести до зниження якості готової деталі, він може призвести до надриву або повного відриву дна заготовки.

Також зазначені вище проблеми винахідники намагалися подолати внесенням змін в конструкцію пакета штампа, зокрема матриці та пуансона.

З рівня техніки відомий штамп для витягування порожнистих виробів, який містить верхню плиту, до якої прикріплений пуансон, та притискне кільце і матрицю, закріплену на нижній плиті.

Товщина неробочої радіальної частини пуансона виконана більше на величину діаметрального зазору між пуансоном і матрицею, яка контактує з матрицею через заготовку [1].

Недоліками цього пристрою є:

не завжди точне входження пуансона в матрицю з утворенням меридіональних складок (фестонів) на заготовці на проміжній стадії формоутворення,

форма пуансона і матриці, через які виникають значні сили тертя при вдавлюванні заготовки в матрицю та при її вилученні з матриці, наслідком чого можуть стати відрив дна виробу та/або деформування його стінок.

Найближчим аналогом для пристрою, який заявляється, є штамп, описаний в способі глибокого витягування порожнистих виробів в профільованій матриці. До штампа входять матриця і пуансон. Матриця має по центру отвір та робочу (профільовану) поверхню, яка розташована на радіальній поверхні матриці і утворена виступами у вигляді торів та западинами між ними. Крок між поверхнями у вигляді тора та глибину западин на робочій поверхні матриці вибирають таким чином, щоб проходило розвантаження торця заготовки зі зменшенням стискаючих тангенціальних напружень при формоутворенні. Така конфігурація штампа дозволяє знизити енергосилові витрати на формоутворення виробу через відсутність необхідності притискання заготовки до матриці пресом подвійної дії [2].

Хоча, при застосуванні описаного вище штампу, ймовірність утворення на заготовці дефектів знижується, але вони можуть виникнути як при витягуванні заготовки пуансоном, так і при її зніманні. Через відсутність притискача заготовку не завжди можна належним чином втримати під час пресування, в результаті чого в її стінках можуть утворюватися різні дефекти від мікротріщин до меридіональних складок (фестонів). Глибоке витягування може призвести до нерівномірності у товщині стінок і дна заготовки. Особливо вразливим місцем заготовки є перехід від стінок до дна, де як раз можуть виникати такі нерівномірності, а у найбільш неприємних варіанта – надрив або повний відрив дна.

Наявність поверхонь у вигляді тора тільки на радіальній робочій поверхні матриці, розташованих з певним кроком, і відсутність такої поверхні у частині матриці, де значною мірою відбувається витягування, призводить до тертя пуансона об внутрішню стінку заготовки, а матриці – об її зовнішню стінку і, відповідно, до нагріву та/або деформації стінок заготовки. Зокрема, результатом такого тертя можуть бути мікротріщини в стінках заготовки, неоднорідність товщини стінки у порожнистому виробі.

Виходячи з наведеного вище, в основу винаходу поставлена комплексна задача:

змінити параметри операцій деформування заготовки для отримання порожнистого виробу таким чином, щоб знизити ймовірність неконтрольованої деформації стінок заготовки і відрив її дна від стінок при глибокому витягуванні порожнистих виробів, з одночасним зменшенням ймовірності формування меридіональних складок (фестонів);

досягти зазначеного вище результату за рахунок використання пакета штампу із модифікованою конфігурацією стінок матриці і пуансона.

Першу частину поставленої задачі вирішують тим, що, згідно зі способом глибокого витягування порожнистих виробів з листового матеріалу заготовку встановлюють в профільованій матриці, в якій по центру виконано отвір, верхня частина внутрішньої поверхні якого утворює робочу поверхню, яка профільована за рахунок наявності на поверхні виступів у вигляді торів та западин між ними, пуансон опускають вниз і тиснуть його пласкою донною частиною на центральну частину заготовки, яка в процесі формоутворення стає дном заготовки, в результаті проходження матеріалу заготовки по робочій поверхні матриці матеріал заготовки частково заповнює западини між верхівками торів матеріалом заготовки, при цьому матеріал заготовки не торкається прямих ліній матриці, сформованих найглибшими частинами западин, пуансоном заготовку продавляють далі через нижню частину матриці з гладкими вертикальними стінками, а потім заготовку продавляють нижче матриці і знімають з пуансона, в якому новим є те, що робоча профільована поверхня матриці має горизонтальну та радіальну частини, бічна поверхня пуансона також має робочу поверхню, профільовану за рахунок наявності виступів у вигляді торів та западин між ними, при цьому заготовку встановлюють на горизонтальну частину робочої профільованої поверхні матриці, зверху опускають притискач, робоча поверхня якого, що контактує з заготовкою, також профільована за рахунок наявності виступів у вигляді торів та западин між ними, притискають заготовку до горизонтальної частини робочої профільованої поверхні матриці і тиснуть пласкою донною частиною пуансона на центральну частину заготовки, продавляють заготовку вниз по радіальній частині робочої профільованої поверхні і гладких вертикальних стінках матриці до кінця і знімають з пуансона, причому і під час формоутворення матеріал заготовки частково заповнює западини на бічній

