

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра технології
машинобудування



ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ І НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ ВИКОНАННЯ СЕМЕСТРОВОГО ЦИКЛУ
ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

для студентів освітнього рівня «бакалавр»
усіх форм навчання за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»
галузі знань 13 «Механічна інженерія»

Тернопіль
2016

Університет

Технічний

УДК 608.1(07)
ББК 34.4
О-75

Укладачі:

Васильків В.В., докт. техн. наук, професор,
Л.М. Данильченко, канд. техн. наук, доцент,
І.Г. Ткаченко, канд. техн. наук, доцент.

Рецензент

П.Д. Кривий, канд. техн. наук, професор.

Розглянуто й затверджено на засіданні
методичного семінару кафедри технології машинобудування
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 4 від 25 листопада 2016р.

Схвалено та рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії
факультету інженерії машин, споруд та технологій
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 4 від 28 листопада 2016р.

Основи технічної творчості і наукових досліджень : методичні
О-75 вказівки для виконання семестрового циклу практичних робіт для
студентів освітнього рівня «бакалавр» / Укладачі : Васильків В.В.,
Данильченко Л.М., Ткаченко І.Г. – Тернопіль : Тернопільський
національний технічний університет імені Івана Пулюя , 2016. – 160 с.

УДК 608.1(07)
ББК 34.4

Методичні вказівки для виконання семестрового циклу практичних робіт з
курсу «Основи технічної творчості і наукових досліджень» розроблено відповідно до
навчальних планів підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю
131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія».

© Васильків В.В., Данильченко Л.М.,
Ткаченко І.Г.,..... 2016
Тернопільський національний технічний
© університет імені Івана Пулюя,..... 2016

ЗМІСТ

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Тема: Методи і форми захисту інтелектуальної власності в Україні.
Теоретичні аспекти технічної творчості і наукових досліджень..... 4

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Тема: Робота з патентними базами даних..... 28

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Тема: Методи активізації пошуку нових технічних рішень. Вивчення методів мозкового штурму..... 52

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Тема: Математичне моделювання впливу оброблення поверхневим пластичним деформуванням на шорсткість поверхні..... 63

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

Тема: Синтез технічного рішення за допомогою морфологічного аналізу..... 82

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

Тема: Побудова конструктивної функціональної структури технічного об'єкту..... 97

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

Тема: Оптимізація технічних об'єктів на основі застосування методу функціонально – вартісного аналізу..... 109

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

Тема: Дослідження технологічних шляхів забезпечення надійності та ефективності деталей машин..... 128

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Тема: МЕТОДИ І ФОРМИ ЗАХИСТУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ В УКРАЇНІ. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ І НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета: вивчити загальні відомості про патенти на винаходи, умови патентоспроможності, особливості формул винаходів, засвоїти методи пошуку патентної документації за допомогою міжнародної патентної класифікації (МПК) і складання формули на винахід.

Робота розрахована на чотири академічні години.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Інтелектуальна власність. Поняття інтелектуальна власність містить аспекти, що відносяться до нематеріальних результатів розумової діяльності в галузі виробництва, науки, літератури і мистецтва. Термін інтелектуальна власність широко вживається в міжнародних угодах, нормативно-правових документах багатьох країн, утвердився він і в законодавчих актах.

Традиційно об'єкти інтелектуальної власності поділяють на дві групи, що охороняються:

1) авторськими правами і суміжними правами – твори науки, літератури і мистецтва, права виконавців, виробників фонограм, організацій ефірного і кабельного телебачення;

2) патентним правом (промислова власність) – винаходи, корисні моделі, промислові зразки, товарні знаки, знаки обслуговування, секрети виробництва (“ноу-хау”), фірмові найменування, захист проти недобросовісної конкуренції, всі інші права, що відносяться до інтелектуальної діяльності у виробничій сфері.

Цей поділ є умовним. Необхідно визнати, що можливе різноманіття прав інтелектуальної власності, які відносяться до різних аспектів одного і того ж об'єкту.

Охоронні документи. Правова охорона об'єктам промислової власності, як правило, надається одночасно з їх державною реєстрацією. Право на винахід, корисну модель, промисловий зразок, сорт рослини затверджується патентом; на товарний знак – свідоцтвом; фірмове найменування юридичної особи реєструється в установленому порядку – шляхом несення до Єдиного державного реєстру юридичних осіб.

Виняткове право. Для об'єктів інтелектуальної власності загальним є поняття виняткового права. Виняткове право належить володареві патенту на винахід, корисну модель, промисловий зразок або свідоцтво на товарний знак. Вказане право дозволяє власникам інтелектуальної власності використовувати власні інтелектуальні продукти на свій розсуд і забороняти їх використання іншим. Ніхто не може скористатися товарним знаком, виготовити і продати товар, захищений патентом, без дозволу його правовласника. Під використанням йдеться виготовлення, ввезення, зберігання, пропозиція до продажу, продаж продукту, захищеного патентом, застосування способу, що охороняється патентом на винахід тощо. Виняткове право є абсолютним у тому сенсі, що воно надається тільки законному власникові або особі, що отримала це право за ліцензійним договором на законних підставах. Для охорони об'єктів промислової власності (ОПВ) характерно, що виняткове право діє на певній території, точніше в межах тієї держави, де це право було отримане.

Органи державного управління. Національний центр інтелектуальної власності (НЦІВ) України є основним республіканським органом управління в даній сфері правовідносин і забезпечує проведення єдиної державної політики, розроблення нормативно-правової бази, аналіз і узагальнення практики застосування чинного законодавства в галузі охорони промислової власності, видає бюлетень про видані охоронні документи на ОПВ. Фахівці НЦІВ здійснюють експертизу й реєстрацію ОПВ, реєстрацію договорів про купівлю прав на ОПВ і ліцензійні договори про передавання прав на використання ОПВ.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1.1. Відомості про патенти на винаходи

Винаходом, якому надається правова охорона, визнається технічне рішення, що є новим, має винахідницький рівень і промислово застосовне.

Патенти на винаходи можуть бути видані на об'єкти винаходів, якими можуть бути пристрої (до них відносять конструкції і вироби, для яких характерні такі ознаки: наявність конструктивного (конструктивних) елементу (елементів); наявність зв'язку між елементами, що відрізняється від відомих пристроїв взаємним розташуванням елементів, формою виконання елементів або пристрою в цілому, зокрема, геометричною формою, формою виконання зв'язку між елементами, параметрами і іншими характеристиками елементів і їх взаємозв'язками; матеріалом, з якого виконаний елемент (елементи) або пристрій в цілому; середовищем, що виконує функцію елементу).

Способи. До них відносять процеси виконання дій над матеріальним об'єктом (об'єктами) за допомогою матеріальних об'єктів, для яких характерні

такі ознаки: наявність дії або сукупності дій над матеріальним об'єктом, що відрізняються від відомих способів порядком виконання таких дій у часі (послідовно, одночасно, в різних сукупностях і т.п.); умовами здійснення таких дій (режимами, використанням речовин (початкової сировини, реагентів, каталізаторів і так далі), використаними пристроями (приспосовуваннями, інструментами, устаткуванням і так далі), штамми мікроорганізмів, культурами клітин рослин і тварин); речовина (індивідуальні хімічні сполуки, до яких також умовно віднесені високомолекулярні з'єднання й об'єкти генної інженерії; композиції (склади, суміші); продукти ядерного перетворення); штам мікроорганізму, культура клітин рослин і тварин; а також застосування відомого раніше пристрою, способу, речовини, штаму за новим призначенням (до застосування за новим призначенням прирівнюється перше застосування відомих речовин (природних і штучно отриманих) для задоволення суспільної потреби з іншою перед призначенням).

Патент на винахід не може бути виданий на: наукові теорії; методи організації господарства й управління ним; умовні позначення, розклади, правила; методи виконання розумових операцій; алгоритми і програми для обчислювальних машин; проекти і схеми планування споруд, будівель, територій; пропозиції, що стосуються лише зовнішнього вигляду виробів, направлені на задоволення естетичних потреб; топології інтегральних мікросхем; сорти рослин, породи тварин; рішення, що суперечать суспільним інтересам, принципам гуманності й моралі.

Винаходи вирішують завдання у сфері практичної діяльності. Завдання виникають у результаті того, що безпосередньо в цій практичній діяльності (виробництві, медицині, оборонній промисловості, в процесі навчання) виявляють ті або інші недоліки, які гальмують розвиток техніки, продуктивності праці, не забезпечують ефективної охорони праці й техніки безпеки. Винаходи покликані усунути їх шляхом удосконалення використовуваних конструкцій, способів і прийомів, речей або заміні їх досконалішими.

Винахід є технічним рішенням. Термін “технічне рішення” вживається в широкому аспекті. Йдеться про практичний засіб задоволення певних потреб.

Винаходом може бути визнане технічне рішення, нове в порівнянні з досягненим, відомим, сучасним рівнем техніки, володіє істотними відмінностями в порівнянні з тими, які відомі науці й техніці до моменту подавання заявки на винахід. Це означає, що для заявленого винаходу характерна нова сукупність ознак, що дають позитивний ефект.

Приклад винаходу. Заявником було запропоновано пристрій для поздовжнього переміщення довгомірних вантажів (наприклад, колод), що

включає гвинтове навивання, розташовані паралельно вали і привід їх обертання, який відрізняється тим, що гвинтове навивання виконано і закріплено на валах, що обертаються від привода, ділянками неповним між ними, а також тим, що гвинтова навивка виконана багато західна.

Державна науково-технічна експертиза винаходів відмовила заявникові у видачі авторського свідоцтва у зв'язку з популярністю пристрою для поздовжнього переміщення штучних вантажів, що містить паралельні вали з різностороннім навиванням, які складаються з секцій, жорстко сполучених між собою, мають різну величину кроку навивання.

Таку особливість заявленого пристрою, як виконання навивання у вигляді окремих ділянок неповним між ними, експертиза віднесла до неістотних відмінностей у порівнянні з тим, що відоме науці й техніці до моменту подавання заявки на винахід. На її думку, ця особливість не пов'язана з отриманням позитивного ефекту. Заявник не погодився з висновком експертизи. У своєму запереченні він вказав, що наданий пристрій не спростовує новизни запропонованого, оскільки шнеки, що містяться, мають гвинтове навивання, розташовані по всій їх довжині без яких-небудь проміжків, тоді як в запропонованому пристрої гвинтове навивання на шнеках виконано у вигляді окремих ділянок неповним між ними. Таке виконання, на думку заявника, дозволяє скоротити металоємність, отже і вагу шнека, працездатність і вартість виготовлення.

Одночасно зі зниженням ваги зменшується витрата енергії на привод і підвищується швидкість обертання шнеків, тобто продуктивність пристрою. Наявність проміжків між ділянками гвинтової навивки дозволяє додатково вбудовувати в ці проміжки скидаючі механізми. Відповідно до викладеного заперечення Державна науково-технічна експертиза винаходів визнала заявлене технічне рішення винаходу і ухвалила рішення про видачу патенту на Пристрій для поздовжнього переміщення довгомірних вантажів, але з наступною формулою винаходу: Пристрій для поздовжнього переміщення довгомірних вантажів, що включає паралельно розташовані вали з гвинтовим навиванням і привід їх обертання, який відрізняється тим, що гвинтове навивання виконано з окремих, розміщених з інтервалом на кожному валу, секцій.

Винаходом або технічним рішенням завдання вважається працездатна пропозиція, тобто воно повинно бути промислово застосовним. Воно не повинне містити в собі технічних помилок і прорахунків, що роблять неможливим його використання у тій або іншій галузі промисловості.

До корисної моделі відноситься конструктивне виконання засобів виробництва і предметів споживання, а також їх складових. На корисну модель надається правова охорона на тих же умовах, що й на винахід.

Патент на винахід діє протягом двадцяти років, а патент на корисну модель – протягом п'яти років, від дати надходження заявки в патентний орган.

1.2. Патентне дослідження

Для складання опису винаходу, що розкриває його з повнотою, достатньою для здійснення і для написання формули винаходу, проводяться патентні дослідження не менше як на 20 років.

Опрацьовування завдання на патентні дослідження включає визначення предмета дослідження або теми пошуку. Патентні дослідження можуть не співпадати з темою розроблення або наукового дослідження. Порядок проведення патентних досліджень регламентує стандарт, де встановлюємо порядок виконання патентних проходжень, оформлення і використання їх результатів, а також розповсюджується на роботи, що проводяться при плануванні, створенні, виробництві й удосконаленні об'єктів техніки.

Під патентними дослідженнями йдеться про дослідження технічного рівня і тенденцій розвитку об'єктів техніки. Відповідно - метою патентних досліджень є отримання початкових даних для забезпечення високого технічного рівня і конкурентоспроможності об'єкту техніки, використання сучасних науково-технічних досягнень і виключення невиправданого дублювання досліджень і розроблень. Види робіт, які проводять у процесі патентних досліджень при формуванні й реалізації плану досліджень і розроблень, а також при виробництві об'єкту техніки, наведено в табл. 1.1.

Орієнтиром при проведенні патентних досліджень є Міжнародна патентна класифікація (МПК), яка є засобом для одноманітного в міжнародному масштабі розподілу патентних документів і інструментом для пошуку необхідної патентної документації.

В основу побудови МПК покладено ієрархічний принцип розподілу понять – від загального до конкретного. Згідно з останньою редакцією МПК, що набула чинності з 1 січня 2010 р., всі області знань поділені за 8 розділами, позначеними заголовними буквами латинського алфавіту (наприклад: В – різні технологічні процеси; Е – будівництво; Н – електрика тощо). Розділи ділять на класи, які позначають двозначними арабськими цифрами (наприклад: В23 – металорізальні верстати, способи і пристрої для оброблення металів).

Класи ділять на підкласи, позначені заголовними латинськими буквами (наприклад: В23В – токарне оброблення, свердління; В23С – фрезерування і так далі). Підкласи ділять на групи, а групи на підгрупи, які позначають арабськими цифрами і відділяють один від одного косою рисою (наприклад: В23В 35/00 – способи і пристрої, зокрема, допоміжні, для розточування, свердління або оброблення отворів).

Види робіт, що проводяться в процесі патентних досліджень при формуванні й реалізації плану досліджень і розроблень

Вид робіт із патентних досліджень	Формування плану		Науково-дослідна робота				Розроблення об'єкту			Серійне виробництво			
	Прогнозування розвитку техніки. Перспективне	Обґрунтування заявки на розроблення й	Розроблення технічного завдання	Вибір направленої дослідження	Теоретичні та експериментальні дослідження	Узагальнення й оцінювання результатів	Розроблення технічного завдання	Розроблення проектної документації	Розроблення робочої документації	Постановка на виробництво	Встановлення виробництва		
											Атестація продукції	Експорт, продаж ліцензій	Зняття з виробництва
1								0	1	2	3	4	
1. Дослідження технічного рівня даного виду техніки. Обґрунтування технічного рівня об'єкту техніки													
2. Аналіз науково-технічної діяльності провідних фірм													

1									0	1	2	3	4
3. Аналіз тенденцій розвитку даного виду техніки													
4. Аналіз патентно-ліцензійної діяльності провідних фірм на світовому ринку даного виду техніки													
5. Техніко-економічний аналіз технічних рішень													
6. Дослідження новизни розробленого об'єкту і його складених частин													
7. Дослідження патентної чистоти об'єкту і його складових													
8. Обґрунтування цілеспрямованості правовим захистом об'єкту промислової власності за кордоном і продажу ліцензії													

1.3. Заявка на винахід

Заявку на винахід подає в НЦІВ автор, наймач, фізична або юридична особа, якій автор або наймач надає на договірній основі своє право на подавання заявки або до якого воно перейшло відповідно до законодавства України про спадкоємство (далі – заявник). Заявка повинна відноситися до одного винаходу або до групи винаходів, пов'язаних між собою настільки, що вони утворюють єдиний винахідницький задум.

Заявка повинна містити: заяву про видачу патенту; опис винаходу, що розкриває його з повнотою, достатньою для здійснення; формулу винаходу, суть, що виражає його, і повністю засновану на описі; креслення та інші матеріали, якщо вони необхідні для розуміння суті винаходу; реферат.

Заяву про видачу патенту слід надавати державною мовою. Документи заявки надавати у чотирьох екземплярах. Документи і переклад іноземною мовою, якщо вони складені іншою мовою, надавати в одному екземплярі.

Опис винаходу повинен розкривати винахід з повнотою, достатньою для його здійснення. Опис починати з індексу рубрики редакції МПК і назви винаходу, що діє, він повинен містити такі розділи: область техніки, до якої відноситься винахід; рівень техніки; суть винаходу; перелік фігур, креслень та інших матеріалів (якщо вони додаються); відомості, що підтверджують можливість здійснення винаходу з досягненням технічного результату.

Розділ **«Рівень техніки»** повинен містити відомості про відомих заявникові аналогах винаходу з виділенням з них аналога, найближчого до винаходу за сукупністю ознак (прототип). Аналог винаходу – це засіб того ж призначення, відомий з джерел, що стали загальнодоступними до дати пріоритету винаходу, який характеризується сукупністю ознак, схожих з сукупністю істотних ознак винаходу.

У розділі **«Суть винаходу»** детально розкривають завдання, на вирішення якої направлений винахід, що заявляється, з вказівкою технічного результату, який може бути отриманий при здійсненні винаходу. Суть винаходу виражається в сукупності істотних ознак, достатніх для досягнення забезпечуваного винаходом технічного результату. У цьому ж розділі наводяться усі істотні ознаки, які характеризують винахід, виділяють ознаки, що відрізняються від найближчого аналога, при цьому вказують сукупність ознак, які забезпечують отримання повного технічного результату і ознаки, що характеризують винахід лише в окремих випадках, в конкретних формах виконання або за особливих умов його використання.

Розділ **«Перелік фігур, креслень та інших матеріалів»** містить коротку вказівку про те, що зображене на кожному з них. Якщо представлені інші матеріали, що пояснюють суть винаходу, наводять коротке пояснення їх змісту.

Розділ **«Можливість здійснення винаходу»** містить відомості, які підтверджують можливість здійснення винаходу, суть якого характеризується з використанням ознаки, вираженої загальним поняттям, зокрема, представленої на рівні функціонального узагальнення, підтверджують або описом безпосередньо в матеріалах заявки засобів для реалізації такої ознаки, або методів його отримання, або вказівкою на популярність таких засобів чи

методів його отримання. При описуванні винаходу необхідно, щоб в цьому розділі були згадані всі ознаки винаходу, які містяться у формулі.

Формула винаходу. При складанні опису групи винаходів у першу чергу необхідно простежити за тим, щоб у кожному розділі опису були зведення відносно кожного винаходу групи. При цьому доцільно висловлювати відомості в послідовності, відповідній тій, за якою у формулі будуть наведені характеристики винаходів.

Формула винаходу – це логічне визначення винаходу сукупністю всіх його істотних ознак, що служить для визначення об'єму правової охорони, яка надається патентом. Формула починається з назви винаходу, що є його істотною ознакою. Формула винаходу послідовно містить: пункт формули, незалежний пункт формули, залежний пункт формули, безпосередньо саму формулу і ознаки пристрою. Формула винаходу повністю ґрунтується на описі, тобто характеризує винахід поняттями, що містяться в його описі.

Формула може бути одноланковою (застосовується для характеристики одного винаходу) і багатоланковою (застосовується для характеристики одного або групи винаходів) і мати відповідно один або декілька пунктів. Формула винаходу може містити зведення про один або декілька об'єктів винаходу (пристрій, спосіб, речовина і так далі).

Пункт формули складається, як правило, з обмежувальної частини, що містить істотні ознаки заявленого об'єкту, які співпадають із ознаками найближчого аналога, зокрема, родове поняття, що відображає призначення винаходу (назва винаходу), і відмінної частини, що містить істотні ознаки, які відрізняють винахід від найближчого аналогу. При складанні пункту формули після викладу обмежувальної частини вводиться словосполучення "який (які) відрізняється(ються) тим, що," безпосередньо після якого наводиться відмінна частина.

Незалежний пункт формули винаходу повинен відноситися тільки до одного винаходу. Він характеризує винахід сукупністю його ознак, що визначає об'єм заявленої правової охорони, і висловлюється у вигляді логічного визначення об'єкту винаходу. Незалежний пункт формули винаходу висловлюється у вигляді однієї пропозиції.

Залежний пункт формули винаходу містить розвиток і/або уточнення сукупності ознак винаходу, приведених в незалежному пункті формули, ознаками, що характеризують винахід лише в окремих випадках його виконання або використання.

Формула винаходу висловлюється у вигляді логічного визначення винаходу сукупністю всіх його істотних ознак. Формула (або кожен пункт багатоланкової формули) висловлюється у вигляді однієї пропозиції. Ознаки у

формулі виражаються так, щоб забезпечити можливість їх ідентифікації, тобто однозначного розуміння фахівцем на підставі відомого рівня техніки смислового змісту понять, якими ці ознаки охарактеризовані.

Ознаки пристрою висловлюються у формулі так, щоб характеризувати його в статичному стані (при характеристиці пристрою допускається вказівка на його рухливість, на можливість реалізації ним певної функції). Ознаки пристрою не обов'язково повинні бути представлені як конкретні матеріальні засоби. Ознаки можуть бути описані через функціональні характеристики цих засобів, якщо у фахівця не викликає сумніву можливість реалізації цих функцій відомими матеріальними засобами і якщо мова йде про удосконалення якогось вузла в загальновідомому об'єкті (наприклад, замість вказівки на те, що пристрій забезпечений вентилятором, чинником для охолодження якогось вузла, можна вказати, що пристрій забезпечений засобом для охолодження вузла, якщо характеристики самого цього засобу не зачіпають суті пропозиції).

Рефератом є скорочений виклад змісту опису винаходу, що містить назву, характеристику галузі техніки, до якої відноситься винахід, і/або галузі застосування, якщо це не зрозуміло з назви, характеристику суті з вказівкою технічного результату, що досягається. Суть винаходу в рефераті описують шляхом такого вільного викладу формули, за якого зберігаються всі істотні ознаки незалежного пункту формули винаходу.

Оформлення документів заявки здійснюється згідно. До заявки додають документ, що підтверджує сплату мита за подавання заявки; якщо перших заявок декілька, додаються копії всіх цих заявок.

У тексті опису та інших документах заявки не повинні міститися вирази, креслення, малюнки, фотографії та інші матеріали, що суперечать громадському порядку і моралі, а також зневажливі вислови стосовно винаходів та інших результатів творчої діяльності інших осіб.

4. Приклад складання опису винаходу

Скласти опис на «Пневматичну форсунку для розпилювання високов'язких рідин».

Опис будується в логічній послідовності, наведеній вище, його стисло наведено у вигляді табл. 1.2, де вказано назви складових опису і зразок їх змісту.

Приклад складання формули винаходу

Винахід відноситься до механоскладальних робіт, зокрема до способів складання тонкостінних довгомірних деталей з натягом.

Таблиця 1.2

Назва складових опису	Зміст
1	2
Індекс МПК	МПК В 05 В 3/14, В 05 В 17/04
Назва винаходу	Пневматична форсунка для розпилювання високов'язких рідин.
Область техніки, до якої відноситься винахід, і галузь його застосування	Винахід відноситься до галузі машинобудування, зокрема, до пристроїв для розпилювання високов'язких рідин, наприклад, розплавлених полімерів.
Характеристика аналогів	Відомий пристрій для розпилювання рідин, що тримає корпус, встановлений на осі корпусу, соплову насадку з конічним наконечником. Недоліком такого пристрою є висока енергоємність при розпилюванні високов'язких рідин.
Характеристика прототипу	Найбільш близьким технічним вирішенням (прототипом) є пневматична форсунка, що містить корпус, соплову насадку і вставку з конічним наконечником, у вершині якого закріплені дефлекторні пластини, забезпечені еластичними пелюстками, що під дією повітряного потоку здійснюють поперечні коливання.
Критика прототипу	До недоліків прототипу слід віднести те, що конструкція не забезпечує якісного розпилювання високов'язкої рідини, наприклад, розплаву полімеру через налипання рідини до поверхні дефлекторних пластин і еластичних пелюсток.
Завдання винаходу	Завданням винаходу є підвищення якості дроблення високов'язкої рідини при розпилюванні.
Суть винаходу	Вказане завдання досягається тим, що пневматична форсунка містить корпус зі встановленими по осі корпусу сопловою насадкою і вставкою з конічним наконечником.

1	2
	<p>У вершині конічного наконечника укріплений пружний пластинчастий елемент, який зігнутий по спіралі уздовж осі. При цьому кут закручування пластини складає не менше 90°.</p> <p>Кінець пластини твердого елемента розташований у критичному перетині соплової насадки і під дією повітряного потоку вібує, що обертається, викликаючи періодичні коливання швидкості й щільності потоку і створюючи турбулентні пульсації газорідного струменя на виході з сопла, що і сприяє зменшенню розміру крапель при розпаді струменя. Для регулювання режиму пульсації вставка встановлена з можливістю осевого переміщення.</p>
	<p>Порівняльний аналіз з прототипом свідчить, що пневматична форсунка, яка заявляється, відрізняється тим, що пружний елемент виконана у вигляді пластини, закрученої по спіралі уздовж осі, кут закручування якої складає не менше 90°, а кінець пластини розташований у критичному перетині соплової насадки.</p>
	<p>Таким чином, заявлена форсунка відповідає критерію винаходу новизна. Порівняння заявленого рішення не тільки з прототипом, але й іншими технічними рішеннями в даній області, не дозволило виявити в аналогах ознак, що відрізняють рішення, яке заявляється, від прототипу, який дозволяє зробити висновок про відповідність критерію істотні відмінності.</p>
Перелік фігур креслень	Винахід пояснюється кресленням, на якому зображена принципова схема форсунки (не наведено).
Приклад промислового виконання	Опис згідно з малюнком (не наведено).

1	2
Формула винаходу	Пневматична форсунка для розпилювання високов'язких рідин, наприклад розплаву полімеру, що містить корпус, встановлено на осі корпусу соплову насадку і вставку з конічним наконечником, у вершині якого закріплено пружний пластичний елемент, який відрізняється тим, що пластина пружного елемента зігнута по спіралі уздовж осі.
Джерела інформації	1. Розпилювання рідин форсунками / Вітман Л.А. та ін. – Л.: Госенергоиздат, 1982. С. 262 – 263. 2. Пат. США № 3912799, В 05 В 17/04, 1985.

Відомий спосіб складання деталей з натягом типу «вал-втулка» шляхом нагрівання деталі, що охоплює, описаний в книзі Бернікера Е.І. «Посадки з натягом в машинобудуванні» (М. – Л.: Машинобудування, 1986. – С. 132).

Проте відомий спосіб не забезпечує складання з натягом довгомірних деталей, оскільки в процесі складання створений нагріванням деталі, що охоплює посадочний зазор, зменшується до нуля через швидке вирівнювання температур при контакті деталі, що охоплює і охоплюваної в початковий момент складання.

Мета винаходу – забезпечення якості складання довгомірних деталей.

Вказана мета досягається за рахунок того, що деталь, яка охоплює, нагрівають через проміжний елемент у вигляді легкоплавкого металу, наприклад, олова, що не змочує поверхню деталі, що охоплює.

Суть винаходу зображено на рис. 1.1.

Спосіб полягає в тому, що деталь, що охоплює, у вигляді втулки 1 перед установкою на вал 2 нагрівають через проміжний елемент 3, для чого в зазор між нагрівачем 4 і втулкою вводять легкоплавкий метал, що змочує поверхню нагрівача 4 і не змочує поверхню втулки 1. В якості такого металу можна використовувати олово.

Після того, як нагрівач 4 нагріє втулку 1, для отримання необхідного при складанні зазору між втулкою 1 і валом 2, приступають до встановлення втулки 1 на вал 2. При цьому через проміжний елемент 3, що знаходиться в зазорі між втулкою 1 і нагрівачем 4 відбувається постійне передавання тепла від нагрівача 4 до втулки 1, що перешкоджає швидкому вирівнюванню температури і зменшенню зазору між втулкою 1 і валом 2.

Після складання втулки 1 і вала 2 та вирівнювання температур деталей, які спряжуються, нагрівач видаляють разом із проміжним елементом 3. Здійснення способу проілюстровано прикладом.

На берилієвий стержень 067 мм, завдовжки 500 мм, з натягом до 0,06 мм надягають чохол (деталь, що охоплює) з нержавійної сталі, наприклад, 08X18H10T, завтовшки 0,1 мм, 067 мм і завдовжки, кратній довжині стержня.

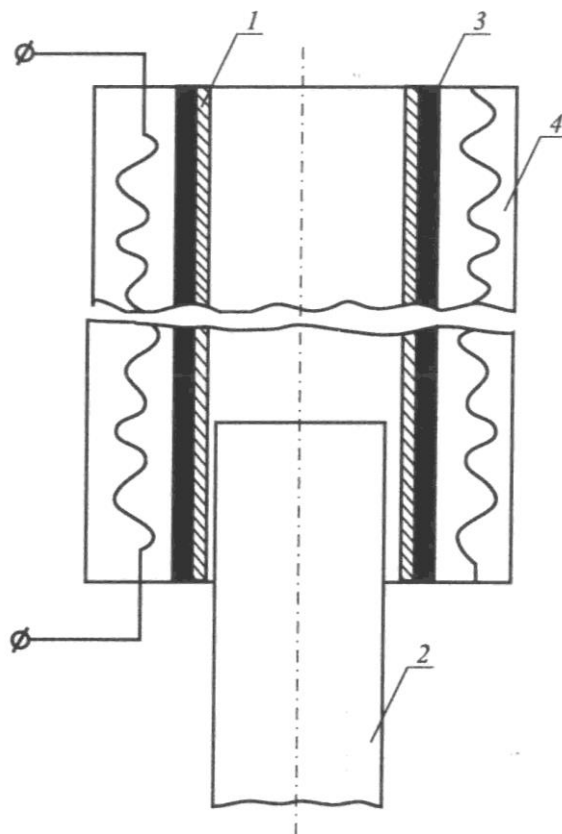


Рис. 1.1. Схема винаходу «пневматична форсунка»

Чохол встановлюється між роз'ємними мідними накладками нерухомого нагрівача. На мідні накладки нанесено олово, яке утримується на них при розігріванні, при цьому чохол з нержавіючої сталі не змочується. Для вибору зазору при складанні між чохлом і нагрівачем на мідних накладках є пружини. Пристрій нагрівається до температури 400°C. Стержень встановлений у рухомих центрувальних елементах або переміщається в цих елементах самостійно. Завдяки існуючому зазору 0,3-0,4 мм між чохлом і стержнем, що підтримується за рахунок постійної передачі тепла від нагрівача до чохла через шар олова, час складання – 5 с.

Використання запропонованого способу складання деталей забезпечує в порівнянні з тими, що існують можливість проводити складання деталей без задирів на посадочних поверхнях і без руйнування однієї із складальних деталей.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб складання деталей з натягом типу «вал-втулка» шляхом нагрівання деталі, що охоплює, який відрізняється тим, що з метою забезпечення якості складання довгомірних деталей деталей, що охоплює, нагрівають через проміжний елемент у вигляді легкоплавкого металу, який не змочує поверхню деталі, що охоплює.

2. Спосіб за п. 1 відрізняється тим, що як легкоплавкий метал, який не змочує поверхню деталі, що охоплює, використовують, наприклад, олово.

Варіанти завдань зі складання формул винаходів

Варіант № 1

Винахід відноситься до промислового транспорту, а саме, до ланцюгових конвеєрів для штучних вантажів.

Відомий ланцюговий конвеєр для штучних вантажів, що містить зірочки, тяговий ланцюг із закріпленими на ньому траверсами з вантажних носіїв у вигляді голок, і привод тягового ланцюга. Відомий також ланцюговий конвеєр для штучних виробів, що містить зірочки, які огинають тягові ланцюги з прикріпленими до них поперечними планками, і вантажні носії, виконані у вигляді голок, прикріплених до поперечних планок.

При використанні відомих конвеєрів для транспортування виробів, що мають частини які виступають, під час проходження голками кола зірочок відстань між їх кінцями стає більшою, ніж на прямолінійній ділянці. Внаслідок цього голки скребуть по виробу, ушкоджуючи його поверхню. Крім того, дрібні вироби провалюються між рядами вантажних носіїв елементів, викликаючи їх поломку.

Мета винаходу – підвищення надійності транспортування виробів з послідовно розташованими елементами, що виступають.

Для досягнення мети в ланцюговому конвеєрі для штучних виробів, що містить зірочки, що огинають тягові ланцюги з прикріпленими до них поперечними планками, і вантажні носії, виконані у вигляді голок, прикріплених до поперечних планок, кінці голок заломлені у напрямі транспортування.

На рис. 1.2 зображено ланцюговий конвеєр у загальному вигляді. Ланцюговий конвеєр містить раму, привод, натягну зірочку (на кресленні не показані), тягову зірочку 1, паралельні тягові ланцюги 2, з'єднані поперечними планками 3, на яких закріплені вантажні носії, виконані у вигляді голок 4, прикріплені до поперечних планок 3. Кінці голок 4 заломлені у напрямі переміщення виробів на кут α , менший 90° .

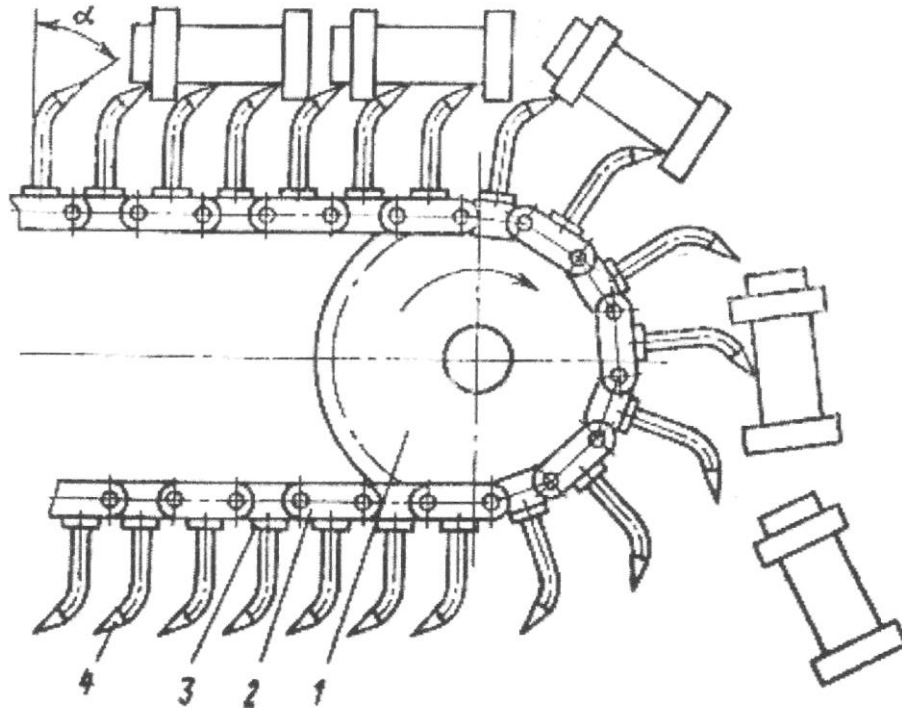


Рис. 1.2. Загальний вигляд ланцюгового конвеєра

Кут загинання кінців голок 4 вибрано з урахуванням габаритів виробів і мінімального точкового контакту між виробом і голками, оскільки при значеннях кута $\alpha > 90^\circ$ точковий контакт не забезпечується. Ланцюговий конвеєр працює таким чином.

Оброблювані вироби завантажують на вантажних носіях і переміщують по технологічних позиціях. При проходженні голками 4 кола зірочки 1 заломлені кінці голок 4, розташовані в передньому ряду, захоплюють виріб за елемент, що виступає і стягують його із заломлених кінців голок 4 наступні ряди, тим самим виключаючи провал виробу між рядами вантажних носіїв елементів, забезпечуючи плавне сковзання виробу в збірник, а також виключення пошкодження поверхні виробів.

Застосування винаходу підвищує надійність транспортування виробів з елементами, що виступаючими.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ (виконати самостійно)

Варіант № 2

Пристрій призначений для закріплення на кінці труби і нарізування на ньому різі.

Суть винаходу. Пристрій містить корпус із зовнішньою різьбою і цангою, плашкотримач з рукояткою і механізм управління цангою. Механізм

управління цангою виконано у вигляді різьбового штока з конічною головкою, призначеною для взаємодії з конічною поверхнею головки цанги. Зовнішню поверхню пелюсток цанги виконано конічною. Переміщенням штока по різі в корпусі забезпечується розтискання губок цанги, яке здійснюється в результаті дії конічної головки штока на конічну поверхню головки цанги.

Винахід відноситься до машинобудування, а саме, до пристроїв для нарізування зовнішніх різьб на кінцях труб.

Нарізування зовнішньої різі здійснюється круглими плашками за ГОСТом 14714-69, встановленими в спеціальні плашкотримачі за ГОСТом 2240-77, або розсувними плашками за ГОСТом 4259, закріпленими в косих клупах за ГОСТом 21330-75.

Відомий клуп для нарізування різі містить корпус із направляючими фланцями і наполегливою кришкою, в корпусі встановлені плашки і гвинти-подачі плашок, рукоятка. Недоліками цього клупа є порівняльна складність конструкції, необхідність прикладати значні осьові зусилля на початку оброблення, що утруднює роботу та підвищує стомлюваність робітника. Крім того, використання цих клупів можливе тільки за умови роботи у відкритому просторі, оскільки зона, що перекривається рукоятками клупа, які обертаються, досить велика.

Відомий пристрій для нарізування різьби, що містить корпус із храповим колесом, різьбонарізний інструмент, який несе, і одягнену на корпус обійму з рукояткою храпового механізму. Недоліками відомого пристрою є незручність нарізування різі на кінцях змонтованих труб, що знаходяться в безпосередній близькості від стін, підлоги або стелі, необхідність утримання труби в лещатах і необхідність забезпечення значних зусиль на початку оброблення.

Мета винаходу – розширення технологічних можливостей і підвищення продуктивності.

Технічний результат використання винаходу полягає в підвищенні якості різі, що досягається за рахунок точного центрування пристрою у вигляді облямовування з різьбою на кінці труби за допомогою цангового затиску, що центрується.

На рис. 1.3 зображено запропонований пристрій.

Пристрій містить корпус 1 із зовнішньою різьбою 2, по якій переміщається різьбонарізний інструмент – плашка, розміщена в плашкотримачі з рукояткою, конічний хвостовик 3, розміщений у нижній частині корпусу, до якого приєднана цанга 4, оснащена затискними губками 5, механізм управління цангою у вигляді встановленого в центральному каналі 6 корпусів із можливістю осьового переміщення різьбового штока 7 з конічною головкою 8, призначеною для взаємодії з відповідною конічною поверхнею 9 головок цанги. У центральному каналі 6 корпусів виконано різьблення,

призначене для взаємодії з різьбою штока 7. Зовнішня поверхня пелюсток цанги 4 виконана конічною з нахилом у напрямі до її затискних губок, а конічна поверхня 9 головок цанги розташована перед затискними губками, великою підставкою примикаючи до хвостовика 3, а меншою – до пелюсток цанги 4.

Пристрій використовується наступним чином.

Хвостовиком 3 пристрій з ріжучим інструментом встановлюється в порожнину труби. Переміщенням штока 7 по різьбі центрального каналу у напрямі цанги забезпечується розтиснення її губок 5, за рахунок чого здійснюється попереднє центрування пристрою і його кріплення до труби. Розтиснення губок 5 здійснюється в результаті дії конічної головки 8 штока 7 на конічну поверхню 9 головок цанги 4. При переміщенні по різьбі 2 у напрямі різання плашка входить у контакт з кінцем трубопроводу, внаслідок чого здійснюється остаточне центрування пристрою і плашки щодо труби за рахунок пружних властивостей цанги.

При подальшому переміщенні плашки по зовнішній різьбі 2 корпусу 1 відбувається нарізування різьби на трубі, після чого плашка викручується з труби, а пристрій може бути знятий з неї ослабленням затягування штока 7.

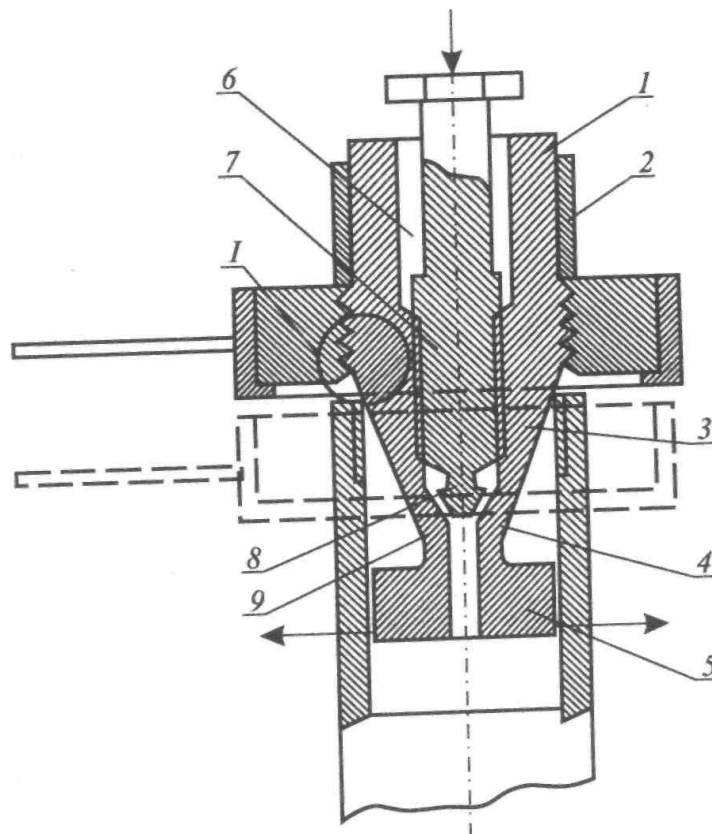


Рис. 1.3. Пристрій для нарізування різьби

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Варіант № 3

Ключ відноситься до ручного інструменту і, зокрема, може бути використаний як трубний ключ, розвідний гайковий, як лещата для склеювання, розколювання горіхів і так далі. Ключ містить рукоятку з губкою у вигляді корпусу важеля з поздовжнім пазом, в якому розміщена Г-подібна рухома губка. Рухома губка виконана такою, що замикається клиновим пружним фіксатором, розміщеним у клиноподібному отворі корпусу, забезпеченого вушками, сполученими рухомо з другою губкою, що несе шарнірно підвішений важіль. Він сполучений віссю з планкою, що спирається на вушко корпусу, з зазором між опорами рухомого важеля і серги трикутника. В результаті реалізації винаходу ключа підвищується надійність і розширюється сфера його застосування.

Винахід відноситься до ручного інструменту, а точніше – ключів універсальних та інших затискних пристроїв.

Відомий ключ трубний універсальний (прототип за авторським свідоцтвом СРСР №1384365, В25В13/50, 1985). Недоліком відомого пристрою є його вузька спеціалізація, обмежена трубною застосовністю.

Мета винаходу – розширення функціональних можливостей із застосуванням, наприклад, швидкодіючий затискач, лещата, розвідного ключа або зручного пристрою для розколювання горіхів.

Поставлена мета досягається тим, що пристрій містить рукоятку з губкою у вигляді корпусу важеля з поздовжнім пазом, в якому розміщена Г-подібна рухома губка, а рухома губка виконана такою, що замикається клиновим пружним фіксатором, розміщеним у клиноподібному отворі корпусу, забезпеченого вушками з'єднаним рухомо з другою губкою, рухомий шарнірно підвішений важіль, сполучений віссю з планкою, що спирається на вушко корпусу, з освітою між опорами рухомого важеля і планки трикутника так, що при натисненні на важіль рухомі планки, прагнучи до положення загальної прямої, створюють найбільшу силу стиснення губок, а перехід за нульову лінію замикається.

Суть винаходу пояснюється кресленням (рис. 1.4), де схематично зображено запропонований пристрій, що містить корпус, - важіль із поздовжнім пазом 2, в якому розміщена Г-подібна рухома губка, що замикається фіксатором 5 із пружиною 6 у клиноподібному отворі 7, вушко 8 на поперечній осі 9, рухомо в подовжній площині закріплена друга губка 10-11 з віссю 12, на якій розміщений рухомий важіль 13, що спирається віссю 14 на планку 16, що з'єднується віссю 15 з вушком 17.

Пристрій працює таким чином. Стискаючи пружину 6, переміщують фіксатор 5 у клиноподібному отворі 7, розклинюють, звільняючи Г-подібну

рухому губку 3 – 4, яку висувають з паза 2 корпусу 7 по стрілці А на необхідну величину, заклавши якийсь предмет між губок 4 і 11, рухом по стрілці В, губки 4 і 11 зближують, вони опираються до поверхні предмета, причому фіксатор 5 перешкоджає зворотному переміщенню рухомої губки 3 – 4, заклинюючи її під впливом пружини 6 і клиноподібного отвору 7. Діючи рухомих важелем 13 у напрямі зближення з корпусом 11, створюють зусилля розтискання між осями 12, 14 і 15, наближаючи вісь 14 до лінії між осями 12 і 15 так, що серезка 16, сприймаючи упор вушка 17 що затискається між губками 4 і 11 предмету створюють максимальне зусилля стиснення, що замикається під час переходу руху осі 14 за загальну пряму осей 12 – 15.

