



УКРАЇНА

(19) UA (11) 150334 (13) U

(51) МПК (2022.01)

B23C 5/06 (2006.01)

B23C 3/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: **u 2021 04463**  
(22) Дата подання заявки: **02.08.2021**  
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **03.02.2022**  
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **02.02.2022, Бюл.№ 5**

(72) Винахідник(и):  
**Виговський Георгій Миколайович (UA),  
Балицька Наталія Олександрівна (UA),  
Глембоцька Лариса Євгенівна (UA),  
Громовий Олексій Андрійович (UA),  
Мельник Олександр Леонідович (UA),  
Полонський Леонід Григорович (UA),  
Виговський Володимир Георгійович (UA),  
Плисак Микола Миколайович (UA)**

(73) Володілець (володільці):  
**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА",  
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005 (UA)**

**(54) ПЛАНЕТАРНА КОМБІНОВАНА ФРЕЗЕРНА СИСТЕМА**

(57) Реферат:

Планетарна комбінована фрезерна система містить декілька торцевих фрез, встановлених у додаткових шпинделях, які кінематично зв'язані за допомогою сателітних зубчастих коліс з нерухомо закріпленим на корпусі верстата сонячним зубчастим колесом та розміщені у водилі, закріпленому у шпинделі верстата. Додаткові шпинделі із закріпленими на них торцевими фрезами розміщені у радіальному напрямі на різній відстані від осі шпинделя верстата, а в осьовій - на різній відстані від торця водила фрезерної системи, та при збільшенні радіального розташування додаткових шпинделів з торцевими фрезами зменшується їх осьова відстань від торця водила системи.

UA 150334 U

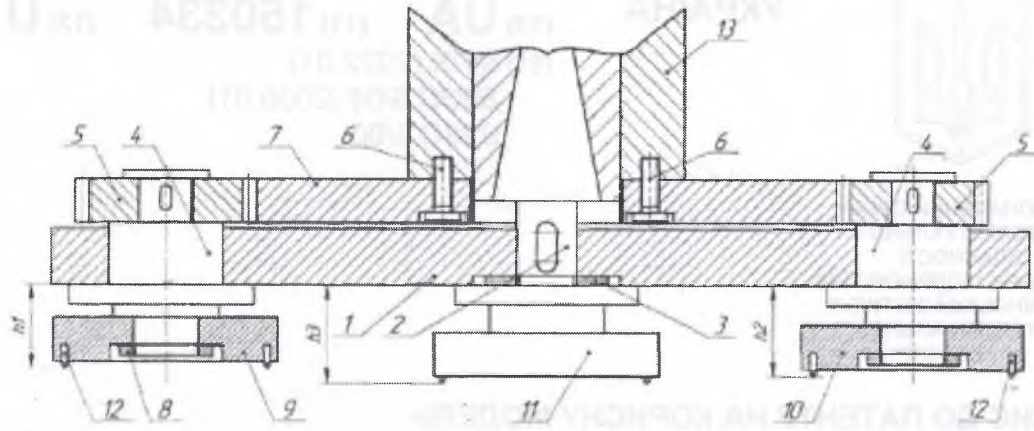


Fig. 1

U 150334 AU

Корисна модель належить до металообробки і може бути застосована при обробці широких плоских поверхонь деталей торцевими фрезами.

Обробка деталей, які мають плоскі поверхні великих розмірів, характеризується малою продуктивністю та низькою якістю оброблених поверхонь, що вимагає виконання додаткових  
5 фінішних операцій.

Зазвичай, обробка широких площин деталей торцевим фрезеруванням у більшості випадків виконується фрезами, які мають менший діаметр, ніж ширина оброблюваних поверхонь [1]. Це викликає необхідність обробки широких плоских поверхонь деталей торцевим фрезеруванням за декілька проходів, що збільшує машинний час обробки, зменшує продуктивність та  
10 призводить до того, що після окремих проходів залишається перепад площин, що оброблюються, тобто до значних похибок обробки.

Відомий спосіб одночасної обробки плоских поверхонь агрегатною фрезерною головкою [2], що містить щонайменше дві фрези, встановлені на шпинделях з паралельними осями, при цьому осі шпинделів розташовані в одній площині, яка перпендикулярна напрямку робочого  
15 переміщення інструмента та фрези устанвлені одна відносно одної таким чином, що різальні ножі однієї фрези розташовані в проміжках між ножами іншої.