поверхні пуансона, що створює додаткове тягнуче зусилля за стінку заготовки і розвантажує її дно.

Другу частину поставленої задачі вирішують використанням пакету штампа для глибокого витягування порожнистих виробів з листового матеріалу, до складу якого входять матриця та пуансон, по центру матриці виконано отвір, верхня частина внутрішньої поверхні якого утворює робочу поверхню, на якій відбувається формоутворення заготовки, і яка профільована за рахунок наявності на поверхні виступів у вигляді торів і западин між ними, діаметр і крок розташування яких підбирають такими, щоб при навантаженні зменшити тангенційні напруження в області торця заготовки, і робоча поверхня переходить у розташовані нижче неї гладкі вертикальні стінки, в якому новим є те, що робоча профільована поверхня матриці має горизонтальну та радіальну частини, радіальна частина робочої профільованої поверхні з'єднує горизонтальну частину робочої профільованої поверхні та гладкі вертикальні стінки матриці, пакет штампа додатково містить притискач заготовки, який розташований над матрицею, має по центру отвір для проходження пуансона і робочу поверхню, що контактує в процесі витягування з заготовкою і профільована за рахунок наявності виступів у вигляді торів та западин між ними, бічна поверхня пуансона також має робочу поверхню, профільовану за рахунок наявності виступів у вигляді торів та западин між ними для підвищення контактного тертя між пуансоном і стінкою заготовки в процесі витягування для розвантаження дна, за рахунок часткового заповнення матеріалом заготовки западин між торами і створення таким чином додаткового тягнучого зусилля за стінку заготовки.

Суть винаходу пояснюють креслення.

На фіг. 1 зображений переріз штампа для глибокого витягування, загальний вигляд.

На фіг. 2 зображено переріз штампа з заготовкою та пуансоном у вихідному положенні перед витягуванням.

На фіг. 3 зображено переріз штампа із заготовкою в процесі витягування.

На фіг. 4 зображено переріз пакета штампа в момент знімання заготовки з пуансона.

На фіг. 1 зображений штамп, який складається з верхньої плити 8, до якої за допомогою пуансонотримача 6 кріплять пуансон 3, притискача 4, прикріпленого до пуансонотримача 6, підкладної плити 7, розташованої між верхньою плитою 8 та пуансоном 3 і необхідної для збільшення площі контакту між пуансоном 3 та верхньою плитою 8 та усунення можливості деформації верхньої плити 8, нижньої плити 10, матриці 2, яка приєднана до нижньої плити 10 за допомогою фіксуючого кільця 9 та гвинтів, знімачів 5, необхідних для зняття виробу з пуансона 3 та розмішених і в нижній плиті 10.

Робочий діаметр D_n пуансона 3 відповідає внутрішньому діаметру отриманого виробу. Бічну поверхню пуансона виготовляють як поверхню з виступами у вигляді торів та западинами між ними, в якій діаметр торових радіусів дорівнює d_n і залежить від товщини матеріалу: чим менша товщина заготовки, тим менший діаметр профілів тора. Крок розташування профілю тора t_n залежить від діаметру d_n . Зазвичай t_n вибирають рівним d_n . Величина z – це глибина западини між двома радіусними частинами тора. Саме за допомогою даної западини можливо виконувати більш глибоке витягування за рахунок створення додаткового тягнучого зусилля за стінку заготовки, тим самим розвантажуючи донну частину, забезпечити формування виробу з незначними відмінностями товщини дна, стінок і ділянки переходу від дна до стінок, якісну поверхню внутрішньої стінки виробу, завдяки вигладжуванню внутрішньої поверхні стінки при знятті виробу з пуансона.