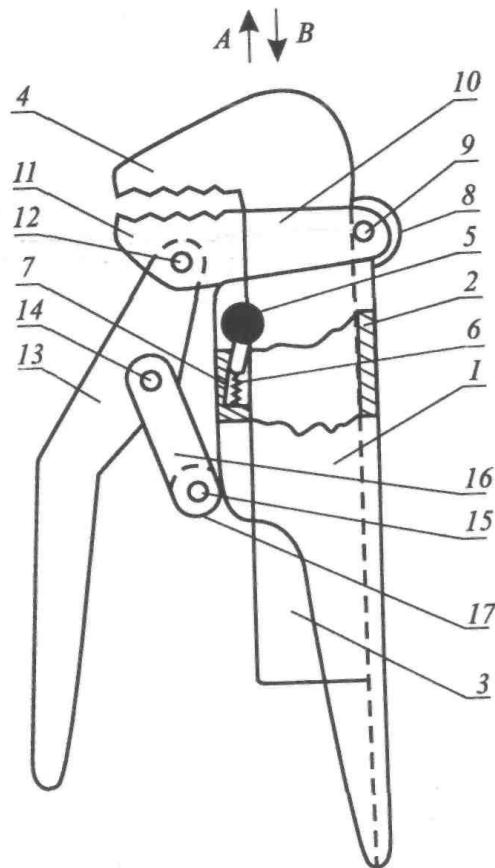


Рис 1.4. Ключ трубний універсальний

Запропонований пристрій дозволяє діяти оперативно з витратою мінімального часу на настроювання, його можна застосувати при склеюванні, як лещата, при розколюванні міцних горіхів і за прямим призначенням трубного або розвідного гайкового ключа.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Варіант № 4

Винахід призначено переважно для лісової й деревообробної промисловості. Зуби пили розведені та армовані твердими різальними пластинками. Прикріплення пластинок без провисання, щонайменше на один бік пили, дозволяє економити матеріал різальної пластинки і тим самим знизити собівартість пили.

Відомі дискові пили з припаяними на зубах пластинками твердого сплаву з виступанням пластинок на обидва боки пили, достатнім для запобігання затиску пили в прорізі. Недоліком цих пил є велика витрата твердого сплаву. Відома також пила з пластинками твердого сплаву і недостатнім виступанням для запобігання контакту диска пили із стінками прорізу, де недостатність виступання компенсується додатковим до виступанням розведенням зубів пили. Проте, і в цьому випадку витрата твердого сплаву ще більша.

Запропонований винахід дозволяє економити матеріал різальної пластинки. Це досягається тим, що на пилі, зуби якої розведені й армовані твердими ріжучими пластинками, вказані пластинки прикріплені без виступу, щонайменше, на одну бічну сторону пили.

На рис. 1.5 показано зуб 1 пили 2, розведений на величину C , що має з одного боку пили виступ A твердої різальної пластинки 3.

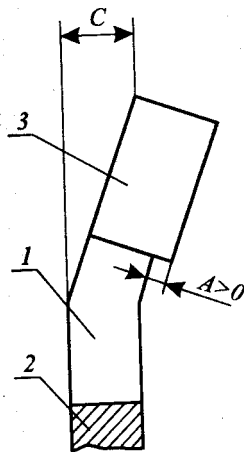


Рис. 1.5. Зуб пили з виступом пластини

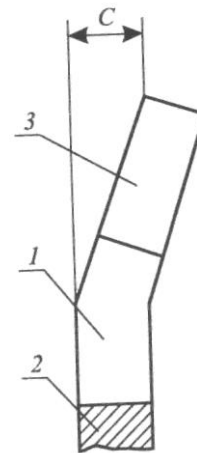


Рис. 1.6. Зуб пили без виступу пластини

У цьому випадку економія матеріалу твердої різальної пластинки має дві складові (а не одну, як в наведеній пилі). Перша – пластинка зв'язується тільки на один, а не на обидва боки пили. Друга складова – наявний виступ недостатній для усунення затискання пили в пропилі, і цей недолік виправляється додатковим до виступу відгином зуба на величину C .

На рис. 1.6 зображено зуб 1 пили 2, що зовсім не має виступу пластинки 3 ні в який бік пили, а розведений на величину, достатню для усунення затискання, що ще більше знижує витрату твердої пластинки, оскільки додається третя складова економії: пластинка не звіщується і на другий бік пили.

Пила працює так само, як і інші пили з розведенням зубів. Зуби, розведенні вліво, формують ліву стінку пропилу, а вправо – праву.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Варіант № 5

Винахід відноситься до пристроїв для руйнування пружно-крихких матеріалів, переважно гірських порід, і може бути використаний у будь-яких інструментах, які руйнують матеріали шляхом ударного впровадження в середовищі.

Відомий робочий інструмент ударної дії, що містить циліндрову хвостову частину, яка переходить у робочу частину у вигляді клину. Недоліком робочого інструменту ударної дії є складність виготовлення ударника і підбір довжини нижнього ступеня для кожного руйнованого середовища. Швидкість розсовування країв тріщини зазвичай не більше 1,06 м/с. Швидкість самої тріщини при її розповсюдженні постійна, тобто для максимального розвитку тріщини необхідно якийсь час, але в цей же самий час діють на ударник пружні сили середовища, що виштовхують його.

Технічне завдання даного винаходу – підвищення ефективності роботи інструменту для руйнування пружно-крихких матеріалів.

Це досягається тим, що хвостова частина ударника виконана циліндричної форми діаметром D , що у кілька разів перевищує довжину леза d , і заввишки I , більш ніж удвічі меншою діаметра D . На рис. 1.7 зображено запропонований інструмент. Він складається з хвостової частини, виконаної у вигляді циліндра, і робочої частини, виконаної у вигляді клину.

При впровадженні робочого інструменту в руйноване середовище ударний імпульс буде значно довший, ніж у відомих ударниках при одних і тих же масах ударників. На початку впровадження клину центр циліндричної хвостової частини зупиниться, а краї рухатимуться по ходу руху ударника, через що ударний імпульс буде розтягнутий і час розкриття країв тріщини збільшений. Тріщина буде більшого розміру, що призводить до підвищення ефективності руйнування матеріалу.

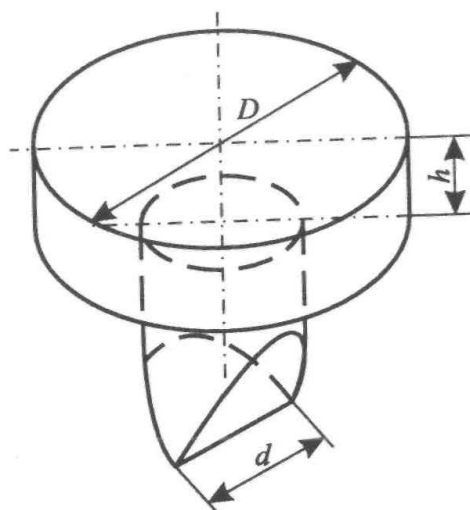


Рис. 1.7. Інструмент для руйнування пружно-крихких матеріалів

Випробування показали, що при одній і тій же висоті скидання й рівності ваги ударників в органічному склі при одних і тих же розмірах клиноподібної робочої частини поверхня тріщини, що утворюється описаним робочим інструментом ударного руйнування матеріалів, збільшується до 50% у порівнянні з поверхнею тріщини, що утворюється ударником діаметром хвостової частини, рівним довжині леза клину.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити загальні відомості про інтелектуальну власність, охоронні документи, принципи охорони інтелектуальної власності в Україні, про патенти на винаходи, умови патентоспроможності, особливості формул винаходів.
2. Вивчити опис винаходу до авторського свідоцтва згідно з варіантом завдання.
3. Скласти формулу винаходу за варіантом завдання.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Опис винаходу згідно з вибраним варіантом завдання.
4. Формула винаходу згідно з завданням.
5. Висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що входить до поняття «інтелектуальна власність», її об'єкти?
2. Які існують документи, що надають правову охорону об'єктам інтелектуальної власності?
3. Що входить до поняття «Виняткове право»?
4. Який орган державного управління є основним у даній сфері правовідносин?
5. На які об'єкти видають патенти на винаходи?
6. На які об'єкти не видають патенти на винаходи?
7. Що може бути визнане винаходом?
8. Який винахід або технічне вирішення завдання можна вважати працездатним?
9. Що входить до поняття корисної моделі?
10. Протягом якого часу діють патент і корисна модель?
11. Що мається на увазі під патентними дослідженнями?
12. Для яких цілей проводять патентні дослідження?
13. На яку глибину проводять патентні дослідження?
14. Які види робіт здійснюються при патентних дослідженнях?
15. Що повинна містити заявка на винахід?
16. Що повинен містити розділ «Назва винаходу» і в чому його особливості?
17. Що повинен містити розділ «Рівень техніки»?
18. Що повинен містити розділ «Суть винаходу»?
19. Що повинен містити розділ «Можливість здійснення винаходу»?
20. Що таке формула винаходу?
21. З яких пунктів (послідовно) складається формула винаходу?
22. Що є рефератом на винахід?
23. Які документи додають до заявки на винахід?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Тема: РОБОТА З ПАТЕНТНИМИ БАЗАМИ ДАНИХ

Мета: Ознайомлення з класифікацією винаходів, об'єктів промислової власності, міжнародною класифікацією патентів та принципами побудови їх структури. Набуття практичних навиків роботи з патентними базами даних.

Робота розрахована на чотири академічні години.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗИ ДАНИХ

2.1. Патентна документація

Патентна документація – це сукупність опублікованих і не опублікованих документів (і витягів з них), що містять відомості про результати науково-технічних і проектно-конструкторських розробок, заявлених або визнаних винаходами, корисними моделями, промисловими зразками, іншими об'єктами промислової власності, а також відомості про охорону прав винахідників, патентовласників, володарів охоронних документів на винаходи, корисні моделі, промислові зразки і товарні знаки (офіційні публікації патентних відомств):

1. Офіційні патентні бюлетені.
2. Описи до заявок на винаходи (які пройшли або не пройшли експертизу).
3. Описи винаходів до авторських свідоцтв і патентів.
4. Описи корисних моделей.
5. Описи до свідоцтв про корисність (Франція).
6. Описи промислових зразків.
7. Офіційні публікації про зміни в стані правової охорони.
8. Офіційні патентні показники.

До патентної документації можна умовно віднести і так звані захисні публікації, що містяться в офіційних бюлетенях (наприклад, у США), а також відомості про товарні знаки.

Існує кілька варіантів офіційних публікацій у бюлетенях залежно від стадії діловодства:

- на трьох стадіях (I – під час подання заявки, II – під час акцентації заявки для загального ознайомлення, III – під час видачі патенту);
- лише на двох стадіях (I і III) – так в Україні;
- лише на одній стадії (або I, або II, або III).

У багатьох країнах офіційні публікації знаходяться на III стадії, тобто при видачі патенту.

Існують публікації і про нерозглянуті заявки, які є перспективними (Австралія, Великобританія, Франція, ФРН, Японія, Європейське патентне відомство – ЄПВ, ВОІВ).

Щорічно у понад 90 країнах світу публікується майже 1 млн. патентних документів стосовно 280'000 - 300'000 винаходів. Ця цифра щорічно зростає на 2-3%. На теперішній час опубліковано понад 30 млн. патентних документів, більше 11 млн. свідоцтв на товарні знаки, більше 5 млн. патентів на промислові зразки. Близько 4 млн. виданих охоронних документів є діючими.

З жовтня 1977р. Європейське патентне відомство (ЄПВ) видає описи винаходів на патент європейського зразка.

Відповідно до Договору про патентну кооперацію (РСТ) бюро Всесвітньої організації інтелектуальної власності (ВОІВ) публікує опис винаходів до міжнародних заявок п'ятьма мовами: російською, англійською, французькою, німецькою, японською.

З травня 1978р. Міжнародне бюро видає 2 рази на місяць бюлетні англійською і французькою мовами.

Основним видом патентної документації є опис винаходу і патентні бюлетені. Опис винаходу має уніфіковану структуру:

- титульний лист опису (стандарти ВОІВ ST.10/B, ST.9, ST.3, ST.6, ST.16, ST.2);
- вступна частина;
- опис конкретного втілення винаходу з посиланнями на креслення;
- формула винаходу.

Відповідно до стандарту ВОІВ (ST.10) із розміщення й надання даних на першій сторінці опису винаходу і докладних документів титульний лист цілком (або його верхня частина) повинен обов'язково використовуватися для розміщення бібліографічних даних, сукупність яких складає опис патентного документу.

У патентній документації різних країн використовується понад 250 різних бібліографічних даних (елементів), однак згідно зі стандартом ВОІВ ST.9 визначено мінімум. Обов'язковий мінімум бібліографічних елементів, що заносяться на титульний лист (з цифровим двозначним кодом) є таким:

- (11) – номер патентного документу;
- (12) – словесне позначення виду документу;
- (13) – код виду документу (згідно зі стандартом ST. 16),

(19) – код країни (зазвичай з двох латинських букв, наприклад, UA Україна);

(21) – реєстраційний номер заявки;

(22) – дата подавання заявки;

(23) – інші дати;

(31) – номер (и), виданий пріоритетній заявці (ам) відповідно до Паризької конвенції з охорони промислової власності;

(32) – дата подавання пріоритетної заявки;

(33) – код країни пріоритетної заявки;

(51) – міжнародна патентна класифікація (МПК);

(54) – назва винаходу;

(61) – основний патент;

(62) – дані в раніше поданій заявці;

(63) – дані в раніше поданій заявці, щодо якої даний документ продовженням;

(64) – номер перевиданого патенту.

Можуть бути й інші додаткові бібліографічні елементи: (40) та ін.

Для ідентифікації виду патентного документу (патент, заявка і т.д.) використовується буквено-цифровий код (стандарт ВОІВ ST.16). В описах до патентів указують такі коди виду документу:

C – опис до патенту на винахід, виданого на 20 років після проведення експертизи по суті;

A – опис до декларативного патенту України на винахід, виданого на 5 років (з 2000р. – на 6 років) без проведення експертизи по суті;

U – опис до патенту України на корисну модель;

C1 – перша публікація опису за позитивним рішенням, виданим в СРСР;

C2 – перша публікація опису на основі національної заявки;

V1 – опис винаходу до європейського патенту;

V2 – те ж змінене.

2.2. Класифікація винаходів

Існують національні й міжнародні класифікації винаходів.

До найвідоміших національних класифікацій винаходів (НКВ) відносять:

- німецьку,
- американську,
- англійську,
- японську.

Німецька вперше опублікована в Німеччині в 1906р. Застосовувалася в СРСР (до 1970р.), УНДР, ФРН, НРБ, ВНР, ЧРСР, СРР, СФРЮ, Австрії Данії, Нідерландах, Норвегії, Швеції, Швейцарії.

Класифікація налічувала 89 класів, містили 20 тис. рубрик чотирьох категорій – клас, підклас, група, підгрупа. Наприклад, 21h, 30⁰² або 21h, 30/02 (різання електричною дугою).

Американська класифікація вперше була опублікована в 1830р. і є однією з перших. В основі – функціональний принцип упорядкування понять (є і принцип належності об'єкту до тієї чи іншої галузі, тобто предметно-тематичний принцип). Нараховує понад 300 діючих класів і 100'000 рубрик.

Англійська була вперше розроблена в 1852-1855рр. (як основа в Індії, Пакистані, АРІ, деяких країнах Південної Америки Бразилії, Аргентині, Колумбії, Уругваї).

З 1.01.1979р. діє нова нумерація неакцептованих (поданих у патентне відомство, за якими не винесене рішення про видачу) заявок (з №=2'000'001).

Універсальний класифікатор виробів (УКВ), виданий в СРСР (для Великобританії Classification Key), ЦНПП в 1969р. вніс зміни в серію А у 152 підкласи, 115 підкласів було повністю перероблено.

Для опису винаходів у 1980р. випущено УКВ серії В.

Після підписання Великобританією Конвенції про приєднання до МПК англійську систему переглянули і у 1963р. було введено нову класифікацію, близьку до МПК, яка складається з: 8 розділів, 40 класів, приблизно 420 підкласів і 50'000 рубрик.

Японська істотно відрізняється від інших подібних класифікацій. В 1973 р. класифікація винаходів Японії містила 174 класи, 1092 підкласи і 23505 рубрик. В УКВ Японії класи позначають послідовним рядом арабських цифр від 1 до 136. Остання цифра (136) не змінювалася з 1961р. Знову введені класи одержували додаткове цифрове позначення, наприклад, 13(7), 13(9) і т.д. Введення в Японії з 1971р. системи відкладеної експертизи привело до значного збільшення числа друкованих заявок.

Крім описаних, відомі також національні системи класифікацій винаходів Австрії, Австралії, Єгипту, Індії, Канади, Куби, Нідерландів, Югославії та ін.

На теперішній час практично усі країни перейшли до міжнародної класифікації винаходів МПК – міжнародної патентної класифікації, розглядаючи її як додаткову чи як основну (табл. 1).

Система класифікації винаходів у промислово розвинених країнах

№ з/п	Країна	Класифікація			
		Національна НКВ	Німецька	Міжнародна	
				МПК як додаткова	МПК як основна
1	СРСР	-	1924-1970 рр.	1962-1970 рр.	з 1970 р.
2	Великобританія	англійська	–	з 1957 р.	–
3	США	американська	–	з 1969 р.	–
4	ФРН			1966-1974 рр.	з 1975 р.
5	Франція	французька	–	з 1956 р.	з 1959 р.
6	Швейцарія	швейцарська 1908-1958 рр.	1959-1969 рр.	з квітня 1965р. до 1968 р.	з 1969 р.
7	Японія	японська	–	з липня 1969 р. до 1979 р.	з 1980 р.
8	колишня Німеччина	–	німецька до 1945р.	–	–

2.3. Міжнародні класифікації об'єктів промислової власності

Міжнародну класифікацію винаходів у СРСР скорочено називали МКВ у відповідності зі Страсбурзькою конвенцією 1972р., підготовленою Міжнародним бюро ВОІВ. Її називають Міжнародною патентною класифікацією (МПК), так і в Україні.

Перша редакція МПК діяла з 1.01.1968 р. до 30.06.1974 р. (номер редакції арабською цифрою ставиться над або після МПК).

В даний час діє восьма редакція МПК, яка складається з 8 розділів, 118 класів і 624 підкласів. Дробова схема МПК містить групи і підгрупи (усього приблизно 67000 рубрик). 8 розділів позначені великими прописними латинськими буквами:

- розділ А – задоволення життєвих потреб людини;
- розділ В – різні технологічні процеси;
- розділ С – хімія та металургія;
- розділ D – текстиль та папір;
- розділ Е – будівництво;

- розділ F – прикладна механіка, освітлення й опалення, двигуни і насоси, зброя і боєприпаси;
- розділ G – технічна фізика;
- розділ H – електрика.

Також Міжнародна класифікація винаходів має 118 класів та 617 підкласів, які позначають великими прописними приголосними літерами. Підкласи поділяються на групи, які позначаються як правило непарними цифрами. Групи також розбиваються на підгрупи, які позначаються парними цифрами. Перша підгрупа в кожній групі позначається індексом 00.

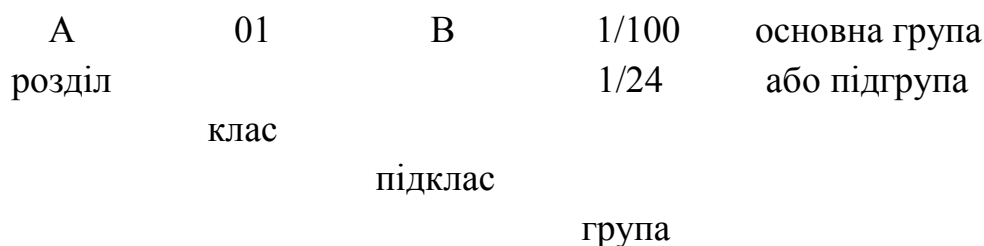


Рис. 2.1. Схема структури рубрики МПК:

A	- розділ:	"Задоволення життєвих потреб людини".
A01	- клас:	"Сільське господарство; лісове господарство; тваринництво; полювання і вилов тварин; рибальство і рибництво".
A01	- підклас:	"Обробка ґрунту в сільському і лісовому господарствах".
B		
1/00	- основна група:	"Ручні знаряддя".
1/24	- підгрупа:	"Знаряддя для обробітку галявин або газонів".

Структура класифікацій побудована на двох принципах: тотожності функцій (B) і предметно-тематичному (D, E).

Для розширення кожен із розділів може містити до 99 класів, причому деякі можуть бути пропущені з метою введення в разі потреби (при черговій редакції ставлять цифру перед розділом). Класи поділяють на групи (непарні шифри) і підгрупи (парні), що дає можливість вводити нові рубрики. Першу підгрупу позначають 00. Можуть бути додаткові знаки.

Вказуючи індекси МПК на патентному документі на першому місці проставляють індекс, що відноситься до головної ознаки, потім через кому додаються індекси, що відносяться до другої ознаки (якщо вони відрізняються від першої ознаки), до третьої ознаки і т.д.

Наприклад, C08F 209/16, 255/04.

Далі після знаку // містяться індекси додаткової інформації, які відносять до предмету захисту, але цікаві в технічному плані. Наприклад, C08F 209/16, 255/04 // A61K 47/00, C09J 3/14 (C08F 201/16, 214/06) (C08F 225/04, 214/06).

Залежність і підпорядкованість між групами МПК додатково позначають зсувом рядків тексту підлеглої підгрупи вправо з крапками перед текстом.

Наприклад:

B29B 1/00 – попереднє оброблення матеріалів перед формуванням;

/02. – гранулювання, таблетування, дернування;

/03. – утворення зерен;

/032. – таблетування;

/04. – змішування, пластифікація;

/06. – пристрої для змішування або пластифікації;

/08. – пристрої з перемішувальними вальцями;

/10. – пристрої з перемішувальними шнеками.

Міжнародна класифікація промислових зразків (МКПЗ) у першій редакції введена з 8.10.1968 р. під час Локарнської Дипломатичної конференції. Шоста редакція МКПЗ введена з січня 1994 р. англійською, французькою, російською мовами. У 1997 р. вона перекладена з англійської мови на українську (скорочено МКПЗ). Докладна інформація з МКПЗ знаходиться в "Інструкції користувача".

Міжнародна класифікація товарів і послуг (МКТП) для реєстрації знаків введена 15.06.1957 р. (м. Ніцца) і переглянута в Стокгольмі (1967 р.) і Женеві (1977 р.).

Перша редакція МКТП була з 1963 р., а остання, шоста, – з 1992 р., яка складається з 34-х класів для товарів і 8 класів для послуг, а також алфавітного переліку товарів і послуг (≈ 11000 найменувань).

Наприклад, клас 12 – Транспортні засоби; засоби переміщення по землі, воді, повітря. Для кожного товару є базовий номер, наприклад, "баржі" 120063.

Міжнародна класифікація образотворчих елементів знаків (скорочено українською мовою КЗЕ – класифікація зображальних елементів) розроблена 12.06.1973 р. на Віденській Дипломатичній конференції і вступила в дію 9.08.1986 р. (Франція, Люксембург, Нідерланди, Швеція, Туніс).

Шоста редакція діє з 1.01.1998 р. і містить категорії, групи і підгрупи. Наприклад, категорія 2 (Люди) має групу 2.1 (Чоловіки) і підгрупу 2.1.9 (Музиканти, чоловіки з музичними інструментами); категорія 3 (Тварини) має групу 3.1 (Чотириногі) і підгрупу 3.1.14 (Ведмеді, панди).

РОБОТА З ПАТЕНТНИМИ БАЗАМИ ДАНИХ

2.4. Патентні дослідження, їх призначення

Патентні дослідження проводять підприємства та організації відповідно до чинних з 01.01.1998 в Україні державних стандартів ДСТУ 3575-97 "Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення" та 3574-97 "Патентний формуляр. Основні положення. Порядок складання та оформлення". Застосування цих стандартів є обов'язковим для підприємств, організацій та інших суб'єктів господарської діяльності, розроблення яких фінансуються повністю або частково за рахунок державного бюджету. Однак для всіх інших розробників нової продукції та технологій проведення патентних досліджень, визначених цими стандартами, не менш необхідне. Вони надають можливість підприємцеві впевнено планувати свою ринкову стратегію; визначати доцільність вжиття заходів для отримання правової охорони винаходу, промислового зразка або торговельної марки; допоможуть уникнути порушення прав промислової власності інших суб'єктів господарської діяльності, а тим самим значних фінансових санкцій; виявити можливості обійти або анулювати охоронний документ, що заважає реалізації виробничих планів підприємства.

Згідно з цими стандартами на всіх етапах життєвого циклу об'єкта господарської діяльності (ОГД) (дослідження та обґрунтування розробки, розроблення продукції, виробництво продукції та експлуатація чи застосування продукції) проводяться патентні дослідження, які включають пошук, відбір та аналіз опублікованої патентної та науково-технічної інформації, оформлення визначених стандартами документів. Обсяг (перелік країн публікації та глибина пошуку) інформації, що підлягає вивченню, зумовлений метою патентних досліджень на кожному етапі життєвого циклу ОІВ.

Для проведення патентних досліджень необхідні відповідні інформаційні ресурси – упорядковані повні фонди патентної документації. Найбільші в Україні інформаційні ресурси (як української, так і зарубіжної патентної документації), придатні для проведення патентних досліджень, зосереджені у Фонді патентної документації громадського користування (ФГК) філії ДП "Український інститут промислової власності" Українського центру інновації та патентно-інформаційних послуг (УкрЦІПП), який знаходиться у Києві (бульв. Лесі Українки, 26, 01133, тел. (044) 295-82-77). Цей фонд містить офіційні бюлетені 53 країн та міжнародних організацій (з 1993-1994 рр.) та описи до патентів України і розвинених країн світу (зарубіжні описи переважно на оптичних дисках), методичну та нормативно-правову літературу з питань

інтелектуальної власності. Склад фонду та нові надходження до ФГК публікуються в Інтернеті на сайті Державного департаменту інтелектуальної власності (www.sdip.gov.ua) у розділі "Інформаційні ресурси". Кваліфіковані фахівці ФГК можуть надати консультації щодо обсягу та методики пошуку, інформації на різних носіях, у тому числі на CD-ROM, виготовити на замовлення копії патентних документів. УкрЦППП надає також інші інформаційні послуги, у т.ч. проведення патентних досліджень на договірних засадах.

Крім цього, повний фонд української патентної документації з 1993 року – початку її публікації – наявний у Державній науково-технічній бібліотеці в Києві (вул. Горького, 180) та частково в регіональних Центрах науково-технічної та економічної інформації (ЦНТЕІ). Українська патентна документація доступна нині й на електронному носіїві: з 2002 року видається регіональний CD-ROM країн СНД, що містить й українську патентну документацію. З кінця 2002 року функціонує інтерактивна спеціалізована база даних "Винаходи в Україні" (www.ukrpatent.org), у якій накопичені відомості про понад 70 тисяч патентів, зареєстрованих в Україні: бібліографічні дані, реферати, формули та описи винаходів. Оперативний пошук інформації в цій базі даних здійснюється за допомогою механізму ефективною пошукової системи, який на запит користувача реалізує такі види пошуку: предметний (тематичний) пошук; іменний пошук; нумераційний пошук; пошук за ключовими словами в назвах винаходів і текстах рефератів. Доступ до бібліографічних даних і рефератів винаходів у цій базі даних безоплатний, а до формул і описів винаходів - на договірних засадах. Умови користування вміщені на сайті за вищевказаною Інтернет-адресою. Для пошуку зарубіжної патентної документації в Інтернеті можна використовувати безоплатні патентні бази даних. Багато корисної інформації з питань інтелектуальної власності в Україні, патентно-інформаційних ресурсів та послуг вміщено в Інтернеті на сайті Державного департаменту інтелектуальної власності (www.sdip.gov.ua) та на сайті філії ДП "Український інститут промислової власності" – Українського центру інновації та патентно-інформаційних послуг (www.ip-center.kiev.ua).

2.5. Робота з патентними базами

З 1 червня 2007 доступ до баз даних "Винаходи (корисні моделі) в Україні" та "Промислові зразки, зареєстровані в Україні" надається безкоштовно у повному обсязі (сайт ДП Укрпатент – <http://www.ukrpatent.org>).

Вхід до системи бази даних "Винаходи (корисні моделі) в Україні" (<http://www.ukrpatent.org/cgi-bin/searchPatF>), якщо ви не зареєстровані у системі, відбувається за наступними реквізитами:

a. Логін – guest_v

b. Пароль – guest

Пошук проводиться за ключовими словами, номером охоронного документу та іншими полями пошуку, що відображені в базі даних. Як результат надається інформація в повному обсязі: бібліографічні дані, опис винаходу, формула, реферат (uk, en, ru).

Вхід до системи інтерактивної БД "Промислові зразки, зареєстровані в Україні" (<http://www.ukrpatent.org/cgi-bin/searchPP>), якщо ви не зареєстровані у системі, відбувається за наступними реквізитами:

a. Логін – guest_pz

b. Пароль – guest

Пошук проводиться за назвою промислового зразка, номером охоронного документу, заявником, власником, автором промислового зразка та іншими полями пошуку, що відображені в базі даних. Як результат надається інформація в повному обсязі: бібліографічні дані, зображення промислового зразка з вказівкою стосовно кольору.

База даних Росії знаходиться за адресою в Інтернеті <http://fips.ru>.

Перелік адрес патентних баз даних, до яких надається безоплатний доступ в Інтернеті, наведено в таблиці А.1 додатка А, а інших баз даних – у таблиці А.2.

Приклад проведення патентного пошуку за етапами в базах даних України, Росії і Європи наведено у додатку Б.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ.

1. Отримати від викладача опис технічного рішення (технологічний процес, машинобудівну конструкцію), інформацію, за якою необхідно провести пошук у патентних базах даних.

2. Визначити клас, підклас, групу і підгрупу до якої належить технічне рішення згідно з Міжнародною класифікацією винаходів.

3. Провести патентний пошук в електронно-цифрових бібліотеках:

- Європейського патентного відомства;
- ДП “Укрпатент”;
- Патентного відомства Росії.

4. Зробити висновок та оформити звіт з практичної роботи.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема і мета практичної роботи.
2. Опис технічного рішення (технологічний процес, машинобудівна конструкція), інформація, за якою необхідно провести пошук у патентних базах даних.
3. Розшифрування класу, підкласу, групи і підгрупи, до якої належить технічне рішення згідно з Міжнародною класифікацією винаходів.
4. Результати патентного пошуку в електронно-цифрових бібліотеках:
 - Європейського патентного відомства;
 - ДП “Укрпатент”;
 - Патентного відомства Росії.
5. Прінт-скрін елементів алгоритму пошуку.
6. Зробити висновок з практичної роботи, в якому описати шляхи підвищення функціональності технічного об’єкту.
7. Використана література.

Електронний варіант звіту зберегти в каталозі, вказаному викладачем, у підкаталозі зі своїм прізвищем назва файлу повинна відповідати такому формату:

03-02KozakA_KM04.DOC,

де: 03 – № варіанту;

02 – № практичної роботи;

KozakA – прізвище і перша літера імені;

KM – спеціальність;

14 рік набору – 2014;

DOC – розширення файлу, привласнюване системою MicrosoftWord автоматично.

Файл повинен зберігатися для подальшої з ним роботи на практичних заняттях.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як класифікують винаходи?
2. Яке призначення патентних досліджень?
3. Навести приклади патентної документації.
4. Алгоритм патентного пошуку в електронно-цифровій бібліотеці Європейського патентного відомства.
5. Алгоритм патентного пошуку в електронно-цифровій бібліотеці ДП “Укрпатент”. Алгоритм патентного пошуку в електронно-цифровій бібліотеці Патентного відомства Росії.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3574-97 "Патентний формуляр. Основні положення. Порядок складання та оформлення".
2. ДСТУ 3575-97 "Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення".
3. Патентні дослідження. Методичні рекомендації/ За ред. В.Л. Петрова. – К.: Видавничий дім "Ін Юре", 1999. – 264 с.
4. Виявлення порушення прав власників чинних охоронних документів та заявників на об'єкти промислової власності. Порядок складання та оформлення патентного формуляра / За ред. В.Л. Петрова. – К.: Нора-прінт, 2000. – 127 с.
5. Патентная документация ведущих зарубежных стран и международных организаций / А.П. Колесников. – М.: ИНИЦ, 2001. – 167 с.

ДОДАТОК А

Перелік адрес патентних баз даних

Таблиця А.1

Перелік адрес патентних баз даних, до яких надається безоплатний
доступ в Інтернеті

№ з/п	Відомство публікації	Адреса в Інтернеті	Примітки
1	2	3	4
1.	Електронно-цифрова бібліотека Європейського патентного відомства ESP@CENET	http://ep.espacenet.com або з сайту ЄПВ: http://www.european-patent-office.org ESP@CENET	Патентна документація країн-членів ЄПО, принаймні за 2 останніх роки публікації. Патентна документація багатьох країн світу на значну глибину, але відсутні будь-які відомості щодо повноти та пробілів у цих масивах
		http://ru.espacenet.com	Русифікована система пошуку в електронно-цифровій бібліотеці Європейського патентного відомства ESP@CENET
2.	Електронно-цифрова бібліотека Патентного відомства Японії	http://www1.ipdl.jpo.go.jp/cgi-bin/palinit або з сайту відомства: http://www.jpo.go.jp Searching IPDL розділи Searching PAJ (англомовні реферати), Patent Database (повні описи, нумераційний пошук) Concordance (відповідність між номерами різних публікацій одного винаходу), FI/F-team search (застосування японських пошукових класифікацій)	Англомовні реферати японських патентних заявок з 1976 р. Повні описи до патентів японською мовою з автоматизованим перекладом на англійську переважно з 1993 р., більш ранні – лише мовою оригіналу
3.	БД Патентного відомства Канади	http://Patents1.ic.gc.ca/intro-e.html сайт відомства http://opic.gc.ca	Описи до патентів Канади за 75 років

1	2	3	4
4.	БД Відомства інтелектуальної власності Австралії	http://ipaaustralia.gov.au/patents/P_specs.htm http://ipaaustralia.gov.au/services/S_soft.htm сайт відомства http://ipaaustralia.gov.au	Описи до заявок і патентів Австралії
5.	ВОІВ	http://ipdl.wipo.int/en	Заявки РСТ (реферативна інформація з 1997 р.)
6.	БД Відомства з патентів і товарних знаків США	http://www.uspto.gov/patft/index.html	Описи до патентів США з 1790 р.
7.	Електронно-цифрова бібліотека Відомства з патентів і товарних знаків Німеччини	http://www.depatistnet.de	Патентна документація Німеччини та інших країн світу. Повнота не гарантується
8.	Патентне відомство Велико-британії Патентний реєстр	http://www.patent.gov.uk/patent/dbase/index.html -пошук у БД відомства, в т.ч. у патентному бюлетені http://webdb.patent.gov.uk/patents – патентний реєстр Http://gb.espacenet.com – патентні документи з № 2000001 (з 1979 р.)	Правовий статус. Заявки, патенти, свідоцтва додаткової охорони
9.	Інститут інтелектуальної власності Швейцарії	http://www.swissreg.ch http://espacenet.ch	Реєстр об'єктів промислової власності
10.	ДП Укрпатент	http://www.ukrpatent.org	Бази даних "Винаходи (корисні моделі) в Україні" та "Промислові зразки, зареєстровані в Україні"
11.	Патентне відомство Росії	http://fips.ru	Бази даних винаходів (корисних моделей) та промислових зразків, зареєстрованих в Росії за останній рік, та реферативні дані про усі наявні об'єкти інтелектуальної власності.

Перелік адрес патентних відомств провідних країн світу в базі даних Internet

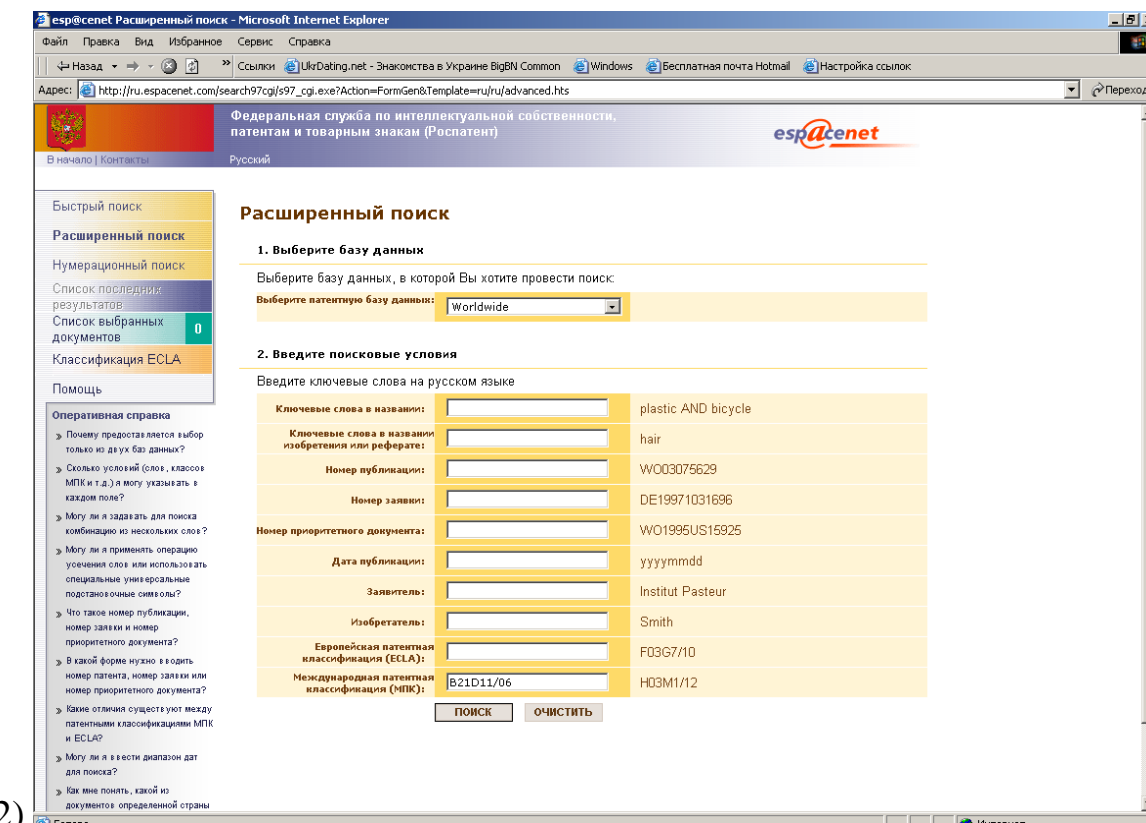
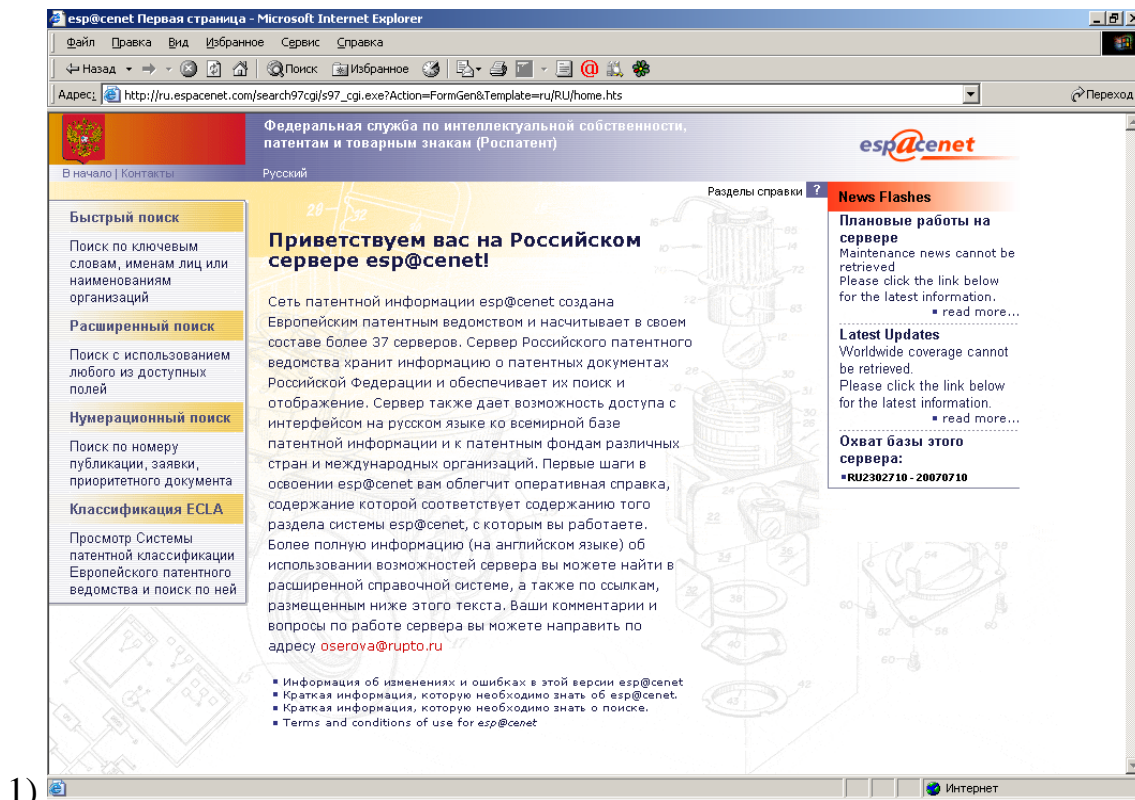
Код країни	Країна	URL
WO	ВОІС	http://www.wipo.int/ipdl/en
EP	Європа	http://www.european-patent-office.org
EA	Євразія	http://www.eapo.org
OA	ОАПІ	http://www.oapi.wipo.net/index.html
BZ	БЕЛІЗ	http://www.belipo.bz
AU	Австралія	http://www.ipaustralia.gov.au
AT	Австрія	http://www.patent.bmwa.gv.at
AR	Аргентина	http://www.mecom.ar/inpi
BE	Бельгія	http://www.mineco.fgov.be/redirect
BG	Болгарія	http://www.bpo.bg
BR	Бразилія	http://www.inpi.gov.br
HU	Угорщина	http://www.hpo.hu
DE	Німеччина	http://www.dpma.de
GR	Греція	http://www.obl.gr
GE	Грузія	http://www.global-entry.net/saqpatenti
DK	Данія	http://www.dkpto.dk
IE	Ірландія	http://www.patentsoffice.ie
IS	Ісландія	http://www.els.stjr.is/focal/webg
ES	Іспанія	http://www.oepm.es
IT	Італія	http://www.minindustria.it
CA	Канада	http://www.cipo.gc.ca
CN	Китай	http://www.sipo.gov.cn
KR	Корея	http://www.kipo.go.kr
LT	Литва	http://www.is.it/vpb/engl
LU	Люксембург	http://www.etat.lu/ec
MY	Малайзія	http://www.kpdnhg.gov.my/ip
MD	Молдова	http://www.agepi.md
MC	Монако	http://www.european-patent-offise.org/patlib/country/monaco.index.htm
NL	Нідерланди	http://www.bie.nl
NZ	Нова Зеландія	http://www.iponz.govt.nz/pls/web/dbssiten.main
NO	Норвегія	http://www.patentstyret.no
PE	Перу	http://www.idecopi.gob.pe
PL	Польща	http://www.uprp.pl
PT	Португалія	http://www.inpi.pt
RU	Росія	http://www.fips.ru
RO	Румунія	http://www.osim.ro
SG	Сінгапур	http://www.gov.sg/minlaw/ipos

SK	Словаччина	http://www.indprop.gov.sk
SI	Словенія	http://www.uil-sipo.si
US	США	http://www.uspto.gov
TR	Туреччина	http://www.turkpatent.gov.tr
FI	Фінляндія	http://www.prh.fi
FR	Франція	http://www.inpi.fr
HR	Хорватія	http://www.pubwww.srce.hr/patent
CZ	Чехія	http://www.isdvapl.upv.cz
CL	Чилі	http://www.dpi.cl
CH	Швейцарія	http://www.ige.ch
SE	Швеція	http://www.prv.se
EE	Естонія	http://www.epa.ee/eng/index.htm
JP	Японія	http://www.jpo.go.jp

ДОДАТОК Б

Приклады алгоритму патентного пошуку в базах даних INTERNET

Б.1 Пошук за етапами в електронно-цифровій бібліотеці Європейського патентного відомства ESP@CENET



esp@cenet просмотр результатов - Microsoft Internet Explorer

Адрес: http://v3.espacenet.com/results?sf=a&FIRST=1&CY=ru&LG=ru&DB=EPODOC&TI=&AB=&PN=&AP=&PR=&PD=&PA=&IN=&EC=&IC=B21D11%2F06&=&=&=&

Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) **esp@cenet**

Home | Контакты Русский

Быстрый поиск
Расширенный поиск
Нумерационный поиск
Список последних результатов
Список выбранных документов 0
Классификация ECLA
Помощь

Оперативная справка
Почему количество о результатов поиска иногда отображается приблизительно?
Почему в некоторых случаях я получаю меньше результатов поиска по сравнению с предыдущей в версии esp@cenet@?
Почему иногда результаты отображаются с комментарием название изобретения не найдено (no title found)?
Зачем нужно отмечать поле в списке выбранных документов?
Как мне настроить мой Интернет-браузер, чтобы он позволял

Компактный формат | Печать 1 2 3 4 5 дальше...