Запропонована конструкція агрегатної фрезерної головки дозволяє виконувати обробку широких плоских поверхонь одночасно декількома фрезами, при цьому діаметри фрез менше ширини поверхонь, що оброблюються, але за рахунок перекриття діаметрів фрез є можливість  
20 обробки широких площин, що підвищує продуктивність обробки за рахунок збільшення кількості різальних ножів, які одночасно приймають участь у різанні.

Разом з тим, одночасна участь у різанні декількох торцевих фрез фрезерної головки викликає підвищені силові навантаження у процесі фрезерування, що негативно впливає на якість обробки. Крім цього, пред'являються жорсткі вимоги щодо точності взаємного  
25 розташування одночасно працюючих торцевих фрез, але, враховуючи існуючі биття різальних кромок ножів та похибки базування та закріплення фрез на верстатах, - це призводить до необхідності зменшення величини хвилинної подачі для збереження достатньої зносостійкості фрез, що зменшує продуктивність обробки, а перекриття торцевими фрезами окремих ділянок плоских поверхонь деталей призводить до появи похибок мікро- та макрогеометрії оброблених  
30 поверхонь

Найближчим аналогом до корисної моделі є планетарна комбінована фрезерна система [3], яка складається із торцевих фрез зі спіральними лезами, осі яких паралельні та розташовані у додаткових шпинделях, що сполучені з зубчастими колесами, що взаємодіють із центральним  
35 нерухомим зубчастим колесом, при цьому торцеві фрези обертаються навколо своїх осей і одночасно навколо осі шпинделя верстата, а оброблювана деталь рухається зі столом та фрезерується в плоскій площині.

Вказані декілька технічних результатів: сила різання може бути ефективно зменшена, температура різання зменшена, поліпшені довговічність фрез і ефективність плоского  
40 фрезерування.

Недоліком відомої конструкції є те, що у комбінованій фрезерній системі торцеві фрези розміщені у додаткових шпинделях із паралельними осями, які також паралельні осі шпинделя верстата та розташовані у радіальному напрямі на однаковій відстані від осі шпинделя верстата. Вказане розташування додаткових шпинделів передбачає, що торцеві фрези  
45 переміщуються у процесі різання за планетарними траєкторіями і поступово здійснюють процес різання плоских поверхонь та холостий пробіг, а розміщення торцевих фрез в радіальному напрямі на одній відстані від осі шпинделя верстата передбачає, що фрези розміщуються в осьовому напрямі в одній площині. Загальною характерною особливістю процесу торцевого фрезерування є те, що динаміка процесу фрезерування залежить від точності взаємного розташування різальних лез, при цьому радіальні та торцеві биття різальних лез призводять до  
50 підвищених навантажень на різальні леза, які розташовані на більшій відстані в радіальному та осьовому напрямках. Підвищені навантаження на окремі леза торцевих фрез примушують зменшувати режими обробки, що знижує продуктивність обробки. При цьому похибки розташування лез фрез ведуть до нестабільного припуску, що зростає кожною фрезею, та коливань сил різання і підвищеного зносу фрез. Нестабільність процесу різання та погіршена динаміка процесу різання негативно впливає на якість обробки та продуктивність обробки.

Обробка загального припуску торцевими фрезами залежить також від розмірів різальних частин, а розміщення фрез в радіальному напрямі на одній відстані від осі шпинделя верстата, а осьовій - в одній площині, не дозволяє здійснювати процес видалення торцевими фрезами великих припусків на обробку, що викликає необхідність виконання декілька проходів та веде до  
60 зменшення продуктивності обробки.