Матриця 2 має внутрішній діаметр D_m , а на горизонтальній поверхні матриці та на радіальній частині матриці, яка дорівнює R_m , спроєктована поверхня з виступами у вигляді концентрично розташованих торів та западинами між ними. На горизонтальній поверхні матриці крок розташування радіусів тора дорівнює t_2 і залежить від діаметра d_2 . Зазвичай t_2 вибирають рівним d_2 . На радіальній частині матриці крок радіусів тора дорівнює куту γ , а радіус дуги, на якому розміщені центри кіл, що утворюють торову поверхню радіальної частини матриці, становить r , а діаметр кіл, сегменти яких утворюють тори на робочій поверхні матриці дорівнює d_1 . Завдяки виступам у вигляді торів на робочій поверхні матриці під час деформування заготовки зменшується площа контакту між зовнішньою поверхнею заготовки та матрицею, що позитивно впливає на протікання процесу, а саме зменшується значення контактного тертя між заготовкою та матрицею. Це дає змогу знизити ймовірності відриву дна порожнистого виробу від його стінки на початку процесу, зменшити ймовірність утворення меридіональних складок (фестонів) та провести більш глибоке витягування для отримання довгомірного виробу.

Операція витягування починається з встановлення заготовки 1 діаметром D_0 та товщиною S_0 в матрицю 2 (див. фіг. 2), після чого починає рух верхня плита 8 з інструментом, який прикріплений до неї. Після впирання притискача 4 в матрицю 2, пуансон 3 рухається через отвір

в притискачі 4 та створює зусилля на заготовку 1, рухаючи її вертикально вниз. При деформуванні тангенційне навантаження на стінку заготовки зовні зменшується завдяки зниженню тертя через наявності торів і западин на робочій поверхні матриці 2, та збільшується на внутрішній стінці заготовки завдяки наявності торів і западин на бічні поверхні пуансона

5 через вхід частини матеріалу заготовки у западини між торами, що створює додаткове тягнуче зусилля за стінку заготовки і, тим самим, розвантажує донну частину, що дозволяє уникнути відриву донної частини порожнистого виробу.

На фіг. 3 зображено процес деформування заготовки 1. Завдяки руху пуансона 3 вниз, заготовка 1 рухається вниз та розтискає підпружинені знімачі 5. Причому відстань від низу

10 радіальної частини матриці до підпружинених знімачів дорівнює h .

На останній фігурі 4 зображено кінець операції витягування. Коли пуансон 3 проштовхує заготовку 1 до кінця, верхній край заготовки 1 опиняється нижче знімачів 5, вони стискаються до діаметра пуансона 3, після чого пуансон 3, звільнений від порожнистого виробу, йде вгору, а отриманий порожнистий виріб падає в отвір у нижній плиті.

15 Цей спосіб формування довгомірної порожнистої заготовки може бути реалізований завдяки пристрою із профільованою робочою поверхнею. Використання пристрою, що заявляється, під час здійснення способу, що заявляється, дозволяє розвантажити стінки та дно заготовки під час витягування, уникнути формування фестонів на стінках заготовки та відриву дна. Готовий виріб виходить більш довгим, а його внутрішня стінка – більш гладкою. Результатом одночасного

20 використання способу і пристрою є отримання більш якісних виробів при скороченні часу та економії енергії на виготовлення кожного виробу.

Джерела інформації:

1. Авторское свидетельство СССР SU 1286320, МПК В 21 D 22/20, опубліковано 30.01.87. Бюл. № 4. "Способ вытяжки полых изделий".

25 2. Патент України UA 101348 на корисну модель "Спосіб глибокого витягування порожнистих виробів в профільованій матриці", опубліковано 10.09.2015 Бюл. № 17.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30 1. Спосіб глибокого витягування порожнистих виробів з листового матеріалу, згідно з яким заготовку встановлюють в профільованій матриці, в якій по центру виконано отвір, верхня частина внутрішньої поверхні якого утворює робочу поверхню, яка профільована за рахунок наявності на поверхні виступів у вигляді торів та западин між ними, опускають вниз пуансон і тиснуть його пласкою донною частиною на центральну частину заготовки, яка в процесі

35 формоутворення стає дном заготовки, в результаті проходження матеріалу заготовки по робочій поверхні матриці матеріал заготовки частково заповнює западини між верхівками торів матеріалом заготовки, при цьому матеріал заготовки не торкається прямих ліній матриці, сформованих найглибшими частинами западин, пуансоном заготовку продавляють далі через нижню частину матриці з гладкими вертикальними стінками, а потім заготовку продавляють