СПИСОК РЕЗУЛЬТАТОВ
Приблизительно 1675 документ(ов) найдено в базе данных Worldwide для запроса: B21D11/06 для индекса(-ов) МПК
Отображены только первые 500 результатов.
(Результаты отсортированы по дате загрузки в базу данных)

Уточнить поисковый запрос

1 SPIRAL ROLLER MACHINE
Изобретатель: FARHANGI DARYUSH D F (CA) Заявитель: FARHANGI DARYUSH D F (CA)
ECLA: МПК: B21D11/06; B21B13/08; B21D51/10 (+9)
Информация о публикации: CA2536736 - 2007-08-08

2 Curling machine provided with an adjusting device for evenly winding elongated workpieces into spirals
Изобретатель: CAPORUSSO ALESSANDRO (IT) Заявитель: CML INTERNAT S P A
ECLA: B21D11/06 МПК: B21D11/06; B21D11/00
Информация о публикации: ES2278138T - 2007-08-01

3 No title available
Изобретатель: Заявитель:
ECLA: МПК: B21D53/00; B21D11/06; B21D53/00 (+1)
Информация о публикации: JP2007136526 - 2007-06-07

4 Method for the manufacturing of a fluid conduit, particularly a fluid conduit in a co2 refrigeration system
Изобретатель: HANSEN CHRISTIAN B (DK) Заявитель: DANFOSS AS (DK)
ECLA: B21D11/06; B21D53/06 МПК: B21B39/02; B21D11/06; B21D53/02 (+3)

3) Готово Интернет

esp@cenet просмотр документа - Microsoft Internet Explorer

Адрес: http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=KR8900021138&F=0&RPN=US4445353&DOC=dcb65d04ab6621dc98520ec89048efb66&QPN=US4445353

Apparatus for manufacturing helical cores

Библиографические данные

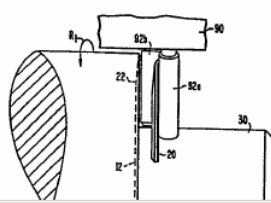
	Описание	Формула изобретения	Мозаика	Исходный документ	Правовой статус (INPADOC)
Номер патента:	US4445353				
Дата публикации:	1984-05-01				
Изобретатель:	TALEFF ALEXANDER (US); BRADY ROBERT M (US); BLASZCZAK THADDEUS E (US)				
Заявитель:	WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP (US)				
Индекс(ы) по классификации:					
- международной (МПК):	H02K1/16; H02K15/02; H02K1/16; H02K15/02; (IPC1-7): B21D11/08; B21D11/06				
- европейской (ECLA):	H02K15/02C1				
Номер заявки:	US19810303224 19810917				
Номера приоритетных документов:	US19810303224 19810917				

Также опубликовано, как:
EP0076056 (A1)
JP58058851 (A)
EP0076056 (B1)

Просмотр документов-аналогов в INPADOC
View forward citations

Report a data error here

Реферат документа US4445353
An apparatus and method for manufacturing helically wound coils is disclosed which is capable of constantly producing dimensionally accurate edge-wound stator cores for dynamoelectric machines. The device uses a rotating ring of pins to pull a prepunched continuous strip of material between two components which operate cooperatively to deform the strip by thinning one of its edges. The deforming force is held constant to avoid aberrational deformations due to variations in strip thickness. A braking means provides tension on the strip as it progresses through its deformation and a suitable dereeler provides a continuous supply of straight, pre-punched



3) Готово Интернет

esp@cenet просмотр мозаикой - Microsoft Internet Explorer

Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент)

http://v3.espacenet.com/textdraw?DB=EPODOC&IDX=KR890002113&F=0&RPN=US4445353&DOC=dc65d04ab6621dc98520ec89048efbf66&QPN=US4445353

В список выбранных документов | Печать | Save Full Document | Вернуться к KR890002113B

Apparatus for manufacturing helical cores

Библиографические данные | Описание | Формула изобретения | **Мозаика** | Исходный документ | Правовой статус (INPADOC)

108%

U.S. Patent May 1, 1984 Sheet 1 of 4 4,445,353

U.S. Patent May 1, 1984 Sheet 2 of 4 4,445,353

U.S. Patent May 1, 1984 Sheet 3 of 4 4,445,353

U.S. Patent May 1, 1984 Sheet 4 of 4 4,445,353

Детали: Интернет

5)

esp@cenet исходный документ - Microsoft Internet Explorer

Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент)

http://v3.espacenet.com/origdoc?DB=EPODOC&IDX=KR890002113&F=0&RPN=US4445353&DOC=dc65d04ab6621dc98520ec89048efbf66&QPN=US4445353

В список выбранных документов | Печать | Развернуть | Save Full Document | Вернуться к KR890002113B

Apparatus for manufacturing helical cores

Библиографические данные | Описание | Формула изобретения | Мозаика | **Исходный документ** | Правовой статус (INPADOC)

Bookmark

- Bibliographic data
- Abstract
- Drawings
- Description
- Claims

United States Patent [19] [11] 4,445,353
Tsilff et al. [12] May 1, 1984

[14] APPARATUS FOR MANUFACTURING HELICAL CORES 1,841,000 11/1961 Coulter et al. 1,816,000 1/1960
1,842,250 4/1960 Ashby et al. 1,949,000 12/1962
4,066,429 12/1978 Coulter et al. 3,779,200 11/1974
4,106,970 8/1978 Tsilff et al. 3,734,200 12/1974
4,320,000 1/1980 Ashby et al. 3,974,200 12/1978
4,362,470 7/1980 Tsilff et al. 3,716,200 12/1974

[15] Inventor: Alexander Tsilff, Claudio Basso, Robert M. Brady, Silvio Tassanovich, Miroslav Cerny, Vladimir B. Mrazek, Bohumir, et al of Pa.

[17] Assignee: Westinghouse Electric Corp., Pittsburgh, Pa.

[21] Appl. No.: 862,286

[22] Filed: May 17, 1983

[23] Int. Cl. 2: B22D 11/00, B22D 11/02

[24] U.S. Cl.: 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

[36] References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

38,386	4,080	Coulter	12/16
39,506	4,088	Coulter	12/16
4,072,000	4,084	Wheeler	12/16
4,253,754	4,088	Shogan	12/16
4,316,000	4,088	Shogan	12/16
4,381,184	4,088	Coulter	12/16
4,457,048	4,088	Temper	12/16
4,517,794	4,097	Chapman	12/16

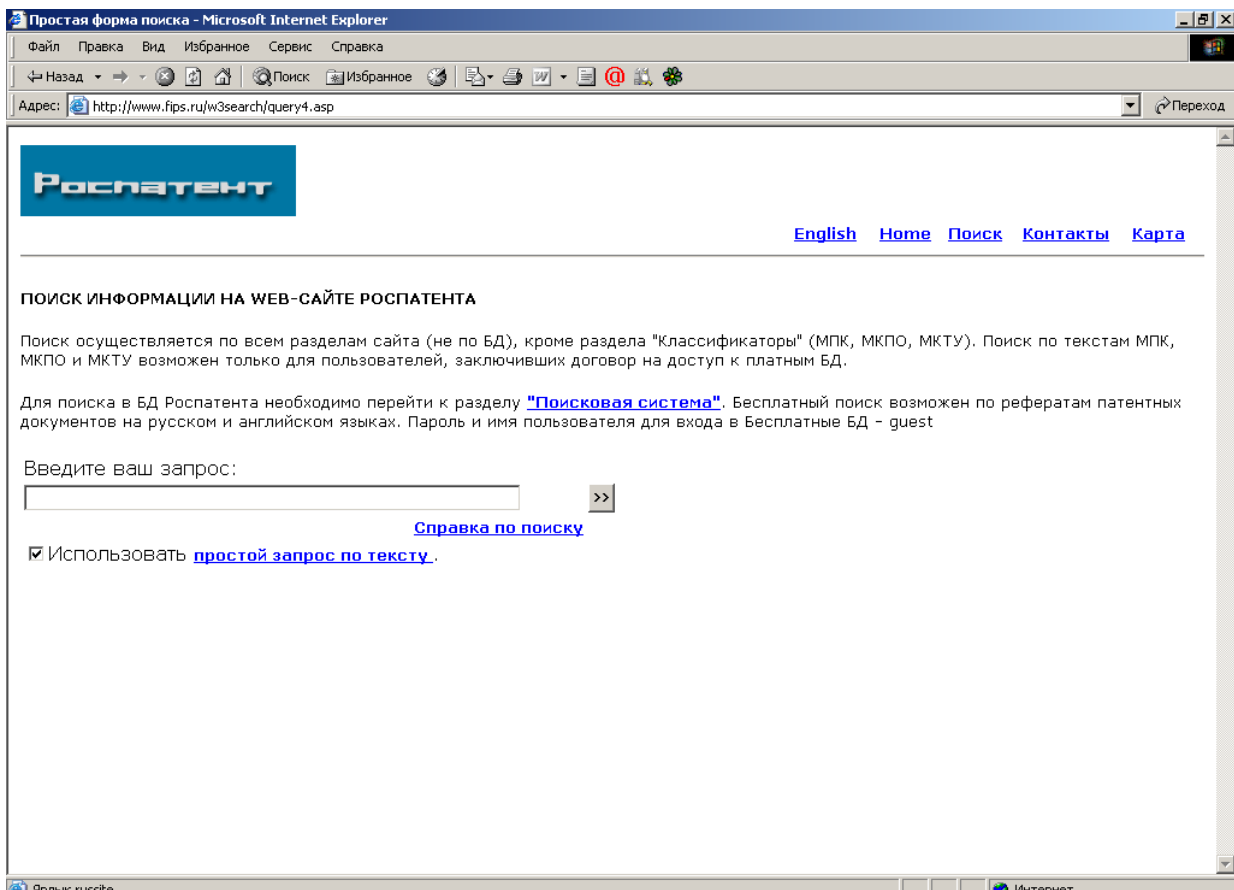
M Claims, 1 Drawing Figures

Детали: Интернет

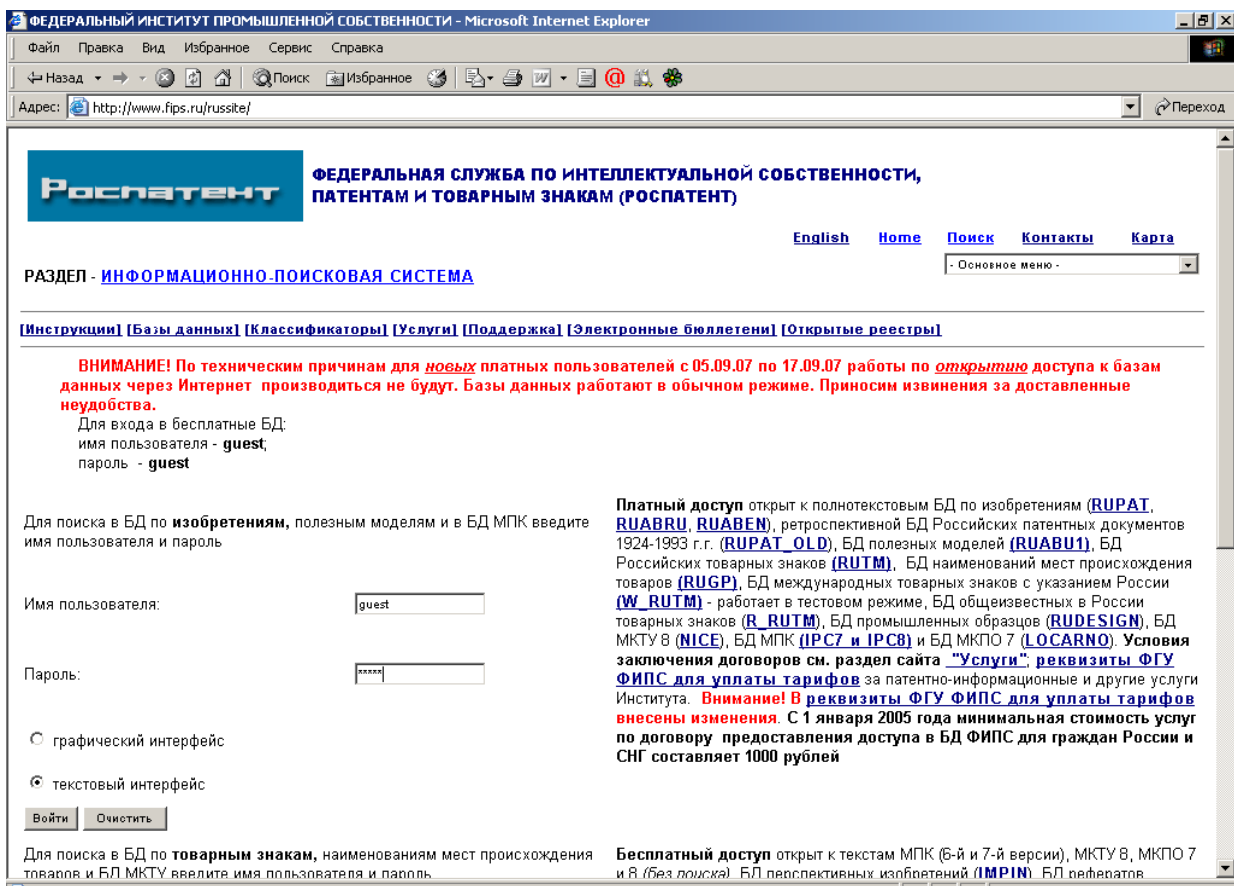
6)

Б.2. Пошук за етапами в базі даних винаходів (корисних моделей) та промислових зразків, зареєстрованих в Росії

1)



2)



3)

Российские патенты: Формулировка запроса - Microsoft Internet Explorer

Адрес: <http://www.fips.ru/cdf/fips.dll?>

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Выбор баз данных

Параметры поиска

Формулировка запроса

Уточненный запрос

Найденные документы

Корзина

Сохраненные запросы

Статистика

Помощь

Предложения

Выход

Вид поиска: Логический

Поиск Уточнить запрос

Основная область запроса

Название

Номер публикации

Дата публикации

Регистрационный номер заявки

Дата подачи заявки

Опубликовано

Основной индекс МПК

Дополнительные индексы МПК

Имя заявителя

Имя изобретателя

Имя патентообладателя

Поиск Уточнить запрос

операторы

and	within
or	adj
not	очистить

4)

Российские патенты: Текст документа - Microsoft Internet Explorer

Адрес: <http://www.fips.ru/cdf/fips.dll?key=LXSXLPYGRGRW&ty=8&docnm=1&doc=2305016&cl=0&rm=120285>

Параметры поиска

Формулировка запроса

Уточненный запрос

Найденные документы

Корзина

Сохраненные запросы

Статистика

Помощь

Предложения

Выход

<p>Статус</p> <p>Документ</p> <p>(11) Номер публикации</p> <p>(13) Вид документа</p> <p>(14) Дата публикации</p> <p>(19) Страна публикации</p> <p>(21) Регистрационный номер заявки</p> <p>(22) Дата подачи заявки</p> <p>(24) Дата начала отсчета срока действия патента</p> <p>(45) Опубликовано</p> <p>(51) Основной индекс МПК</p> <p>(51) Основной индекс МПК</p> <p>Название</p> <p>(56) Аналоги изобретения</p> <p>(72) Имя изобретателя</p> <p>(72) Имя изобретателя</p> <p>(73) Имя патентообладателя</p> <p>(98) Адрес для переписки</p>	<p style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px;">по данным на 07.09.2007 - действует</p> <p>В формате PDF</p> <p>2305016</p> <p>C1</p> <p>2007.08.27 Поиск</p> <p>RU</p> <p>2006100782/02</p> <p>2006.01.10</p> <p>2006.01.10</p> <p>2007.08.27 Поиск</p> <p>B21C37/12 (2006.01) Поиск МПК</p> <p>B21D11/06 (2006.01) Поиск МПК</p> <p>УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ СПИРАЛЬНО-ШОВНЫХ ТРУБ С ЗАМКОВЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ШВА</p> <p>SU 682110 A, 25.08.1979. RU 97116579 A, 10.07.1999. RU 2063831 C1, 20.07.1996. RU 2152282 C1, 10.07.2000. WO 9528240 A1, 26.10.1995. US 3546910 A, 15.12.1970. JP 10080729 A, 31.03.1998.</p> <p>Исламов Александр Гаянович (RU) Поиск</p> <p>Семенча Александр Иванович (RU) Поиск</p> <p>Общество с ограниченной ответственностью "Аркада-Инжиниринг" (RU) Поиск</p> <p>214030, г. Смоленск, Краснинское ш., 35, ООО "Аркада-Инжиниринг", директору А.Г. Исламову</p> <p style="text-align: center;">Реферат Описание Формула Рисунки</p>
--	--

ДОКУМЕНТ

в начало

в конец

печатать

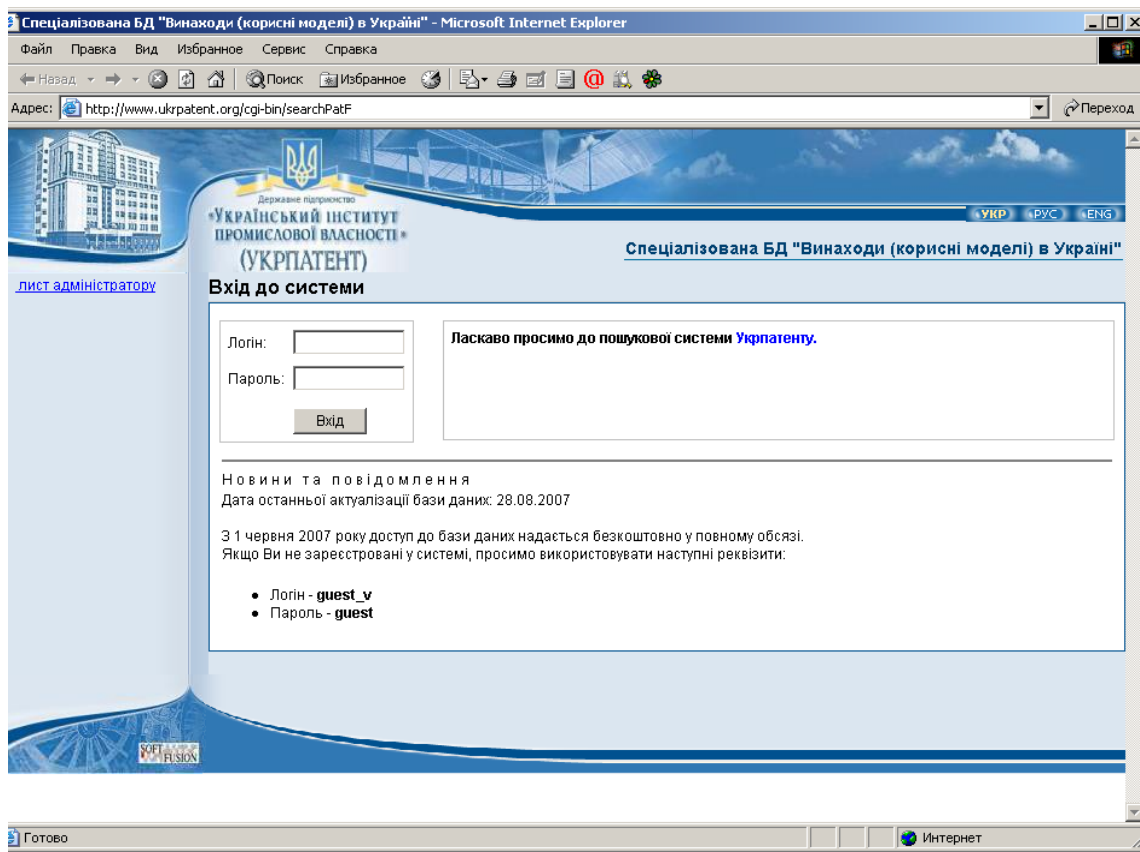
ТЕРМИНЫ

предыдущий

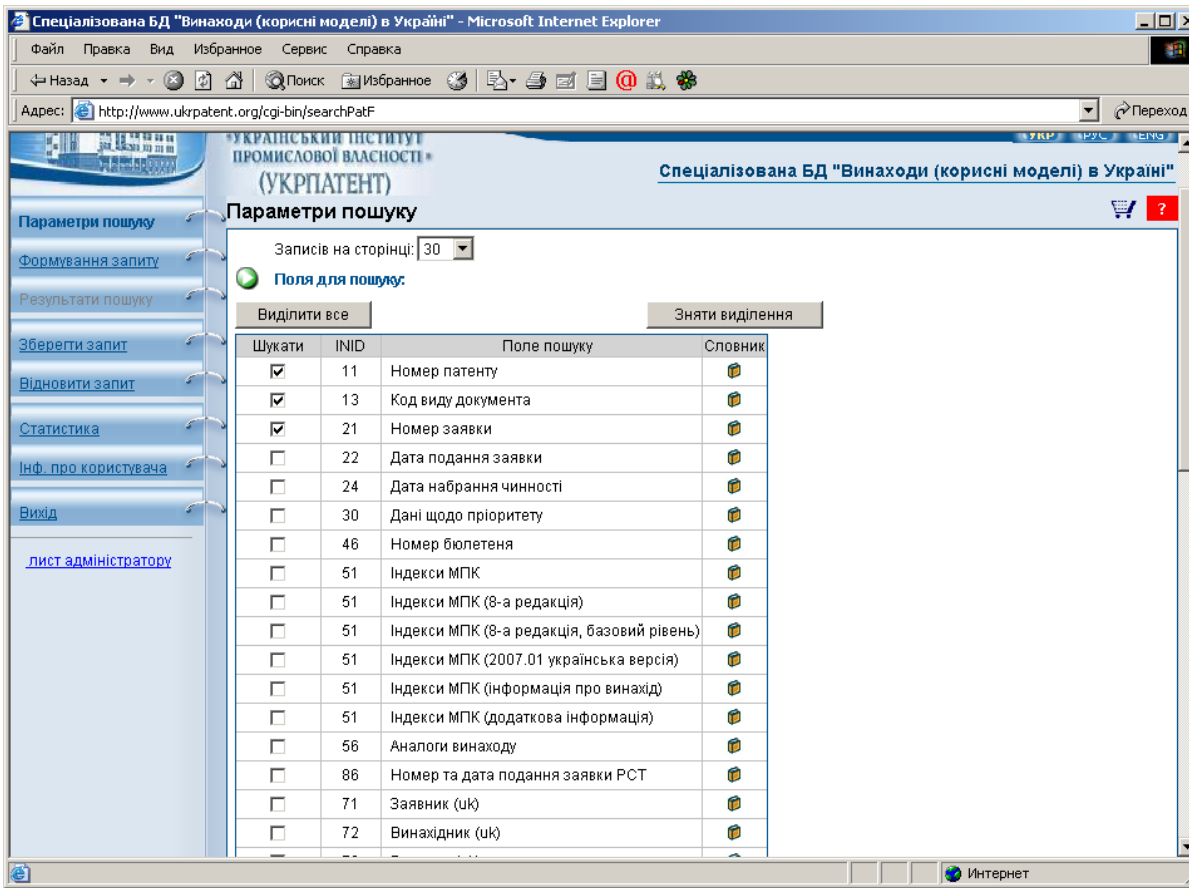
следующий

5)

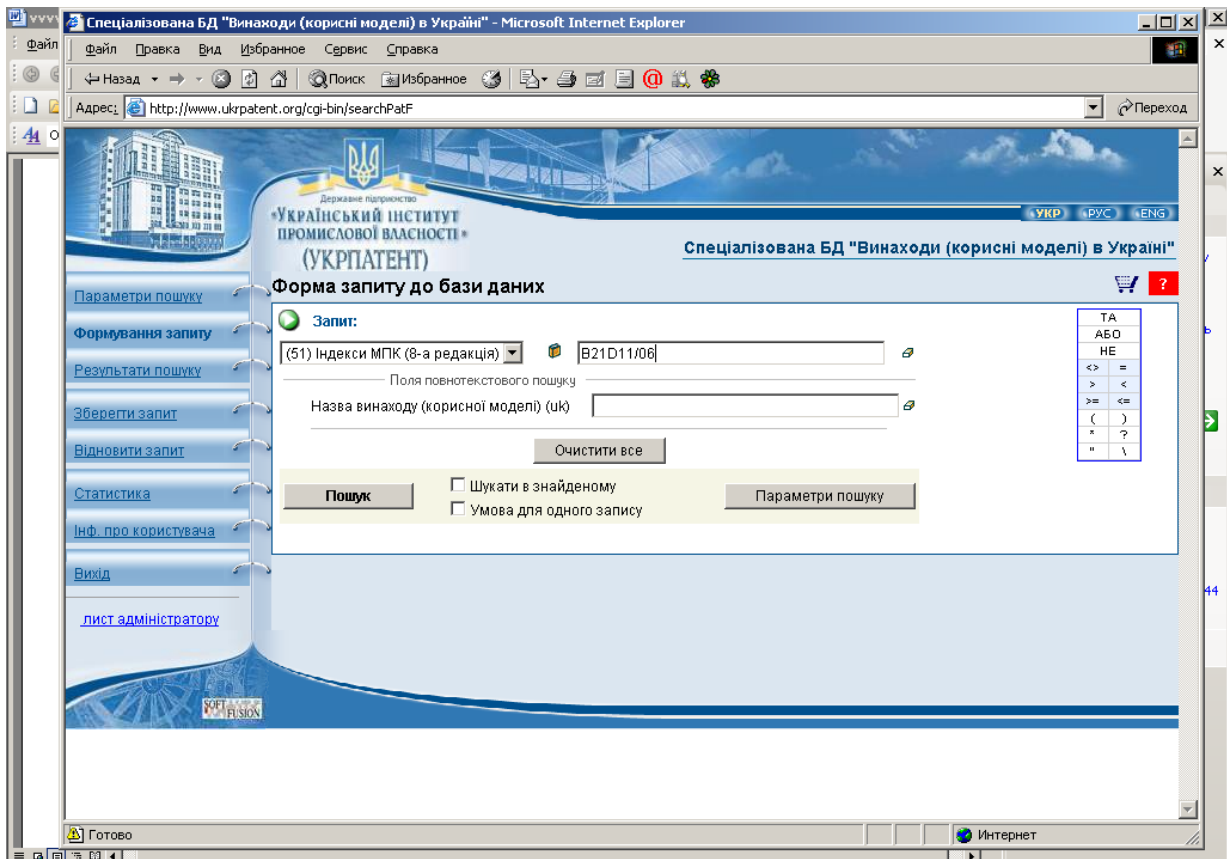
Б.3 Пошук за етапами в базі даних "Винаходи (корисні моделі) в Україні" та "Промислові зразки, зареєстровані в Україні"



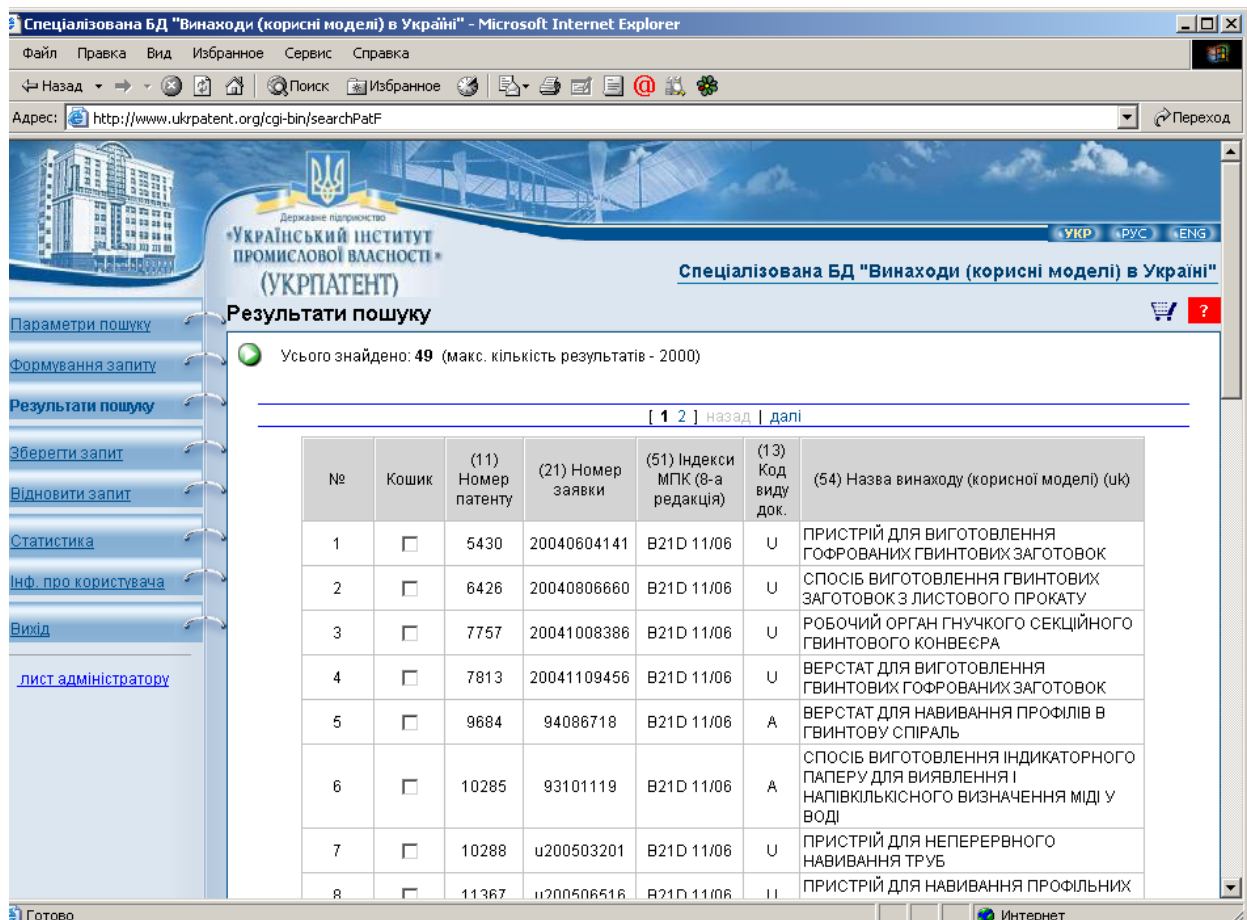
1)



2)



3)



4)

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Тема: МЕТОДИ АКТИВІЗАЦІЇ ПОШУКУ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ. ВИВЧЕННЯ МЕТОДІВ МОЗКОВОГО ШТУРМУ

Мета: ознайомлення з методами мозкового штурму, його організацією, порядком проведення. Практичне засвоєння прямого, зворотного та комбінованих методів мозкового штурму. Робота розрахована на чотири академічні години.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Методи мозкового штурму (МШ) або мозкової атаки ґрунтуються на такому психологічному ефекті. Якщо узяти групу з 5-8 чоловік і кожному запропонувати незалежно та індивідуально висловлювати ідеї і пропозиції щодо вирішення поставленого винахідницького або раціоналізаторського завдання, то в сумі можна отримати N ідей. Якщо запропонувати цій групі колективно висловлювати ідеї з цього ж завдання, то отримаємо N_k ідей. При цьому виявляється, що N_k набагато більше N .

Зазвичай за 15-30 хв. колективно висловлюється (при дотриманні правил МШ) від 50 до 150 різних ідей, а при індивідуальній роботі – лише 10-20 ідей.

Мозковий штурм доцільно використовувати:

- для вирішення винахідницьких і раціоналізаторських завдань у різних галузях техніки;
- на різних етапах вирішення творчого наукового завдання й на різних стадіях розроблення, проектування і модернізації виробів;
- разом з іншими евристичними методами.

3.1. Метод прямого мозкового штурму

Формулювання завдання. Постановка завдання перед творчою групою – учасниками МШ, може мати різні форму і зміст. Проте в ній повинно бути чітко сформульовано:

- що у результаті бажано отримати або мати;
- що заважає отриманню бажаного.

Завдання може сформулювати зовнішній замовник, керівник творчої групи або її член. Важливо одне – щоб перед сеансом МШ була достатньо вичерпна, чітка постановка завдання, бажано в документальному вигляді. Постановка завдання для МШ повинна також відрізнятися стислістю викладу.

Мета прямого завдання – вирішення якої-небудь проблеми.

Формування творчої групи. Мета – вирішення якої-небудь проблеми. Найефективніша кількість учасників у творчій групі для проведення сеансу МШ – 5-12 чоловік. Як правило, творчі групи складаються з двох підгруп: постійне ядро групи і тимчасові члени. Ядро групи поступово відбирається при вирішенні різних завдань методом МШ. До ядра групи входять її керівник і співробітники, які легко і плідно генерують ідеї, а також обізнані і дотримують правила гри (правила для учасників сеансу МШ).

Тимчасових членів запрошують залежно від характеру і змісту майбутнього завдання. До творчої групи ніколи не залучають природжених скептиків і критиканів. Тимчасові члени служать необхідним і гармонійним доповненням до ядра групи, що забезпечує виконання наступних рекомендацій:

- кількість фахівців із завдання, яке слід вирішити, повинна бути не більше половини складу групи;

- до складу групи доцільно залучати фахівців-суміжників (конструктори, технологи, економісти, постачальники і так далі), які забезпечать комплексний і всебічний розгляд завдання; жінок, які практично й оригінально мислять, стимулюють і підвищують дух змагання серед чоловіків; «людей сторонніх», що не мають ніякого відношення до завдання (кухар, лікар, перукар, провідник поїзда і так далі), але здатних творчо вирішувати різні практичні завдання.

Правила для учасників сеансу МШ. Їх можна сформулювати так:

1. Прагнути висловлювати максимальну кількість ідей. Віддавати перевагу їх кількості, а не якості. Ідеї висловлювати короткими пропозиціями.

2. Під час сеансу МШ заборонено критикувати запропоновані ідеї. Забороняємо також висловлювати несхвальні зауваження, іронічні репліки, консервативні думки, некоректні жарти, наприклад: «Так ще ніколи не робили!»; «А що скаже директор?»; «Для практики це не годиться!» і тому подібне. Заборона критики створює сприятливий творчий мікроклімат.

3. Зовні і внутрішньо схвалювати й приймати всі ідеї, навіть свідомо непрактичні. Надавайте перевагу не систематичному логічному мисленню, а осяянням, неприборканій і безмежній фантазії у різних напрямках.

4. Вельми сприяють продуктивному мисленню жарту, каламбури, гумор і сміх. Слід підтримувати і створюйте таку обстановку.

5. Прагнути розвивати, комбінувати і покращувати висловлені раніше ідеї, отримувати від них нові асоціативні ідеї.

6. Забезпечувати між учасниками МШ вільні, демократичні, дружні і довірливі стосунки. Ніхто після сеансу не повинен зло жартувати над невдалими ідеями інших.

Обов'язки ведучого (керівника) в сеансі МА. Успіх і результативність МШ дуже залежать від голови наради (ведучого), який здійснює оперативне управління МА. Ведучий повинен керуватися правилами для учасників МШ і

підтримувати невимушену обстановку, і мати почуття гумору. Крім того, ведучий повинен:

1. Чітко й емоційно висловлювати формулювання завдання як в спеціальному, так і в загальнодоступному викладі. При цьому змушувати учасників сприймати завдання як свою основну проблему, підсилюючи постановку, наприклад, такими зауваженнями: «Уявіть себе на місці того-то...»; «Що б ви зробили, якби самі відповідали за цю справу?»

2. Уміти забезпечити дотримання учасниками всіх правил проведення МА, не користуючись при цьому наказами і критичними зауваженнями.

3. Забезпечувати безперервність висловлювання ідей, заповнювати паузу заохочувальними репліками, наприклад: «Свого часу було запропоновано те-то...»; «Давайте три хвилини висловлюватимемо лише непрактичні і фантастичні ідеї.»; «А що думаєте із цього приводу Ви, Микола Петровичу?»; «А як можна вирішити завдання, якщо прибрати таке-то обмеження?»; «У нас уже 35 ідей, давайте дотягнемо до 40».

4. Стежити, щоб обговорення не відбувалося в дуже вузькому і практичному напрямі, ідеями або репліками розширювати сферу пошуку.

5. Стежити за регламентом роботи. Повідомляти скільки часу залишилося до кінця сеансу. Тактовно зупиняти учасника, який висловлює свою ідею більше півхвилини, інтенсифікувати роботу на останніх хвилинах, наприклад, такими вигуками: «Невже нічого не знайдемо в останні три хвилини?!»; «Невже ми не заб'ємо гол в останню хвилину?!».

Організація проведення МШ. Запрошувати на нараду (сеанс МШ) бажано за 2-3 дні з викладом суті завдання, щоб учасники могли подумати і налаштуватися. Іноді буває доцільно лише частині учасників заздалегідь повідомити постановку завдання.

Повна тривалість наради (сеансу МШ) складає 1,5-2 год. Наряду слід проводити за таким порядком і відповідною витратою часу на окремі заходи:

- представлення учасників наради один одному, ознайомлення їх з правилами проведення сеансу МШ (5-10 мін);
- постановка завдання ведучим з відповідями на запитання (10-15 хв.);
- проведення МШ (20-30 хв.);
- перерва (10 хв.);
- складання відредагованого списку ідей (30-45 хв.).

Записування й оформлення результатів МШ. Фіксація ідей, висловлених під час сеансу МШ, проводити одним із трьох способів:

- серед учасників є стенографіст (можна записувати і не стенографічним текстом);
- за допомогою записуючих пристроїв;

- кожен учасник після висловлювання записує свою ідею.

Після сеансу проводиться швидке колективне редагування отриманого списку ідей з напівкритичним відношенням. При цьому учасники МШ швидко відкидають найменш прийнятні й абсурдні ідеї. Вони можуть також підсилити і конкретизувати висловлені ідеї і доповнити список новими, такими, що виникли під час редагування. Всі отримані ідеї бажано поділити на такі групи: найбільш прийнятні, які легко реалізувати для вирішення даного завдання, найбільш ефективні й перспективні, інші.

Відредагований і оформлений список передається зацікавленим особам для подальшої детальнішої оцінки і опрацювання з погляду патентознавства і використання в проектно-конструкторських розробках.

3.2. Метод зворотного мозкового штурму

Теоретичні передумови. В основі зворотного мозкового штурму лежить закон прогресивної конструктивної еволюції ТО. За цим законом перехід до нових зразків техніки відбувається через виявлення й усунення дефектів (недоліків) в існуючому поколінні ТО за наявності необхідного науково-технічного потенціалу. Тому при створенні будь-якого нового, значно покращеного виробу вирішують два завдання:

1. Виявлення в існуючих виробках максимальної кількості недоліків.
2. Максимальне усунення цих недоліків у новому виробі, який розробляють.

Перше завдання відноситься до постановки винахідницьких і проектно-конструкторських завдань, друге – до синтезу нового технічного вирішення. Перше завдання виявляється складним, оскільки необхідно виявити повний список недоліків, який складається з двох частин:

- недоліки, виявлені при виготовленні, експлуатації, ремонті і утилізації виробів, що випускаються;
 - недоліки, які виникнуть у майбутньому у виробі, який розробляють.
- Отже, методи вирішення перше завдання повинні не лише забезпечувати виявлення всіх відомих недоліків, але й прогнозувати всі майбутні недоліки.

Гіпотетично існує деякий ідеальний повний список недоліків, кожен з яких можна усунути або врахувати в новому виробі, у результаті чого новий виріб реалізовуватиме максимально можливий стрибок для існуючого науково-технічного рівня.

Галузь застосування методу. Метод зворотного МШ орієнтований на вирішення першого творчого завдання, тобто мета зворотного МШ полягає в співставленні якнайповнішого списку недоліків даного об'єкту, на який накладається нічим не обмежена критика. Об'єктом оброблення МШ може бути

конкретний виріб або його вузол, технологічний процес або його операція, сфера обслуговування і так далі.

Зворотний МШ можна використати при вирішенні завдань:

- уточнення постановки винахідницьких і раціоналізаторських завдань;
- розроблення технічного завдання або технічної пропозиції;
- експертиза проектно-конструкторської документації на будь-якій стадії розроблення (технічне завдання, технічна пропозиція, ескізний, технічний або робочий проект, експериментальний або дослідний зразок);
- оцінювання ефективності виробів, які купують.

Формулювання завдання. Для зворотного МШ завдання повинно містити короткі й вичерпні відповіді на такі запитання:

1. Що є об'єктом, який потрібно поліпшити?
2. Які відомі недоліки об'єкта, пов'язані з його виготовленням, експлуатацією, ремонтом і т.д.?
3. Що потрібно отримати в результаті МШ? (МШ повинна дати максимально повний список недоліків і дефектів даного об'єкту. Під час сеансу МШ слід прозоро передбачити майбутні недоліки на 10-20 років наперед, щоб отриманий повний список їх забезпечував найбільш тривалу конкурентоспроможність створеного об'єкту»).
4. На що потрібно звернути особливу увагу? (Потрібно вказати, в якому напрямі особливо неприпустимі недоліки і дефекти, наприклад: міцність певних деталей, надійність роботи системи, економія палива, охорона навколишнього середовища, зручності експлуатації, ремонту і тому подібне).

Формування творчої групи. Тут залишаються в силі рекомендації, викладені вище. Крім того, до складу групи необхідно залучати технологів, налагоджувальників, ремонтників, експлуатаційників, працівників зі збуту і продажу.

Правила для учасників сеансу зворотного МШ співпадають з правилами проведення прямого МА.

Обов'язки ведучого (керівника) в сеансі МШ співпадають з обов'язками, викладеними вище. Для забезпечення безперервності висловлювання ідей і повноти сформованого списку недоліків ведучому рекомендовано використовувати такі питання:

1. У яких параметрів об'єкту або його елемента очікуються відхилення від норми?
2. Які очікуються труднощі при виготовленні, складанні, контролі виробу або його окремих вузлів?
3. Які можуть виникнути труднощі з матеріалами і комплектуючими деталями та вузлами на теперішній час і через 10-20 років?

4. Які очікуються труднощі в енергопостачанні зараз і через 10-20 років?

5. Які незручності в обслуговуванні або які можуть виникнути помилки оператора?

6. Чи можуть виникнути небезпечні моменти для користувачів і обслуговуючого персоналу?

7. Які можливі труднощі доставки й транспортування в даний час і через 10-20 років?

Організація проведення МШ співпадає з описаною вище.

Запис й оформлення результатів МШ. До рекомендацій, викладених вище, слід виконувати класифікацію недоліків за спорідненими групами. Можна виділити такі групи: основні функціональні вимоги, виробництво, збут, експлуатація, захист навколишнього середовища. Провести ранжування недоліків від найбільших (основних) до малих (другорядних). Ранжирування можна виконати також шляхом віднесення кожного недоліку до основних, середніх або другорядних.

Якщо список недоліків складається з метою подальшого його використання в постановці і вирішенні винахідницьких або раціоналізаторських завдань, то бажано ще скласти таблицю аналізу недоліків (приклад аналізу недоліків наведений в табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Приклад аналізу недоліків прототипу

Найменування недоліку	Фактичні або можливі дії прояву недоліку	Фактичні або можливі причини виникнення недоліку
1. Недостатня рухливість шарнірної передачі	1.1. Втрата потужності	1.1. Неякісне оброблення
	1.2. Прискорене зношування шарніра	1.2. Малий зазор поверхонь пари тертя
	1.3. Руйнування шарніра	1.3. Непередбачені температурні перепади
2. Ожеледь на автодорозі	Ковзання транспорту з втратою керування	Підвищена вологість і низька температура повітря
3. Відмова кулькової авторучки	Кулькова авторучка переставє залишати слід на папері у вигляді шару пасти	3.1. Пониження тиску в балоні з пастою
		3.2. Заклинювання кульки
		3.3. Збільшення в'язкості пасти у зв'язку і зниженням температури

3.3. Комбіновані методи мозкового штурму

Викладені методи прямого і зворотного МШ можна спільно використати в різних комбінаціях.

Подвійний прямий мозковий штурм. Суть його полягає в тому, що після проведення прямого МШ робиться перерва від двох годин до двох-трьох днів і ще раз повторюється прямий МШ. Практика показала, що при проведенні другого МШ за одним і тим завданням часто виявляються найцінніші практично корисні ідеї або вдалий розвиток ідей першої наради. Тобто, в час перерви включається в роботу могутній апарат вирішення творчих завдань – підсвідомість людини, що синтезує несподівані фундаментальні ідеї.

Зворотний і прямий мозкові штурми (прогнозування розвитку техніки). Як вже наголошувалося, розвитком ТО є цикл, що повторюється: існуючий виріб – виявлення недоліків – усунення недоліків у новій серії виробів. Цю закономірність можна використовувати для уявного моделювання і прогнозування розвитку класу виробів, яку цікавлять. Для цього спочатку за допомогою зворотного МШ виявляють усі недоліки існуючого виробу і виділяють серед них основні. Потім проводять прямий МШ для усунення виявлених основних недоліків і розробляють ескіз нового технічного рішення, в якому, в міру можливості, усувають або враховують ці недоліки.

Прямий і зворотний мозкові штурми (прогнозування недоліків технічного об'єкту). Вказану вище закономірність розвитку техніки можна також використовувати для прогнозування недоліків класу виробів, які цікавлять. Для цього спочатку проводять прямий МШ і роблять ескізи найперспективніших технічних рішень, потім зворотний МШ і виявляють можливі недоліки цих технічних рішень.

Мозковий штурм з оцінюванням ідей. Він призначений для вирішення складних конструкторських завдань і виконується в три етапи.

Перший етап (перша нарада). Проводять прямий мозковий штурм. Складений загальний список ідей передають кожному учасникові наради. Кожен учасник отримує завдання індивідуально (незалежно від інших) відібрати із загального списку від трьох до п'яти кращих ідей із зазначенням їх переваг. При цьому дозволяється додавати свої нові ідеї.

Другий етап (друга нарада). Кожен учасник повідомляє про відібрані ним (або запропоновані додатково) три-п'ять ідей із зазначенням їх переваг. По кожній ідеї проводиться коротка (5-10 хв.) МШ з метою: висунення ідей з покращення запропонованого варіанту; виявлення недоліків; висунення ідей з усунення недоліків. При цьому однакові ідеї повторно не обговорюють.

У результаті обговорення складають таблицю позитивно-негативної оцінювання ідей. Кожен учасник вибирає з таблиці незалежно від інших один або два якнайкращі варіанти і представляє по них ескізи технічного рішення.

Третій етап (третя нарада). Обговорюють представлені ескізи з метою ранжирування їх від кращих до гірших. Складають пропозиції з описом якнайкращих технічних рішень.

Приклад. В цеху є пневмотранспорт з діаметром труби 300 мм, який доставляє на робочі місця порошок і дрібні пластмасові заготовки. Цех перевели на виготовлення нової продукції, для виробництва якої на робочі місця потрібно додатково подавати ще й великі заготовки габаритних розмірів, що значно перевищують діаметр трубопроводу. Необхідно забезпечити доставку габаритних заготовок від складу до робочих місць, причому усередині цеху відсутні транспортні проїзди, а у верхній частині цеху немає вільного простору для встановлення і роботи устаткування крана.