Дана планетарна комбінована фрезерна система, як і корисна модель, що заявляється, містить декілька торцевих фрез, встановлених у додаткових шпинделях, які кінематично зв'язані за допомогою сателітних зубчастих коліс з нерухомо закріпленим на корпусі верстата сонячним зубчастим колесом та розміщені у водилі, закріпленому у шпинделі верстата. Однак, на відміну від корисної моделі, що заявляється, у планетарній комбінованій фрезерній системі формування обробленої поверхні здійснюється за допомогою фрез, які закріплені у додаткових шпинделях, розміщених у радіальному напрямі на однаковій відстані від осі шпинделя верстата, а осьовій - в одній площині, що веде за рахунок похибок розташування різальних лез фрез до нестабільності зняття припуску між лезами фрез, а похибки взаємного розташування фрез - до нестабільності зняття припуску кожною фрезою. Коливання сил різання за рахунок змінної величини припуску, що зрізається, між ножами фрез та між фрезами негативно впливає на якість обробки та зменшує продуктивність обробки.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення продуктивності обробки планетарної комбінованої фрезерної системи, що містить декілька торцевих фрез, встановлених у додаткових шпинделях, які кінематично зв'язані за допомогою сателітних зубчастих коліс з нерухомо закріпленим на корпусі верстата сонячним зубчастим колесом та розміщених у водилі, закріпленому у шпинделі верстата.

Поставлена задача вирішується тим, що планетарна комбінована фрезерна система, що містить декілька торцевих фрез, встановлених у додаткових шпинделях, які кінематично зв'язані за допомогою сателітних зубчастих коліс з нерухомо закріпленим на корпусі верстата сонячним зубчастим колесом та розміщені у водилі, закріпленому у шпинделі верстата, згідно з корисною моделлю, додаткові шпинделі із закріпленими на них торцевими фрезами розміщені у радіальному напрямі на різній відстані від осі шпинделя верстата, а в осьовій - на різній відстані від торця водила фрезерної системи, причому при збільшенні радіального розташування додаткових шпинделів з торцевими фрезами зменшується їх осьова відстань від торця водила системи, що дозволяє розділити припуск за глибиною і реалізувати процес ступінчастого фрезерування, збільшити об'єм знятого матеріалу за один прохід та зменшити час обробки деталей.

Розміщення додаткових шпинделів із закріпленими в них торцевими фрезами на різній відстані від осі шпинделя верстата, а в осьовій - на різній відстані від торця водила фрезерної системи, дозволяє перерозподілити загальну величину припуску між торцевими фрезами і збільшити загальну величину припуску, що може обробляти дана планетарна комбінована фрезерна система за один прохід, що підвищує продуктивність обробки. При цьому для реалізації ступінчастої схеми різання при збільшенні радіального розташування додаткових шпинделів із закріпленими на них фрезами зменшується відстань фрез від торця водила системи. Це забезпечує те, що торцеві фрези, які розміщені на більшій відстані від осі шпинделя, вступають у різання першими і зрізають шар металу, який розташований на найменшій відстані від торця водила фрезерної системи.

Технічний результат, якого можна досягти при використанні корисної моделі, полягає в забезпеченні збільшення продуктивності обробки за рахунок збільшення об'єму знятого матеріалу за один прохід, що підвищує продуктивність обробки.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак корисної моделі та технічним результатом простежується в тому, що нові ознаки, які введені у планетарну комбіновану фрезерну систему, а саме - додаткові шпинделі із закріпленими на них торцевими фрезами розміщені у радіальному напрямі на різній відстані від осі шпинделя верстата, а в осьовій - на різній відстані від торця фрезерної системи, при збільшенні радіального розташування додаткових шпинделів з торцевими фрезами зменшується їх осьова відстань від торця водила системи - це дозволяє перерозподілити загальний припуск між торцевими фрезами таким чином, що загальний припуск зрізається ступінчасто торцевими фрезами, при цьому першими в різання вступають фрези, які розміщені у радіальному напрямі на найбільшій відстані від осі фрезерної системи, а в осьовому - на найменшій відстані від торця системи, тобто зрізає верхню частину загального припуску, наступна торцева фреза з меншим радіальним розташуванням зрізає частину припуску, яка знаходиться ближче до площини, яку необхідно обробити. Розташування торцевих фрез з різним радіальним та осьовим положенням дозволяє перерозподілити загальну величину припуску між фрезами і загальна величина зрізаного припуску буде складатися з припусків, які фрезеруються окремими фрезами, що дозволяє збільшити можливість зняття великих припусків за один прохід фрезерної системи і, таким чином, збільшити продуктивність обробки.



У сукупності, що заявляється, досягається нова властивість, яка дає можливість підвищити продуктивність обробки планетарної комбінованої фрезерної системи при її застосуванні при обробці плоских поверхонь деталей.