40 нижче матриці і знімають з пуансона, який **відрізняється** тим, що робоча профільована поверхня матриці має горизонтальну та радіальну частини, бічна поверхня пуансона також має робочу поверхню, профільовану за рахунок наявності виступів у вигляді торів та западин між ними, при цьому заготовку встановлюють на горизонтальну частину робочої профільованої

45 поверхні матриці, зверху опускають притискач, робоча поверхня якого, що контактує з заготовкою, також профільована за рахунок наявності виступів у вигляді торів та западин між ними, притискають заготовку до горизонтальної частини робочої профільованої поверхні матриці і тиснуть пласкою донною частиною пуансона на центральну частину заготовки, продавляють заготовку вниз по радіальній частині робочої профільованої поверхні і гладких вертикальних стінках матриці до кінця і знімають з пуансона, причому під час формоутворення

50 матеріал заготовки частково заповнює западини на бічній поверхні пуансона, що створює додаткове тягнуче зусилля за стінку заготовки і розвантажує її дно.

2. Пакет штампа для глибокого витягування порожнистих виробів з листового матеріалу, до складу якого входять матриця та пуансон, по центру матриці виконано отвір, верхня частина внутрішньої поверхні якого утворює робочу поверхню, на якій відбувається формоутворення

55 заготовки і яка профільована за рахунок наявності на поверхні виступів у вигляді торів і западин між ними, діаметр і крок розташування яких підібрані такими, щоб при навантаженні зменшити тангенційні напруження в області торця заготовки, і робоча поверхня переходить у розташовані нижче неї гладкі вертикальні стінки, який **відрізняється** тим, що робоча профільована поверхня матриці має горизонтальну та радіальну частини, радіальна частина робочої профільованої

60 поверхні з'єднує горизонтальну частину робочої профільованої поверхні та гладкі вертикальні

- 5 стінки матриці, пакет штампа додатково містить притискач заготовки, який розташований над матрицею, має по центру отвір для проходження пуансона і робочу поверхню, що контактує в процесі витягування з заготовкою і профільована за рахунок наявності виступів у вигляді торів та западин між ними, бічна поверхня пуансона також має робочу поверхню, профільовану за рахунок наявності виступів у вигляді торів та западин між ними для підвищення контактної тертя між пуансоном і стінкою заготовки в процесі витягування для розвантаження дна за рахунок часткового заповнення матеріалом заготовки западин між торами і створення таким чином додаткового тягнучого зусилля за стінку заготовки.