Таблиця 3.2

Список рішень після прямого мозкового штурму

Нереальні	Прості	Перспективні
1. Габаритні заготовки самі собою передаються від складу до робочих місць	1. Доставляти крупні заготовки на робочі місця вручну.	1. Провести додатковий трубопровід з великим діаметром (базове рішення).
	2. Розчистити простір у верхній частині цеху для установки устаткування крана.	
	3. Провести перепланування устаткування для можливості доставки габаритних заготовок колісним транспортом.	

Список недоліків прототипу і базового рішення, їх аналіз (за наслідками зворотного мозкового штурму):

1. Якщо використовувати пневмотранспорт, то виникають значні додаткові витрати, пов'язані демонтажем трубопроводів і встановленням нових трубопроводів великим діаметром.

2. Після встановлення трубопроводу великим діаметром можуть з'явитися заготовки габаритних розмірів, які перевищують цей діаметр, для чого потрібно замінити трубопровід.

3. Заготовки при русі в трубопроводі ударяються, труться і в результаті втрачають товарний вигляд, що суперечить тенденції підвищення якості виробів.

4. При транспортуванні по трубах габаритніших заготовок підвищується шум у цеху.

Ранжування недоліків:

1. Витрати на заміну трубопроводу.
2. Удари і тертя деталей один до одного і стінок труби.
3. Шум від трубопроводу.
4. Залежність розмірів трубопроводу від габаритних розмірів деталей.

Список ідей з усунення недоліків прототипу і базового рішення (за наслідками повторної прямого мозкового штурму):

1. Використовувати простір, займаний трубопроводом, для розміщення приводного ланцюгового конвеєра.

2. Використовувати простір, який займає трубопровід, для приводного рольганга.

3. Використовувати наявний трубопровід як привід для переміщення візків, які рухаються по тих, що направляють.

Рішення задачі.

Вибираємо рішення 3 з числа запропонованих, оскільки воно позбавлене більшості виявлених недоліків. Воно може бути реалізоване таким чином.

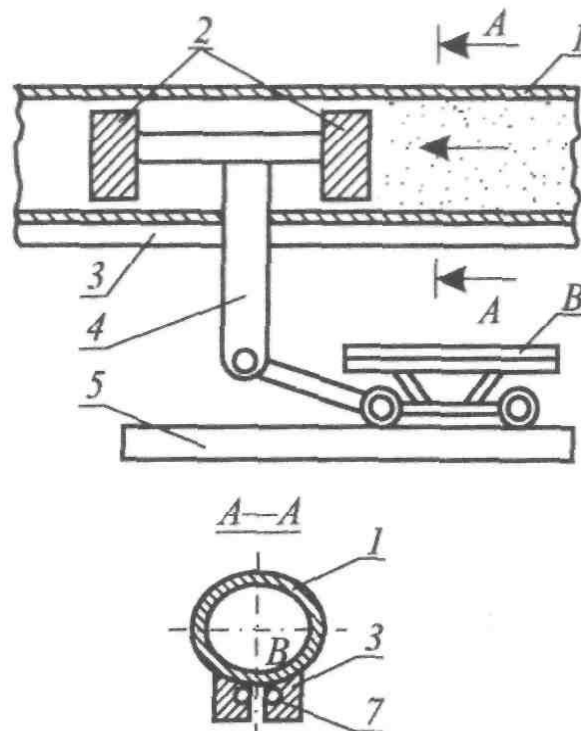


Рис. 3.1. Трубопровід для доставки деталей

Усередині трубопроводу 1 (рис. 3.1) переміщається поршень-каретка 2. По всій довжині труби зроблена щілина 3, через яку пропущений важіль 4, прикріплений до каретки, що котиться по направляючих 5 з вантажною платформою 6, на яку укладають великогабаритні деталі. Щілину в трубі закривають дві еластичні трубки 7, заповнені повітрям під тиском і знаходяться в направляючих 8. Важіль ковзає між трубками, які змикаються за ним, закриваючи щілину.

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

1. Як уникнути травмування жителів міста від падаючих бурульок?
2. Як знизити аварійність і травматизм на автодорозі під час ожеледі?
3. Як зберегти від граду хлібне поле?
4. Як уберегти від злодіїв дзеркало в туалетній кімнаті, сушарку для рук?
5. Як забезпечити стовідсоткову оплату за проїзд у наземному міському пасажирському транспорті?

Для вирішення зворотного і прямого завдань можна також використати інші завдання.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. При вирішенні прямого і зворотного завдань:
 - ознайомитися з правилами проведення МШ;
 - сформуванати творчу групу, вибрати ведучого (керівника), ознайомитися з поставленим завданням;
 - провести прямий МШ;
 - скласти список вирішень за зразком (табл. 3.2);
 - провести зворотний МШ для прототипу і одного з рішень, прийнятого за базове;
 - скласти список недоліків існуючого виробу і базового рішення, аналізувати і виділити декілька головних недоліків;
 - провести повторний прямий МШ для усунення виявлених головних недоліків прототипу і базового рішення;
 - скласти відредагований список ідей;
 - розробити ескіз нового технічного рішення.
2. При вирішенні зворотного і прямого завдань:
 - ознайомитися з правилами проведення МШ;
 - сформуванати творчу групу, вибрати ведучого (керівника), ознайомитися з поставленим завданням.
 - провести зворотний МШ;
 - скласти список недоліків за формою (табл. 3.1), виявити головні недоліки прототипу;

- провести прямий МШ по усуненню головних недоліків;
 - скласти список рішень за формою (табл. 3.2).
3. Вибрати найбільш перспективне рішення, зробити його докладніший опис і, по можливості, ескіз.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва роботи. Зміст і завдання.
2. Список рішень із вказівкою одного, прийнятого за базовий.
3. Список виявлених недоліків прототипу і базового рішення.
4. Таблиця аналізу недоліків базового рішення ранжування недоліків.
5. Список запропонованих ідей з усунення основних недоліків.
6. Відредагований список ідей, ескіз нового технічного рішення.
7. Висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. На чому ґрунтуються методи МА?
2. У яких випадках застосовується пряма МА?
3. У яких випадках застосовується зворотна МА?
4. Правила для учасників сеансу МА.
5. Обов'язки ведучого (керівника) в сеансі МА.
6. Організація проведення МА.
7. Порядок проведення прямої МА.
8. Порядок проведення зворотної МА.
9. Призначення і суть подвійної прямої МА.
10. Призначення і суть зворотної і прямої МА.
11. Призначення і суть прямої і зворотної МА.
12. Порядок проведення прямої і зворотної МА.
13. Призначення і суть МШ з оцінкою ідей.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Буш Г. Методологические основы научного управления изобретательством / Г. Буш. – Рига: Лиесма, 1974. – 166 с.
2. Буш Г. Рождение изобретательских идей / Г. Буш. – Рига: Лиесма, 1976. – 126 с.
3. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества / А.И. Половинкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 361 с.
4. Кане М.М. Методы повышения эффективности инженерного творчества / М.М. Кане. – Минск: БГПА, 1998. – 122 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Тема: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ОБРОБЛЕННЯ ПОВЕРХНЕВИМ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ НА ШОРСТКІСТЬ ПОВЕРХНІ

Мета: ознайомлення з процесом оброблення деталей поверхневим пластичним деформуванням (ППД) і практичне засвоєння методики використання математичного планування експерименту для моделювання впливу параметрів режиму оброблення ППД (обкатування) на шорсткість поверхні.

Робота розрахована на чотири академічні години.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Поверхнєве пластичне деформування є одним з найефективнішими методів поверхнево-зміцнюючого оброблення деталей машин. Такий метод оброблення сприяє зміні шорсткості поверхні. При цьому значення висотних характеристик шорсткості поверхні (R_p, R_v, R_{max}, R_a) зменшуються, а структурна характеристика (t_p) – збільшується.

В результаті поверхневої пластичної деформації також змінюються мікро- і фізико-механічні властивості поверхневого шару матеріалу деталей: покращується структура, підвищується твердість і міцність, виникають стискуючі залишкові напруження. Все це, в свою чергу, сприяє підвищенню втомної міцності, контактної витривалості і зносостійкості деталей і тим самим збільшує довговічність машин і устаткування.

Для визначення впливу параметрів режиму оброблення ППД на зміну характеристик шорсткості поверхні доцільно використовувати математичне (статистичне) планування експерименту. Такий підхід дозволяє отримувати максимум інформації при мінімальних затратах часу і засобів на експеримент.

Основа методів математичного (статистичного) планування експерименту – використання впорядкованого плану розташування дослідних точок у просторі чинника і перехід до нової системи координат.

Основний етап складання плану експерименту – вибір його умов. До основних умов експерименту належать: область експериментування, основний рівень досліджуваних чинників та інтервал їх варіювання, точність фіксації чинників.

У даній практичній роботі при вирішенні завдання інтерполяції (опис процесу) інтервал варіювання рівнів чинників повинен охоплювати всю область

експериментування. Рівні чинника, як правило, вибирають симетрично відносно нульової точки.

Точність фіксації рівнів чинника визначається стабільністю їх в ході досліду і точністю приладів: вона вважається високою, якщо зміна проводиться з похибкою не більше 1%, середньою – не більше 5%, низькою – більше 10%.

На підставі викладеного в завданнях до даної практичної роботи представлені плани експериментів для визначення математичної моделі впливу оброблення ППД на характеристики шорсткості поверхні зразків з матеріалу ЖГр2 (табл. 4.4), матеріалу ЖГр2 (табл. 4.6), сталі 45 (табл. 4.8).

Оброблення поверхневою пластичною деформацією (ППД) можна здійснювати на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20. Схему обкатування зображено на рис. 4.1.

Пошук математичної моделі впливу режимів оброблення ППД на шорсткість поверхні проводять на основі даних, представлених у варіантах завдання (табл.4.3 – 4.8). Завдання видає викладач на групу студентів із трьох-чотирьох чоловік.

Найбільший вплив на шорсткість поверхні при обкатуванні надають такі параметри (чинники) режиму оброблення: зусилля деформації P , кН; поздовжня подача S , мм/об; швидкість оброблення V , м/хв.

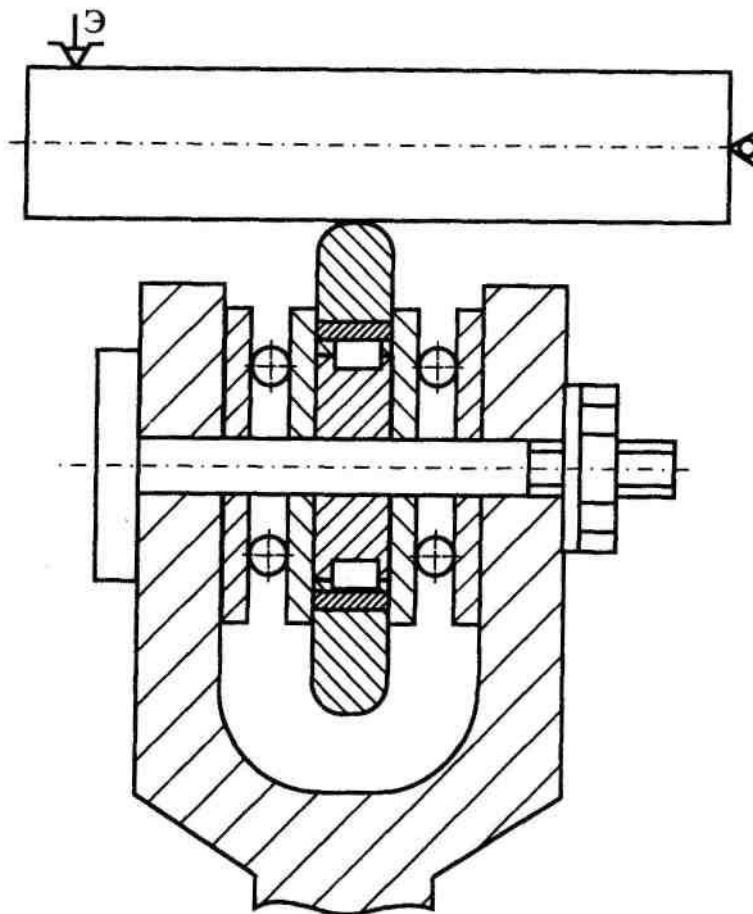


Рис. 4.1. Схема обкатування зразка

Передбачається, що в спільному випадку математична модель впливу параметрів режиму оброблення ППД на шорсткість поверхні має вигляд:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i X_i + \sum_{\substack{i=1 \\ j \neq 1}}^k a_{ij} X_i X_j + \dots + \sum_{i=1}^k a_{ii} X_i^2, \quad (4.1)$$

де X_i, X_j – значення i -го і j -го параметрів режиму ППД;

a_0, a_j, a_{ij}, a_{ij} – коефіцієнти рівняння;

i, j – номери чинників (параметрів режиму ППД), $i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, k$, де k – кількість чинників. В даному випадку для процесу оброблення ППД $k = 3(P, S, V)$.

Порядок моделі до реалізації експерименту невідомий. У цьому випадку застосовується послідовне планування експерименту, тобто використовується властивість композиційності. Ця властивість плану дозволяє поділити експеримент на кілька етапів і поступово переходити від простих моделей до складних, використовуючи результати попередніх дослідів.

На першому етапі висувають гіпотезу про лінійність моделі, тобто:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i X_i, \quad (4.2)$$

На основі даних, отриманих в результаті реалізації експерименту, перевіряють адекватність лінійної моделі. Якщо лінійна модель типу (4.2) неадекватна, то висувають гіпотезу про значущий вплив парних взаємодій чинників:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i X_i + \sum_{\substack{i=1 \\ j \neq 1}}^k a_{ij} X_i X_j. \quad (4.3)$$

Обчислюють параметри даної моделі і проводять перевірку її адекватності. Якщо модель типу (4.3) неадекватна, то виконані раніше досліді доповнюють новою серією, що дозволяє обчислити коефіцієнти квадратичної моделі типу (4.1).

Для спрощення опрацювання результатів експерименту чинники (параметри режиму оброблення ППД) нормалізують за формулою:

$$x'_i = (x_i - X_0) / \Delta x_i, \quad (4.4)$$

де x_i' – нормалізоване значення чинника x_i на верхньому або нижньому рівні;

x_i – дійсне значення чинника;

X_0 – значення чинника на основному рівні;

Δx_i – інтервал варіювання i -го чинника.

Верхній рівень нормалізованого чинника дорівнює (+1), нижній – (-1), а основний – нулю.

Експеримент, в якому використовують усі можливі поєднання рівнів, називають повним експериментом чинника (ПФЕ). Якщо число рівнів P кожного чинника дорівнює двом, число дослідів ПФЕ складає $N = 2^P$.

У даному прикладі $N = 2^3 = 8$. В представленій нижче матриці ПФЕ (табл. 4.2) визначення параметрів моделі (4.2) проводять за допомогою стовпців з другого по п'ятий, а визначення параметрів моделі (4.3) – з другого по восьмий.

Обчислення параметрів нормалізованої лінійної моделі типу (4.2) проводять за формулами:

$$a_0 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N Y_u ; \quad a_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{iu} Y_u , \quad (4.5)$$

де a_i – параметр нормалізованої моделі ($i = 1, 2, 3, \dots, k$);

k – число контрольованих чинників;

u – номер дослідів (або серії дослідів) ($u = 1, 2, 3, \dots, N$);

N – число дослідів (або серій паралельних дослідів);

Y_u – значення функції відгуку в u -му досліді;

x_{iu} – значення x_i в u -му досліді.

Всі параметри лінійної моделі визначають з однаковою дисперсією:

$$S^2(a_i) = S_e^2 / N , \quad (4.6)$$

де S_e^2 – дисперсія відтворюваності.

Якщо в кожній серії проводили по m паралельних дослідів, то

$$S_e^2 = \frac{1}{N(m-1)} \sum_{u=1}^N \cdot \sum_{j=1}^m (Y_{uj} - Y_u)^2 , \quad (4.7)$$

де N – число серій дослідів у плані;

u – номер серії дослідів;

j – номер паралельного дослідів в серії;

Y_u – середнє значення відгуку в u -й серії.

Якщо паралельні досліди відсутні, то для визначення дисперсії відтворюваності в центрі плану проводять серію з m паралельних дослідів.

Тоді

$$S_g^2 = \frac{1}{(m-1)} \sum_{j=1}^m (Y_{0j} - Y_0)^2, \quad (4.8)$$

де Y_{0j} – значення функції відгуку (досліджуваної характеристики шорсткості) в j -му досліді серії ($j = 1, 2, 3, \dots, m$);

Y_0 – середнє арифметичне значення для Y_{0j} .

Довірчий інтервал для параметрів лінійної моделі дорівнює:

$$\Delta a_i = \pm t_{(P,m,N)} \frac{S_g^2}{\sqrt{mN}}, \quad (4.9)$$

де $t_{(P,m,N)}$ – значення критерію Ст'юдента;

P – заданий рівень достовірності значень a_i .

Для даного випадку

$$(P = 0,95; mN = 4 - 8 = 32) - t_{(0,95;4;8)} = 2,04. \quad (4.10)$$

Параметр вважається статистично значущий, якщо його абсолютна величина більша довірчого інтервалу: $|a_i| > |\Delta a_i|$. Статистично незначущі параметри вважаємо такими, що дорівнюють нулю.

Залежно від наявності відомостей про дисперсію відтворюваності експерименту S_g^2 перевірку адекватності рівняння регресії можна проводити за двома схемами. Першу з них застосовують за відсутності оцінки дисперсії відтворюваності, що характерно для пасивного експерименту, складається вона з таких етапів:

– обчислення дисперсії відносно середнього значення параметру оптимізації (залишкової дисперсії для рівняння нульового порядку):

$$S_{y_0}^2 = S_{ad,0}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N-1}; \quad (4.11)$$

– розрахунок дисперсії, що характеризує відхилення експериментальних значень величин від знайдених за рівнянням регресії. Якщо порядок рівняння

заздалегідь невідомий, то в разі багатофакторного простору починають з рівняння першого порядку:

$$S_{y1}^2 = S_{ad.1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{f}, \quad (4.12)$$

де \bar{y}_i – значення параметру, обчислене за рівнянням регресії для умов i -го досвіду;

$f = N - g$ – число степенів вільності;

g – кількість коефіцієнтів регресії; для лінійного рівняння $g = k + 1$, для неповного квадратного рівняння, що включає члени типу $b_j x_j$ і $b_{ij} x_i x_j$, $g = k(k + 1)/2 + 1$; для повного квадратного рівняння $g = k(k + 1)/2 + 1$; k – число чинників;

– розрахунок відношення вказаних дисперсій:

$$F_0 = \frac{S_{y0}^2}{S_{y1}^2}. \quad (4.13)$$

Якщо

$$F_0 \leq F_{кр}(f_1, f_2), \quad (4.14)$$

то модель неадекватна. Тут f_1 і f_2 – знаменники формул для розрахунку S_{y0}^2 і S_{y1}^2 .

Потім обчислюють коефіцієнти рівняння регресії у вигляді полінома першого ступеня з урахуванням взаємодій чинників (модель типу 4.3). Для цього рівняння визначають за формулою 4.12 значення S_{y1-2}^2 і обчислюють відношення:

$$F_1 = \frac{S_{y1}^2}{S_{y1-2}^2}. \quad (4.15)$$

Потім перевіряють значущість цього відношення за формулою (4.14). Якщо і нова модель неадекватна, переходять до моделі вищого порядку (типу 4.1 та ін.). Процедуру повторюють до тих пір, поки не буде виконано умову $F_r \geq F_{кр}(f_1, f_2)$.

Індекс r відповідає ступеню передостаннього полінома.

Якщо відома дисперсія відтворюваності S_B^2 експерименту, для оцінювання адекватності моделі спочатку розраховують дисперсію адекватності за формулою (4.12), а потім обчислюють досвідчене значення критерію F_p (друга схема):

$$F_p = S_{ao}^2 / S_B^2. \quad (4.16)$$

Якщо $F_r < F_{kp}(f_1, f_2)$, модель вважається адекватною для прийнятої довіреної вірогідності P , степені вільності дисперсії адекватності f_1 і дисперсії відтворюваності f_2 . Інакше модель неадекватна.

У даному випадку S_B^2 відома. Число степенів вільності f_1 дисперсії адекватності при $k = 3$:

- для моделі типу (4.1)

$$f_1 = 15 - [3(3+3)/2+1] = 5;$$

- для моделі типу (4.2)

$$f_1 = 8 - 4 = 4;$$

- для моделі типу (4.3)

$$f_1 = 8 - [3(3+1)/2+1] = 1.$$

Число степенів вільності f_2 для дисперсії відтворюваності $f_2 = 3$.

Параметри нормалізованої моделі з парними і потрійними взаємодіями обчислюємо за формулами:

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N (x_0 Y)_u; & a_i &= \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N (x_i Y)_u; \\ a_{ij} &= \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N (x_i x_j Y)_u, i \neq j. \end{aligned} \quad (4.17)$$

Перевірку статистичної значущості параметрів математичної моделі типу (4.2) та її адекватності проводимо так само, як і моделі типу (4.1).

Якщо моделі (4.2) і (4.3) неадекватні, до плану проведених дослідів, який називають «ядром» експерименту, додаємо деяку кількість спеціальним чином розташованих точок (див. табл. 4.2, досліди 13 – 18). Додані, або «зіркові» точки плану знаходяться на відстані «зіркового» плеча a від центру плану. Загальне число дослідів N_1 при чинниках (у нашому випадку до 3):

$$N_1 = N + 2z + n_0, \quad (4.18)$$

де N – число дослідів «ядра» плану ($N = 8$);

$2z$ – число «зоряних» крапок ($2z = 2 - 3 = 6$); n_0

n_0 – число дослідів у центрі плану. У наведеному прикладі досліди на нульовому рівні повторені 4 рази, тобто $n_0 = 4$.

З урахуванням повторення дослідів на нульовому рівні в центрі плану $N_1 = 14 + 4 = 18$ (див. табл. 4.2).

Число рівнів варіювання кожного чинника в даному випадку дорівнює 5: $-a$; -1 ; 0 ; $+1$; $+a$.

«Зіркове» плече a в даному випадку дорівнює 1,215.

Ортогональність плану полягає у виборі такої кількості точок факторного простору для вимірюваного відгуку, який приводить до спрощення обчислення параметрів моделі. В цьому випадку значення кожного параметра моделі обчислюються незалежно від значень інших параметрів.

Значення параметрів моделі типу (4.1) обчислюються за формулами:

$$\begin{aligned}
 a_i &= \frac{\sum_{u=1}^{N_1} x_{iu} Y_u}{\sum_{u=1}^{N_1} x_{iu}^2}; & a_{ij} &= \frac{\sum_{u=1}^{N_1} (x_i x_j)_u Y_u}{\sum_{u=1}^{N_1} (x_i x_j)_u^2}, (i \neq j); \\
 a_{ii} &= \frac{\sum_{u=1}^{N_1} (x'_i)_u Y_u}{\sum_{u=1}^{N_1} (x'_i)_u^2}; & a_0 &= \frac{1}{N_1} \sum_{u=1}^{N_1} Y_u - \sum_{i=1}^k a_{ii} \bar{x}_i^2, \quad (4.18)
 \end{aligned}$$

де $x'_i = x_i^2 - \bar{x}_i^2$. При $k = 3\bar{x}_i^2 = 0,73$, тоді $x'_i = x_i^2 - \bar{x}_i^2 = 1 - 0,73 = 0,27$.

У чисельнику формул (4.18) знаходяться суми значень функції відгуку і значень нормалізованого чинника у відповідному стовпці, а в знаменнику — сума квадратів значень нормалізованих чинників з відповідних стовпців.

Дисперсію оцінок параметрів моделі визначаємо за формулами:

$$\begin{aligned}
 S_{(a_i)}^2 &= \frac{S_B^2}{\sum_{u=1}^{N_1} (x_i)_u^2}; & S_{(a_j)}^2 &= \frac{S_B^2}{\sum_{u=1}^{N_1} (x_i x_j)_u^2}; \\
 S_{(a_{ii})}^2 &= \frac{S_B^2}{\sum_{u=1}^{N_1} (x'_i)_u^2}; & S_{(a_0)}^2 &= \frac{1}{N_1} S_B^2 + \sum_{u=1}^k (\bar{x}_i^2) S_{(a_{ii})}^2, \quad (4.19)
 \end{aligned}$$

де S_B^2 – стандартне відхилення, розраховане для кожного з параметрів моделі за формулами (4.19).

Довірені інтервали $\Delta(a)$ для параметрів моделі в даному випадку визначаємо за допомогою критерію Ст'юдента:

$$\Delta(a) = \pm t_{(P;N_1)} S_a, \quad (4.20)$$

де S_a – стандартне відхилення, розраховане для кожного із параметрів моделі за формулами (4.19).

Значення $t_{k(P;N_1)}$ в цьому випадку при $P = 0,95$ і $N_1 = 18$ складає 2,1.

Параметр математичної моделі вважається статистично значущим, якщо дотримується співвідношення $|a_i| > |\Delta a_i|$.

Приклад. Необхідно побудувати математичну модель залежності межі міцності алюмінієвого сплаву від умісту в ній літію, температури і часу старіння.

Розв’язування. Рівні варіювання чинників наведено в табл. 4.1. На першому етапі для пошуку моделі типу (4.2) був реалізований повний факторний експеримент типу 2^3 , що складається з 8 дослідів.

Таблиця 4.1

Умови експерименту

Межі варіювання	Фактори (позначення)		
	Вміст (масова частка) літію, X_1 %	Температура старіння X_2 , С,	Час старіння, X_3 , год.
Основний рівень (0)	1	175	4
Крок варіювання (ΔX)	0,5	25	2
Верхній рівень (+1)	1,5	200	6
Нижній рівень (-1)	0,5	150	2
Зоряна точка ($+\alpha$)	1,6	205	6,4
Зоряна точка ($-\alpha$)	0,4	145	1,6

У табл. 4.2 наведено результати реалізації матриці планування. У цій таблиці рядки з 1-го по 8-й і графи з 2-ї по 5-у, а також 12-а – результати реалізації дослідів повного факторного експерименту типу 2^3 для визначення параметрів моделі типу (4.2). Для пошуку параметрів моделі типу (4.3) з урахуванням парних взаємодій чинників необхідно використовувати додатково графи з 6-ї по 8-у.

У наведеному прикладі число чинників $k = 3$, тоді $\alpha = 1,215$, при цьому

$$+\alpha = x_0 + \Delta x \alpha; -\alpha = x_0 - \Delta x \alpha.$$

Матрицю планування цього експерименту з результатами наведено в табл. 4.2.

У цій таблиці рядки з 1-го по 8-й і графи з 2-ї по 5-у, а також 12-а – результати дослідів повного факторного експерименту типу 2^3 для визначення параметрів моделі типу (4.2).

У рядках з 9-го по 12-й цієї таблиці записано результати дослідів, проведених на основному рівні $Y(0,0;0)$. Для них $Y_0 = 31,75$.

За наслідками експерименту з використанням формул (4.5), (4.6) були розраховані параметри моделі типу (4.2):

$$\begin{aligned}\alpha_0 &= \frac{1}{8}(25 + 20 + 38 + 41 + 45 + 26 + 25 + 28) = 31; \\ \alpha_1 &= \frac{1}{8}(25 - 20 + 38 - 41 + 45 - 26 + 25 - 28) = 2,25; \\ \alpha_2 &= \frac{1}{8}(25 + 20 - 38 - 41 + 45 + 26 - 25 - 28) = -2,00; \\ \alpha_3 &= \frac{1}{8}(25 + 20 + 38 + 41 - 45 - 26 - 25 - 28) = 0.\end{aligned}$$

Дисперсію відтворюваності визначаємо за формулою (4.9):

$$S_B^2 = \frac{1}{4-1} \left[(31,75 - 34)^2 + 2(31,75 - 30)^2 + (31,75 - 33)^2 \right] = \frac{12,78}{3} = 4,26.$$

Примітка: у табл. 4.2 графи з 2-ї по 8-у; рядки з 1-го по 8-й – умови проведення ПФЕ першого порядку (моделі типу (4.2) і (4.3)); рядки з 9-го по 12-й – умови проведення дослідів на нульовому рівні для перевірки адекватності; решта рядків у всіх графах – доповнення матриці планування для визначення параметрів моделі типу (4.1).

Тоді дисперсія визначення параметрів лінійної моделі згідно (4.7) дорівнює:

$$S_{(\alpha)}^2 = \frac{1}{8} \cdot 4,26 = 0,53. S_{(\alpha)} = 0,73.$$

Довірчий інтервал для параметрів моделі типу (4.2), визначаємо за формулою (4.10):

$$\Delta(\alpha_i) = \pm 2,04 \cdot \frac{0,73}{\sqrt{4 \cdot 8}} = \pm 0,26.$$

Отже, всі параметри моделі типу (4.2), окрім параметра α_3 будуть статистично значущими.

Тоді модель типу (4.2) має вигляд:

$$Y = 31 + 2,25x_1 - 2x_2.$$

У даному прикладі дисперсія відтворюваності для моделей типу (4.2) і (4.3) відома $-s_B^2=4,26$.

Таблиця 4.2

Матриця планування і результати експерименту другого порядку

u	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	x'_1	x'_2	x'_3	Y_u
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0,27	0,27	0,27	25
2	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	0,27	0,27	0,27	20
3	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	0,27	0,27	0,27	38
4	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	0,27	0,27	0,27	41
5	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	0,27	0,27	0,27	45
6	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	0,27	0,27	0,27	26
7	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	0,27	0,27	0,27	25
8	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	0,27	0,27	0,27	28
9	+1	0	0	0	0	0	0	-0,73	-0,73	-0,73	34
10	+1	0	0	0	0	0	0	-0,73	-0,73	-0,73	30
11	+1	0	0	0	0	0	0	-0,73	-0,73	-0,73	33
12	+1	0	0	0	0	0	0	-0,73	-0,73	-0,73	30
13	+1	+1,215	0	0	0	0	0	0,745	-0,73	-0,73	30
14	+1	-1,215	0	0	0	0	0	0,745	-0,73	-0,73	36
15	+1	0	+1,215	0	0	0	0	-0,73	0,745	-0,73	26
16	+1	0	-1,215	0	0	0	0	-0,73	0,745	-0,73	30
17	+1	0	0	+1,215	0	0	0	-0,73	-0,73	0,745	24
18	+1	0	0	-1,215	0	0	0	-0,73	-0,73	0,745	32
$\sum x^2$	15	10,95	10,95	10,95	8	8	8	4,36	4,36	4,36	

Для перевірки адекватності моделі за формулою (4.14) розраховуємо дисперсію адекватності $s_{Ад}^2$. Табличне значення критерію Фішера для моделі типу (4.2) $F_{кр(0,95;3)} = 9,12$. Результати розрахунку наведено в табл. 4.3. Враховуючи, що $F_p > F_{кр}$, приходимо до висновку: модель типу (4.2) – неадекватна.

Переходимо до моделі типу (4.3). Для цього за формулами (4.17) розраховуємо значення коефіцієнтів для парних взаємодій чинників:

$$\alpha_{12} = \frac{1}{8}(25 - 20 - 38 + 41 + 45 - 26 - 25 + 28) = 3,75;$$

$$\alpha_{13} = \frac{1}{8}(25 - 20 + 38 - 41 - 45 + 26 - 25 + 28) = -1,75;$$

$$\alpha_{23} = \frac{1}{8}(25 + 20 - 38 - 41 - 45 - 26 + 25 + 28) = -6,5.$$

Таблиця 4.3

Результати розрахунку адекватності моделей

Дослід	Експерим. значення	Модель типу (4.2)		Модель типу (4.3)		Модель типу (4.1)	
	Y_i	розрах. знач. Y_{i2}	$(Y_{i2} - \bar{Y}_2)^2$	розрах. знач. Y_{i3}	$(Y_{i3} - \bar{Y}_3)^2$	розрах. знач. Y_{i1}	$(Y_{i1} - \bar{Y}_1)^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	25	31	36	27	4	22	9
2	20	27	49	18	4	18	4
3	38	35	9	36	4	31	49
4	41	31	100	43	4	40	1
5	45	31	196	43	4	44	1
6	26	27	1	28	4	29	9
7	25	35	100	28	9	22	9
8	28	27	1	26	4	29	1
9	34	31	4	31	9	30	16
10	30					30	-
11	33					30	1
12	30					30	-
13	30					30	-
14	36					30	36
15	26					28	4
16	30					32	4
17	24					30	36
18	32					30	4
Σ		501		37		180	
S_{ad}^2		496/4 = 124		46/1 = 46		184/5 = 36,8	
F_p		124/4,26=29,11		46/4,26 =10,8		36,8/4,26 = 8,64	
$F_{кр}$		9,12		10,13		9,01	

Довірчий інтервал для параметрів моделі $\Delta\alpha_i = 0,26$. Таким чином, усі параметри моделі типу (4.3) статистично значущі. Рівняння регресії шуканої моделі типу (4.3) має вигляд:

$$Y = 31 + 2,25x_1 - 2,00x_2 + 3,75x_1x_2 - 1,75x_1x_3 - 6,5x_2x_3.$$

Модель типу (4.3) також неадекватна (див. табл. 4.3).

За результатами дослідів (табл. 4.2) за формулами (4.17) розраховані параметри моделі другого порядку типу (4.1) дорівнюють:

$$\alpha_1 = \frac{1}{10,95}(25 - 20 + 38 - 41 + 45 - 26 + 25 - 28 + 1,215 \cdot 30 - 1,215 \cdot 36) = 0,98;$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{10,95}(25 + 20 - 38 - 41 + 45 + 26 - 25 - 28 + 1,215 \cdot 26 - 1,215 \cdot 30) = -1,9;$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{10,95}(25 + 20 + 38 + 41 - 45 - 26 - 25 - 28 + 1,215 \cdot 24 - 1,215 \cdot 32) = -0,89;$$

$$\alpha_{12} = \frac{1}{8}(25 - 20 - 38 + 41 + 45 - 26 - 25 + 28) = 3,75;$$

$$\alpha_{13} = \frac{1}{8}(25 - 20 + 38 - 41 - 45 + 26 - 25 + 28) = -1,75;$$

$$\alpha_{23} = \frac{1}{8}(25 + 20 - 38 - 41 - 45 - 26 + 25 + 28) = -6,5.$$

$$\alpha_{11} = \frac{1}{4,36} \left[0,27(25 + 20 + 38 + 41 + 45 + 26 + 25 + 28) - 0,73(28 + 26 + 30 + 24 + 32) \right] + \\ + [0,745(30 + 36)] = 3,20;$$

$$\alpha_{22} = \frac{1}{4,36} \left[0,27(25 + 20 + 38 + 41 + 45 + 26 + 25 + 28) - 0,73(28 + 30 + 36 + 24 + 32) \right] + \\ + [0,745(26 + 30)] = -0,19;$$

$$\alpha_{33} = \frac{1}{4,36} \left[0,27(25 + 20 + 38 + 41 + 45 + 26 + 25 + 28) - 0,73(28 + 30 + 36 + 26 + 30) \right] + \\ + [0,745(24 + 32)] = -0,19;$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{15} \left[(25 + 20 + 38 + 41 + 26 + 28 + 25 + 28 + 30 + 36 + 24 + 26 + 30 + 32) - \right. \\ \left. - 0,73(3,2 - 0,19 - 0,19) \right] = 30,07.$$

Дисперсії оцінок параметрів визначаємо за формулами (4.19):

$$S^2(\alpha_1) = S^2(\alpha_2) = S^2(\alpha_3) = 4,26/10,95 = 0,389; S(\alpha_1) = 0,624;$$

$$S^2(\alpha_{12}) = S^2(\alpha_{13}) = S^2(\alpha_{23}) = 4/8 = 0,5; S(\alpha_{12}) = 0,707;$$

$$S^2(\alpha_{11}) = S^2(\alpha_{22}) = S^2(\alpha_{33}) = 4/4,36 = 0,917; S(\alpha_{11}) = 0,958;$$

$$S^2(\alpha_0) = 4,26/15 + 3 = 2,482; S(\alpha_0) = 1,58.$$

Довірчі інтервали оцінок параметрів дорівнюють:

$$\Delta(\alpha_1) = \Delta(\alpha_2) = \Delta(\alpha_3) = \pm 2,145 \cdot 0,604 = \pm 1,3;$$

$$\Delta(\alpha_{12}) = \Delta(\alpha_{13}) = \Delta(\alpha_{23}) = \pm 2,145 \cdot 0,707 = \pm 1,5;$$

$$\Delta(\alpha_{11}) = \Delta(\alpha_{22}) = \Delta(\alpha_{33}) = \pm 2,145 \cdot 0,958 = \pm 2,1;$$

$$\Delta(\alpha_0) = \pm 2,145 \cdot 1,58 = \pm 3,4.$$

Порівнюючи їх з набутих значень параметрів математичної моделі типу (4.1), приходимо до висновку, що параметри, α_1 , α_{22} і α_{33} є статистично незначущими. Тоді нормалізована модель має вигляд:

$$Y = 28,2 + 1,9x_2 + 3,75x_1x_2 - 1,75x_1x_3 - 6,5x_2x_3 + 3,2x_1^2.$$

Результати перевірки адекватності моделі типу (4.1) свідчать, що модель другого порядку адекватна (див. табл. 4.3).

З урахуванням виразу (4.4) натуральна модель із використанням нормалізованих чинників має вигляд:

$$Y = 28,2 + 1,9 \frac{X_2 - 175}{25} + 3,75 \frac{X_1 - 1}{0,5} \cdot \frac{X_2 - 175}{25} - 1,75 \frac{X_1 - 1}{0,5} \cdot \frac{X_3 - 4}{2} - 6,5 \frac{X_2 - 175}{25} \cdot \frac{X_3 - 4}{2} + 3,2 \left(\frac{X_1 - 1}{0,5} \right)^2, \quad (4.21)$$

де X_1 , X_2 , X_3 – дійсні значення чинників.

Звідси

$$Y = 8,8 - 7,11X_1 + 0,144X_2 + 24X_3 + 0,3X_1X_2 - 1,75X_1X_3 - 0,13X_2X_3 + 12,8X_1^2. \quad (4.22)$$

Отримана математична модель дозволяє оцінювати вплив досліджених чинників на межу міцності алюмінію.

Одновимірні перетини функцій відгуку отриманої моделі зображено на рис. 4.2. Графічні зображення одновимірних перетинів функцій відгуку для досліджуваних чинників були побудовані таким чином. Спочатку будується одновимірна функція відгуку для чинника X_1 .

Для цього в рівняння (4.21) підставляють значення цього чинника для всіх п'яти рівнів варіювання ($-\alpha; -1; 0; +1; +\alpha$), для двох інших чинників (X_2 і X_3) в це ж рівняння підставляють їх значення на основному рівні (0). Цю процедуру повторюють для кожного з досліджених чинників.

Аналізуючи залежності, зображені на рис. 4.2, приходимо до висновку, що підвищення температури і часу нормалізації призводить до зниження міцності алюмінієвого сплаву. Збільшення вмісту літію в сплаві до 1%

призводить до зниження міцності. При подальшому збільшенні вмісту літію до 1,6% спостерігається зростання міцності сплаву.

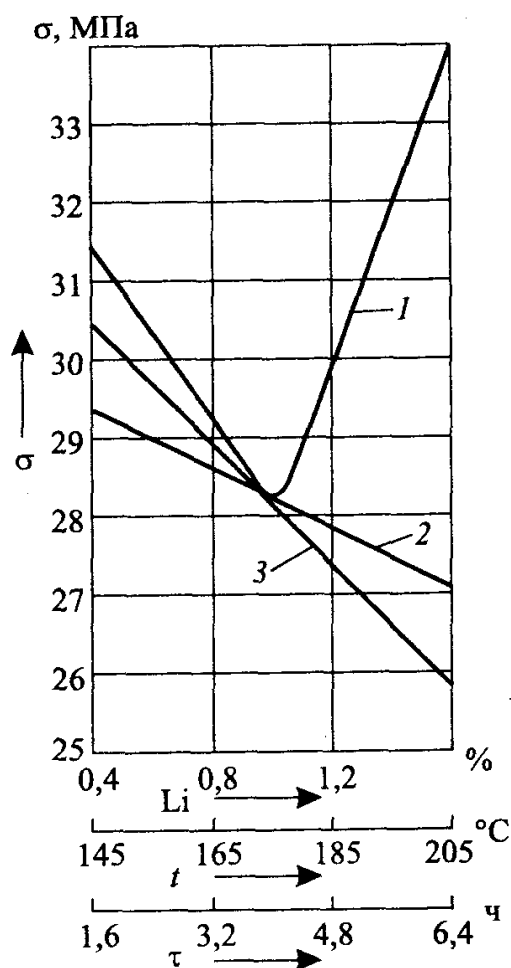


Рис. 4.2. Залежності зміни міцності алюмінієвого сплаву від:
1 – вмісту літію; 2 – температури старіння; 3 – часу старіння

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

Варіант 1 (матеріал Жгр2).

Таблиця 4.4

Умови експерименту

Характеристика зміни чинника	Фактори (позначення)		
	Поздовжня подача $S(x_1)$ мм/хв.	Швидкість оброблення $V(x_2)$, м/хв.	Зусилля деформації $P(x_3)$, кН
Основний рівень (x_0)	0,175	25,4	1,2
Крок варіювання (ΔX)	0,075	9,8	0,4
Верхній рівень (+1)	0,25	35,3	1,6
Нижній рівень (-1)	0,1	15,6	0,8
«Зоряна» точка ($+\alpha$)	0,27	37,3	1,7
«Зоряна» точка ($-\alpha$)	0,08	13,5	0,7

Таблиця 4.5

Результати реалізації МЦКОП

U	R_p , МКМ	R_v , МКМ	R_{max} , МКМ	R_a , МКМ	t_{50} , %
1	2,0	2,8	4,8	0,9	21,4
2	5,9	3,0	6,9	2,7	60,9
3	2,6	2,8	5,4	1,2	27,1
4	1,7	3,0	4,7	0,8	17,8
5	2,6	2,8	5,4	1,2	27,2
6	2,5	2,7	5,5	1,2	27,3
7	2,6	2,8	5,5	1,3	27,2
8	2,5	2,8	5,6	1,2	27,2
9	2,3	2,7	5,0	1,1	24,0
10	2,6	2,5	5,1	1,2	27,5
11	3,5	3,0	6,5	1,6	36,2
12	3,4	2,6	6,0	1,6	35,7
13	2,4	2,5	4,9	1,1	25,4
14	1,5	2,8	4,3	0,7	15,7
15	3,4	2,7	6,1	1,6	35,6
16	4,5	3,0	7,5	2,1	46,6
17	0,8	2,7	3,5	0,4	28,3
18	4,1	2,8	6,9	1,9	42,4

Варіант 2 (матеріал -ЖГр 1ДЗ).

Таблиця 4.6

Умови експерименту

Характеристика зміни чинника	Фактори (позначення)		
	Поздовжня подача $S(x_1)$ мм/хв.	Швидкість оброблення $V(x_2)$, м/хв.	Зусилля деформації $P(x_3)$, кН
Основний рівень (x_0)	0,125	24,7	1,2
Крок варіювання (Δx)	0,05	14,5	0,4
Верхній рівень (+1)	0,175	39,3	1,6
Нижній рівень (-1)	0,075	10,2	0,8
«Зоряна» точка ($+\alpha$)	0,186	42,1	1,7
«Зоряна» точка ($-\alpha$)	0,06	7,3	0,7

Результати реалізації МЦКОП

U	R_p , МКМ	R_V , МКМ	R_{max} , МКМ	R_a , МКМ	t_{50} , %
1	2,0	1,4	1,6	3,0	0,3
2	5,9	1,8	4,8	6,6	0,8
3	2,6	2,0	2,1	4,1	0,3
4	1,7	1,6	1,4	3,0	0,2
5	2,6	2,0	2,1	4,1	0,3
6	2,5	2,1	2,1	4,1	0,3
7	2,6	2,0	2,1	4,0	0,3
8	2,5	2,0	2,0	4,0	0,2
9	2,3	1,6	1,9	3,5	0,3
10	2,6	2,1	2,1	4,2	0,3
11	3,5	1,7	2,8	4,5	0,4
12	3,4	1,6	3,1	4,7	0,3
13	2,4	1,6	1,2	2,8	0,2
14	1,5	2,5	2,8	5,3	0,4
15	3,4	1,9	3,6	5,5	0,6
16	4,5	1,7	2,8	4,5	0,1
17	0,8	1,8	3,6	5,4	0,5
18	4,1	2,3	1,4	3,7	0,2

Варіант 3 (матеріал – сталь 45).

Умови експерименту

Характеристика зміни чинника	Фактори (позначення)		
	Поздовжня подача $S(X_1)$ мм/хв.	Швидкість оброблення $V(X_2)$, м/хв.	Зусилля деформації $P(X_3)$, кН
Основний рівень (X_0)	0,3	25,3	2,5
Крок варіювання (ΔX)	0,1	12,2	0,8
Верхній рівень (+1)	0,4	37,6	3,0
Нижній рівень (-1)	0,2	13,1	2,0
«Зоряна» точка ($+\alpha$)	0,42	40,1	3,1
«Зоряна» точка ($-\alpha$)	0,18	10,5	1,9

Результати реалізації МЦКОП

U	R_p , МКМ	R_V , МКМ	R_{max} , МКМ	R_a , МКМ	t_{50} , %
1	1,4	1,7	2,1	0,9	46,7
2	1,7	1,9	3,6	0,8	52,1
3	2,1	1,8	3,9	0,8	49,9
4	2,5	1,7	4,2	1,1	50,5
5	1,9	2,3	4,2	1,2	48,6
6	1,8	1,9	3,7	1,2	51,9
7	2,4	1,5	3,9	1,4	48,7
8	2,4	1,7	3,1	1,3	50,7
9	1,3	1,9	3,2	1,2	52,3
10	1,2	1,8	3,3	1,3	52,5
11	1,3	1,9	3,2	1,2	52,4
12	1,3	1,7	3,3	1,3	52,3
13	1,6	1,4	3,0	0,9	51,4
14	1,8	1,4	3,2	0,7	49,8
15	11,4	1,5	2,9	0,9	53,6
16	1,8	1,6	3,4	1,3	52,7
17	1,9	1,3	3,1	1,2	49,8
18	1,5	1,8	3,3	1,3	51,4

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Відповідно до завдання визначити параметри математичної моделі типу (4.2), використовуючи формули (4.5) і (4.6).
2. Розрахувати дисперсію відтворюваності за формулою (4.8), враховуючи, що в центрі плану було виконано 4 досліди.
3. Визначити величину довірчого інтервалу для параметрів моделі (4.2) за формулою (4.10).
4. Перевірити статистичну значущість параметрів моделі (4.2).
5. Перевірити адекватність моделі (4.2) за формулою (4.12).
6. Визначити коефіцієнти при парних взаємодіях чинників для моделі типу (4.3) за формулою (4.17).
7. Визначити величину довірчого інтервалу для параметрів моделі за формулою (4.10).
8. Перевірити статистичну значущість параметрів моделі типу (4.3).
9. Перевірити адекватність моделі другого типу за (4.14, 4.16).