5 Наведені докази свідчать, що ознаки сукупності увійшли у взаємодію, тобто, корисна модель, що заявляється, являє собою єдине ціле, як сукупність взаємопов'язаних частин, яка дозволяє підвищити продуктивність обробки планетарної комбінованої фрезерної системи при її застосуванні під час фрезерної обробки плоских поверхонь деталей на металорізальних верстатах.

10 Зі сказаного вище можна зробити висновок про відповідність заявленої сукупності критерію "істотні відмінності".

Наслідком досягнення зазначеної нової ознаки є отримання позитивного ефекту, задекларованого у поставленій задачі, що свідчить про відповідність корисної моделі критерію "позитивний ефект".

15 Суть корисної моделі пояснюється кресленнями: Фіг. 1 - загальний вигляд планетарної комбінованої фрезерної системи (розріз А-А Фіг. 2); Фіг. 2 - радіальне розташування додаткових шпинделів; Фіг. 3 - схема зняття припуску фрезерною системою.

20 Згідно з запропонованою корисною моделлю планетарна комбінована фрезерна система (Фіг. 1) складається із водила 1, яке закріплюється на оправці 2 гайкою 3. У водилі 1 встановлені додаткові шпинделі 4, на яких закріплені зубчасті колеса 5, які зчеплені з нерухомо закріпленим гвинтами 6 відносно корпусу верстата зубчастим колесом 7. До осей додаткових шпинделів 4 за допомогою гайок 8 приєднані торцеві фрези 9, 10, 11 з різальними ножами 12. Оправка 2, на якій закріплено водило 1, встановлена у шпинделі 13 верстата. В осьовому напрямі фрези 9, 10, 11 розміщені на різній відстані від торця водила 1, при цьому виконується співвідношення  $h_1 < h_2 < h_3$ , що дозволяє реалізувати ступінчасту схему зняття припуску.

25 У радіальному напрямі (Фіг. 2) додаткові шпинделі розміщені на різній відстані від осі шпинделя. Фреза 9 розміщена на відстані  $R_1$  від осі фрезерної системи, фреза 10 - на відстані  $R_2$ , фреза 11 - на відстані  $R_3$ . При цьому співвідношення між радіальним розташуванням торцевих фрез складає:  $R_1 > R_2 > R_3$ . Зубчасті колеса 5 зчеплені з нерухомо закріпленим на корпусі верстата зубчастим колесом 7 та передають обертальний рух на торцеві фрези 9, 10, 11.

30 Запропонована корисна модель дозволяє реалізувати ступінчасту схему різання (Фіг. 3) фрезерною системою, при цьому першою вступає у різання торцева фреза 9, яка розміщена на найбільшій відстані від осі шпинделя  $R_1 + r_1$  (де  $r_1$  - радіальне розташування різальних ножів торцевої фрези 9), а в осьовому напрямі - на найменшій відстані від торця водила  $h_1$  (Фіг. 1) та видаляє шар металу глибиною  $t_1$ . Шар металу глибиною  $t_2$  зрізає фреза 10, а кінцеве формоутворення обробленої поверхні здійснюється фрезою 11, яка розміщена в радіальному напрямі на найменшій відстані від осі фрези  $R_3 + r_3$ , а в осьовому напрямі - з найбільшою відстанню від торця корпусу водила та зрізає припуск глибиною  $t_3$ .

Плоске фрезерування широких площин здійснюється таким чином:

40 При обертанні шпинделя 13 верстата (Фіг. 1) обертальний момент від встановленої у шпинделі оправки 2 передається закріпленому на ній водилу 1. При обертанні водила 1 встановлені у додаткових шпинделях 4 зубчасті колеса 5, зчеплені з нерухомо закріпленим відносно корпусу верстата колесом 7, примушують обертатися осі додаткових шпинделів 4 з частотою, яка перевищує частоту обертання водила на величину відношення числа зубців нерухомого колеса 7 до числа зубців зубчастих колес 5. Обертальний момент від додаткових шпинделів 4 передається закріпленим на них торцевим фрезам 9, 10, 11 з різальними ножами 12. Заготовка оброблюваної деталі робить поступально-прямолінійний рух, а торцеві фрези 9, 10, 11 обертаються відносно своїх осей та здійснюють планетарний рух, що дозволяє одночасно обробляти широкі поверхні деталі декількома фрезами. При цьому зменшення діаметральних розмірів торцевих фрез дозволяє зменшити їх осьові деформації та підвищити 50 якість обробки. Розміщення додаткових шпинделів 4 (Фіг. 2) на різній відстані від осі шпинделя 13, при цьому  $R_1 > R_2 > R_3$ , що дозволяє забезпечити гарантований порядок зрізання припуску з деталі. Першою у різання (Фіг. 3) вступає фреза 9, що розташована у радіальному напрямі на найбільшій відстані  $R_1$ , з радіальним розташуванням різальних ножів на відстані  $R_1 + r_1$ , та зрізає шар металу глибиною  $t_1$ . Наступні торцеві фрези 10 та 11 зрізають шари металу відповідно  $t_2$  та  $t_3$ . Зазначена схема обробки плоских поверхонь деталей планетарною 55 комбінованою фрезерною системою дає можливість обробки деталей з глибиною різання, що дорівнює сумі глибин різання, що зрізають фрези 9, 10, 11.

60 Процес обробки планетарною комбінованою фрезерною системою за ступінчастою схемою різання забезпечує формування обробленої поверхні торцевою фрезою, що розташована на найбільшій відстані від торця водила фрезерної системи, при цьому торцева фреза, що формує

оброблену поверхню, може мати геометрію, яка відмінна від торцевих фрез, що зрізають чорнові припуски, та створює можливість підвищення якості обробки.

5 Запропонована корисна модель дозволяє підвищити продуктивність обробки планетарної комбінованої фрезерної системи при її застосуванні під час фрезерної обробки плоских поверхонь деталей на металорізальних верстатах, особливо для деталей з необхідністю зрізання великих припусків на обробку.

Джерела інформації:

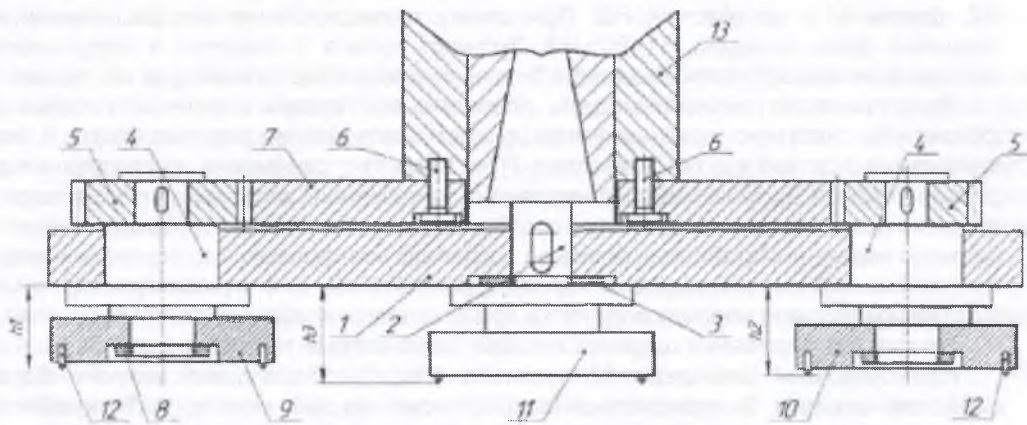
1. Мельничук П.П., Лоєв В.Ю. // Чистове торцеве фрезерування широких плоских поверхонь. Аналіз утворення похибок і попередні рекомендації щодо їх мінімізації. - Вісник ЖДТУ № 4 (47).  
 10 Технічні науки, 2008. - С. 29-42.

2. Агрегатна фрезерна головка. Патент на винахід України, № 29842. МПК В23С 3/00, Кушніров П.В., Сергієнко О.А.; № 200711636; Заявл. 22.10.2007. Опубл. 25.01.2008.

3. Патент CN 103084633 А, 08.05.2013.