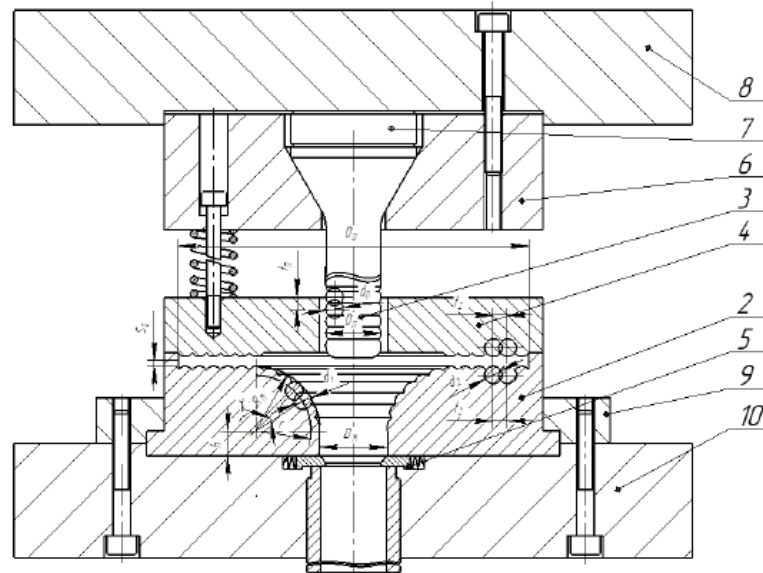


Fig. 1

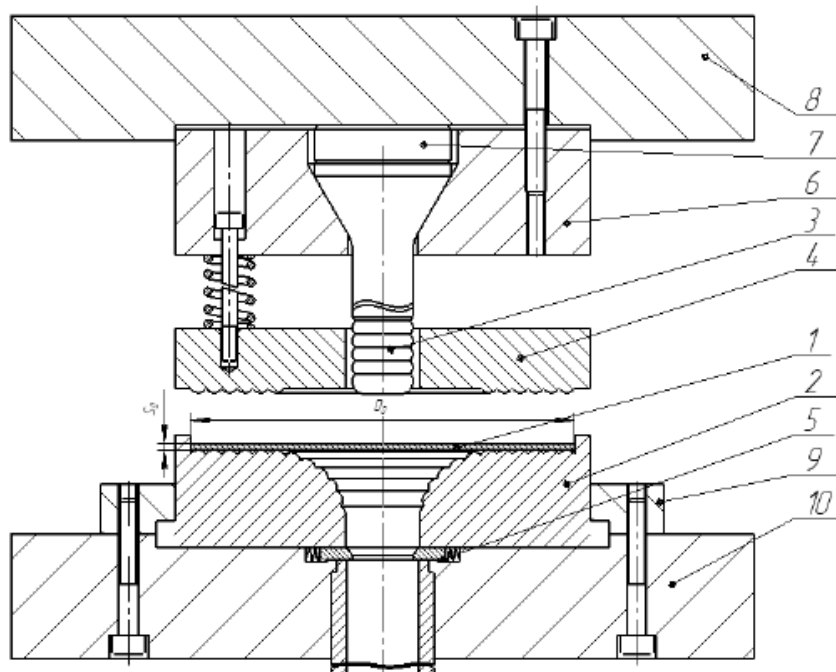
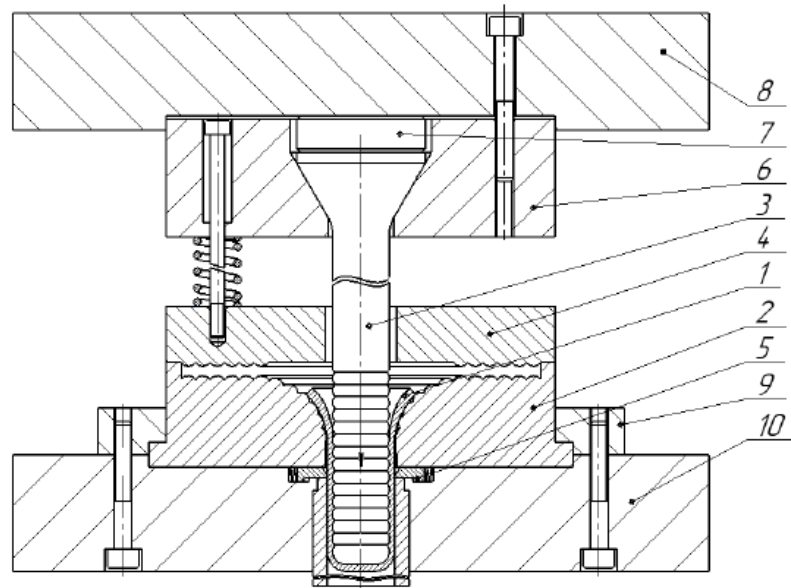
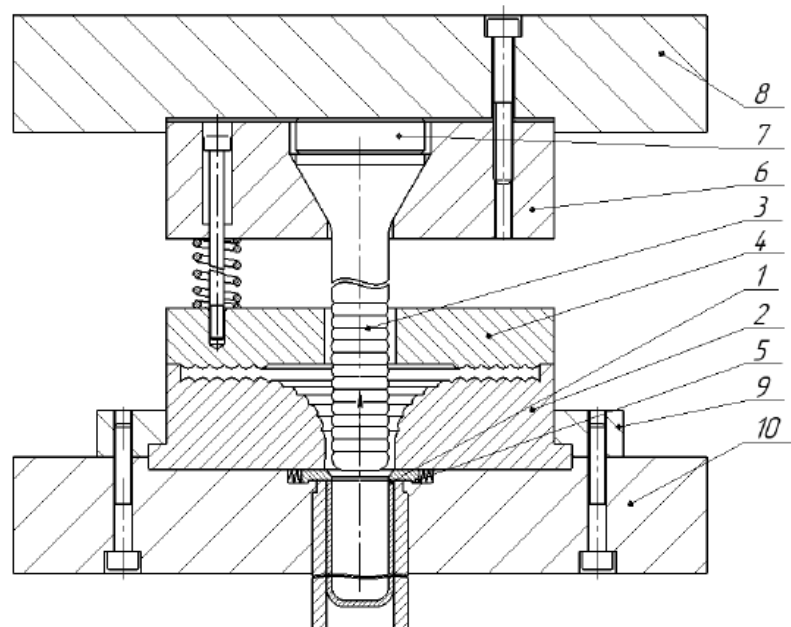


Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4