10. Визначити параметри моделі типу (4.1) за формулами (4.18).
11. Перевірити статистичну значущість отриманих параметрів моделі типу (4.1), використовуючи формули (4.19) і (4.20).
12. Перевірити адекватність моделі (4.1) за формулами (4.14) і (4.16).
13. Визначити параметри натуральної моделі типу (4.1) за формулою (4.21), використовуючи формулу (4.4).
14. Побудувати графіки одновимірних перетинів функцій відгуку.
15. Проаналізувати отримані результати.
16. Скласти звіт.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва роботи.
2. Схема обкатування.
3. Зміст завдання: таблиці «Умови експерименту» і «Матриця планування і результати експерименту другого порядку».
4. Розрахунок параметрів математичних моделей різних типів для 1-2 параметрів шорсткості, що входять до завдання.
5. Графіки одновимірних перетинів функцій відгуку.
6. Висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. У чому полягає основа математичного (статистичного) планування експерименту?
2. У чому переваги математичного планування експерименту?
3. На підставі яких чинників здійснюється вибір умов експерименту при математичному плануванні?
4. У чому полягають властивості композиційного плану?
5. Записати загальний вигляд математичної моделі 1-3 типів.
7. За якою формулою здійснюється нормалізація чинників?
8. Для чого проводять дослідження в центрі плану?
9. Як проводити перевірку статистичної значущості параметрів математичної моделі?
10. Як перевірити адекватність математичної моделі?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.

1. Кане М.М. Основы научных исследований в технологии машиностроения / М.М. Кане. – Минск: Высшая школа, 1987. – 231 с.
2. Ящерицин П.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в технологии машиностроения / П.И. Ящерицин, Е.И. Махаринский. – Минск: Высшая школа, 1985. – 286 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

Тема: СИНТЕЗ ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ

Мета: ознайомлення з порядком проведення морфологічного аналізу, вибором набору морфологічних ознак (функцій) і знаходження технічних рішень за кожною із них. Вивчення методики розширення області пошуку і синтезу технічного рішення за допомогою морфологічного аналізу. Робота розрахована на чотири академічні години.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Датою народження сучасного морфологічного аналізу систем довільної природи можна вважати 1942 рік. У цей час вийшла в світ перша робота відомого швейцарського астрофізика Ф. Цвіккі в морфологічному аналізу реактивних двигунів з описом його методу морфологічного ящика. Ученому за короткий час вдалося отримати значну кількість оригінальних технічних рішень у ракетобудуванні, чим він дуже здивував провідних фахівців і керівників американської фірми Аэроджет інжиніринг корпорейшн. Багато із запропонованих рішень було згодом реалізовано. Серед них, як виявилось пізніше, були рішення, що повторюють німецькі ракети ФАУ-1 і ФАУ-2.

Морфологічний метод дослідження був застосований до цілого ряду систем. Цвіккі. Понад 70 великих промислових фірм використовують його при вирішенні різноманітних науково-технічних завдань. Сам Ф. Цвіккі створив серію оригінальних винаходів, зокрема балістичні пристрої, оригінальні силові установки, вибухові речовини, спосіб комбінованої фотографії тощо [4].

Суть методу полягає в наступному. У вдосконаленій технічній системі виділяють декілька характерних для неї структурних або функціональних морфологічних ознак. Кожна з них може характеризувати, наприклад, якісь її функції, режим роботи системи, від яких залежить вирішення проблеми й досягнення основної мети.

За кожною морфологічною ознакою складають список його різних конкретних варіантів, альтернатив технічного виразу. Ознаки з їх альтернативами можна розташувати у формі таблиці, званої також морфологічним ящиком, чи морфологічною матрицею, картою або таблицею, що дозволяє краще уявити собі пошукове поле. Розглядаючи всі можливі поєднання альтернативних варіантів виділених ознак, можна виявити нові варіанти вирішення завдання, які б могли бути упущені.

Метод передбачає виконання робіт у п'ять етапів:

1. Точне формулювання завдання (проблеми), що підлягає вирішенню.

2. Складання списку всіх морфологічних ознак, тобто всіх важливих характеристик об'єкта, його параметрів, від яких залежить вирішення проблеми й досягнення основної мети.

3. Пошук можливих варіантів за кожною ознакою (характеристикою) шляхом складання матриці.

4. Визначення функціональної цінності всіх варіантів рішень.

5. Вибір найраціональніших конкретних рішень.

Основне призначення морфологічної таблиці – бути допоміжним інструментом для подальшого пошуку вирішення завдання, тобто бути вмістищем, полем всіх мислимих рішень задачі, на якому здійснюється відбір найперспективніших, принципово нових рішень.

Метод придатний для пошуку принципово нових рішень, для прогнозування шляхів розвитку технічних та інших систем [3].

Переваги методу в тому, що він полегшує облік найважливіших напрямів удосконалення об'єкта, систематизує пошук нового технічного рішення. Основна складність полягає у визначенні набору функцій, які б були:

- істотними для будь-якого вирішення;
- незалежними один від одного;
- що охоплюють всі аспекти проблеми;
- достатньо нечисленними, щоб можна було скласти матрицю, яка допускає швидке вивчення.

При вирішенні нових проблем, коли для вибору функцій не можна опертися ні на дані досліджень, ні на практичний досвід, перед проектувальником постає складне завдання відчутти якусь внутрішню структуру в тому, що існує поки тільки в його уяві. Морфологічну таблицю може скласти той, хто вже володіє достатніми знаннями або достатньою уявою, аби передбачити, що буде виявлено за допомогою таблиці.

На жаль, не існує, й не може бути надійного способу перевірки повноти морфологічного списку, про що свідчить і приклад самого Ф. Цвіккі. При морфологічному аналізі реактивних двигунів він не врахував, наприклад, ознаку швидкості згорання палива: у дозвуковому режимі закінчення струменя або в надзвуковому. А тим часом втіленням надзвукової швидкості згорання є прямоточний повітряно-реактивний двигун, який в даний час розглядають як одне з найбільш перспективних рішень. Крім того, виникають складності при виборі найбільш прийняттого рішення з великого числа можливих.

Недолік методу полягає в тому, що як для виявлення функцій, так і для пошуку прийнятних рішень потрібні знання базового рішення і структури проблеми, яку сам метод не розкриває. Наприклад, щоб удосконалити реактивний двигун, повинен бути відомий принцип реактивного руху.

Якнайкращі результати метод може дати при дослідженні обмежених областей пошуку, а не при вивченні погано визначених і нечітко сформульованих проблем. Вичерпний пошук для знаходження всіх наборів часткових рішень вимагає тривалого часу. Зазвичай пошук припиняють після знаходження кількох корисних комбінацій.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

У процесі заповнення морфологічної таблиці відносно кожної функції вирішують, чи необхідні альтернативні варіанти. Іноді деякі функціональні елементи не можна, чи нема сенсу замінювати альтернативними. Для таких функцій у морфологічній таблиці не передбачають окремих рядків (стовпців).

Морфологічну таблицю іноді доцільно будувати не на основі конкретного прототипу, а на основі узагальнення ряду прототипів, виділяючи в них характерні функціональні елементи і формулюючи для них узагальнені функції, які стають заголовками рядків (стовпців) морфологічної таблиці.

У морфологічну таблицю спочатку вносять елементи прототипу (перший альтернативний варіант). Потім записують можливі найцікавіші і найефективніші варіанти. При цьому можуть бути використані:

- власні знання і результати опитування фахівців;
- довідники й енциклопедії;
- словники технічних функцій;
- міжнародний класифікатор винаходів і патентні описи по рубриках, що цікавлять;
- каталоги виставок для пошуку технічних вирішень елементів, відповідних рівню кращих світових зразків.

При заповненні рядків (стовпців) альтернативними варіантами рекомендується використовувати метод мозкової атаки і метод евристичних прийомів. В останньому випадку для кожного елемента шукають покращені варіанти функціонування.

При заповненні кожного рядка (стовпця) необхідно розглянути також можливості комбінації альтернативних варіантів. Часто об'єднання двох і більше альтернативних варіантів дозволяє усунути якийсь недолік одного з варіантів або підсилити переваги варіантів.

Оцінимо число можливих варіантів технічних рішень (ТР), які можна синтезувати на основі морфологічної таблиці:

$$N = n_1 - n_2 - \dots - n_m, \quad (5.1)$$

де n_i , – число альтернативних варіантів в i -му рядку (стовпці);

m – число рядків (стовпців).

Методику застосування морфологічного аналізу розглянемо на прикладі вдосконалення щітки для чищення підлоги, килимів, доріжок і букле від різного сміття. За прототип візьмемо звичайну щітку, зображену на рис. 5.1. Вона складається з корпусу 1, в який вставлено живець 2 і до якого прикріплено щетинодержач 4 з щетиною 3.

До недоліків прототипу можна віднести:

- сміття, що змітається з одного місця, перемітається на інше, при цьому в повітря піднімається пил;

- відсутнє регулювання дерев'яного живця залежно від зросту людини, що користується щіткою;

- зберігається щітка в підвішеному стані (інакше відбувається залишкова деформація щетини), але в даній конструкції відсутні необхідні для цього елементи;

- низька продуктивність унаслідок того, що швидкість переміщення щетини дорівнює швидкості переміщення корпусу;

- неодноразове надмірно сильне притискання щітки до килима при роботі призводить до залишкової деформації щетини;

- складність здійснення найоптимальнішого руху робочого органу (оптимальний рух – плоскопаралельний; реальний – довільний).

Визначимо функції основних елементів щітки для чищення підлоги, килимів, доріжок і букле від різного сміття і зведемо їх в табл. 5.1.

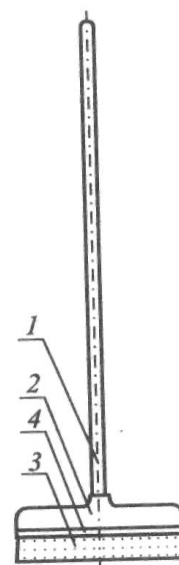


Рис. 5.1 Щітка для прибирання

Таблиця 5.1

Функції щітки

Елементи		Функції	
Позначення	Найменування	Позначення	Опис
A_1	живець	Φ'_1	Передача зусилля від рук на корпус
A_2	корпус	Φ'_2	З'єднання всіх частин щітки
		Φ''_2	Передавання зусилля на щетинодержач
A_3	щетина	Φ_3	Дія на сміття і відділення його від очищеної поверхні
A_4	щетинодержач	Φ'_4	Утримання щетини
		Φ''_4	З'єднання щетини і корпусу

Додатково введемо функції, відсутні в прототипі (див. недоліки прототипу): Φ_1'' – регулювання довжини ручки, Φ_2''' – утримання пилу щіткою, що піднімається при роботі, Φ_5 – недопущення деформації щетини при зберіганні, Φ_6 – тимчасове зберігання зметеного сміття, Φ_7 – переміщення щетиноотримача щодо корпусу, Φ_8 – обмеження деформації щетини при роботі.

У формулярі морфологічної таблиці функції Φ (див. табл. 5.2) краще розташовувати в такому порядку, щоб найбільш конструктивно зв'язані елементи A знаходилися, в міру можливості, в сусідніх рядках (горизонтальне розташування) або стовпцях (вертикальне розташування), наприклад, Φ_1' , Φ_1'' і Φ_5 ; Φ_2' , Φ_2'' , Φ_2''' і Φ_6 ; Φ_6 і Φ_4' , Φ_4'' ; Φ_4' , Φ_4'' і Φ_7 .

Вважатимемо, що принцип видалення сміття залишається незмінним, тобто функціональний елемент Φ_3 не має альтернатив, і в морфологічній таблиці не буде відповідного рядка.

За формулою (5.1) число можливих варіантів технічних рішень (ТР), які можна синтезувати на основі морфологічної таблиці:

$$N = 3 - 2 - 3 - 2 - 3 - 2 - 2 = 432.$$

Скоротимо безліч можливих варіантів ТР шляхом виключення якнайгірших елементів. До них відносять комбінації, що не реалізуються або несумісні, важко реалізовані і найдорожчі за витратами комбінації, а також комбінації, в найменшій мірі недоліки прототипу, що знімають, або поліпшуючі критерії якості тощо.

У початковій морфологічній таблиці (див. табл. 5.2) вибираємо два рядки (у нашому випадку), що мають найменше число альтернативних варіантів, наприклад другу і четверту, й утворюємо з них всі можливі парні комбінації (табл. 5.3). Вважаємо, що варіанти з підставкою A_5' відносяться до найгірших (конструкція достатньо висока і положення при зберіганні на підставці – нестійке), тому виключаємо їх з табл. 5.3.

Вибираємо наступний рядок із найменшою кількістю альтернатив – шосту. За допомогою варіантів цього рядка і допустимих комбінацій з табл. 5.3 утворюємо всі можливі комбінації (табл. 5.4). Вважаємо, що отримані комбінації рівноцінні, тому жодну з них не відносимо до найгірших і не виключаємо. Діючи аналогічно, перебираємо можливі комбінації для всіх рядків, що залишилися, і заповнюємо табл. 5.5... 5.8.

Вважаємо, що варіанти з обмежувачем A_8^1 , що ковзає по поверхні, відносяться до найгірших, і виключаємо їх з табл. 5.5 (на поверхні килима в місцях руху обмежувачів можуть залишатися смуги).

Морфологічна таблиця можливих функцій щіток

№ з\п	Функція	Альтернативні варіанти		
1	Φ_1', Φ_1''	A_1^1 – нерегульований живець, Φ_1'' – нереалізований	A_1^2 – телескопічна ручка–живець	A_1^3 – складена ручка– живець
2	Φ_5		A_5^1 – проушина на живцеві для підвішування	A_5^2 – підставка під корпус, що виключає контакт щетини з підлогою
3	$\Phi_2', \Phi_2'', \Phi_2'''$	A_2^1 – нерухоме з'єднання корпусу, живця і щетиноотримача, Φ_2''' – нереалізована	A_2^2 – корпус-кожух, що захищає зону, в якій працює щетина, сполучений з живцем шарнірно, з щетиноотримачем з можливістю переміщення щетини щодо корпусу	A_2^3 – корпус з приладом відсмоктування піднятого пилу з приводом, з'єднаним з живцем шарнірно, з щетино утримувачем з можливістю переміщення щетини відносно корпусу
4	Φ_6		A_6^1 – постійні ємкості	A_6^2 – разові ємкості
5	Φ_4', Φ_4''	A_4^1 – плоский щетиноотримач	A_4^2 – циліндричний щетиноутримувач (йорж)	A_4^3 – щетина на стрічці замкнута в кільце (гусениця)
6	Φ_7		A_7^1 – залежний від переміщення щітки привід	A_7^2 – незалежний від переміщення щітки привід
7	Φ_8		A_8^1 – обмежувач, що ковзає по поверхні	A_8^2 – обмежувач, що котиться по поверхні

Таблиця 5.3. Пошук оптимальних ТР

	A_5^1	A_5^2
A_6^1	$A_5^1 A_6^1$	$A_5^2 A_6^1$
A_6^2	$A_5^1 A_6^2$	$A_5^2 A_6^2$

Таблиця 5.4. Пошук оптимальних ТР

	$A_5^1 A_6^1$	$A_5^1 A_6^2$
A_7^1	$A_5^1 A_6^1 A_7^1$	$A_5^2 A_6^1 A_7^1$
A_7^2	$A_5^1 A_6^2 A_7^2$	$A_5^2 A_6^2 A_7^2$

Таблиця 5.5. Пошук оптимальних ТР

	$A_5^1 A_6^1 A_7^1$	$A_5^1 A_6^1 A_7^2$	$A_5^1 A_6^2 A_7^1$	$A_5^1 A_6^2 A_7^2$
A_8^1	$A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^1$	$A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^1$	$A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^1$	$A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^1$
A_8^2	$A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$

Вважаємо, що варіанти з нерегульованим живцем A_1^1 (див. недоліки прототипу) і складеною ручкою-живцем A_1^3 (невикористані частини складеної ручки-живця потрібно зберігати окремо, що незручно при експлуатації) відносяться до найгірших, і вилучаємо їх з табл. 5.6.

Таблиця 5.6. Пошук оптимальних ГР

	A_1^1	A_1^2	A_1^3
$A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_1^1 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_1^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_1^3 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$
$A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_1^1 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_1^2 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_1^3 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$
$A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_1^1 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_1^2 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_1^3 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$
$A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_1^1 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_1^2 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_1^3 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$

Варіанти з нерухомим з'єднанням корпусу, живця і щетинотримача A_2^1 несумісні з варіантами, що мають привід щетинотримача A_7^1 і A_7^2 , тому вилучаємо їх з табл. 5.7. Вважаємо, що інші варіанти з A_2^2 і A_2^3 рівноцінні, тому залишаємо їх.

Таблиця 5.7. Пошук оптимальних ГР

	A_2^1	A_2^2	A_2^3
$A_1^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_2^1 A_1^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$
$A_1^2 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_2^1 A_1^2 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$
$A_1^2 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_2^1 A_1^2 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$
$A_1^2 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_2^1 A_1^2 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$

Таблиця 5.8. Пошук оптимальних ГР

	A_4^1	A_4^2	A_4^3
$A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_4^1 A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_1^2 A_2^2 A_4^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_4^3 A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$
$A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_4^1 A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_1^2 A_2^2 A_4^2 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_4^3 A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$
$A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_4^1 A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_1^2 A_2^2 A_4^2 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_4^3 A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$
$A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_4^1 A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_1^2 A_2^2 A_4^2 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_4^3 A_1^2 A_2^2 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$
$A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_4^1 A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_1^2 A_2^3 A_4^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$	$A_4^3 A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$
$A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_4^1 A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_1^2 A_2^3 A_4^2 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$	$A_4^3 A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$
$A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_4^1 A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_1^2 A_2^3 A_4^2 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$	$A_4^3 A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^2 A_7^1 A_8^2$
$A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_4^1 A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_1^2 A_2^3 A_4^2 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$	$A_4^3 A_1^2 A_2^3 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$

Розглядаючи варіанти, що утворюються з різними щетинотримачами, вважаємо, що плоский щетинотримач A_4^1 несумісний з варіантами корпусу A_2^2 і A_2^3 , тому викреслюємо всі їх комбінації. Щетинотримач A_4^3 вважаємо складним у виготовленні, і крім того, при його роботі створюватиметься велике зусилля, що тягне, яке перешкодить роботі. Тому викреслюємо всі можливі комбінації з A_4^3 . Інші варіанти вважаємо рівноцінними і залишаємо їх.

Проведемо порівняльне оцінювання тих, що залишилися восьми (з 432 початкових) варіантів.

Перші два варіанти, вказані в стовпці A_4^2 , відрізняються один від одного типом привода щетинотримача, третій і четвертий варіанти від перших двох – наявністю змінних ємностей для сміття замість постійних. Подальші чотири варіанти від перших чотири відрізняються типом корпусу (з пристроєм для відсмоктування пилу). Вважаємо, що щітки з постійними і змінними ємностями – варіанти виконання одного і того ж виробу для споживачів, не охочих постійно одягати разові або звільняти від сміття постійні ємності відповідно.

Варіанти $A_2^1 A_2^2 A_4^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$ і $A_1^2 A_2^2 A_4^2 A_5^1 A_6^1 A_7^1 A_8^2$ – механічні щітки.

Варіанти $A_1^2 A_2^3 A_4^2 A_5^1 A_6^1 A_7^2 A_8^2$ і $A_1^2 A_2^3 A_4^2 A_5^1 A_6^2 A_7^2 A_8^2$ – електромеханічні щітки, що певною мірою подібні до пилососів. Відмінність – у способі видалення сміття (змітання замість усмоктування). Привід для всмоктування пилу, що утворюється при змітанні на порядок менш потужний, аніж у пилососа. Конкурентоспроможність таких виробів стосовно пилососів можна оцінити після порівняння кількості споживаної електроенергії і часу, необхідного для прибирання, при роботі в однакових умовах. У рамках даної роботи не проводитимемо це порівняння.

Решта варіантів – проміжні рішення. У них відсутній або незалежний привід на щітку, або привід для відсмоктування пилу, що утворюється при змітанні сміття. Ці варіанти можна вважати перехідними від механічної до електромеханічної щітки.

З економічної точки зору механічні та електромеханічні щітки відносяться до різних (за вартістю і контингенту можливих покупців) класів виробів. Прототип – недорогий виріб, тому остаточно вважаємо, що синтезована за допомогою морфологічного аналізу конструкція механічної щітки найбільш близька до прототипу в галузі застосування. Можлива конструкція такої щітки зображена на рис. 5.2.

Щітка механічна складається з корпусу 1 і встановлених у ньому постійних або змінних ємностей для сміття 4, щетинотримача зі щетиною 3, коліщаток залежного від переміщення щітки приводу 7 (вони ж забезпечують

притискування щетини до поверхні, що очищається, з постійним зусиллям), поворотної скоби 5, що забезпечує шарнірне з'єднання ручки-живця 2 з корпусом. Ручка-живець складається з двох частин, які можуть переміщуватися один відносно одного, і пристрою фіксації 8 їх взаємного розташування (наприклад, цангового типу). У верхній частині ручки розташована провалина для підвішування щітки під час зберігання.

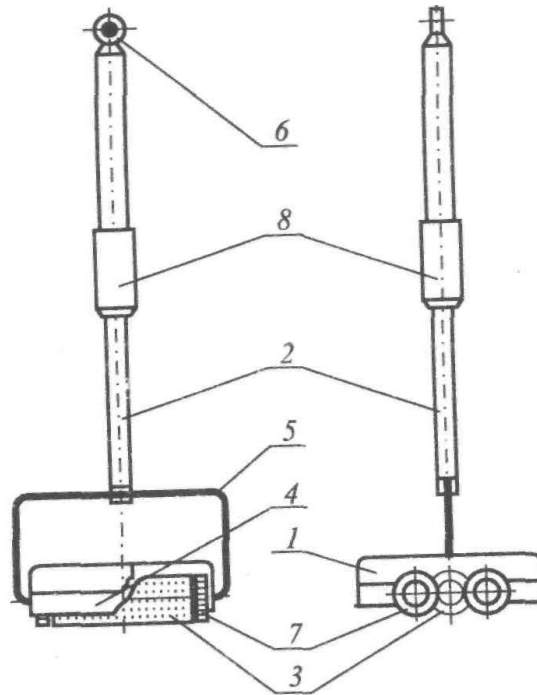


Рис. 5.2. Щітка механічна

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

Для виконання роботи на бригаду студентів (3...6 чоловік) видається один з варіантів завдань, наведених нижче. Необхідно за допомогою морфологічного аналізу синтезувати технічне рішення, в якому б були відсутні недоліки, вказані у варіантах завдань. Перелік недоліків можна змінити за узгодженням з викладачем.

Варіант № 1

Прототип – електрообігрівач-сушарка, призначений для додаткового обігріву житлових приміщень, сушіння дрібних речей, рушників, пелюшок, взуття (рис. 5.3). Коротка технічна характеристика прототипу:

- номінальна напруга, В – 220;
- номінальна потужність, Вт – 300;
- витрата електроенергії, кВт/год – 0,3;
- час розігрівання робочої поверхні до 70°C, хв., не більш – 30;
- маса, кг – 7.

Загальний вигляд електрообігрівача і його основні елементи зображені на рис. 5.3. Електрообігрівач складається з герметичного корпусу 4 і змійовика 8, заповнених рідким теплоносієм. У нижню частину корпусу вмонтовані нагрівач (на рисунку не показано), блок керування 1 та індикаторна лампочка 3. Нагрівач встановлюється на горизонтальну поверхню за допомогою ніжок 5, закріплених на корпусі гвинтами 2. До електромережі під'єднання проводиться вилкою з мережевим шнуром 7. Для просушування взуття на змійовик корпусу навішують рамки 6, на рамках розміщують взуття. В умовах доброї тепловіддачі ввімкнений в мережу електрообігрівач працює безперервно, при цьому температура робочої поверхні корпусу не перевищує 90°C. При вищій температурі корпусу спрацьовує встановлений в блоці керування термовимикач, який відключає електрообігрівач від мережі. Ввімкнення електрообігрівача після охолодження відбувається автоматично.

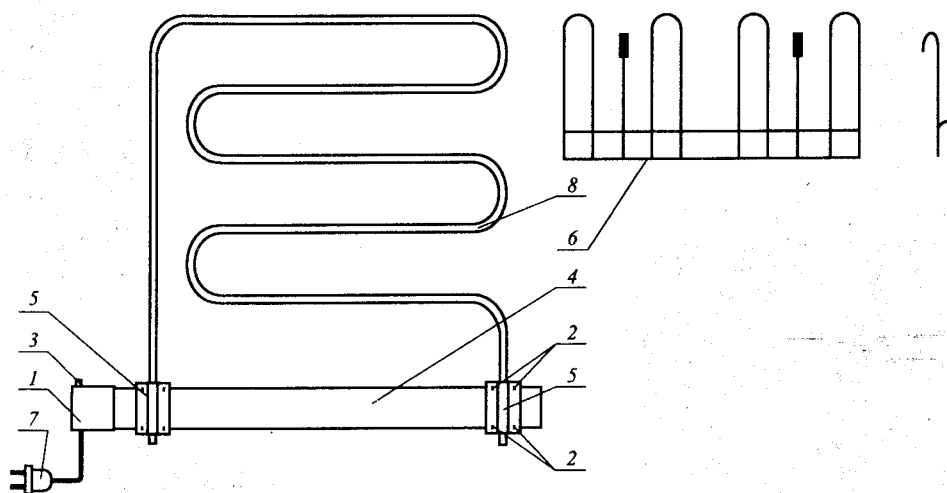


Рис. 5.3. Нагрівач-сушарка

До недоліків прототипу можна віднести:

- неефективне додаткове обігрівання приміщення унаслідок відносно невеликої площі теплопередавальної поверхні змійовика і корпусу;
- використання тільки природної конвекції, яка погіршується при використанні електрообігрівача для сушіння речей;
- неможливість регулювання потужності нагрівача залежно від температури повітря в приміщенні і його розмірів.

Варіант № 2

Прототип — велосипед дорожній, призначений для їзди дорогами різного типу і покриття (рис. 5.4). Коротка технічна характеристика прототипу:

- база (відстань між центрами коліс), мм – 1150;
- висота рами (відстань від центру каретки до верху підсідельної труби), мм – 560;
- розмір шин, мм – 40x622;
- втулка заднього колеса – гальмівна;
- сидло – шкіряне підпружинне;
- загальне максимальне навантаження, кг – 110;
- навантаження на багажник, кг – 15;
- маса (без приладдя і додаткового устаткування), кг, не більше – 16.

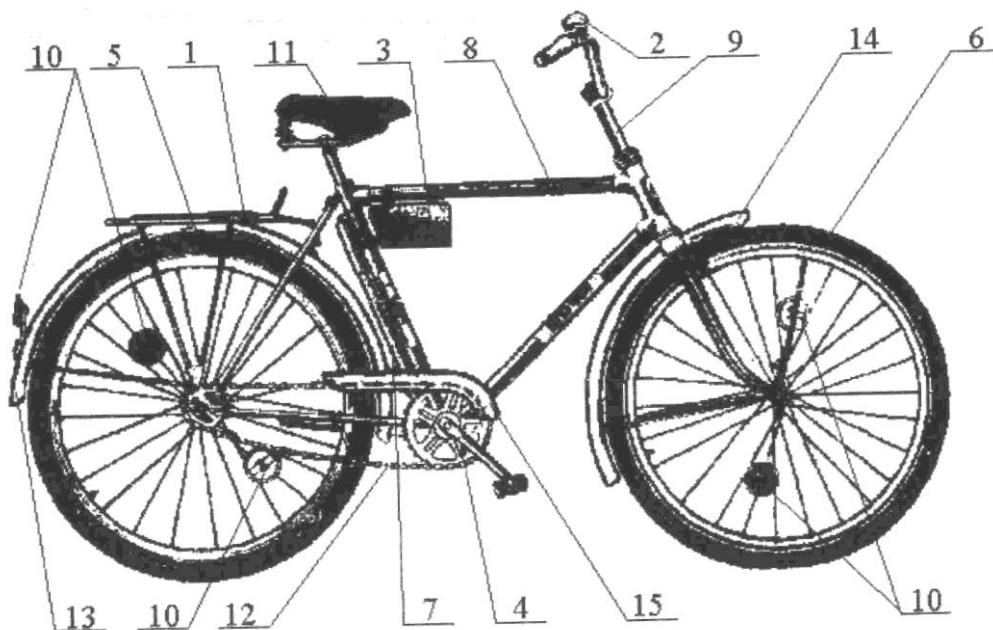


Рис. 5.4. Велосипед дорожній

Загальний вигляд велосипеда дорожнього зображено на рис. 5.4. Він складається з рами 8, на яку встановлені переднє 6 і заднє 5 колеса зі щитками відповідно 14 і 13, кермова колонка 9 і сидло 11. На щиток задній і обидва колеса встановлено світловідбивачі 10. Для перевезення вантажів над заднім колесом передбачено багажник 1. Привід велосипеда педальний. Педалі і приводна зірочка розташовані на валу каретки 4. Привід заднього колеса здійснюється ланцюговою передачею 12, закритою щитком 15. Велосипед оснащений інструментальною сумкою 3, дзвінком 2 і насосом велосипедним 7.

До недоліків прототипу можна віднести:

- велику масу;
- великий займаний об'єм, що утрудняє перевезення в громадському транспорті й зберігання в умовах міської квартири;

- неможливість зміни зусилля, що подається до педалей (шляхом зміни передавального відношення ланцюгової передачі), залежно від дорожніх умов і фізичних даних велосипедиста;
- складну конструкцію коліс з великим числом спиць (у передньому 32 і в задньому 36), що призводить до великої трудомісткості складання і подальшого обслуговування;
- великий знос ланцюга і обох зірочок у відкритій ланцюговій передачі, не захищеній від пилу і бруду;
- можливість створення аварійної ситуації і псування одягу в результаті потрапляння її в ланцюгову передачу, захищену щитком лише наполовину довжини верхньої гілки ланцюга;
- надмірно жорстку конструкцію сидла, що викликає незручності при тривалих поїздах.

Варіант № 3

Прототип – м'ясорубка побутова, призначена для виготовлення м'ясного і рибного фаршу, а також з пристосуванням – комплектом профільних решіток і конусної насадки – для виготовлення печива і ковбас у домашніх умовах (рис. 5.5). Коротка технічна характеристика прототипу:

- продуктивність, кг/ч, не менше – 30;
- діаметр отворів у решітках, мм – 5,7;
- маса, кг – 1,35.

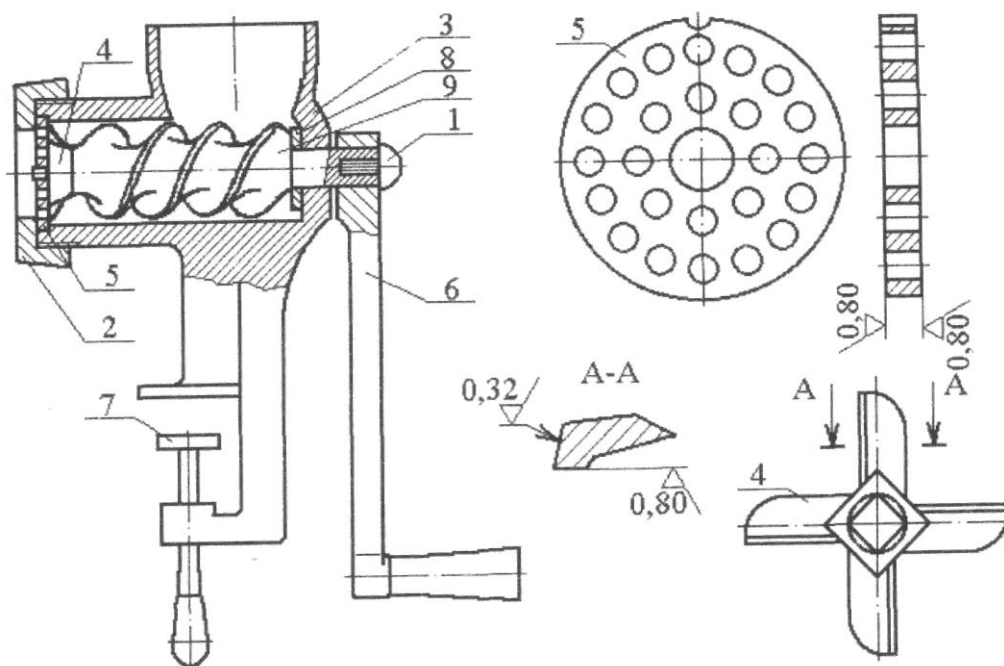


Рис. 5.5. М'ясорубка побутова

М'ясорубка побутова (рис. 5.5) складається з корпусу 3, в якому обертається шнек 9, гайки наживної 2, ножа 4, грати 5, рукоятки 6, яка утримується на кінці шнека гвинтом 1, шайби 8. М'ясорубка закріплюється на столі спеціальним гвинтом 7.

Недоліки прототипу:

- подавання м'яса рукою створює небезпеку травмування пальців;
- унаслідок невеликого коефіцієнта тертя між опорною частиною корпусу і поверхнею столу практично не вдається надійно закріпити м'ясорубку на столі, крім того, металеві опорні частини корпусу і гвинта пошкоджують стіл;
- різальні леза ножа і решіток, виготовлених з вуглецевої сталі, швидко тупляться, особливо, якщо м'ясорубка залишається немитою певний час;
- працювати тривалий час із використанням м'ясорубки, навіть якщо не потрібно забезпечити вказану в технічній характеристиці продуктивність, може людина, що володіє певними фізичними даними;
- конструкція ножа з гладкими різальними кромками сприяє тому, що м'ясо ковзає уздовж них, м'ясорубка не ріже, а мнє м'ясо, сполучні тканини і сухожилля намотуються на ножі.

Варіант № 4

Прототип – насос автомобільний, призначений для наповнення стислим повітрям автомобільних шин (рис. 5.6). Коротка технічна характеристика прототипу:

- хід штока, мм – 405;
- об'єм повітря, що потрапляє в циліндр при переміщенні поршня від крайнього нижнього до крайнього верхнього положення, дм³ – 0,39;
- максимальний створюваний тиск (при прикладенні до рукоятки зусилля 200 Н), МПа – 0,208;
- довжина шлангу, м – 0,6;
- маса, кг – 1,5.

Насос автомобільний (рис. 5.6) складається з циліндра 9 з привареною до нього підставкою 5. Усередині циліндра знаходиться поршень, що складається з шайб 10, 11 і шкіряної манжети 4, сполучених між собою на шийці штока 14 гайкою 16. З іншого боку на штоку розташована рукоятка 7. Зверху циліндр закритий кришкою 3. Між кришкою і поршнем на штоку розташована пружина 6, що обмежує підйом поршня і запобігає його удару об кришку. У бобишку на нижній частині циліндра укручений корпус клапана 2, в якому знаходиться кулька 12. Корпус клапана з'єднується з штуцером 15 гумовотканинним шлангом 13, що утримується двома хомутами 8. До вентиля автошини насос приєднується наживною гайкою 1. При русі рукоятки зі штоком і поршнем

вгору повітря через отвір у верхній частині циліндра потрапляє в надпоршневий простір. Притиснувши (за рахунок атмосферного тиску) манжету до шайби 11, повітря проходить через щілину, що утворилася між циліндром і манжетою, в підпоршневий простір. Кульковий клапан при цьому закритий.

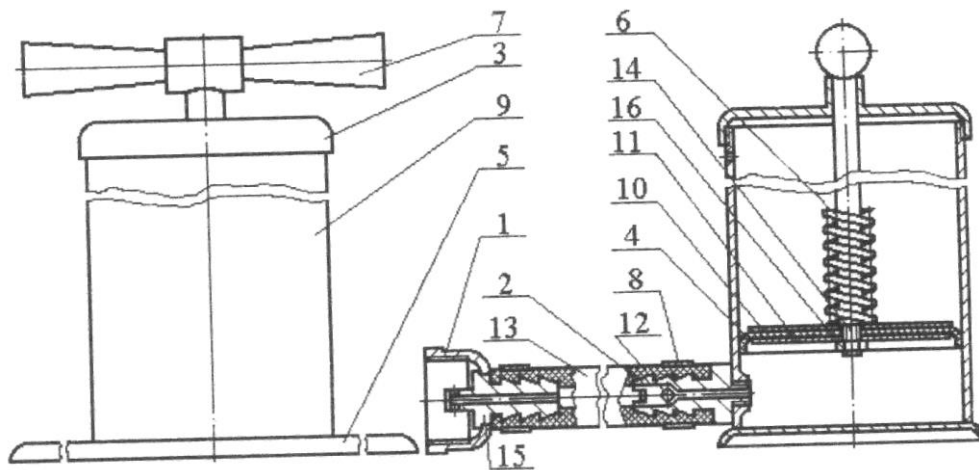


Рис. 5.6. Насос автомобільний

До недоліків прототипу можна віднести:

- неможливість контролю тиску повітря в процесі нагнітання його в шину;
- незручне приєднання насоса до вентиля (потрібно наворачувати наживну гайку);
- при перервах у використанні шкіряна манжета огрубіває і насос перестає працювати (немає щільного прилягання манжети до циліндра);
- необхідність створення значних фізичних зусиль для наповнення стисненим повітрям автошин, що особливо мають великий внутрішній об'єм і якщо потрібно створити тиск понад 0,2 МПа.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Отримати завдання.
2. Вивчити, що підлягає вирішенню завдання, обговоривши під керівництвом викладача недоліки прототипу.
3. Виділити набір морфологічних ознак (функцій).
4. Знайти кілька можливих технічних рішень за кожною морфологічною ознакою.
5. Скласти морфологічну таблицю.

6. Оцінити число можливих технічних рішень і за необхідності скоротити кількість альтернативних варіантів у стовпцях (рядках) і кількість стовпців (рядків) шляхом виключення якнайгірших комбінацій елементів.
7. Вибрати найефективніші варіантів технічного рішення.
8. Оформити попередній ескіз технічного рішення, охарактеризувати його.
9. Скласти звіт з практичної роботи.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Опис проблемної ситуації, запропонованої в завданні.
2. Морфологічна таблиця.
3. Опис вибору найефективнішого технічного рішення.
4. Ескіз синтезованих технічних рішень (окремих елементів ТР), їх характеристика.
5. Висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Коли і ким був розроблений метод морфологічного аналізу?
2. У чому полягає суть методу морфологічного ящика?
3. Виконання яких етапів передбачає метод?
4. Яке призначення методу морфологічного аналізу?
6. У чому складність вибору морфологічних ознак (функцій) і які вимоги пред'являються до них?
7. Як визначити кількість можливих варіантів технічних рішень?
8. Які проблеми виникають при виборі часткових рішень по морфологічній таблиці?
9. Як можна зменшити кількість варіантів технічних рішень, що підлягають розгляду?
10. У чому переваги й недоліки методу морфологічного аналізу при синтезі технічного рішення?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Джонс Дж.К. Методы проектирования / Пер. с англ. – 2-е изд., доп. – Мир, 1986. – 326 с.
2. Кане М.М. Методы повышения эффективности инженерного творчества: Учеб. пособие. – Минск: БГПА, 1998. – 120 с.
3. Одрин В.М. Метод морфологического анализа технических систем: Курс лекций. – М.: ВНИИПИ, 1989. – 312 с.
4. Чус А.В., Данченко В.Н. Основы технического творчества: Учеб. пособие. – Киев-Донецк: Вища школа, 1983. – 184 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

Тема: ПОБУДОВА КОНСТРУКТИВНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТУ

Мета: практичне засвоєння методики аналізу функцій технічного об'єкту, ієрархічна супідрядність технічних об'єктів, побудова конструктивної функціональної структури технічного об'єкту.

Робота розрахована на чотири академічні години.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Створення і випуск виробів на рівні кращих світових зразків вимагають поглибленого вивчення конструкції та структури технічних об'єктів, які потрібно удосконалити. При такому вивченні насамперед необхідно зрозуміти й уточнити таке:

- які функції виконує кожен елемент технічного об'єкту і як елементи функціонально пов'язані між собою;
- які фізичні операції (перетворення) виконує кожен елемент і як вони взаємопов'язані між собою;
- на основі яких фізико-технічних ефектів працює кожен елемент технічного об'єкту і як вони взаємопов'язані між собою.

При з'ясуванні цих питань з'являється чітке і цілісне уявлення про пристрій технічного об'єкту, який потрібно удосконалити, з функціональної і фізичної точок зору. Без такого уявлення важко займатися пошуком найбільш ефективного нового технічного рішення.

Технічним об'єктом (ТО) називають створений людиною або автоматом реально існуючий (що існував) пристрій, призначений для задоволення певної потреби. До ТО можна віднести окремі машини, апарати, прилади, ручні знаряддя праці, одяг, будівлі, споруди і т.п. пристрої, що виконують певну функцію (операцію) з перетворення об'єктів живої і неживої природи, енергії або інформаційних сигналів. До ТО також відносять будь-які з елементів (агрегат, блок, вузол, деталь), з яких складаються машини, апарати і так далі, а також будь-який з комплексів взаємопов'язаних машин, апаратів, приладів. Це може бути технологічна лінія, цех, завод і т.п.

Існує ієрархічна супідрядність ТО різних рівнів. Наприклад, машини або верстати є елементами технологічної лінії або цеху. Верстати складаються з вузлів і деталей, тобто майже у будь-якого ТО існує надсистема (інший ТО), в яку він функціонально включається або входить як окремий елемент.

Будь-який ТО (окрім неподільних елементів) можна бути поділити на кілька укрупнених функціональних елементів, кожен з яких повинен мати мінімальну кількість (не менше однієї) певних функцій. Такий поділ зазвичай відповідає сталому в інженерній практиці конструктивному поділу на агрегати, блоки, вузли, деталі, частки деталей і неподільні елементи.

Вузлом ТО називають безліч конструктивно пов'язаних деталей, що в сукупності виконують хоча б одну функцію із забезпечення роботою інших елементів ТО, який розглядають або самого ТО.

Деталлю ТО називається окреме тіло з однорідного матеріалу, має безліч певних форм і що виконує хоча б одну функцію із забезпечення роботи інших елементів ТО або самого ТО.

Деталі можуть бути виконані з твердих, пружних, пластичних, рідких або газоподібних матеріалів. Наприклад, гумова камера, повітря і деталі ніпельного вузла в колесі автомобіля, полум'я газового пальника і т.д.

Неподільним елементом називають деталь (або частку деталі) з мінімальною кількістю функцій (не менше однієї) із забезпечення роботи інших елементів, при будь-якому поділу якої з'являються елементи, що не мають самостійної функції або з однаковими функціями. Наприклад, кулька в підшипнику, конусна загострена частина цвяха, рідина в гідроциліндрі.

Функція (потреба) – це загальноприйнятий і короткий опис на природній мові призначення ТО або цілі його створення (існування). Відмінність між потребою і функцією полягає в тому, що поняття потреба завжди пов'язане з людиною або автоматом, які ставлять завдання реалізації потреби і виконують проектування відповідного ТО і його виготовляють. Поняття функції ТО завжди пов'язане з ТО, що реалізовує цю потребу. Описи функції ТО і потреби тотожні. В описі потреби користуються віддієслівним іменником, а функції – дієсловом.

Опис функції ТО повинен містити таку інформацію:

- дія, вироблена ТО, який розглядають, що приводить до бажаного результату;
- об'єкт (об'єкти), на який направлена ця дія;
- особливі умови й обмеження, за яких виконується дія.

При описування функції завжди мають на увазі клас ТО, якому повинен відповідати цей опис. В свою чергу, широта класу ТО залежить від вирішуваних конкретних завдань, в яких використовується опис функції. Наприклад, при інженерному прогнозуванні зазвичай мають на увазі досить широкий клас, при проектуванні – значно вузьчий, а при пошуку несправностей – клас конкретних однакових ТО.

В цілому описувати функції необхідно конкретно, коротко і просто, не прагнути включати технічне завдання на проектування, яке, окрім функції ТО, повинен містити ще й список спеціальних вимог. Крім того, на точність і, відповідно, однозначність описування функції істотно впливають синонімічні слова і вирази.

Кожен ТО перебуває в певній взаємодії з навколишнім середовищем (НС). Для конкретного ТО в якості НС можуть виступати його надсистема, об'єкти неживої і живої природи та інші ТО, які знаходяться у функціональній або вимушеній взаємодії з розглядуваним і справляють помітний вплив на його проектно-конструкторське рішення.

Взаємодія ТО і НС може відбуватися по кількох каналах зв'язку, які легко поділити на дві групи.

Перша група містить потоки речовини, енергії і сигналів, передані від навколишнього середовища до ТО:

- функціонально зумовлені вхідні впливи (вхідні потоки у фізичній операції);
- вимушені вхідні впливи (температура, вологість, пил і т.д.).

Друга група – це потоки, які передаються від ТО навколишньому середовищу:

- функціонально зумовлені вихідні впливи (вихідні потоки у фізичній операції);
- вимушені вихідні впливи (забруднення води, землі і повітря, струми СВЧ тощо).

Елементи ТО мають певні функціональні зв'язки один з одним, які утворюють конструктивну функціональну структуру ТО. Вона являє собою орієнтований граф, вершинами якого є найменування елементів, а ребрами – функції елементів.