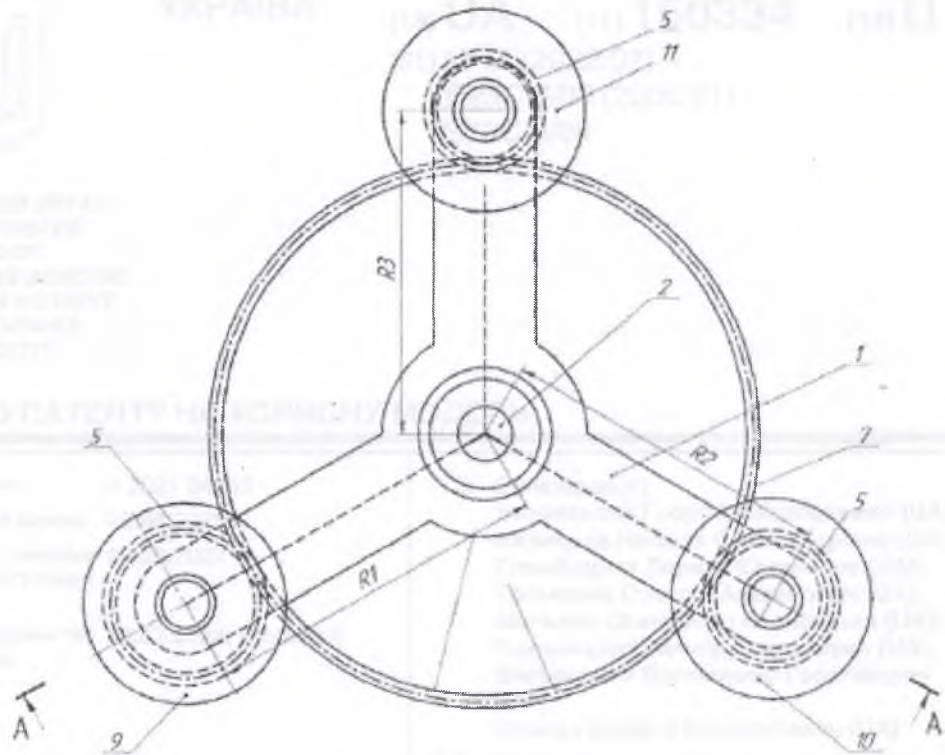
15 **ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ**

Планетарна комбінована фрезерна система, що містить декілька торцевих фрез, встановлених у додаткових шпинделях, які кінематично зв'язані за допомогою сателітних зубчастих коліс з нерухомо закріпленим на корпусі верстата сонячним зубчастим колесом та розміщені у водилі, закріпленому у шпинделі верстата, яка **відрізняється** тим, що додаткові шпинделі із закріпленими на них торцевими фрезами розміщені у радіальному напрямі на різній відстані від осі шпинделя верстата, а в осьовій - на різній відстані від торця водила фрезерної системи, та при збільшенні радіального розташування додаткових шпинделів з торцевими фрезами зменшується їх осьова відстань від торця водила системи.

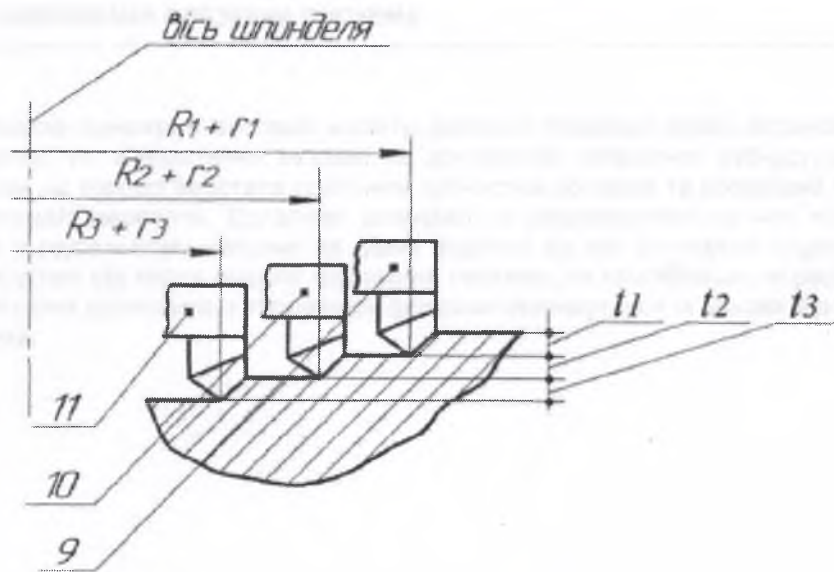


Фіг. 1





Фіг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601