Побудова конструктивної функціональної структури ТО ґрунтується на гіпотезі про відповідність між функцією і структурою ТО, яка має своє формулювання.

Кожен елемент ТО або його конструктивна ознака мають хоча б одну функцію із забезпечення реалізації функції ТО, тобто виключення елемента або ознаки приводить до погіршення якого-небудь показника ТО або припинення виконання ним своєї функції. Сукупність усіх таких відповідностей в ТО являє собою функціональну структуру у вигляді орієнтованого графа, який відображає системну цілісність ТО і відповідність між його функцією і структурою (конструкцією) [1].

Основна суть гіпотези про закон відповідності структури і функцій ТО полягає в тому, що в правильно спроектованому ТО кожен елемент, від складних вузлів до простих деталей, і кожна конструктивна ознака мають цілком певну функцію (призначення) із забезпечення роботи ТО. У зв'язку з цим у правильно спроектованих ТО немає зайвих деталей. Ця суть відповідності між функцією і структурою лежить в основі всієї пізнавальної діяльності, пов'язаної з аналізом і вивченням існуючих ТО і всієї проектно-конструкторської діяльності зі створення нових ТО.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Поділ ТО на елементи і описування їх функцій. В основу аналізу функцій ТО і побудови конструктивної функціональної структури покладено принцип виділення і розгляду структур з дворівневою ієрархією, тобто будь-який ТО можна поділити на кілька елементів, кожен з яких має цілком певну функцію (функції) із забезпечення роботи ТО або його елементів. При цьому розглядуваний ТО є верхнім рівнем, а виділені функціональні елементи – нижній. Якщо потрібно продовжити (поглибити) аналіз, то кожен з виділених елементів нижнього рівня розглядають як самостійний ТО, який також можна поділити на кілька функціональних елементів, і т. д. Об'єднання таких структур з дворівневою ієрархією дозволяє отримати багаторівневу ієрархічну структуру. Але багаторівневі структури виходять складними, їх важко розглядати, тому інженер при вивченні, аналізі й синтезі ТО зазвичай виділяє і розглядає дворівневі структури, переходячи по горизонталі або вертикалі від однієї структури до іншої.

Глибина багаторівневого поділу ТО на елементи зазвичай визначається характером вирішування проектно-конструкторського завдання або завданням вивчення ТО. Граничний детальний поділ ТО можливий для неподільних (у функціональному сенсі) елементів. Одночасно з поділом ТО на елементи виділяють об'єкти навколишнього середовища (НС), з якими розглядуваний ТО перебуває у функціональній або вимушеній взаємодії і які істотно впливають на конструкцію ТО. Насамперед, до НС відносять об'єкти, що сприймають дію ТО. До об'єктів ОС також можна відносити енергію, яку підводять, керуючі сигнали, об'єкти, на які діють відпрацьовані речовини, несприятливі випромінювання та інші дії, що істотно впливають на конструкцію ТО, і т. д.

Серед виділених елементів ТО при проектно-конструкторських розробках особливу увагу найчастіше звертають на основні елементи (або первинні, початкові елементи), які можна виділити у більшості ТО. До основних елементів відносять робочі органи та інші елементи, які безпосередньо взаємодіють з предметом оброблення й іншими об'єктами навколишнього

середовища (НС). При виділенні основних елементів і відповідних їм об'єктів НС рекомендується мати на увазі такі властивості:

– функція основних елементів, як правило, співпадає з функцією ТО або вирішальною мірою залежить від функції ТО;

– об'єкти НС для основних елементів, як правило, співпадають з об'єктами, на які направлена дія ТО.

Основним елементам привласнюють позначення E_0 (якщо їх кілька, то $E_{01}, E_{02}, \dots, E_{0n}$). Решті елементів першого рівня привласнюють позначення E_1, E_2, \dots, E_n . Елементи другого рівня, отримані в результаті поділу основних елементів першого рівня E_0, E_1 і т.д., позначають відповідно $E_{0-1}, E_{0-2}, \dots, E_{01-1}, E_{01-2}, \dots$. Елементи другого рівня, отримані в результаті поділу будь-якого елемента першого рівня E_i , позначають $E_{i-1}, E_{i-2}, \dots, E_{i-k}$.

Функціональні елементи третього і подальших рівнів виділяють аналогічно другому рівню. При цьому в позначеннях елементів число номерів нижніх індексів співпадатиме з номером рівня функціональних елементів. Наприклад, для третього рівня матимемо E_{i-k-1} .

Об'єкти навколишнього середовища (НС), з якими взаємодіють ТО і його елементи, позначають через V_1, V_2, \dots, V_n . При описуванні функцій елементів доцільно в дужках дублювати позначення об'єктів НС і елементів ТО, які беруть участь в описуванні функції. Самі функції елементів будь-якого рівня позначають буквами $\Phi_0, \Phi_{01}, \Phi_2, \Phi_{0-1}, \Phi_{0-2}, \Phi_{01-1}, \Phi_{01-2}, \Phi_{1-1}, \Phi_{1-2}, \dots, \Phi_{i-k-1}$, (індекси відповідають індексам у позначенні відповідного елемента). Якщо який-небудь елемент має кілька функцій, то їх відповідно позначають через $\Phi_0', \Phi_0'', \Phi_2', \Phi_2'', \Phi_{1-1}', \Phi_{1-1}''$.

Результати поділу ТО на елементи й описи їх функцій оформляють в одній таблиці аналізу функцій. Оскільки результати поділу ТО на елементи і описи функцій елементів оформляють в одній таблиці, то їх доцільно виконувати одночасно. В таблиці аналізу функцій на кожному рівні ієрархії елементи нумерують у такому порядку, щоб в міру можливості при описуванні функцій нових елементів робити посилання на вже описані. При складанні таблиці особливу увагу потрібно приділити найбільш правильному формулюванню функцій елементів як при описуванні їх вмісту, так і при віднесенні їх до певних елементів. При описуванні функцій елемента, який розглядають ТО вказують мінімальне число його функцій; найчастіше елемент має лише одну основну функцію. Можна вказати такі характерні ознаки основної функції:

– у виконанні основної функції зазвичай бере участь увесь елемент, який розглядають, а не його окремі частини;

– основна функція зазвичай направлена на забезпечення роботи елементів вищестоящих рівнів і часто елементу, при поділі якого був отриманий даний елемент;

До основних функцій не відносять:

– функції окремих частин елементу, що забезпечують виконання його основної функції; ці функції описують на нижчих рівнях ієрархії;

– функції, що забезпечують роботу елементів на нижніх рівнях ієрархії (якщо це не єдина функція елементу, який розглядають).

– Більше однієї основної функції буває у випадках, коли елемент, який розглядають поєднує виконання кількох функцій, але:

– важко чітко виділити окремі частини елементу, що виконують окремі функції;

– за умовою вирішуваного завдання не проводять подальшого поділу даного елементу;

– ці функції рівноцінні і важко віддати якій-небудь з них перевагу.

При описуванні функцій елементів ТО інколи виникає дилема, коли функція даного елементу, здавалося б, одночасно полягає в забезпеченні роботи вищестоящих за ієрархією елементів і елементів, що стоять на одному рівні ієрархії з тим, який розглядають. У таких випадках функція полягає в забезпеченні роботи лише вищестоящих елементів, поряд з якими можуть бути й елементи одного рівня.

Правильний (однозначний) поділ ТО на елементи і встановлення їх функцій є однією з найважливіших і важкоформалізованих операцій в аналізі функцій ТО. Тому на додаток до викладеної методики корисно також керуватися «правилом виключення». Суть цього правила полягає в тому, що стосовно до даного вузла або деталі ставиться запитання: якщо виключити цей вузол (деталь), то які негативні наслідки з'являться в роботі інших елементів або самого ТО? Дії щодо запобігання виявлених негативних наслідків зазвичай за змістом є функцією вузла, який розглядається, або деталі. Винятково це правило можна використовувати і для розділення деталей на неподільні елементи. Для цього стосовно будь-якої точки деталі ставлять запитання: якщо виключити матеріал в деякому околі біля точки, яка розглядається, то які можуть з'явитися негативні наслідки в роботі деталі та інших елементів, включаючи сам ТО? Після встановлення функції точкового околу останню розширюють до тих пір, поки зберігається змістовний смисл наслідку – функції.

Побудова конструктивної функціональної структури ТО.

Функціональна структура (ФС) являє собою орієнтований граф функціональної взаємодії її елементів і об'єктів навколишнього середовища (НС).

При побудові ФС спочатку змальовують вершини графа. У верхньому горизонтальному ряді розташовують вершини – об'єкти НС; нижче, в другому ряду, розташовують вершини – функціональні елементи першого рівня; у третьому ряду – вершини – елементи другого рівня і так далі до нижнього рівня функціонального поділу ТО. У вершинах, що є овалами або прямокутниками, вказують позначення й найменування об'єктів НС й елементів (відповідно до таблиці аналізу функцій ТО) або тільки позначення об'єктів НС і елементів ТО.

Після цього будують направлені ребра графа. Ребра виходять з вершин – елементів, функції яких вони описують, і закінчуються у вершинах – елементах, роботу яких вони забезпечують, або у вершинах – об'єктах НС, з якими взаємодіють вершини – елементи, що є вершинами ребра. Вершини, в яких закінчуються ребра – функції, вказані в описі функції (в дужках).

Граф ФС, як правило, має ребра 2-х типів. Перший тип – прості ребра, що починаються в одній вершині і закінчуються в іншій єдиній вершині. Ребра другого типу описують функції елементів, які забезпечують взаємодію між іншими кількома елементами й об'єктами НС. Такі ребра мають один вихід і кілька входів, сполучених між собою И – вершиною, тобто вони починаються в одній вершині-елементі і через абстрактну И – вершину закінчуються в двох і більше вершинах-елементах (об'єктах НС).

Усім ребрам на графі привласнюють позначення, які співпадають і з позначеннями відповідних функцій елементів.

При побудові графа має значення порядок розташування вершин-елементів у межах одного рівня. Рекомендується так розташовувати вершини, щоб число перетинів ребер було мінімальним.

У функціональній структурі ТО через частий збіг функції ТО (або елемента) і їх основних елементів не поодинокі випадки тотожного збігу функцій елементів двох і більше сусідніх рівнів. При цьому нижчі елементи є результатом конструктивного ділення вищих. У таких випадках для спрощення графа і виділення елементів з однаковими функціями останні сполучають хвилястою лінією, на якій пишуть тотожність функцій, наприклад, $\Phi = \Phi_{0-1}$. Але хвилясту лінію можна замінити і ребром-функцією (у вказаному прикладі Φ_{0-1} , яке закінчуватиметься в тих же вершинах, що і функція Φ_0). Якщо при тотожності функцій біля вищестоящого елемента всього одна функція, то тотожність функцій уздовж хвилястої лінії можна не вказувати.

Можливі й інші випадки тотожного збігу функцій елементів. Наприклад, елементи з'єднання, в яких буває симетрична однакова функція. В цих випадках функцію другого (по порядку походження) елементу також можна позначити хвилястою лінією.

Для складних ТО, які складаються з великої кількості вузлів і деталей, ФС виходять вельми громіздкими і важко оглядовими. В таких випадках рекомендується проводити декомпозицію функціональної структури, розбиваючи її на окремі фрагменти. При цьому таблицю результатів аналізу функцій можна робити єдиною. На першому фрагменті рекомендується зображати ФС, наприклад, до третього рівня розбиття, а кожен елемент третього рівня розглядувати як самостійний ТО (іди з нумерацією елементів і функцій, що продовжується, або з новою нумерацією, починаючи від $E_0 = \Phi_0$). Для нижніх елементів першого фрагмента робиться самостійний фрагмент функціональної структури з виділенням своїх об'єктів НС, що включають також елементи даного початкового ТО.

Приклад аналізу функцій ТО. Проілюструємо методику аналізу функцій на прикладі електричного ліхтарика. Результати аналізу функцій ліхтарика наведено в табл. 6.1. Для скорочення місця не всі його елементи розділені до деталей або неподільних елементів. Конструктивна функціональна структура електричного ліхтарика зображена на рис. 6.1.

Таблиця 6.1

Аналіз функцій електричного ліхтарика. Функція електричного ліхтарика:
направлене освітлення навколишнього середовища (V)

Елемент		Функція	
Позначення	Найменування	Позначення	Опис
1	2	3	4
E_0	лампочка	Φ_0	Освітлює навколишнє середовище (V).
E_1	джерело живлення	Φ_1	Забезпечує електричною енергією лампочку (E_0)
E_2	вузол корпусу	Φ_2	Забезпечує роботу лампочки E_0 і джерела живлення E_1
E_{2-1}	різьбове гніздо	Φ_{2-1}'	Сполучає лампочку (E_0) з проводами (E_{2-2})
		Φ_{2-1}''	Кріпить лампочку (E_0) до корпусу (E_{2-5})
E_{2-2}	проводи	Φ_{2-2}	Передають електричну енергію від джерела живлення (E_1) до цоколя (E_{2-1})

1	2	3	4
E_{2-3}	вимикач	Φ_{2-3}	Керує подачею електричної енергії від джерела живлення (E_1) до лампочки (E_0)
E_{2-4}	відбивач	Φ_{2-4}	Концентрує світловий потік лампочки (E_0) на предметах (V)
E_{2-5}	корпус	Φ_{2-5}	Жорстко взаємно сполучає різьбове гніздо (E_{2-1}) відбивач (E_{2-4}), джерело живлення (E_1) і вимикач (E_{2-3})
E_{2-6}	захисне скло	Φ_{2-6}	Оберігає лампочку E_0 від пошкоджень

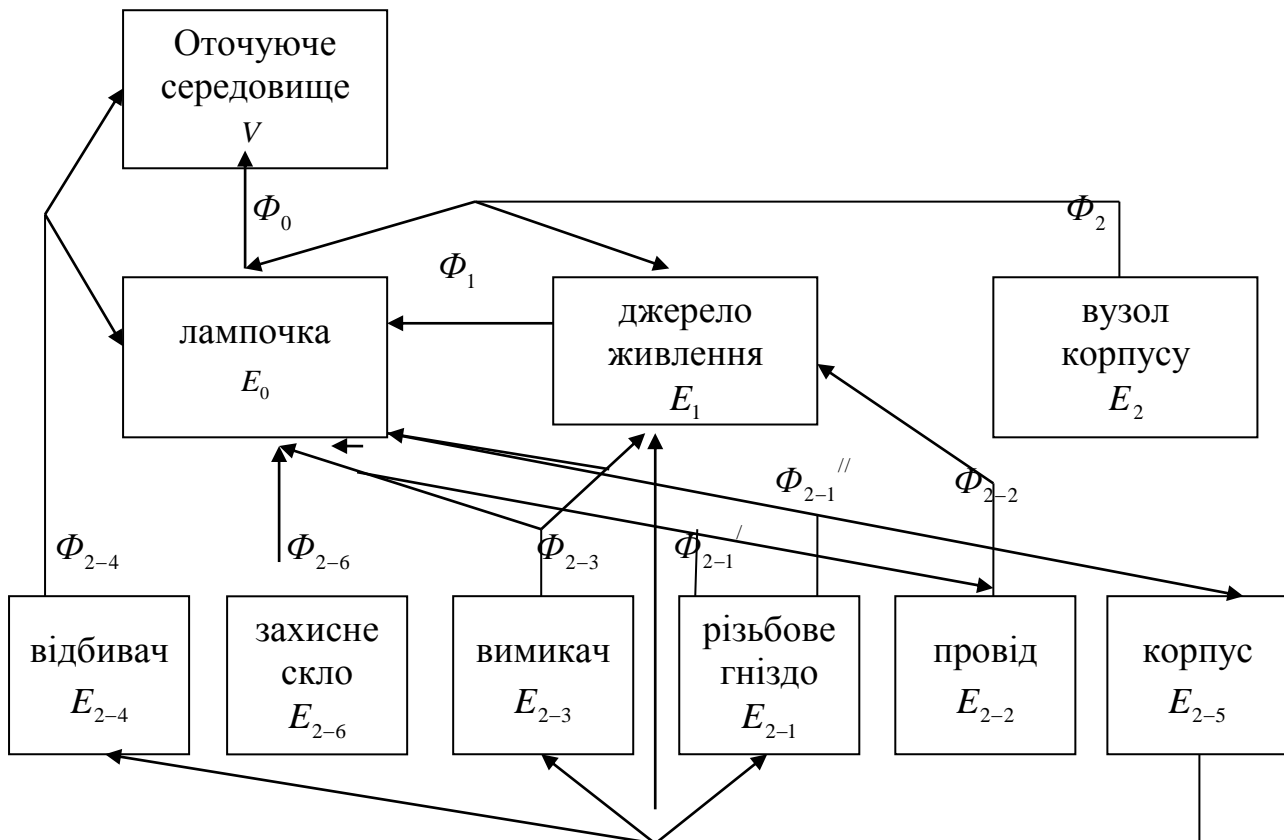


Рис. 6. Конструктивна функціональна структура електричного ліхтарика

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

Варіант 1

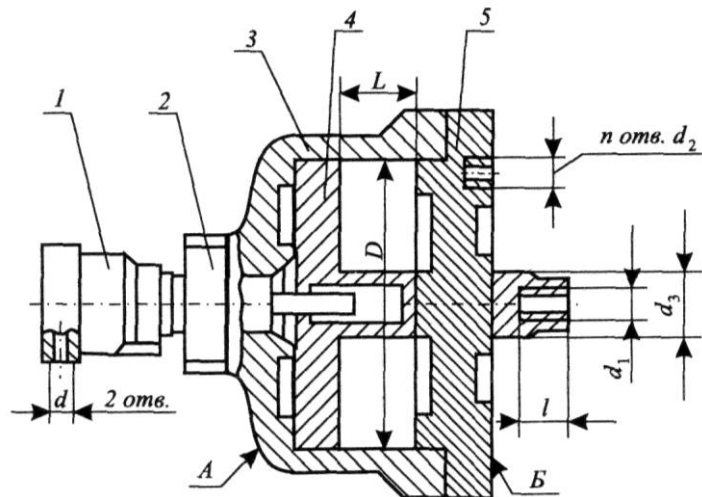
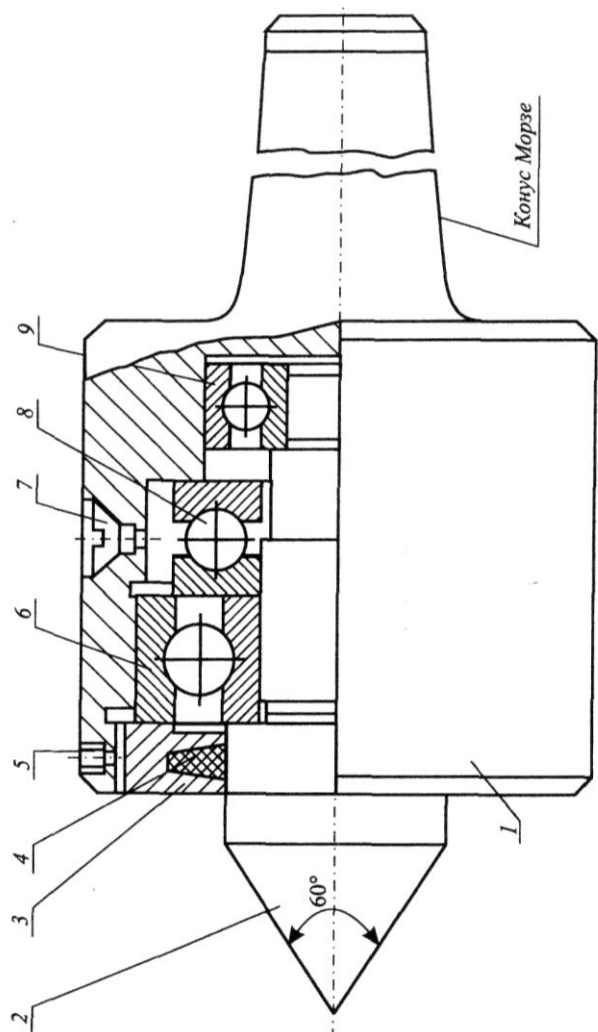


Рис. 6.2. Пневмоциліндр одинарний, що обертається, з повітропідвідною муфтою: 1 – повітропідвідна муфта; 2 – запобіжний пристрій; 3 – корпус; 4 – поршень зі штоком; 5 – кришка

Варіант 2

Рис. 6.3. Центр обертаючий з конусом Морзе 2 або 3:1 – корпус;
 2 – шпindel; 3 – гайка;
 4 – кільце повстяне;
 5 – гвинт стопорний;
 6 – підшипник радіальний; 7 – гвинт;
 8 – підшипник упорний;
 9 – підшипник радіальний



Варіант 3

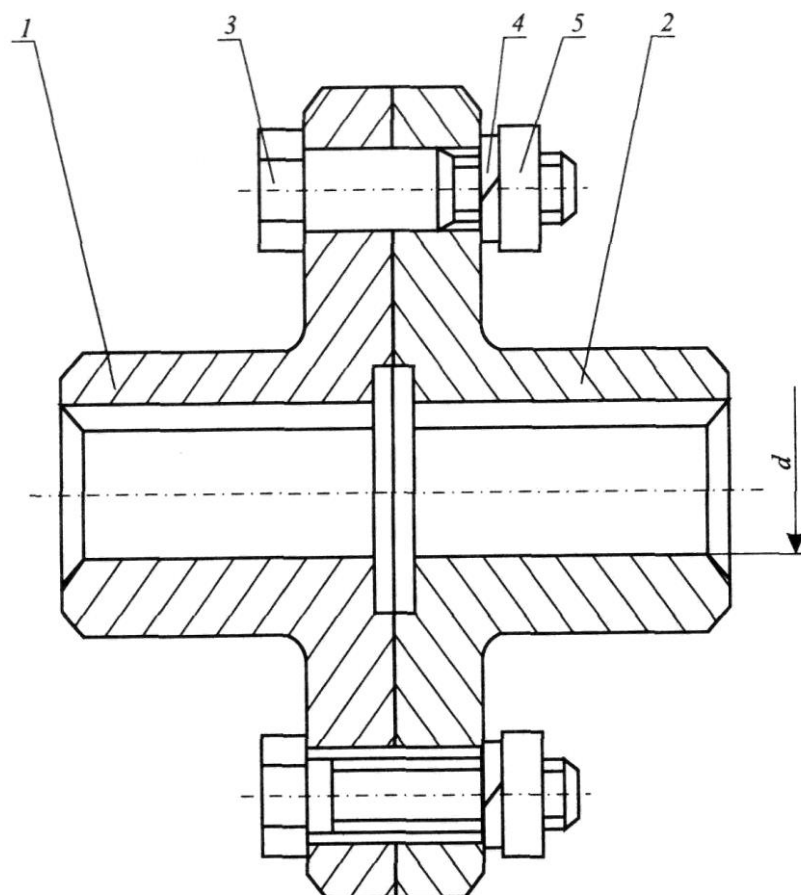


Рис. 6.4. Муфта фланцева: 1 – півмуфта ліва; 2 – півмуфта права;
3 – болт; 4 – шайба пружинна; 5 – гайка

Варіант 4

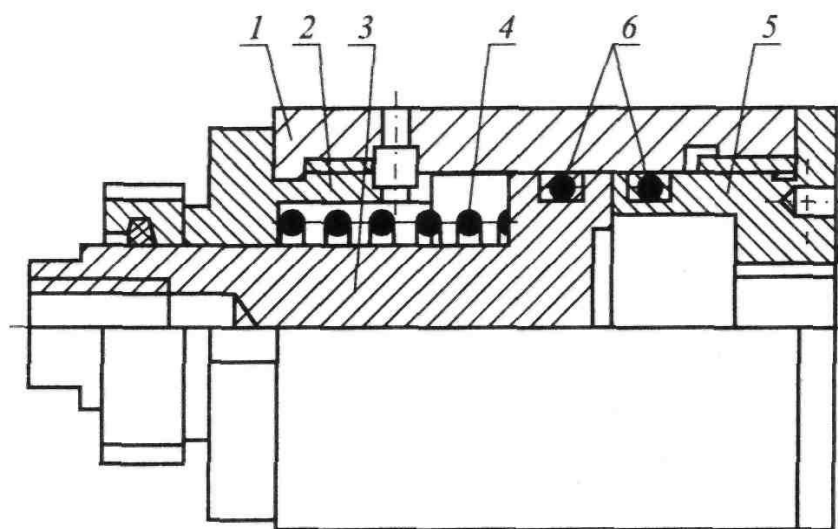


Рис. 6.5. Гідроциліндр однобічної дії з суцільним штоком:
1 – корпус; 2 – кришка передня; 3 – поршень; 4 – пружина;
5 – кришка задня; 6 – кільце гумове (2)

Варіант 5

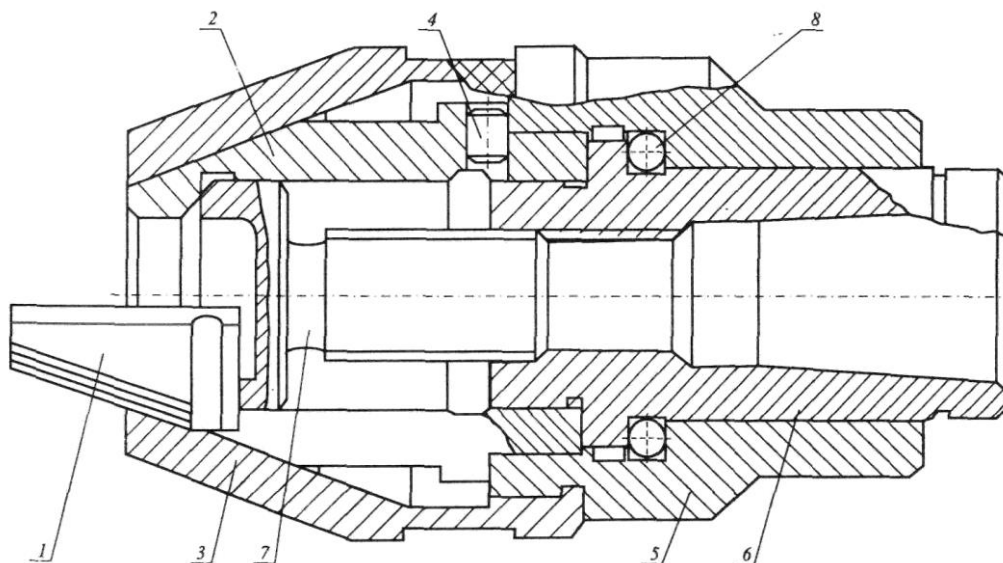


Рис. 6.6. Патрон свердлильний безключевий: 1 – кулачки (3); 2 – обойма; 3 – гайка; 4 – штифт; 5 – втулка; 6 – корпус; 7 – головка з лівою різьбою; 8 – кульки

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Отримати завдання (видає викладач).
2. Поділити технічний об'єкт (ТО) на елементи.
3. Описати функції елементів ТО.
4. Заповнити таблицю аналізу функцій ТО.
5. Побудувати конструктивну функціональну структуру ТО.
6. Скласти звіт.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що називають технічним об'єктом (ТО)?
2. Що називають неподільним елементом?
3. Що називають функцією ТО або його елементу?
4. Що включає опис ТО?
5. Що являє собою конструктивна функціональна структура ТО?
6. На якій гіпотезі ґрунтується побудова конструктивної функціональної структури ТО?
7. Який принцип покладений в основу аналізу функцій ТО і побудови його конструктивної функціональної структури?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества / А.И. Половинкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 364 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

Тема: ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНОГО АНАЛІЗУ

Мета: Набуття практичних навиків та засвоєння методики оптимізації технологічних процесів і машинобудівних конструкцій на основі теорії функціонально – вартісного аналізу. Робота розрахована на чотири академічні години.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МЕТОД ФУНКЦІОНАЛЬНО- ВАРТІСНОГО АНАЛІЗУ

Будь-яка конструкція виконує своє функціональне призначення за допомогою елементів, які утворюють її структуру. Крім того, поряд із корисними об'єкт (конструкція) виконує, як правило, і зайві функції. А це означає, що в об'єкті є елементи, які виконують зайві, а також побічні, шкідливі, неочевидні або приховані функції, і те, що на виготовлення цих елементів були витрачені зайві кошти.

Методику функціонально-вартісного аналізу можна розглядати як прогресивний метод оптимізації конструкції та зниження вартості будь-якого об'єкту, зокрема, і машинобудівних конструкцій і технологічних процесів у машинобудуванні. В умовах сучасного інтенсивного розвитку машинобудівної галузі спостерігається тенденція до зростання кількості додаткових функцій технічних об'єктів, підвищення їх складності.

Удосконалювання методів виробничої діяльності фахівців інженерної служби припускає збільшення частки критеріального вибору рішень замість вольових і випадкових.

В останнє десятиліття при проектуванні виробничих систем, пошуку раціональних форм організації виробництва широко використовують функціонально-вартісний аналіз (ФВА). Він поєднує різні методи оптимізації й вибору рішень на основі системного дослідження структури функцій об'єктів, зіставлення корисності й вартості їх реалізації. Мета аналізу – забезпечення корисності системи при мінімально можливих сукупних витратах.

У процесі розвитку ФВА було розроблено процедури не тільки аналізу, але й синтезу раціональних рішень. Сформувалася методологія функціонально-вартісного проектування (ФВП), яку можна використати в практичній діяльності інженерної служби.

ФВА й ФВП базуються на функціонально-структурному підході, за якого об'єкт або систему розглядають як сукупність виконуваних функцій. Далі проводять пошуки кращого принципу реалізації функцій. При вдосконаленні технічних і виробничих систем функціональний підхід не зв'язує уява ЛПР (особа, що приймає рішення) предметним втіленням функції й відкриває можливості для прийняття принципово нових ефективних рішень.

Приклад 1. Розглянемо формулювання завдання при предметному й функціональному підходах.

ПРЕДМЕТНИЙ ПІДХІД. Удосконалити сівалку СЗТ-3.

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД. Удосконалити процес перерозподілу для посіву насіння трав зі зниженою нормою висіву до 5 кг/га.

У першому випадку область пошуку рішень обмежена конкретною сівалкою, у другому – задається лише функція, яку варто вдосконалити, а не її конкретне втілення. Це дозволяє розглянути і нетрадиційні способи реалізації функції, наприклад, робочі органи тукових сівалок відцентрового типу, вентиляторного з повітряним потоком, що розсіює, та ін. Рішення приймають на основі співставлення корисності функції в тому або іншому виконанні (наприклад, продуктивності, якості) і витрат, необхідних на її реалізацію.

Таким чином, функціональний підхід дозволяє на етапі формування вихідних варіантів абстрагуватися від наявних рішень для того, щоб на етапі прийняття вибрати найефективніший варіант.

При проведенні ФВА важливо чітко визначити й класифікувати функції системи. З великого переліку різновидів функцій виділимо лише найістотніші для проведення ФВА.

Функція – це форма прояву властивостей системи, що реалізується за допомогою перетворення за певних умов вхідних впливів у вихідні результати. Функцію легко сформулювати у вигляді відповіді на запитання: «Що повинен робити об'єкт (елемент)?»

Зовнішня функція реалізується системою (елементом) при взаємодії із зовнішнім середовищем, внутрішня – при взаємодії усередині системи.

Основна функція – це зовнішня функція, що відображає мету й призначення існування системи.

Основна функція – внутрішня функція, що забезпечує реалізацію споживчих якостей об'єкту, його функціональну придатність. Розрізняють основні функції прийому (введення), передачі, перетворення, зберігання, видачі речовини, енергії або інформації.

Допоміжна функція сприяє реалізації основних і також є внутрішньою.

Приклад 2. Для зернової сівалки як технічної системи основною функцією є розподіл насіння по площі відповідно до агротехнічних вимог.

Основними будуть функції транспортування насінного матеріалу й добрив, дозування подачі в розподільну систему. Допоміжними – сполучні, несучі, приводні й інші.

Для аналізу технічних або виробничих систем необхідно розрізнити корисні, надлишкові, «марні» й шкідливі функції. Це дуже важливо, тому що раціоналізація виробництва припускає оптимізацію структури функцій і мінімізацію витрат на їх реалізацію. Крім того, необхідно вміти кількісно оцінити корисність системи й значущість окремих функцій.

Корисність характеризує споживчі якості системи, ступінь виконання нею свого функціонального призначення. Для технічних засобів, виробничих систем корисність – це, насамперед, показники, що характеризують основну функцію (показники призначення). Спочатку доцільно дати формулювання значущості системи, після чого обґрунтувати її кількісну характеристику.

Приклад 3. Для сільськогосподарської техніки корисність може бути визначена як експлуатаційна продуктивність при високій пристосованості до природно-виробничих умов. Експлуатаційна продуктивність w_{ek} містить у собі показники надійності й технологічності. Її кількісне вираження не викликає утруднень. Пристосованість до технологій і умов можна оцінити коефіцієнтом функціональних можливостей

$$K_{\phi} = n_{\phi} / n_{n\phi},$$

де K_{ϕ} – коефіцієнт функціональних можливостей;

n_{ϕ} – число зовнішніх функцій, які в стані виконати дана система;

$n_{n\phi}$ – число потенційно необхідних функцій.

Коефіцієнт функціональних можливостей технічних засобів відображає рівень їх універсальності, пристосувань до технологій, схем організації виробничого процесу й природних умов (показник гнучкості). Величина цього коефіцієнта впливає на річну зайнятість машини (річний виробіток). Отже, узагальнений показник корисності машинно-тракторних агрегатів P_A можна записати у вигляді

$$P_A = f(W_{ek}, K_{\phi}).$$

Корисність технології можна виразити через кінцеві результати й коефіцієнт енергетичної ефективності.

Корисність має виражені системні властивості, тому що відображає суспільну потребу в конкретних умовах. Варто враховувати, що ті ж функції в одних умовах (зоні) можуть бути необхідні, в інших – зайві. Нестабільна й значущість окремих зовнішніх функцій. Однак вигляд узагальненого показника корисності для однотипних систем звичайно зберігається.

Сукупні витрати при проведенні ФВА враховують, як правило, всі етапи системи (проекування, виготовлення, експлуатація, утилізація). Стосовно завдань машиновикористання, витрати на всіх попередніх етапах входять до балансової вартості техніки. Частка експлуатаційних витрат найбільш значна й може перевищувати балансову вартість у десятки разів.

Приклад 4. Для автомобілів за весь термін служби експлуатаційні витрати перевищують балансову вартість у понад 30 разів.

Зниження експлуатаційних витрат – важливе народногосподарське завдання. Найпоширеніше грошове вираження витрат, однак у багатьох випадках більше інформативних може бути вираження сукупних затрат в енергетичних одиницях. При цьому використовуються енергетичні еквіваленти урожаю, техніки, технологічних матеріалів, витрат праці й ін. Залежно від цілей ФВА можливий також аналіз приватних витрат (паливне, технологічні матеріали, час та ін.).

Таким чином, при проведенні ФВА важливо розмежувати показники корисності й витрат, вивести відповідні приватні й узагальнені критерії для наступного аналізу системи й ухвалення раціонального рішення. Таке розмежування має ряд переваг. По-перше, узагальнюючі критерії є однорідними; корисність відображає функціональні властивості, витрати – вартісні. По-друге, полегшується побудова узагальнюючих критеріїв, тому що й корисність, і витрати володіють адитивними властивостями (підсумовуються).

Однак виникає проблема прийняття рішень за двома узагальнюючими критеріями. У зв'язку із цим уважається правильна постановка мети ФВА в одному із двох варіантів: при заданій корисності системи мінімізувати сукупні витрати (найпоширеніший варіант); при заданих сукупних витратах досягти максимуму корисності. При такому формулюванні мети один із критеріїв виступає як обмеження й завдання зводиться до однокритеріального.

Зазвичай виділяють 7 етапів проведення ФВА: підготовчий, інформаційний, аналітичний, творчий, дослідницький, рекомендаційний та етап упровадження.

Підготовчий етап включає вибір об'єкту аналізу, формування робочої групи ФВА, постановку загальних цілей аналізу.

Інформаційний етап складається з підготовки, систематизації й аналізу інформації, необхідної для досягнення загальних цілей ФВА. У цей період здійснюють формулювання корисності й витрат, розробляють дерево цілей ФВА, задають приватні й узагальнені критерії та процедури прийняття рішень.

Аналітичний етап передбачає проведення структурного й функціонального аналізу, побудови структурної (СМ) і функціональної (ФМ) моделей системи, або сполученої (СФМ). За результатами функціонального аналізу виявляють відсутні й зайві функції, неузгодженість їх характеристик,

наприклад, продуктивності окремих ланок технологічного процесу. Проводять аналіз витрат на виконання окремих функцій, будують функціонально-вартісні діаграми (ФВД), виявляють невідповідність між значущістю функції й витратами на її реалізацію. На цьому етапі формулюють завдання усунення протиріч і невідповідностей.

Творчий етап спрямований на пошук ефективних рішень, що дозволяють усунути виявлені протиріччя й невідповідності. На цьому етапі використовують методи активізації творчого процесу для знаходження можливих варіантів вирішення поставлених завдань, формують вихідну множину альтернатив (ВМА) для вибору найкращої з них. Тут можливе використання оптимізаційних методів, а також сполучення різних методів прийняття рішень.

Дослідницький етап передбачає всебічне оцінювання ВМА або одного варіанта за приватними і узагальненими критеріями, а також відповідними їх вимогами і обмеженнями.

На цьому етапі ухвалюють рішення й розраховують ефект від невпровадження.

Рекомендаційний етап включає розроблення заходів для реалізації ухвалених рішень із вказівкою виконавців і термінів, а також заходів для стимулювання робіт.

Таблиця 7.1

Аналіз системи «об'єкт – ціль»

Об'єкт	Ціль
Машинно-тракторний парк	Забезпечити необхідний рівень своєчасності всієї сукупності робіт з мінімальними витратами
Технологія оброблення сільськогосподарських культур	Досягнення запланованого урожаю при мінімальних експлуатаційних витратах.
Виробничий процес, технологічна операція	Досягнення необхідного виробництва при мінімальних приведених витратах.
Виробничий об'єкт (зона, робоче місце)	Варіант 1. Забезпечення необхідної пропускної здатності при мінімальних наведених витратах Варіант 2. При заданому рівні витрат підвищити пропускну властивість об'єкту.
Технічний засіб	Забезпечити необхідні функціональні можливості при мінімальних грошових витратах
Організація робіт	Забезпечити виконання заданого обсягу робіт при мінімальних витратах робочого часу.

Етап упровадження – це безпосередня реалізація рекомендацій ФВА відповідно до розроблених планів. Приклади постановки завдань ФВА наведено в таблиці.

Слід зазначити, що можливі різні варіанти цілей ФВА. При раціоналізації структури й складу МТП можна домагатися зниження витрат праці, а при вдосконаленні технології – сукупних затрат непоновлюваної енергії або підвищення коефіцієнта енергетичної ефективності. Можлива також постановка неповних завдань, у яких кінцева мета передбачає усунення функціональних диспропорцій і невідповідностей.

Приклад 5. Аналіз функціональної моделі процесу захисту рослин методом обприскування дозволяє виявити відсутні функції (ϕ_{10} – попередня підготовка хімікатів; ϕ_6 і ϕ_8 – відбір і видача порції хімікатів), що негативно позначається на якості робіт і охороні праці.

Укрупнену блок-схему проведення ФВА відносно завдань експлуатації МТП зображено на рис.7.1. Вона дозволяє впорядкувати організацію робіт. Важливо кожен крок алгоритму провести на сучасному методичному рівні.

При обґрунтуванні дерева цілей і критеріїв використовують різні прийоми. Слід лише зазначити, що при проведенні ФВА бажано чітко розмежування критеріїв корисності й витрат з триманням на верхньому рівні ієрархії двох узагальнених критеріїв.

Для побудови й аналізу функціональних моделей широко використовують метод FAST. Аналіз протиріч і виявлення резервів варто здійснювати на основі системного дослідження, побудови причинно-наслідкових ланцюжків і матриць взаємозв'язків.

Специфічною процедурою ФВА є побудова функціонально-вартісних діаграм (ФВД), які дозволяють визначити ступінь відповідності між корисністю або значущістю функцій і витратами на їх реалізацію (рис. 2). Для зовнішніх функцій оцінюють корисність, а для внутрішніх – значущість, тобто роль функцій нижче вказаного рівня функціональної моделі в реалізації функцій вищевказаного рівня. Кількісно значущість функції може бути виражена в балах або відносних одиницях. При цьому суму балів по всіх функціях приймають такою що дорівнює 100, а при оцінюванні у відносних одиницях – 1. Відносні витрати визначають за формулою

$$S_i = (C_i / C_0) \cdot 100 \text{ або } S_i = C_i / C_0 ,$$

де S_i – відносні витрати;

C_i – витрати на реалізацію i -ї функції;

C_0 – загальні витрати.

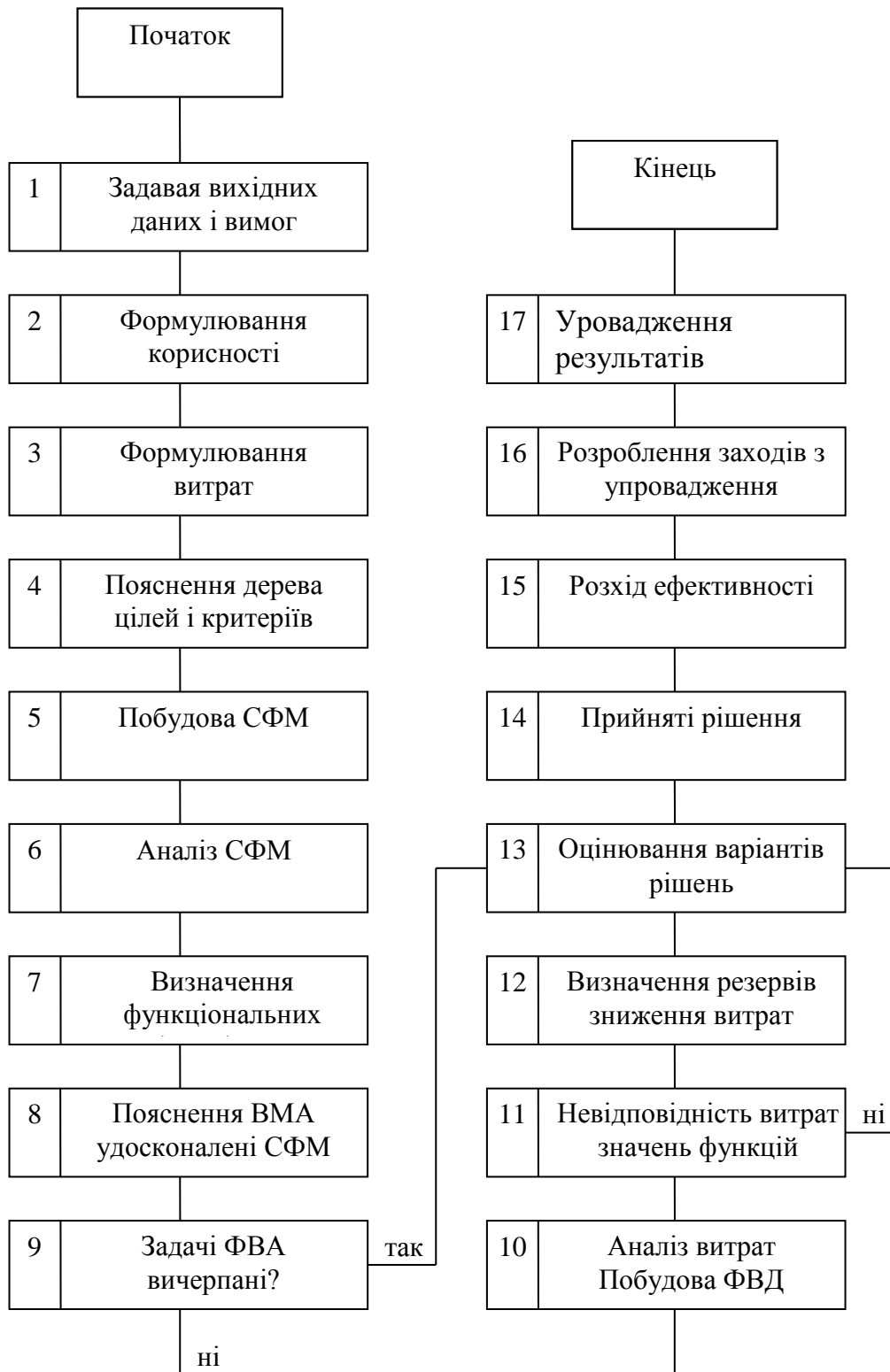


Рис. 7.1. Укрупнена блок-схема проведення функціонально-вартісного аналізу

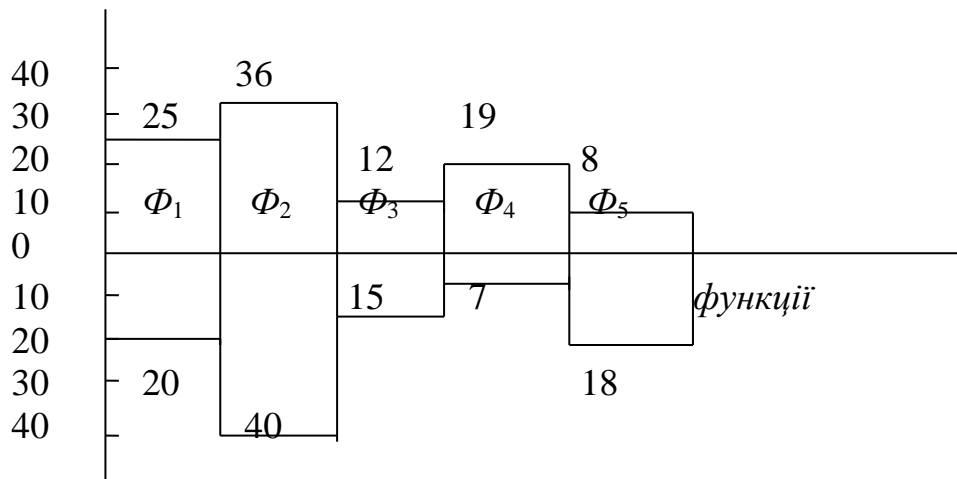


Рис. 7.2. Функціонально-вартісна діаграма

При побудові ФВД зовнішніх функцій корисність і витрати можуть бути виражені як у відносних, так і в абсолютних одиницях.

Оцінювання витрат на одиницю корисності дозволяє визначити їх величину й виявляти зони з неблагополучним співвідношенням S_i/P_i . Такими вважаються функції, для яких $S_i/P_i > 1$ при оцінюванні корисності й витрат у відносних одиницях.

Виявлені невідповідності в структурі функцій, а також між корисністю й витратами дозволяють конкретизувати завдання творчого етапу ФВА.

Ретельне проведення аналітичного етапу ФВА дозволяє виявити й оцінити резерви досконалого виробництва, які в сфері машинобудування досить значні. Проведення ФВА переслідує, як правило, довготермінові цілі діючого виробництва, які необхідно погодити із загальними цілями розвитку господарства. Оцінювання резервів – найважливіша умова раціоналізації виробництва.

3. Приклад застосування методики функціонально-вартісного аналізу для дослідження конструкції закупорювального засобу для дозованого аерозолю.

Схема конструкції закупорювального засобу для дозованого аерозолю зображена на рис. 7.3.

Методика застосування функціонально – вартісного аналізу (ФВА) для дослідження конструкції така (рис. 7.4).

Декомпозицію функцій, які виконуються розглядуваним об'єктом, представимо таким чином (рис. 7.5).

Службова функція виробу представлена як дерево простих технологічних функцій (г). Декомпозицію проводимо до отримання простих елементарних тільки прості елементарні функції (г) останнього рівня декомпозиції.

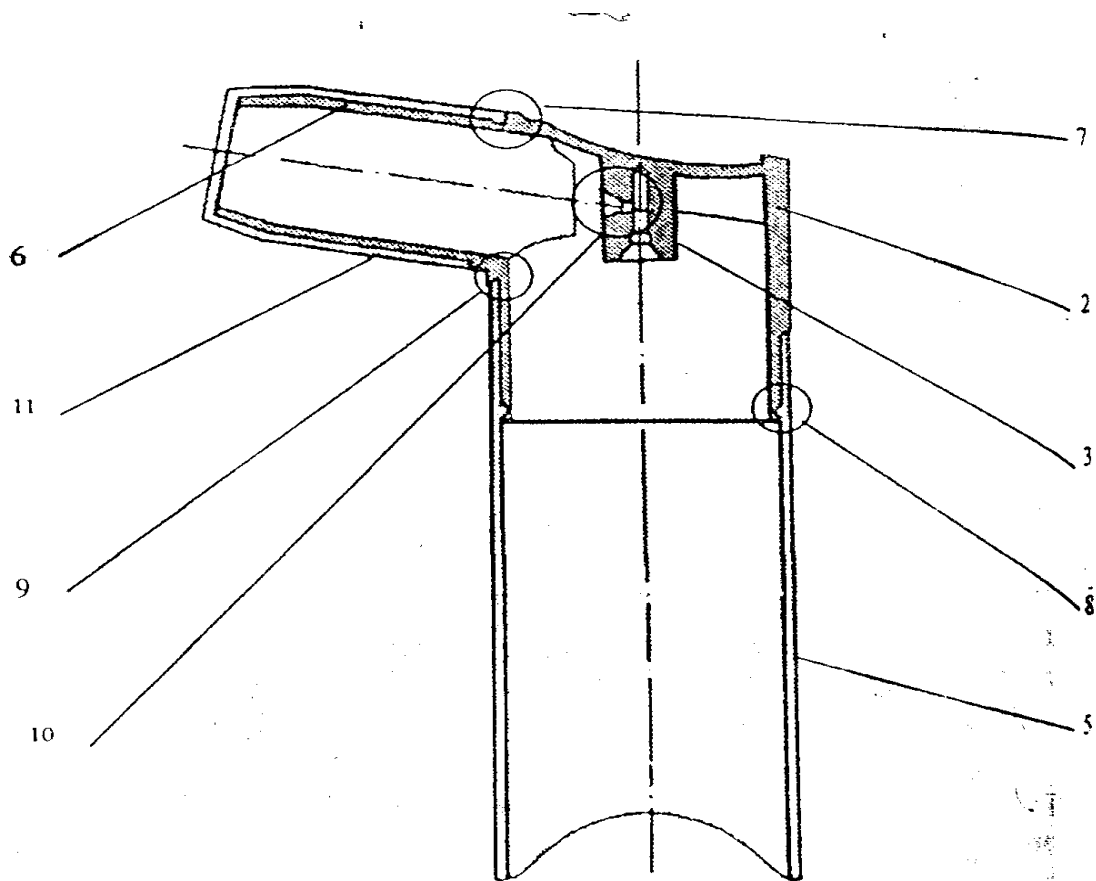


Рис. 7.3. Схема закупорювального засобу для дозованого аерозолі:
 1 – ковпачок; 2 – корпус кришки; 3 – розпилювач; 4 – сопло розпилювача;
 5 – напрямний кожух; 6 – направляюча потоку; 7 – фіксатор 1; 8 – фіксатор 2;
 9 – фіксатор 3

Перехід від функціонального описування виробу до його елементарної структури є найменш формалізованим етапом. Цей перехід ускладнюється тим, що кожній функціональній структурі виробу відповідатиме багато варіантів елементарної структури виробу, оскільки можливі різні співвідношення між простими функціями та елементами, які їх реалізують.

Побудуємо функціонально-елементну модель досліджуваного об'єкту. Для цього проаналізуємо спочатку елементний склад закупорювального засобу флакона з дозованим аерозолем. Кодифікацію елементів за рівнями моделі представимо у вигляді таблиці.

Функціонально – елементну схему досліджуваного об'єкту подано у вигляді таблиці (табл. 7.2).

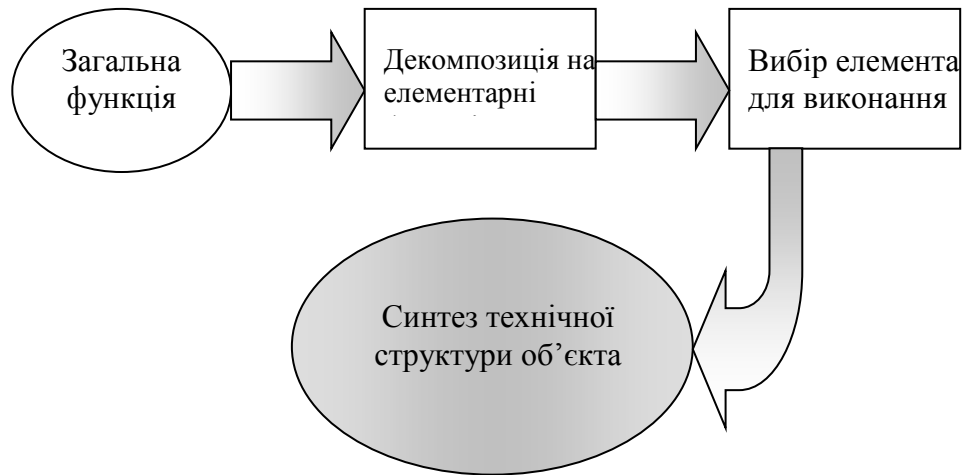


Рис. 7.4. Методика застосування ФВА при моделюванні пакування

Під час розгляду закупорювальних засобів з точки зору багатofункціональності вирішують питання: "Які функції вважати суттєвими? Які методи застосовні для визначення ступеня важливості кожної функції досліджуваного об'єкту?" Тут з успіхом можна застосовувати відомі формалізовані методи, які дають змогу об'єктивно відібрати суттєві функції. Вони ґрунтуються на опитуванні фахівців та статистичному опрацюванні результатів з наступним визначенням коефіцієнта конкордації та побудовою діаграми рангів функцій за ступенем суттєвості [2].

Результати опитування експертів за пропозицією розташувати функції в порядку важливості зведені в табл. 7.4, де зазначаємо місце кожної функції. Кодифікація функцій, які повинен виконувати закупорювальний засіб для флакона з дозованим аерозолем, наведена в табл. 3. Такий перелік був показаний для перегляду шістьом експертам з пропозицією розташувати функції в порядку зменшення ступеня їх важливості.

Для кожної функції обчислюємо суму балів:

$$t_j = \sum_{i=1}^m a_{ji},$$

де m – кількість фахівців.

Далі визначаємо середню суму рангів:

$$\Delta_j = t_j - T,$$

а також їх різницю:

$$T = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_j,$$

де n – кількість функцій.

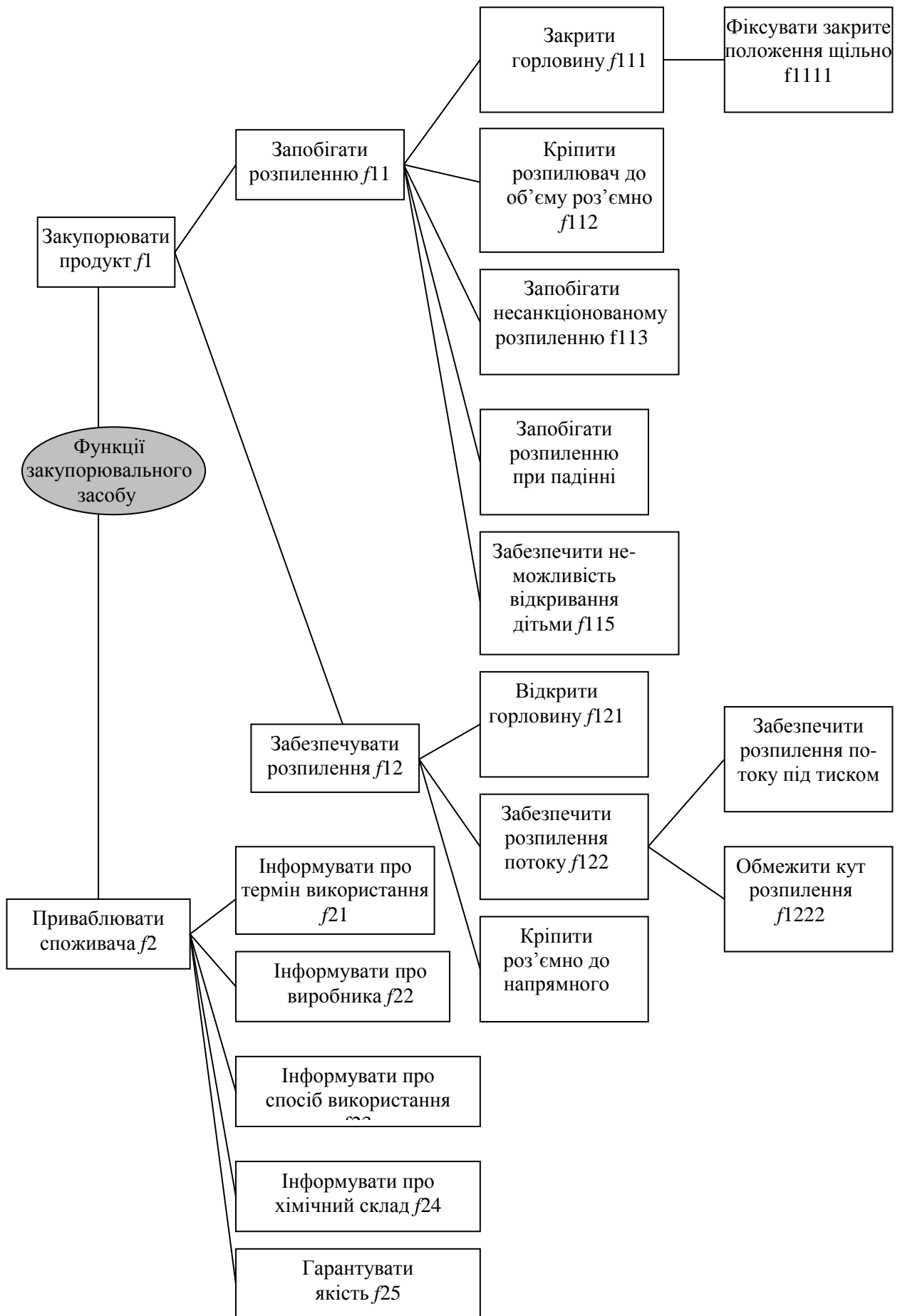


Рис. 7.5. Функціональна структура закупорювального засобу для дозованого аерозолю

Таблиця 7.2.

Кодифікація елементів закупорювального засобу флакону з дозованим аерозолем

Кодифікація елементів за рівнями моделі				Назва елементу
I	II	III	IV	
Закупорювальний засіб	E1 (ковпачок)	E11		корпус
			E111	фіксатори
	E2 (кришка з розпилювачем)	E21		корпус
			E211	канавка
			E212	заглиблення у верхній частині корпусу
			E213	фіксатор 2
			E214	фіксатор 3
		E22		розпилювач
			E221	сопло розпилювача
			E222	направляюча потоку
	E3			напрямний кожух
	E4			фірмовий рельєф

Таблиця 7.3

Функціонально – елементна модель закупорювального засобу флакону з дозованим аерозолем

Функції \ Елементи	Елементи												
	E11	E111	E21	E211	E212	E213	E214	E22	E221	E222	E3	E4	
<i>f</i> 111		1		1				1					
<i>f</i> 112													
<i>f</i> 113	1		1										
<i>f</i> 114	1		1								1		
<i>f</i> 115		1		1									
<i>f</i> 121	1												
<i>f</i> 1221					1				1				
<i>f</i> 1222										1			
<i>f</i> 123						1	1						
<i>f</i> 21											1		
<i>f</i> 22											1	1	
<i>f</i> 23											1		
<i>f</i> 24											1		
<i>f</i> 25											1	1	
коефіцієнт функціональності елемента	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	6	2	

Кодифікація функцій, які повинен виконувати закупорювальний засіб
флакона з дозованим аерозолем

Функція	Позначення
Фіксувати закриті положення щільно	<i>f</i> 111
Кріпити розпилювач до об'єму роз'ємно	<i>f</i> 112
Запобігати несанкціонованому розпиленню	<i>f</i> 113
Запобігати розпиленню при падінні	<i>f</i> 114
Забезпечити неможливість відкриття дітьми	<i>f</i> 115
Відкрити направляючу потоку	<i>f</i> 121
Забезпечити розпилення потоку під тиском	<i>f</i> 1221
Обмежити кут розпилення	<i>f</i> 1222
Кріпити роз'ємно до направляючої тиску	<i>f</i> 123
Інформувати про термін використання	<i>f</i> 21
Інформувати про виробника	<i>f</i> 22
Інформувати про спосіб використання	<i>f</i> 23
Інформувати про хімічний склад	<i>f</i> 24
Гарантувати якість	<i>f</i> 25

Ступінь узгодженості думок фахівців визначаємо коефіцієнтом конкордації:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \text{ де}$$

S – сума квадратів відхилення рангів кожного фактору від середнього рангу.

$$S = \sum_{j=1}^n \Delta_j^2,$$

де *n* – кількість функцій.

Коефіцієнт конкордації змінюється в межах від 0 до 1. Якщо *W*=0, то узгодженість думок фахівців відсутня, якщо ж *W*=1, то всі фахівці притримуються однакової думки. В проміжних випадках висновок про узгодженість думок фахівців роблять за допомогою статистичного χ^2 - критерію Пірсона, який розраховують так:

$$\chi^2 = m \cdot (n - 1) \cdot W;$$

Розраховане значення порівнюють з табличним $\chi_{табл}^2$, складеним для довірчої ймовірності $P(\chi^2)=0,05$ та для числа степенів вільності $f = (n-1)$.

Таблиця 7.5

Результати опитування фахівців

Функції Фахівці	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}	f_{111}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4	7	3	6	8	5	1	14	2	13	12	11	10	9
2	3	5	2	6	13	4	1	14	7	9	10	12	8	11
3	2	13	3	11	6	5	1	13	4	9	10	8	12	7
4	7	12	5	8	4	11	1	13	2	10	9	6	14	3
5	10	3	1	4	11	7	2	12	5	9	13	8	14	6
6	6	8	3	7	+	5	1	9	2	10	13	11	14	12
Сума t_i	32	48	17	42	46	37	7	75	22	60	67	56	72	48
Відхилення \square_j	-12,93	3,07	-27,93	-2,93	1,07	7,93	-37,93	30,07	-22,93	15,07	22,07	11,07	27,07	3,07
Квадратичне відхилення \square_j^2	167,185	9,425	780,085	8,585	2,89	62,885	1438,685	904,205	525,105	227,105	487,085	122,545	732,785	9,425

Якщо виконується умова $\chi^2 < \chi_{табл}^2$, то думки фахівців вважаються узгодженими. Далі будуємо діаграму рангів, по вертикальній осі якої відкладаємо або суму рангів кожного фактору або різниця з максимальною сумою рангів, а по горизонтальній осі – номери факторів.

Визначимо величину суми квадратів відхилень сумарних рангів кожного фактору від середнього рангу в розглядуваному прикладі:

$$S = \sum_{j=1}^n \Delta_j^2 = 167,185 + 9,425 + 780,085 + 8,585 + 2,89 + 62,885 + \\ + 1438,685 + 904,205 + 525,785 + 227,105 + 487,085 + 122,545 + \\ + 732,785 + 9,425 = 5478,675$$

Тоді значення коефіцієнта конкордації визначимо так.

Значення статистичного критерію Пірсона:

$$\chi^2 = m \cdot (n-1) \cdot W = 6 \cdot (14-1) \cdot 0,6689 = 52,17.$$

За таблицею значень $\chi_{табл}^2$ для $P(\chi^2) = 0,05$ та числа степенів вільності:

$$f = (n-1) = (14-1) = 13$$

визначаємо величину; $\chi_{табл}^2 = 6,35$. Оскільки $\chi^2 > \chi_{табл}^2$, то думки фахівців вважатимемо узгодженими.

Побудуємо за даними табл. 7.4 діаграму рангів функцій, які є найсуттєвішими для закупорювального засобу для флакону з дозованим

$$W = \frac{12 \cdot 5478,675}{6^2 \cdot (14^3 - 14)} = 0,6689.$$

аерозолем (рис. 7.7).

Проаналізувавши розташування нижньої частини діаграми рангів відносно спроектованої в четвертий квадрант апроксимаційної кривої, можна зробити такі висновки:

- функцію f_{1222} вважати такою, що не впливає на результати дослідження;
- слід розглянути можливі шляхи спрощення її реалізації або взагалі делегувати виконання цієї функції іншому елементу;
- реалізація функцій f_{21}, f_{22}, f_{24} є непропорційно складною;
- слід також звернути увагу на реалізацію функції f_{123} .

$$K = \frac{N_c}{N},$$

Таким чином, закупорювальний засіб, який ми розглянули є достатньо функціональним. Крім того, якщо ввести умовні позначення: N_3 та N_c , де N_3 – загальна кількість елементарних функцій, N_c – кількість спеціальних елементарних функцій, то можна визначити коефіцієнт "спеціальності" досліджуваного закупорювального засобу:

Для прикладу даний коефіцієнт становитиме:

$$K = \frac{7}{14} = 0,5$$

Збільшення значення запропонованого коефіцієнта повинно бути виправданим сферою застосування досліджуваного об'єкту.

Наприклад, закупорювальні засоби для фармацевтичних рідин повинні мати більші значення коефіцієнта "спеціальності".

Для даного прикладу можна запропонувати деякі шляхи вдосконалення (рис. 7.6).

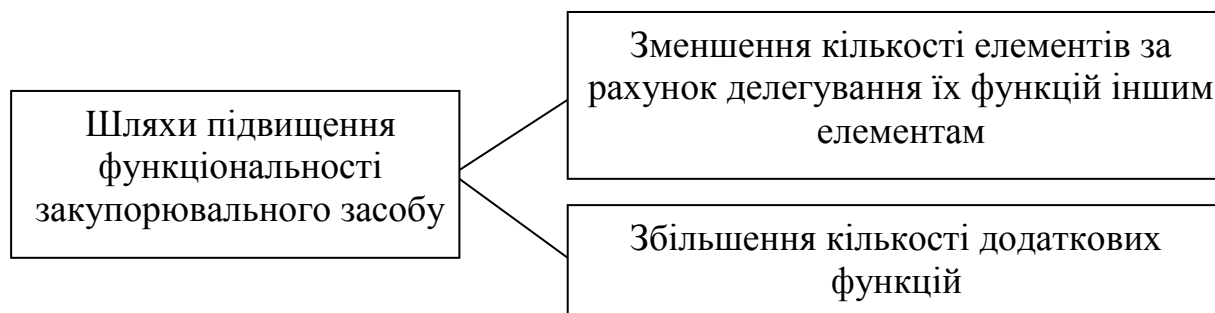


Рис. 7.6. Шляхи підвищення функціональності закупорювального засобу

Найсуттєвіші тенденції розвитку закупорювальних засобів такі:

- ускладнення елементного складу з метою покращення дозування;
- збільшення кількості додаткових функцій з метою гарантування якості та захисту від підробок;
- збільшення виконуваних функцій та ускладнення елементної структури з метою покращення дозування, захисту від підробок, недоступності відкриття для дітей, розширення умов застосування відповідно.

Висновок.

Запропонована методика функціонально-вартісного аналізу дозволяє не тільки модернізувати існуючий досліджуваний об'єкт, враховуючи вищезгадані шляхи підвищення функціональності, але й розробляти нові конструкції, беручи до уваги побажання замовника.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Отримати завдання на практичну роботу. Завдання містить креслення машинобудівної конструкції, або технологічного процесу виготовлення деталі.
2. Проаналізувати технічний об'єкт. Провести декомпозицію функцій. Розробити функціональну структуру технічного об'єкту.
3. Провести синтез технічної структури об'єкту.
4. Провести кодифікацію елементів технічного об'єкту.
5. Розробити функціонально-елементну схему досліджуваного об'єкту.
6. Розробити кодифікацію функцій, яким повинен задовольняти досліджуваний об'єкт.
7. Провести опитування фахівців, якими є викладачі кафедри.

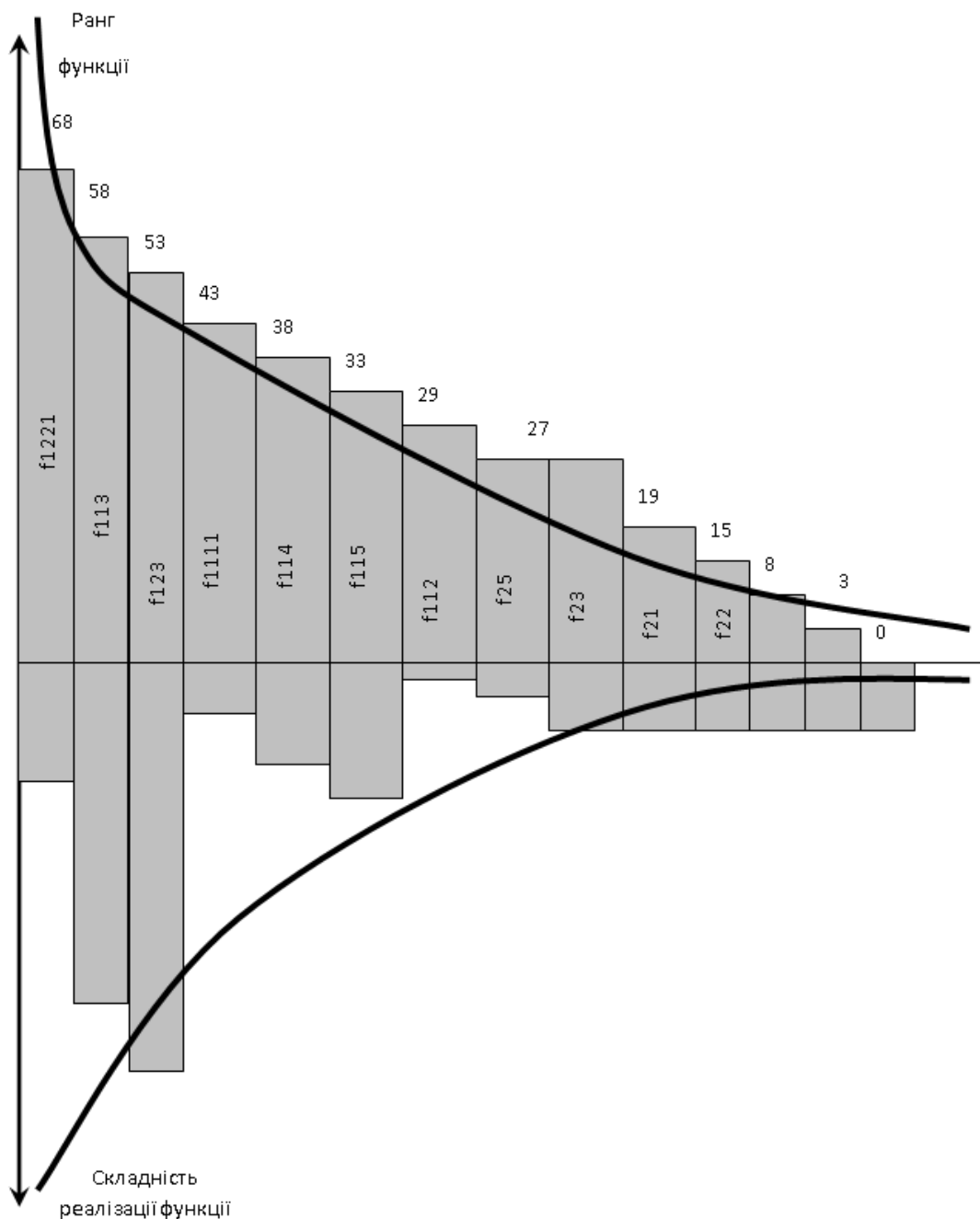


Рисунок 7.7. Діаграма рангів функцій

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

Варіанти завдань задає індивідуально викладач.

1. На основі використання пакету "Mathematica" провести статистичне опрацювання отриманих даних: розрахувати середню суму рангів, коефіцієнти конкордації, критерій Пірсона.
2. Побудувати діаграму рангів функцій та проаналізувати її.
3. Зробити висновок з практичної роботи, в якому описати шляхи підвищення функціональності технічного об'єкту.

4. Оформити звіт з практичної роботи.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Отримати завдання на практичну роботу. Завдання містить креслення машинобудівної конструкції або технологічного процесу виготовлення деталі.

2 Проаналізувати технічний об'єкт. Провести декомпозицію функцій. Розробити функціональну структуру технічного об'єкту.

3 Провести синтез технічної структури об'єкту.

4.Провести кодифікацію елементів технічного об'єкту.

5. Розробити функціонально-елементну схему досліджуваного об'єкту.

6. Розробити кодифікацію функцій, яким повинен задовольняти досліджуваний об'єкт.

7. Провести опитування фахівців, якими є викладачі кафедри.

8. На основі використання пакету "Mathematica" провести статистичне опрацювання отриманих даних: розрахувати середню суму рангів, коефіцієнти конкордації, критерій Пірсона.

9. Побудувати діаграму рангів функцій та проаналізувати її.

10. Зробити висновок з практичної роботи, в якому описати шляхи підвищення функціональності технічного об'єкту.

11. Оформити звіт з практичної роботи.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема і мета практичної роботи.

2. Роздрукований варіант креслення деталі креслення машинобудівної конструкції чи опис технологічного процесу виготовлення деталі.

3. Проаналізувати технічний об'єкт. Провести декомпозицію функцій. Розробити функціональну структуру технічного об'єкту.

4. Провести синтез технічної структури об'єкту.

5. Таблиці кодифікації елементів та функцій технічного об'єкту, результати опитування фахівців, функціонально-елементна схема досліджуваного об'єкту.

6. Результати автоматизованих статистичних розрахунків (на базі пакету "Mathematica" або іншої програми).

7. Побудована діаграма рангів функцій та результати її аналізу.

8. Зробити висновок з практичної роботи, в якому описати шляхи підвищення функціональності технічного об'єкту.

9. Використана література.

Електронний варіант звіту зберегти в каталозі, вказаному викладачем, в підкаталозі зі своїм прізвищем, назва файлу повинна відповідати такому формату: 03-02KozakA_KM04.DOC,

де: 03 – № варіанту;
02 – № практичної роботи;
KozakA – прізвище і перша літера імені;
KM – спеціальність;
04 рік набору – 2004;
DOC – розширення файлу, привласнюване системою Microsoft Word автоматично.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Навести визначення функціонально-вартісного аналізу.
2. Як здійснюється кодифікація елементів технічного об'єкту?
3. Які питання вирішують функціонально-вартісним аналізом?
4. Навести означення коефіцієнту конкордації.
5. В яких випадках узгодженість думок фахівців досліджують за допомогою статистичного критерію Пірсона?
6. Як визначають статистичний критерій Пірсона?
7. Що таке коефіцієнт спеціальності досліджуваного технічного об'єкту?
8. Як будують діаграму рангів функцій?
9. У чому сутність ФВА як технології обґрунтування інженерних рішень?
10. Оцініть переваги функціонального підходу в вирішенні завдань машиновикористання.
11. Оцініть роль ФВА при переході господарства на повний госпрозрахунок і самофінансування.
12. Запишіть аналітичне вираження корисності й витрат для завдань, наведених у таблиці.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Селезев А.П. Программированное освоение метода и приемов функционально-стоимостного анализа – Львов: Энергия, 1989.– 68 с.
2. Пальчевський Б.О. Функціональний і технологічний аналіз деталей виробу // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні: Український міжвідомчий науково-технічний збірник.– Вип. 33.– Львів, 1998.– С. 102-113.
3. Пальчевский Б.А. Научное исследование: объект, направление, метод.– Львов: Выща школа, 1979.– 178 с.
4. Пальчевський Б.О., Левтринська О.Ю. Застосування функціонально-вартісного аналізу для оптимізації спеціальних закупорювальних засобів // Наукові нотатки. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ. – 2004. – Вип. 11 – С. 151 – 161.
5. Справочник по функционально-стоимостному анализу.– М: Финансы и статистика, 1988.– 431 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

Тема: ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ШЛЯХІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Мета: практичне засвоєння застосування правил і методів опрацювання результатів прямих вимірювань. Робота розрахована на чотири академічні години.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Забезпечення надійності роботи будь-якого виробу визначається не лише його конструкцією чи використанням нових матеріалів, а й у великій мірі технологією його виготовлення. Істотний вплив на якість виробу мають технологічні параметри його виготовлення та зміцнення.

Загальний підхід до оцінювання технологічного процесу полягає в детальному аналізі як на стадії отримання заготовки, так і в процесі механічної та викінчувального оброблення, які тісно пов'язані з умовами роботи виробу, а також техніко-економічні розрахунки й обґрунтування оптимального маршруту.

Аналіз технологічного процесу з метою оптимізації технологічних параметрів для забезпечення максимальної надійності повинен містити такі етапи [1]:

- аналіз співмірних технологічних процесів виготовлення тарілки;
- побудову узагальненого маршруту виготовлення тарілки клапана;
- визначення впливу окремих операцій технологічного маршруту;
- моделювання технологічного маршруту виготовлення тарілки;
- визначення впливу технологічних параметрів і їх взаємодію на показники якості поверхні, які забезпечують стійкість поверхні до спрацювання;
- дослідження процесів, які відбуваються з матеріалами під час зміцнення поверхонь тарілки клапана;
- лабораторні промислові дослідження розробленого технологічного процесу;
- визначення економічних показників виготовлення й експлуатації тарілки клапана.

При цьому слід враховувати ряд факторів, закономірний вплив яких, повинен бути направлений на:

- розроблення процесу виготовлення заготовок;
- розроблення високопродуктивних операцій;

- підвищення точності заготовок і механічного оброблення;
- розроблення й упровадження методів ресурсозаощаджувальної, ресурсоенергоємкої і зміцнюючої технології;
- технологічне забезпечення надійності тарілки;
- підвищення рівня технологічності виготовлення тарілки;
- автоматизацію і механізацію виробництва тарілки клапана;
- використання методів автоматизованого проектування технологічних процесів отримання заготовки та її механічного оброблення і зміцнення.

Розв'язання перерахованих задач потребує проведення багатьох як теоретичних, так і практичних досліджень.

8.1. Аналіз структури порівнюваних технологічних маршрутів виготовлення тарілки клапана

В цілому технологічний маршрут виготовлення клапана встановлюють виходячи з необхідного рівня його якості, з урахуванням нормативно-технологічної документації, а також від прийнятої заготовки. За заданою величиною твердості і зносостійкості призначають спосіб зміцнення поверхні та залежність від цього та вимог до точності і шорсткості поверхні призначають варіанти викінчувального оброблення. Виходячи з вимог до якості металу клапана, вибирають технологічні методи його термооброблення і складання.

Таким чином, технологічний маршрут виготовлення тарілки клапана складається з таких груп операцій:

1. Заготівельні.
2. Термооброблення.
3. Механічне оброблення.
4. Поверхневе зміцнення.
5. Викінчувальне механічне оброблення.

Вибір групи заготівельних операцій визначені такими вимогами: технологічними властивостями матеріалу заготовок, структурними змінами при термообробленні, міцністю зчеплення нанесеного покриття з основою; конструктивними формами і розмірами заготовок; необхідною точністю отримання заготовки, шорсткістю і якістю її поверхонь, програмою випуску і термінами виконання цієї програми.

Знаючи вид заготовки, вибирають метод механічного та термічного оброблення, а також вимоги нормативно-технічної документації та методи нанесення покриття визначають методи викінчувального оброблення.

Складальна операція (електронно-променеве зварювання) не є працемісткою і визначальною при заданих технологіях виготовлення тарілки,

оскільки в подальшому відбувається механічне оброблення в зборі цілої тарілки.

Найвагомішим у технологічному процесі виготовлення тарілки клапана є поверхневе зміцнення, яке залежить від матеріалу заготовки і в подальшому визначає наступні операції оброблення поверхневого шару, а також надійність з'єднання його з матеріалом основи та його зносостійкість. При цьому матеріал заготовки, в комплексі з методом поверхневого зміцнення, визначає об'єм як попереднього механічного оброблення, так і викінчувального.

8.2. Побудова узагальненого маршруту виготовлення тарілки клапана

При побудові технологічного маршруту виготовлення тарілки необхідно вирішувати дві завдання: визначення переліку операцій і послідовності їх виконання. Вирішення цих завдань вимагає виявлення закономірностей технологічного проектування, які роблять їх багатоваріантними і направленими на забезпечення вимог до якості тарілки і місце вибраної операції в технологічному маршруті.

Логічні умови вибору операцій можна поділити на ряд груп. Характерними для груп є умови, які визначають якість тарілки. Основними умовами є:

- A1. Биття конічної поверхні відносно осі тарілки.
- A2. Радіальне биття циліндричної поверхні хвостовика відносно осі клапана.
- A3. Торцеве биття тарілки клапана відносно осі.
- A4. Площинність торця тарілки клапана.
- A5. Шорсткість конічної частини поверхні тарілки.
- A6. Шорсткість напрямної частини хвостовика тарілки.
- A7. Твердість поверхневого шару тарілки.
- A8. Твердість поверхневого шару напрямної частини хвостовика.
- A9. Надійність з'єднання хвостовика з тарілкою.
- A10. Підвищення стійкості до ударно-абразивного зношування.
- A11. Підвищення стійкості до гідроабразивного зношування.
- A12. Підвищення корозійної стійкості.
- A13. Підвищення ресурсу роботи за рахунок збільшення довговічності поверхневого шару.
- A14. Підвищення мікротвердості поверхневого шару.
- A15. Зменшення залишкових мікро- і макронапружень у поверхневій зоні тарілки.

A16. Зменшення мікротріщин у поверхневій зоні тарілки і напрямної частини хвостовика.

A17. Підвищення надійності з'єднання поверхневого шару тарілки з матеріалом основи.

A18. Підвищення продуктивності праці.

A19. Підвищення коефіцієнта використання матеріалу.

A20. Зменшення кількості бракованих деталей.

A21. Зниження собівартості виготовлення тарілки.

A22. Підвищення ремонтпридатності й відновлення клапана.

Виконання кожної умови приводить до підвищення якості виготовлення клапана. Наведені умови А1 - А22 визначають конструктивні, технологічні, експлуатаційні й економічні показники клапана. Систематизацію умов за групами наведено в табл. 8.1.

Таблиця 8.1

Систематизація умов якості за групами показників

№ з/п	Логічні умови якості виготовлення тарілки	Група показників якості тарілки
1	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8	Технологічні
2	A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17	Експлуатаційні
3	A18, A19, A20, A21, A22	Економічні

Упорядкований перелік операцій виготовлення тарілки є узагальненим технологічним маршрутом, який містить усі операції виготовлення плунжера за різними існуючими і проектними маршрутами.

На основі аналізу існуючого технологічного процесу виготовлення тарілок і робіт [2, 3 ,4] систематизовано технологічні процеси виготовлення тарілки клапана:

М1 - технологічний процес виготовлення тарілки зі штампованої заготовки з подальшим гартуванням СВЧ.

М2 - технологічний процес виготовлення тарілки зі штампованої заготовки з подальшою плазмовим наплавленням.

М3 - технологічний процес виготовлення тарілки з круглого прокату з подальшим насиченням поверхневого шару тарілки і зварюванням тарілки й хвостовика.

М4 - технологічний процес виготовлення тарілки із круглого прокату з подальшим обробленням тарілки ультразвуком і зварюванням тарілки й хвостовика.

М5 - технологічний процес виготовлення тарілки з круглого прокату з подальшим зміцненням тарілки тертям і зварюванням тарілки і хвостовика.

М6 - технологічний процес виготовлення тарілки зі штампованої заготовки з подальшим лазерним гартуванням тарілки і прямої частини хвостовика.

Узагальнений технологічний маршрут виготовлення тарілки клапана є впорядкована множина операцій для різних методів отримання заготовки (рис.8.1).

1. Заготівельні операції – З.

А_{З1} – штампована заготовка;

А_{З2} – заготовка з круглого прокату.

2. Термічне оброблення – Т.

А_{Т1} – відпал штамповки;

А_{Т2} – нормалізація заготовки.

3. Механічне оброблення – М.

А_{М1} – точіння по контуру штампованої заготовки;

А_{М2} – точіння тарілки з круглого прокату;

А_{М3} – точіння хвостовика з круглого прокату.

4. Поверхнєве зміцнення – П.

А_{П1} – гартування штампованої заготовки СВЧ;

А_{П2} – плазмове наплавлення тарілки і прямої частини хвостовика штампованої заготовки;

А_{П3} – поверхнєве насичення тарілки з круглого прокату;

А_{П4} – ультразвукове оброблення тарілки з круглого прокату;

А_{П5} – зміцнення тертям тарілки з круглого прокату;

А_{П6} – гартування прямої частини хвостовика з круглого прокату СВЧ;

А_{П7} – лазерне гартування тарілки і прямої частини хвостовика штампованої заготовки.

5. Складання – С.

А_{С1} – зварювання тарілки і хвостовика.

6. Шліфування – Ш.

А_{Ш1} – шліфування прямої частини хвостовика;

А_{Ш2} – шліфування торця тарілки;

А_{Ш3} – шліфування конічної поверхні тарілки.

Логічний зв'язок між операціями узагальненого маршруту й умовами, які визначають якість тарілки клапана, наведено в табл. 8.2.

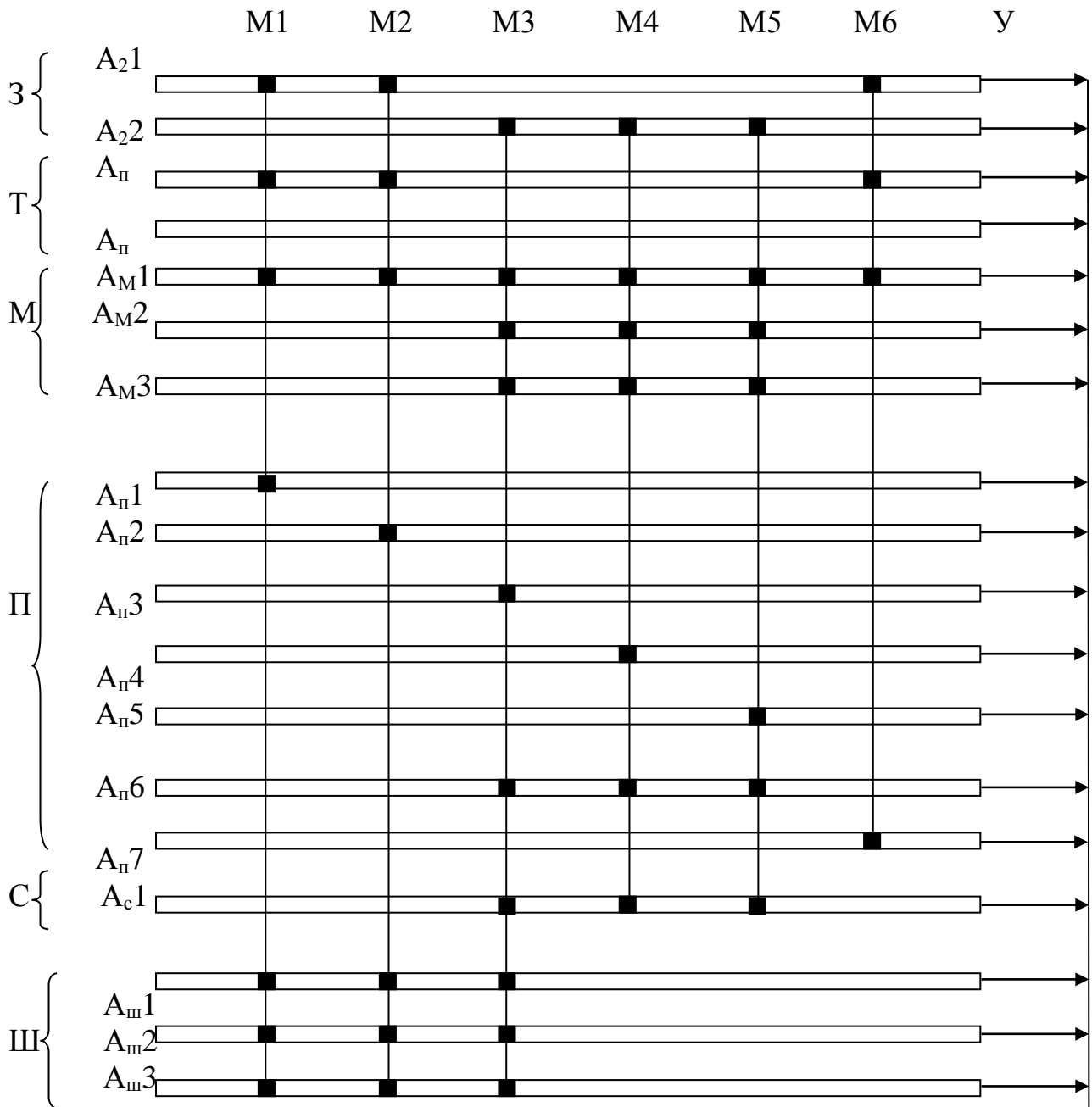


Рис. 8.1. Схема формування узагальненого маршруту виготовлення тарілки

8.3. Побудова графу технологічного маршруту виготовлення клапана

Узагальнення послідовності операції з різним ступенем їх подільності направлене на подолання "жорсткості" логіки проектування технологічних процесів і тісного зв'язку з конкретними умовами виготовлення [5]. Загальні положення проектування технологічних процесів знаходять своє відображення в графах технологічних маршрутів. Розроблений граф технологічного маршруту виготовлення клапана зображено на рисунку 2 і містить усі можливі варіанти послідовності операцій. Повторення різних операцій визначається кількістю відомих аналогічних операцій.

Взаємозв'язок між умовами якості тарілки клапана й операціями
узагальненого маршруту

Група операцій	Код операцій	Умови якості виготовлення клапана
1. Заготівельна	A _{з1}	A9, A18, A19, A21;
	A _{з2}	A19, A21.
2. Термічна оброблення	A _{т1}	A15;
	A _{т2}	A15.
3. Механічне оброблення	A _{м1}	A1, A2, A3, A4, A17;
	A _{м2}	A1, A3, A4;
	A _{м3}	A2, A6.
4. Поверхнєве зміцнення	A _{п1}	A7, A8, A11, A21;
	A _{п2}	A7, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A22;
	A _{п3}	A7, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A21, A22;
	A _{п4}	A5, A7, A10, A11, A14, A15, A16, A21, A22;
	A _{п5}	A5, A7, A10, A11, A14, A15, A16, A21, A22;
	A _{п6}	A8, A11, A19;
	A _{п7}	A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A20, A22.
5. Складання	A _{с1}	A9, A18, A19, A21.
6. Шліфування	A _{ш1}	A2, A6;
	A _{ш2}	A3, A4;
	A _{ш3}	A1, A5.

Визначення технологічного маршруту оброблення тарілки клапана виконують по всіх можливих взаємозв'язках між окремими операціями з урахуванням умов якості виготовлення покриття тарілки.

8.4. Розроблення індивідуального технологічного маршруту виготовлення тарілки клапана

Індивідуальний технологічний маршрут виділяється із узагальненого технологічного маршруту і графа послідовності операцій виготовлення насоса. Вихідними даними його побудови є логічні умови, характерні для даної тарілки клапана. Узагальнений маршрут складається з елементарних логічних функцій, які відповідають кожній операції:

$$f = \left\{ V_{j=1}^{n_2} (\Lambda_{i=1}^{n_1} A)_j \right\},$$

де $k = 1, 2 \dots n_2$ – кількість операцій у маршруті. Кожен набір логічних умов $(\Lambda_{i=1}^{n_1} A)$ порівнюється з логічними умовами конкретних операцій.

Послідовність розроблення індивідуального технологічного маршруту виготовлення тарілки клапана складається зі послідовності відповідних прийомів:

- 1) визначення першої операції на стадії заготівельного виробництва;
- 2) вибір наступної операції узагальненого маршруту зі своїми елементарними логічними функціями f_k ;
- 3) перевірка наявності логічної функції вибраної операції;
- 4) якщо $f \neq 0$, то визначають відповідність першого і наступних наборів логічних умов $(\Lambda_{i=1}^{n_1} A)$ операції логічним умовам тарілки клапана;
- 5) якщо логічні умови конкретної операції задовольняють логічні умови тарілки, то вибирають наступну операцію;
- 6) у випадку, якщо вони не співпадають, то вибрану операцію виключають з індивідуального маршруту і переходять до наступної операції узагальненого;
- 7) після перевірки таким чином усіх операцій узагальненого маршруту залишається індивідуальний технологічний маршрут виготовлення конкретної тарілки клапана.

Математичне забезпечення послідовності розроблення індивідуального технологічного процесу відбувається на основі матричного алгоритму:

- 1) є множина M різних операцій, причому для цієї множини характерне обов'язкове виконання умови нерівності елементів, тобто $M_{[i]} = M_{[j]}$ при $i \neq j$;
- 2) є множина логічних функцій Γ , яка відповідає множині M , що містить ті ж елементи, для множини Γ не обов'язкове виконання умови $\Gamma_{[i]} = \Gamma_{[j]}$ при $i \neq j$, крім цього, множина Γ може містити пусті елементи $\Gamma_{[i]}$;
- 3) множини M і Γ кінцеві, але кількість елементів цих множин змінюється в міру розв'язання задачі й накопичення інформації;
- 4) є множина K , яка визначає кількість способів вибірки підмножин $M1 \in M$ і відповідає логічній функції $\Gamma1 \in \Gamma$, причому на підмножину $M1$ не накладається обмеження $M1_{[k]} \neq M1_{[l]}$ при $k \neq l$; множина K обмежена числом n_2 .

Множині K ставиться у відповідність множина N елементів; для множини N обов'язкове виконання умови $N_{[k]} = N_{[l]}$ при $k \neq l$;

- 5) формування матриці $S_{[i,j]}$, яка повинна однозначно визначати наступний елемент множини $M1$ для конкретного значення $K_{[k]} \in K$ на виході

матриці є кінцева множина елементарних маршрутів із своїми умовами А, причому величини $K_{[k]}$ для них одні і ті ж; якщо вони різні, то є ряд К1 цих значень.

Опрацювавши таким чином узагальнений маршрут і ряд послідовності операцій виготовлення тарілки клапана, побудовано принципово нові технологічні маршрути виготовлення тарілки клапана з поверхневим лазерним гартуванням, яке водночас є викінчувальною обробкою тарілки клапана.

Таблиця 8.3

Матриця забезпечення базових, розроблених і узагальнених технологічних маршрутів умовам технологічної групи показників якості виготовлення тарілки

Код операції	M1	M2	M3	M4	M5	M6	У ₃
A _{з1}	0	0	0	x	x	x	0
A _{з2}	x	x	0	0	0	x	0
A _{т1}	0	0	x	x	x	0	0
A _{т2}	0	0	0	0	0	0	0
A _{м1}	4	4	x	x	x	4	4
A _{м2}	x	x	3	3	3	x	3
A _{м3}	x	x	2	2	2	x	2
A _{п1}	2	x	x	x	x	x	2
A _{п2}	x	2	x	x	x	x	2
A _{п3}	x	x	1	x	x	x	1
A _{п4}	x	x	x	2	x	x	2
A _{п5}	x	x	x	x	2	x	2
A _{п6}	x	x	1	1	1	x	1
A _{п7}	x	x	x	x	x	4	4
A _{с1}	x	x	0	0	0	x	0
A _{ш1}	2	2	2	x	x	x	2
A _{ш2}	2	2	2	x	x	x	2
A _{ш3}	2	2	2	x	x	x	2
Кількість операторів якості виготовлення тарілки	12	12	13	8	8	8	29
Кількість операцій, які забезпечують технологічний маршрут	8	8	10	6	6	5	18
Потужність технологічного маршруту	1,5	1,5	1,3	1,53	1,53	1,6	1,61

Таблиця 8.4

Матриця забезпечення базових, розроблених і узагальненого технологічних маршрутів умовам експлуатаційної групи показників якості виготовлення тарілки

Код операції	M1	M2	M3	M4	M5	M6	У ₃
A ₃ 1	1	1	x	x	x	1	1
A ₃ 2	x	x	0	0	0	x	0
A _T 1	1	1	x	x	x	1	1
A _T 2	1	1	1	1	1	1	1
A _M 1	1	1	x	x	x	1	1
A _M 2	x	x	0	0	0	x	0
A _M 3	x	x	0	0	0	x	0
A _П 1	2	x	x	x	x	x	2
A _П 2	x	5	x	x	x	x	5
A _П 3	x	x	8	x	x	x	8
A _П 4	x	x	x	5	x	x	5
A _П 5	x	x	x	x	5	x	5
A _П 6	x	x	1	1	1	x	0
A _П 7	x	x	x	x	x	8	8
A _C 1	x	x	1	1	1	x	1
A _Ш 1	0	0	0	x	x	x	0
A _Ш 2	0	0	0	x	x	x	0
A _Ш 3	0	0	0	x	x	x	0
Кількість операторів якості виготовлення тарілки	6	9	10	7	7	12	38
Кількість операцій, які забезпечують технологічний маршрут	8	8	10	7	7	5	18
Потужність технологічного маршруту	0,75	1,13	1,0	1,0	1,0	2,4	2,17

Таблиця 8.5

Матриця забезпечення базових, розроблених і узагальнених технологічних маршрутів умовам якості виготовлення тарілки

Код операції	M1	M2	M3	M4	M5	M6	У ₃
1	2	3	4	5	6	7	8
A ₃ 1	4	4	x	x	x	4	4
A ₃ 2	x	x	2	2	2	x	2

Продовження таблиці 8.5

1	2	3	4	5	6	7	8
A _{T1}	1	1	x	x	x	1	1
A _{T2}	1	1	1	1	1	1	1
A _{M1}	5	5	x	x	x	5	5
A _{M2}	x	x	3	3	3	x	3
A _{M3}	x	x	2	2	2	x	2
A _{П1}	5	x	x	x	x	x	5
A _{П2}	x	11	x	x	x	x	11
A _{П3}	x	x	11	x	x	x	11
A _{П4}	x	x	x	9	x	x	9
A _{П5}	x	x	x	x	9	x	9
A _{П6}	x	x	3	3	3	x	3
A _{П7}	x	x	x	x	x	15	15
A _{C1}	x	x	4	4	4	x	4
A _{Ш1}	2	2	2	x	x	x	2
A _{Ш2}	2	2	2	x	x	x	2
A _{Ш3}	2	2	2	x	x	x	2
Кількість операторів якості виготовлення тарілки	22	28	32	24	24	26	98
Кількість операцій, які забезпечують технологічний маршрут	8	8	10	7	7	5	18
Потужність технологічного маршруту	2,75	3,5	3,2	3,42	3,42	5,2	5,44

8.5. Аналіз базових, розробленого і узагальненого технологічного маршрутів виготовлення тарілки клапана

Аналіз базових, розробленого і узагальненого технологічних маршрутів виготовлення клапана виконано на основі матриці складеної з урахуванням можливостей реалізації технологічних маршрутів і забезпечення ними необхідних умов якості тарілки клапана.

Технологічні маршрути, які найбільше задовольняють вимоги до тарілки клапана, є узагальнений та маршрути М6 і М2.

Логічна функція цих маршрутів забезпечує виконання й дублювання повного набору логічних умов A_i ($i=1...22$) і забезпечує виконання операцій, які входять до узагальненого маршруту C_j ($j=1...18$) шляхом підбору взаємно невиключаючих показників.

Важливою умовою ефективності технологічного маршруту є кількість операцій у технологічному маршруті, які забезпечують умови якості виробу. Найефективнішими у цьому плані є маршрути М6, М5, М4. Водночас слід відзначити найбільш значущі операції поверхневого зміцнення АП2, АП3, АП4, АП5, АП7, які забезпечують найповніші охоплення умов якості тарілки клапана.

Основними групами показників, які визначають якість тарілки клапана є технологічні й експлуатаційні показники. Аналіз матриць забезпечення технологічних маршрутів М1-М6 свідчить (рис. 6.3, 6.4), що технологічний маршрут М6 на 6% забезпечує повним задовольнянням технологічними показниками якості тарілки клапана.

Потужності технологічних маршрутів М1-М5 є співмірні, що пояснюється складністю виготовлення покриттів, наявністю складальних операцій, а також більшою кількістю операцій для реалізації технологічних процесів. Проте за експлуатаційними показниками розроблений маршрут М6 забезпечує в 3,2 рази, а М2 в 1,5 рази повніше задовольняння показників якості клапана, що дає можливість очікувати від тарілок клапанів, виготовлених маршрутами М6 і М2 вищої надійності і збільшення ресурсу роботи, що, відповідно, призводить до підвищення економічних показників. За загальними показниками маршрути М6 і М2 теж мають найвищу потужність.

Таким чином, технологічні передумови досягнення високої якості тарілок клапана в розроблених технологічних маршрутах свідчать про їх потенційні можливості й необхідність їх повнішого дослідження.

Істотний вплив на якість виробу мають технологічні параметри його виготовлення та зміцнення.

Загальний підхід до оцінювання технологічного процесу полягає в його детальному аналізі як на стадії отримання заготовки, так і під час механічного й викінчувального оброблення, які тісно пов'язані з умовами роботи виробу, а також техніко-економічні розрахунки й обґрунтування оптимального маршруту.

Аналіз технологічного процесу з метою оптимізації технологічних параметрів для забезпечення максимальної надійності містить такі етапи:

- аналіз зіставних технологічних процесів виготовлення втулки;
- побудова узагальненого маршруту виготовлення втулки;
- визначення впливу окремих операцій технологічного маршруту;
- моделювання технологічного маршруту виготовлення втулки;
- визначення впливу технологічних параметрів на показники якості поверхні, які забезпечують стійкість поверхні до спрацювання;
- дослідження процесів, що відбуваються з матеріалами, які наносять на поверхню втулки;

-- лабораторні й промислові дослідження розробленого технологічного процесу;

-- визначення економічних показників виготовлення й експлуатації втулки.

При цьому слід враховувати фактори, закономірний вплив яких має бути спрямований на:

-- розроблення виготовлення заготовок;

-- розроблення високопродуктивних операцій;

-- підвищення точності заготовок і механічного оброблення;

-- розроблення і упровадження методів ресурсовідходної, енергозберігаючої та зміцнювальної технологій;

-- технологічне забезпечення надійності втулки ;

-- підвищення рівня технологічності виготовлення втулки;

-- автоматизацію та механізацію виробництва втулки;

-- використання методів автоматизованого проектування технологічних процесів отримання заготовки і її механічного оброблення та зміцнення.

Вирішення перерахованих завдань потребує проведення великого обсягу як теоретичних, так і практичних досліджень.

8.6. Аналіз структури порівнювальних технологічних маршрутів виготовлення втулки

Загалом технологічний маршрут виготовлення втулки визначають необхідним рівнем його якості з урахуванням нормативно-технологічної документації та виду заготовки. За заданою величиною твердості і зносостійкості призначають спосіб зміцнення поверхні, а залежно від нього й вимоги до точності й шорсткості поверхні призначають варіанти викінчувального оброблення. Керуючись вимогами до якості металу втулки, вибирають технологічні методи термооброблення та викінчувального оброблення втулки. Отже, технологічний маршрут виготовлення втулки складається з таких груп операцій:

1. Заготівельні.

2. Термооброблення.

3. Просочування.

4. Калібрування.

5. Механічне оброблення.

6. Підготовка до поверхневого зміцнення.

7. Поверхневе зміцнення.

8. Викінчувальне механічне оброблення.

9. Термічне оброблення.

Таблиця 8.6

Технологічні маршрути виготовлення втулки

	Технологічні маршрути					
	М1	М2	М3	М4	М5	М6
Заготівельні операції	Різання прокату					
				Підготовка суміші порошоків		
					Лиття заготовки з СЧ-20	
						Лиття заготовки з модифікованого чавуну
Термічне оброблення					Старіння	
Просочування				Просочування маслом MoS_2		
Калібрування				Калібрування зовнішньої та внутрішньої поверхні		
Механічне оброблення	Чорнове точіння				Чорнове точіння	
	Чистове точіння				Чистове точіння	
	Прошивка пазу			Прошивка пазу	Прошивка пазу	
Підготовка до поверхневого зміцнення		Знежирення, піско-струменеве оброблення				
Поверхнєве зміцнення	Лазерне гартування					
		Плазмове напилення				
			Дифузійне насичення			
Викінчувальне оброблення	Шліфування				Шліфування	
				Галтовка		
Термічне оброблення						Гартування відпуск

Групи заготівельних операцій визначають такими вимогами: технологічні властивості матеріалу заготовок, структурні зміни при термообробці, міцність зчеплення нанесеного покриття з основою; конструктивні форми і розміри заготовок; необхідна точність отримання заготовки, шорсткість і якість її поверхонь, програма випуску і терміни виконання цієї програми.

Найвагомішим у технологічному процесі виготовлення втулки є поверхневе зміцнення, яке залежить від матеріалу заготовки і надалі визначає подальші операції оброблення поверхневого шару, а також надійність з'єднання його з матеріалом основи та зносостійкість. При цьому матеріал заготовки, в комплексі з методом поверхневого зміцнення, визначає об'єм як попереднього механічного оброблення, так і викінчувального.

8.7. Побудова узагальненого маршруту виготовлення втулки

При побудові технологічного маршруту виготовлення втулки необхідно вирішувати два завдання: визначення переліку операцій і послідовність їх виконання. Вирішення цих завдань вимагає виявлення закономірностей технологічного проектування, які роблять їх багатоваріантними і спрямованими на забезпечення вимог до якості плунжера і місця вибраної операції в технологічному маршруті.

Логічні умови вибору операцій можна поділити на групи. Характерними для груп є умови, які визначають якість плунжера. Основними умовами є:

A1. Співвісність внутрішньої та зовнішньої циліндричних поверхонь.

A2. Точність розміру отвору.

A3. Точність розміру зовнішньої циліндричної поверхні.

A4. Шорсткість зовнішньої циліндричної поверхні.

A5. Відхилення від круглості зовнішньої циліндричної поверхні.

A6. Відхилення від циліндричності зовнішньої циліндричної поверхні.

A7. Покращення оброблюваності матеріалу.

A8. Твердість поверхневого шару втулки.

A9. Надійність фіксації втулки на валу.

A10. Зменшення контактних деформацій.

A11. Скорочення терміну припрацювання.

A12. Зменшення коефіцієнта тертя.

A13. Підвищення стійкості до абразивного зношування.

A14. Підвищення зносостійкості.

A15. Підвищення корозійної стійкості.

A16. Збільшення ресурсу роботи.

A17. Підвищення надійності з'єднання поверхневого шару з матеріалом основи.

A18. Економія дорогих матеріалів.

A19. Підвищення продуктивності праці.

A20. Підвищення коефіцієнта використання матеріалу.

A21. Зменшення кількості бракованих заготовок.

A22. Зниження собівартості виготовлення втулки.

Виконання кожної умови зумовлює підвищення якості виготовлення втулки. Наведені умови A1-A22 визначають конструкторсько-технологічні, експлуатаційні й економічні показники якості втулки. Систематизація умов за групами наведена в таблиці 8.7.

Таблиця 8.7

Систематизація умов за групами

№ з/п	Логічні умови якості виготовлення втулки	Група показників якості втулки
1	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8	Конструкторсько-технологічні
2	A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17	Експлуатаційні
3	A18, A19, A20, A21, A22	Економічні

Упорядкований перелік операцій виготовлення втулок є узагальненим технологічним маршрутом, який містить усі операції виготовлення втулки за різними існуючими і проектними маршрутами.

На основі аналізу відомих технологій систематизовано технологічні процеси виготовлення втулки:

M1 – технологічний процес виготовлення втулки зі сталюї заготовки – круглого прокату – з подальшим лазерним гартуванням.

M2 – технологічний процес виготовлення втулки зі сталюї заготовки – круглого прокату – з подальшим плазмовим наплавленням.

M3 – технологічний процес виготовлення втулки зі сталюї заготовки – круглого прокату – з подальшим дифузійним насиченням поверхневого шару нітридом бору.

M4 – технологічний процес виготовлення втулки методом порошкової металургії з композиту на основі латуні.

M5 – технологічний процес виготовлення втулки із заготовки – чавунного виливка, СЧ-20.

M6 – технологічний процес виготовлення втулки із заготовки – чавунного виливка, модифікований чавун.

Узагальненим технологічним маршрутом виготовлення втулки є впорядкована множина операцій для різних методів отримання заготовки.

1. Заготівельні операції – З:

A₃₁ – різання заготовки з круглого прокату;

A₃₂ – заготовка з композиту на основі латуні, виготовлена методами порошкової металургії;

A₃₃ – вилівок із СЧ-20;

A₃₄ – вилівок із модифікованого чавуну.

2. Термічне оброблення – С:

A_{с1} – старіння вилівка.

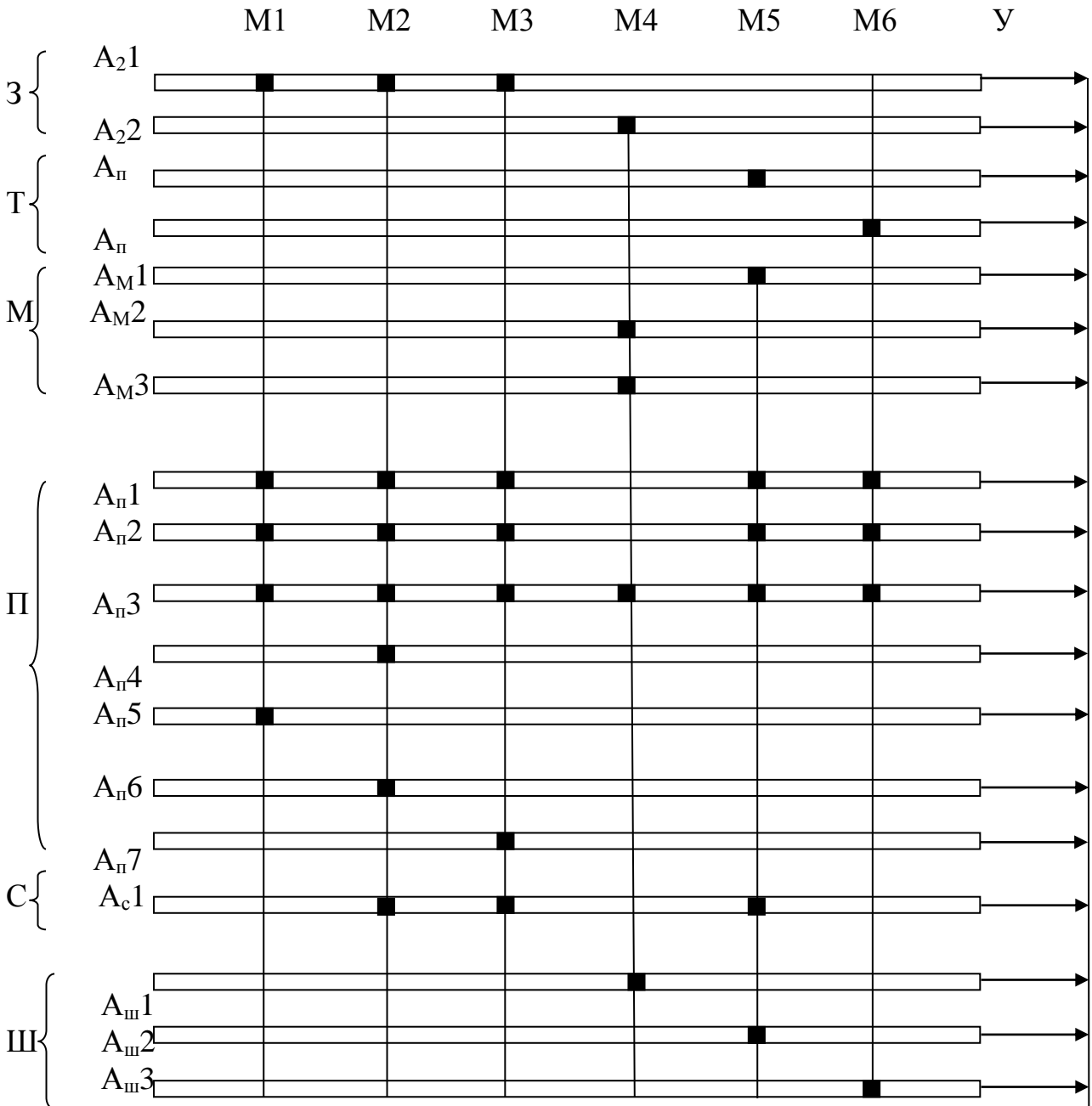


Рис. 8.3. Узагальнений та розроблені маршрути виготовлення втулки

3. Просочування – Н:

$A_{Н1}$ – просочування маслом і MoS_2 .

4. Калібрування – К:

$A_{К1}$ – калібрування спеченої заготовки в пресс-формі.

5. Механічне оброблення – М:

$A_{М1}$ – чорнове оброблення втулки;

$A_{М2}$ – чистове оброблення втулки;

$A_{М3}$ – прошивання пазу в отворі.

6. Підготовка поверхні до зміцнення – О:

$A_{О1}$ знежирення і струменево-абразивне оброблення.

7. Поверхнєве зміцнення – П:

$A_{П1}$ – лазерне гартування зовнішньої циліндричної поверхні втулки;

$A_{П2}$ – плазмове наплавлення зовнішньої циліндричної поверхні втулки;

$A_{П3}$ – поверхнєве дифузійне насичення поверхонь втулки.

8. Викінчувальне оброблення – В:

$A_{В1}$ – шліфування втулки;

$A_{В2}$ – галтовка.

9. Термічне оброблення – Т:

$A_{Т1}$ – гартування з подальшим відпуском.

Логічний зв'язок між операціями узагальненого маршруту й умовами, які визначають якість втулки, наведено в таблиці 8.8.

8.8. Аналіз базових, розробленого й узагальненого технологічних маршрутів виготовлення втулки

Аналіз базових, розробленого й узагальненого технологічних маршрутів виготовлення втулки виконано на основі матриці, складеної з урахуванням можливостей реалізації технологічних маршрутів і забезпечення ними необхідних умов якості втулки.

Технологічними маршрутами, які найбільше задовольняють вимоги до втулки є узагальнений та маршрути М6 і М1.

Важливою умовою ефективності технологічного маршруту є кількість операцій в технологічному маршруті, які забезпечують умови якості виробу. Найефективнішим в цьому плані є маршрути М6, М5, М3. Водночас слід відзначити найвагоміші операції $A_{З4}$, $A_{П1}$, $A_{В1}$, $A_{Т1}$, які забезпечують найповніше охоплення умов якості втулки.

Основними групами показників, які визначають якість втулки, є конструкторсько-технологічні та експлуатаційні показники.

Взаємозв'язок між умовами якості втулки й операціями узагальненого маршруту

Група операцій	Код операцій	Умови якості виготовлення втулки
1. Заготівельна	A _{з1}	A17, A20, A21
	A _{з2}	A4, A11, A12, A15, A21
	A _{з3}	A10, A11, A18, A19, A20, A22
	A _{з4}	A10, A 11, A12, A13, A14, A16, A18, A19, A20, A22
2. Термічне оброблення	A _{с1}	A7
3. Просочування	A _{н1}	A12
4. Калібрування	A _{к1}	A2, A3, A5, A6
5. Механічне оброблення	A _{м1}	A2, A3, A5
	A _{м2}	A2. A3, A5
	A _{м3}	A9
6. Підготовка поверхні до зміцнення	A _{о1}	A17
7. Поверхнєве зміцнення	A _{п1}	A8, A10, A13, A16, A18
	A _{п1}	A8, A10, A13, A16
	A _{п1}	A8, A10, A13, A16
8. Викінчувальне оброблення	A _{в1}	A1, A2, A3, A4, A5, A6
	A _{в2}	A4
9. Термічне оброблення	A _{т1}	A2, A3, A8, A10, A11, A13, A14, A16

Аналіз матриць забезпечення технологічних маршрутів М1-М6 свідчить, що діючий технологічний маршрут виготовлення серійних втулок М5 на 16 % забезпечує повнішу відповідність конструкторсько-технологічним показникам якості втулки. Проте за загальними показниками запропонований технологічний процес М6 виготовлення втулки з модифікованого чавуну на 33% повніше забезпечує відповідність порівняно з діючим маршрутом М5.

Потужності технологічних маршрутів М1, М3, М5 є співвимірні, що пояснюється високою працемісткістю виготовлення зміцненого поверхневого шару, необхідністю застосування дорогого технологічного обладнання, а також більшою кількістю операцій для реалізації технологічних процесів. Проте за експлуатаційними показниками розроблений маршрут М6 забезпечує на 80% повнішу відповідність показникам якості втулки, що дає можливість очікувати від втулок, виготовлених маршрутом М6, більш високої довговічності і збільшення ресурсу роботи, що, відповідно, зумовлює підвищення економічних показників. За загальними показниками (табл. 8.9) маршрут М6 теж має найвищу потужність.

Таблиця 8.9

Матриця забезпечення базових, розроблених і узагальнених технологічних маршрутів умовам конструкторсько-технологічної групи показників і якості виготовлення втулки

Код операцій	M1	M2	M3	M4	M5	M6	У ₃
A ₃ 1	0	0	0	0	x	x	0
A ₃ 2	x	x	x	1	x	x	1
A ₃ 3	x	x	x	x	0	x	0
A ₃ 4	x	x	x	x	x	0	0
A _C 1	x	x	x	x	1	x	1
A _H 1	x	x	x	0	x	x	0
A _K 1	x	x	x	4	x	x	4
A _M 1	3	3	3	x	3	3	3
A _M 2	3	3	3	x	3	3	3
A _M 3	0	0	0	0	0	0	0
A _O 1	x	1	x	x	x	x	0
A _П 1	1	x	x	x	x	x	1
A _П 2	x	1	x	x	x	x	1
A _П 3	x	x	1	x	x	x	1
A _B 1	x	6	6	x	6	x	6
A _B 2	x	x	x	1	x	x	1
A _T 1	x	x	x	x	x	3	3
Кількість операторів якості виготовлення тарілки	7	14	12	6	13	9	25
Кількість операцій, які забезпечують технологічний маршрут	5	7	6	5	6	5	17
Потужність технологічного маршруту	1,4	2	2	1,2	2,1	1,8	1,4

Таблиця 8.10

Матриця забезпечення базових, розроблених і узагальненого технологічних маршрутів умовам експлуатаційної групи показників і якості виготовлення втулки

Код операцій	M1	M2	M3	M4	M5	M6	У ₃
1	2	3	4	5	6	7	8
A ₃ 1	0	0	0	x	x	x	0
A ₃ 2	x	x	x	1	x	x	1
A ₃ 3	x	x	x	x	2	x	2

Продовження таблиці 8.10

1	2	3	4	5	6	7	8
A ₃₄	x	x	x	x	x	7	7
A _{C1}	x	x	x	x	0	x	0
A _{H1}	x	x	x	1	x	x	1
A _{K1}	x	x	x	0	x	x	0
A _{M1}	0	0	0	x	0	0	0
A _{M2}	0	0	0	x	0	0	0
A _{M3}	1	1	1	1	1	1	1
A _{O1}	x	1	x	x	x	x	1
A _{П1}	3	x	x	x	x	x	3
A _{П2}	x	3	x	x	x	x	3
A _{П3}	x	x	3	x	x	x	3
A _{B1}	x	0	0	x	0	x	0
A _{B2}	x	x	x	0	x	x	0
A _{T1}	x	x	x	x	x	5	5
Кількість операторів якості виготовлення тарілки	4	5	4	3	3	13	27
Кількість операцій, які забезпечують технологічний маршрут	5	7	6	5	6	5	17
Потужність технологічного маршруту	0,8	0,71	0,67	0,6	0,5	2,6	1,59

Таблиця 8.11

Матриця забезпечення базових, розроблених і узагальненого технологічних маршрутів умовам якості виготовлення втулки

Код операції	M1	M2	M3	M4	M5	M6	У ₃
1	2	3	4	5	6	7	8
A ₃₁	3	3	3	x	x	x	3
A ₃₂	x	x	x	5	x	x	5
A ₃₃	x	x	x	x	6	x	6
A ₃₄	x	x	x	x	x	10	10
A _{C1}	x	x	x	x	1	x	1
A _{H1}	x	x	x	1	x	x	1
A _{K1}	x	x	x	4	x	x	4
A _{M1}	3	3	3	x	3	3	3
A _{M2}	3	3	3	x	3	3	3
A _{M3}	1	1	1	1	1	1	1
A _{O1}	x	1	x	x	x	x	1

Продовження таблиці 8.11

A _{П1}	5	x	x	x	x	x	5
A _{П2}	x	4	x	x	x	x	4
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	У3
A _{П3}	x	x	4	x	x	x	4
A _{В1}	x	6	6	x	6	x	6
A _{В2}	x	x	x	1	x	x	1
A _{Т1}	x	x	x	x	x	8	8
Кількість операторів якості виготовлення тарілки	15	17	20	12	20	25	64
Кількість операцій, які забезпечують технологічний маршрут	5	7	6	5	6	5	17
Потужність технологічного маршруту	3	2,43	3,33	2,4	3,33	5	3,76

Отже, технологічні передумови досягнення високої якості втулки в розроблених технологічних маршрутах свідчать про їх потенційні можливості і необхідність їх повнішого дослідження.

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

Основні операції узагальненого ТМ є такими:

Заготівельні операції:

Відрізування мірної заготовки зі смуги (листа):

Aз1 – заготовка зі смуги (стрічка);

Aз2 – листова заготовка.

Підготовлення розплаву металу:

Aз3 – розплав металу.

Основні та допоміжні операції формоутворення ГЗ:

Ам1 – відгинання кінців;

Ам2 – вирубування елементів;

Ам3 – свердління;

Ам4 – штампування;

Ам5 – розрізування кільцевої заготовки;

Ам6 – вальцювання;

Ам7 – навивання (скручування) стрічки;

Ам8 – розтягування на крок;

Ам9 – калібрування на крок;

Ам10 – відрізування кінців ГЗ.

Викінчувальні операції:

Ав11 – точіння (фрезерування, шліфування) країв ГЗ;

Ав12 – шліфування бічних поверхонь витків ГЗ;

Ав13 – зміцнення зовнішньої і внутрішньої крайок ГЗ механічним інструментом;

Ав14 – зварювання секцій ГЗ;

Ав15 – зачищування.

Фрагменти логічних умов забезпечення якості виконання ГЗ відповідно до групи показників ефективності формоутворення такі:

Технологічна група показників:

А1 – зміцнення бічної поверхні витка;

А2 – твердість ГЗ за її зовнішньою крайкою;

А3 – зменшення биття поверхні зовнішньої крайки ГЗ відносно її поздовжньої осі;

А4 – підвищена міцність ГЗ унаслідок обмеженості вимог або відсутності технологічних обмежень за пластичністю матеріалу;

А5 – збільшення товщини зовнішньої крайки витка ГЗ;

А6 – можливість виконання рисих діаметрів внутрішньої крайки ГЗ;

А7 – значний ступінь складності виконання ГЗ;

А8 – покращення мікрогеометрії поверхонь витка ГЗ.

Підвищення відповідності рельєфу площини витка й точності геометричних параметрів за рахунок:

А9 – підвищення точності виконання вихідної (початкової) заготовки;

А10 – підвищення стійкості подавання смуги в зону формоутворення та покращення умов її захоплення інструментом;

А11 – підвищення стійкості матеріалу у зоні деформації (має місце гофроутворення стрічки за її внутрішньою крайкою, поздовжній розрив матеріалу та ін.);

А12 – підвищення точності виконання ГЗ за її внутрішньою і зовнішньою крайками;

А13 – забезпечення стабільності геометрії внаслідок стабілізації параметрів процесу формоутворення ГЗ (наприклад, нерівномірність усадження у процесі неперервного навивання на ребро початкових заготовок тощо);

А14 – зменшення неідентичності кривизни витків виконуваних заготовок;

А15 – реалізація принципу єдності і постійності баз на подальших операціях оброблення ГЗ;

А16 – незалежність від технологічних обмежень щодо зварюваності заготовок.

Експлуатаційна група показників:

Б1 – підвищена довговічність унаслідок зменшення мікротріщин на поверхнях;

Б2 – підвищена довговічність, унаслідок зменшених залишкових мікро- і макронапружень у поверхневих зонах ГЗ;

Б3 – підвищення ресурсу роботи за рахунок збільшення довговічності поверхневого шару;

Б4 – підвищена жорсткість витка для протидії деформаційним впливам експлуатаційних навантажень (можливість виконання різних профілів, що сприяють підвищенню міцності на кручення й згинання);

Б5 – компактність конструкції внаслідок зменшеної матеріаломісткості профілю;

Б6 – підвищена надійність з'єднання елементів ГЗ;

Б7 – зменшений ступінь травмування суміжних середовищ (матеріалів, які контактують з деталями, отриманими з ГЗ);

Б8 – розширення та інтенсифікація функціональних операцій в області застосування деталей з ГЗ (наприклад, інтенсифікація процесів змішування, подрібнення матеріалів тощо);

Б9 – забезпечення точності об'єму міжвиткового гвинтового простору ГЗ (для дозаторів, живильників, конвеєрів: визначається сукупністю діаметральних і крокових параметрів);

Б10 – підвищення стійкості до ударного, ударно-абразивного і гідро-абразивного зношування;

Б11 – можливість виконання пружних ГЗ, що піддаються впливу циклічно-змінних силових факторів;

Б12 – підвищена міцність ГЗ шляхом можливості виконання комбінованих ГЗ або з різними покриттями у структурі основної операції формоутворення (наприклад, за допомогою поверхневого пластичного деформування);

Б13 – розширення сфер використання ДМ з НЗ унаслідок збільшення ширини витка спіралі ($b > 6 - 7$).

Економічна група показників:

В1 – підвищення продуктивності праці;

В2 – зменшена працемісткість;

В3 – підвищений коефіцієнт використання матеріалу;

В4 – зменшення вартості внаслідок підвищеного ступеня складності виконання геометрії ГЗ.

Гнучкість виробництва за рахунок:

В5 – виготовлення ГЗ різних типорозмірів без значних затрат;

В6 – виготовлення як суцільних пакетів ГЗ, так і певного кроку;

В7 – можливість підвищення коефіцієнту концентрації операцій;

В8 – зниження кількості бракованих деталей;

В9 – зниження собівартості внаслідок підвищення довговічності технологічного спорядження для отримання ГЗ;

В10 – зниження собівартості внаслідок підвищення довговічності основного технологічного обладнання для виготовлення ГЗ;

В11 – зниження загальної собівартості;

В12 – відсутність необхідності у застосуванні спеціального обладнання;

В13 – відсутність необхідності у застосуванні потужного і вартісного обладнання;

В14 – знижена собівартість унаслідок простоти виготовлення інструментів та їх налагодження;

В15 – зменшені виробничі площі;

В16 – покращення виробничих умов, усунення шкідливих впливів);

В17 – можливість використання в автоматизованому виробництві;

В18 – зниження витрат на технологічну підготовку виробництва;

В19 – підвищення ремонтпридатності і можливість заміни (відновлення) елементів деталі, отриманої з ГЗ в умовах фермерських господарств (в ремонтних майстернях);

В20 – зменшена вартість унаслідок використання простих, поширених і відпрацьованих операцій.

Матриці експертного оцінювання відповідності технологічних операцій умовам якості виготовлення гвинтових заготовок наведено у табл. 8.11 і 8.12.

Таблиця 8.11

Матриця експертного оцінювання відповідності технологічних операцій умовам якості виготовлення гвинтових заготовок

Операція	Технологічні маршрути виготовлення гвинтових заготовок					
	М1	М2	М3	М4	М5	М6
1	2	3	4	5	6	7
Аз1	Х	А9, А16, Б4, Б6, Б7, В1, В2, В3, В18, В20	Х	Х	А9, А16, Б4, Б6, Б7, В1, В2, В3, В18, В20	А9, А16, Б4, Б6, Б7, В1, В2, В3, В18, В20
Аз2	А1, А4, В10, В1, В18, В20	Х	А1, А4, В10, В1, В18, В20	Х	Х	Х
Аз3	Х	Х	Х	А1, А4, А16, В1, В6, В10, В12	Х	Х

Продовження таблиці 8.11

1	2	3	4	5	6	7
Ам1	X	X	X	X	0	X
Ам2	X	0	0	X	X	X
Ам3	X	X	X	X	X	X
Ам4	A1, A4, A6, A7, A8, B1, B4, B8, B10, B13, B4, B5, B8, B9, B10, B12, B13, B14, B18, B19, B20	X	A1, A6, A7, A11, B1, B4, B8, B9, B10, B13, B4, B5, B8, B9, B10, B12, B13, B14, B18, B19, B20, B13	X	X	X
Ам5	0	X	0	X	X	X
Ам6	X	A1, A13, A16, B3, B4, B5, B6, B7, B10, B12, B13, B1, B2, B3, B4, B5	A1, A13, A14, B3, B4, B5, B8, B9, B10, B12, B13, B4, B5, B8	A1, A4, A5, A6, A7, A11, A13, A16, B3, B4, B5, B6, B7, B10, B12, B13, B1, B2, B4, B5	X	X
Ам7	X	X	X		A6, A16, B4, B5, B6, B7, B8, B11, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B9, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B18, B19, B20	A6, A12, A13, A14, A16, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B11, B3, B4, B13
Ам8	B8, B9, B12	X	A14, B9, B12	X	X	X
Ам9	X	X	X	X	X	X
Ам10	0	0	0	0	0	0

Продовження таблиці 8.11

Операція	Технологічні маршрути виготовлення гвинтових заготовок						
	М1	М2	М3	М4	М5	М6	
Ав11	А3, А8, А12, Б1, Б2, Б7, Б8, Б9, В8	А3, А8, А12, Б1, Б2, Б7, Б8, Б9, В8	А3, А8, А12, Б1, Б2, Б7, Б8, Б9, В8	А3, А8, А12, Б1, Б2, Б7, Б8, Б9, В8	Х	Х	
Ав12	Х	А8, Б1, Б5, Б7, Б8, Б9, В8	А8, Б1, Б5, Б7, Б8, Б9, В8	А8, Б1, Б5, Б7, Б8, Б9, В8	Х	Х	
Ав13	Х	Х	Х	Х	Х	Х	
Ав14	0	Х	0	Х	Х	Х	
Ав15	0	0	0	0	Х	0	
Операція	Технологічні маршрути виготовлення гвинтових заготовок						
	М7	М8	М9	М10	М11	М12	М13
Аз1	А9, А16, Б4, Б6, Б7, В1, В2, В3, В18, В20	А9, А16, Б4, Б6, Б7, В1, В2, В3, В18, В20	А9, А16, Б4, Б6, Б7, В1, В2, В3, В18, В20	А9, А16, Б4, Б6, Б7, В1, В2, В3, В18, В20	А9, А16, Б4, Б6, Б7, В1, В2, В3, В18, В20	А9, А16, Б4, Б6, Б7, В1, В2, В3, В18, В20	А9, А16, Б4, Б6, Б7, В1, В2, В3, В18, В20
Аз2	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Аз3	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Ам1	0	0	0	0	0	0	Х
Ам2	0	0	0	0	0	0	0
Ам3	Х	Х	Х	Х	Х	0	0
Ам4	Х	Х	Х	Х	Х	А6, А7, А8, А11, Б4, Б5, Б8, Б13, В4, В5, В8, В9, В10, В13, В14	А6, А7, А8, А11, Б4, Б5, Б8, Б10, Б13, В4, В5, В8, В9, В10, В13, В14
Ам5	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Ам6	Х	Х	Х	Х	Х	Х	А1, А7, А13, А16, Б3, Б4, Б5, Б6, Б7, Б8, Б10, Б12, Б13, В1, В2, В3, В4, В5

Продовження таблиці 8.11

Операція	Технологічні маршрути виготовлення гвинтових заготовок							
	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	
Ам7	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12, A14, A16, Б1, Б2, Б3, Б4, Б5, Б6, Б7, Б8, Б9, Б13, В1, В2, В3, В4, В5, В9, В10, В11, В13, В14, В15, В16, В17,	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A16, Б1, Б2, Б3, Б4, Б5, Б6, Б7, Б8, Б9, Б11, Б13, В1, В2, В3, В4, В5, В8, В11, В12, В13, В14, В15, В16, В18, В19, В20	A2, A3, A5, A6, A8, A12, A13, A14, A16, Б1, Б2, Б3, Б4, Б5, Б6, Б8, Б9, Б11, Б13, В1, В2, В3, В4, В5, В6, В11, В12, В13, В14, В15, В16, В18, В19, В20	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A16, Б1, Б2, Б3, Б4, Б5, Б6, Б7, Б8, Б9, Б11, Б13+[A2, A3, A5, A8, A11, A12, Б1, Б2, Б3, Б7, Б9, В12, В14], В1, В2, В3, В4, В5, В8, В9, В10, В11, В12, В13, В14, В15, В16, В18, В19, В20	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, Б1, Б2, Б3, Б4, Б5, Б6, Б7, Б8, Б9, Б11, Б13, В1, В2, В3, В4, В5, В7, В8, В9, В10, В11, В12, В13, В14, В15, В16, В17, В18, В19, В20	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A11, A12, A14, A16, Б1, Б2, Б3, Б4, Б5, Б6, Б7, Б8, Б9, В1, В2, В3, В4, В5, В6, В9, В10, В11, В12, В13, В14, В15, В16, В17	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A11, A12, A14, A16, Б1, Б2, Б3, Б4, Б5, Б6, Б8, Б13, В1, В3, В4, В5, В6, В9, В10, В11, В12, В13, В14, В15, В16, В17	X
Ам8	A14, Б8, Б9, В12	A14, Б8, Б9, В12	A14, Б8, Б9, В12	A14, Б8, Б9, В12	A14, Б8, Б9, В12	A14, Б8, Б9, В12	X	
Ам9	A3, A12, A13, A14, Б8, Б9, В12	A3, A12, A13, A14, Б8, Б9, В12	A3, A12, A13, A14, Б8, Б9, В12	A3, A12, A13, A14, Б8, Б9, В12	A3, A12, A13, A14, Б8, Б9, В12	A3, A12, A13, A14, Б8, Б9, В12	X	
Ам10	0	0	0	0	0	0	0	
Ав11	X	X	X	X	X	X	A3, A8, A12, Б1, Б2, Б7, Б8, Б9, В8,	
Ав12	X	X	X	X	X	X	(X): [A8, Б1, Б5, Б7, Б8, Б9, В8]	
Ав13	X	X	X	X	A2, A3, A5, A8, A12, A14, Б1, Б2, Б3, Б4, Б6, Б7, Б9, В8, В20	X	X	
Ав14	X	X	X	X	X	X	X	
Ав15	X	X	X	X	X	0	0	

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Записати за вказівкою викладача з таблиці результатів вимірювань мікрометром товщини двох партій кілець по 5 шт. у партії.
2. Оцінити із заданою викладачем ймовірністю систематичну і випадкову похибки вимірювань для першої і другої п'ятірки вимірювань окремо, а також для 10 вимірювань у цілому. Розрахунки $S_{\bar{x}}^z$ виконувати за формулою (8.11).
3. Записати результати вимірювань для названих партій деталей.
4. Оцінити для партій з 10 кілець ймовірність потрапляння вимірювань у заданий викладачем інтервал.
5. Розрахувати для партії з 10 кілець інтервал, в якому знаходитимуться результати вимірювань з ймовірністю 90, 95, 99% за допомогою функції Лапласа.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Таблиця результатів вимірювань за формою таблиці. 8.4.
4. Результати розрахунків систематичної і випадкових помилок вимірювань для двох п'ятірок вимірюваних деталей окремо і десяти вимірювань в цілому.
5. Висновки про вплив числа вимірювань на різні помилки вимірювань.
6. Результати розрахунків для партії з 10 деталей ймовірності потрапляння вимірювань у заданий викладачем інтервал і довірчих інтервалів для різних заданих ймовірностей.
7. Висновки про зміну довірчого інтервалу при зміні ймовірності потрапляння розмірів в цей інтервал.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Назвіть етапи аналізу.
2. Який алгоритм побудови узагальненого маршруту виготовлення деталі?
3. Які бувають групи логічних умов вибору технологічних операцій?
4. Як здійснюють систематизацію логічних умов виготовлення деталі за групами показників якості?
5. Як визначають показники потужності технологічного маршруту виготовлення деталі?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Новиков Ф.С. Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение, 1980. – 304 с.
2. Плазменное и лазерные методы упрочнения деталей машин / Н.В Спиридонов, О.С.Кобяков, И.Л. Куприянов; Под ред. В.Н. Чачина. – Мн.: Высшая школа, 1988. – 155 с.
3. Зарубицкий Е.У. Обработка деталей дисками трения. // Машиностроитель. № 8, 1983. – С. 28 – 29.
4. Марков А.И. Ультразвуковая обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1980. – 237 с.
5. Пляскин И.И. Оптимизация технических решений в машиностроении. – : Машиностроение, 1982. – 176 с.
6. Петрина Ю.Д, Жидецька О.Л., Борушак Б.О. Технологічні шляхи забезпечення надійності та ефективності роботи захисної втулки електро-відцентрових насосів // Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні. – Львів: Вид.-во ДУ “Львівська політехніка”. – 2002. – № 422. – С. 60 – 68.

Навчально-методична література

Васильків В.В., Данильченко Л.М.,
Ткаченко І.Г.

ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ І НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ ВИКОНАННЯ СЕМЕСТРОВОГО ЦИКЛУ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

для студентів освітнього рівня «бакалавр»
усіх форм навчання за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»
галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Комп'ютерне верстання *А.П. Катрич*

Формат 60x90/16. Ум. друк. арк. 5,97. Тираж 10 пр. Зам. № 2818.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.
46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4226 від 08.12.11.