МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет "Запорізька політехніка"

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

"Спецкурс з наукових досліджень спеціальності"

для студентів спеціальності 174 "Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка"
освітня програма "Автоматизація, мехатроніка та робототехніка"
усіх форм навчання

Частина 2

2024

Конспект лекцій з дисципліни "Спецкурс з наукових досліджень спеціальності" для студентів спеціальності 174 "Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка" освітня програма "Автоматизація, мехатроніка та робототехніка" усіх форм навчання. Частина 2 / Уклад. : Ірина ПОСПЄЄВА, Олександр МАЛИЙ, Запоріжжя : НУЗП, 2024. 179 с.

Укладачі: Ірина ПОСПЄЄВА, ст. викл. каф. ІТЕЗ;
Олександр МАЛИЙ, к.т.н., зав. каф. ІТЕЗ

Рецензент: Тетяна БУГРОВА, к.т.н., доцент каф. РТТ

Відповідальний за випуск: Олександр МАЛИЙ, к.т.н., зав. каф. ІТЕЗ

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЕЗ
протокол № 1 від 10.09.24 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФІБЕК
протокол № 2 від 19.09.24 р.

ЗМІСТ

1 ТЕМА 6 СТАНДАРТИ НА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗВ'ЯЗАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ 4
1.1 Поняття веполю. Вепольний аналіз 4
1.2 Клас 1 Побудова та руйнування вепольних систем..... 8
1.3 Клас 2 Розвиток вепольних систем 27
1.4 Клас 3 Перехід до надсистеми та на мікрорівень 67
1.5 Клас 4 Стандарти на виявлення та вимірювання систем 76
1.6 Клас 5 Стандарти на використання стандартів 93
1.7 Контрольні питання до теми 6..... 116
2 ТЕМА 7. АЛГОРИТМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ..... 118
2.1 Історія створення АРВЗ. Модифікації АРВЗ 118
2.2 Складові частини АРВЗ..... 119
2.3 Суть та характерні особливості АРВЗ 120
2.4 Алгоритм розв'язання винахідницьких задач АРВЗ-77..... 122
2.5 Алгоритм розв'язання винахідницьких задач АРВЗ-85-Б..... 129
2.6 Розширені можливості АРВЗ..... 150
2.7 Контрольні питання до теми 7..... 152
3 ТЕМА 8. ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ 154
3.1 Мета та призначення КРМ..... 154
3.2 Вимоги до вибору теми КРМ..... 155
3.3 Структура КРМ..... 158
3.4 Правила оформлення КРМ..... 162
3.5 Апробація результатів КРМ..... 170
3.6 Правила оформлення бібліографічних посилань..... 172
3.7 Контрольні питання до теми 8..... 178
ЛІТЕРАТУРА..... 179

1 ТЕМА 6 СТАНДАРТИ НА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗВ'ЯЗАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ

Як було вказано вище, ТРВЗ містить широкий інформаційний фонд, до складу якого, серед іншого, входять стандарти на розв'язання винахідницьких задач, які являють собою правила синтезу та перетворення технічних систем, що безпосередньо випливають із законів розвитку цих систем.

Зараз відомі 76 стандартів, розподілених за 5 класами:

– клас 1: побудова та руйнування вепольних систем;

– клас 2: розвиток вепольних систем;

– клас 3: перехід до надсистеми та на мікрорівень;

– клас 4: стандарти на виявлення та вимірювання систем;

– клас 5: стандарти на застосування стандартів [8].

Усі вказані стандарти розглянуті нижче. Більша частина прикладів, якими вони супроводжуються, наведена у джерелах [27], [28].

1.1 Поняття веполю. Вепольний аналіз

Оскільки у основі більшості стандартів лежить поняття веполю, попередньо розглянемо це поняття [8], [27].

Техніка як сукупність засобів, що створюються для здійснення процесів виробництва і обслуговування невиробничих потреб суспільства, є сумою матеріальних об'єктів, предметів і процесів, що використовуються людиною.

Відомо, що матерія при всій своїй різноманітності проявів і форм на макроскопічному рівні може бути поділена на два основних компоненти: речовина і поле.

Речовина – сукупність дискретних утворювань, які мають масу спокою. Це атоми, молекули, і те, що з них побудоване. Речовина може знаходитися в твердому, рідкому або газоподібному стані, а також в стані плазми.

Фізичні поля – це системи з нескінченним числом ступенів свободи, що характеризуються безперервністю і мають нульову масу спокою.

Фізичні поля, які найчастіше використовуються у ТРВЗ, можуть бути записані за допомогою мнемонічної формули **МАТХЕМ**, де:

– М: механічне поле;
– А: аеродинамічне поле;
– Т: температурне поле;
– Х: поле хімічних взаємодій;
– Е: електричне поле;
– М: магнітне поле.

Але до них також можуть відноситися й поля інших видів: інформаційне, ароматичне (запахове), акустичне, електромагнітне, гравітаційне, різні поля ядерних сил, а також хвильові (квантові) поля, відповідні різноманітним частинкам (наприклад, електронно-позитронне поле) тощо.

Джерелами фізичних полів є частки (речовина), наприклад, для електромагнітного – заряджені частки.

Фізичні поля переносять (з кінцевою швидкістю) взаємодію між відповідними частками, що зумовлена обміном квантами поля між частками.

На субатомному рівні, на рівні елементарних часток, відмінність речовини і поля стає відносним. Поля втрачають чисто безперервний характер: їм відповідають дискретні утворення – кванти (фотони, гравітони). А елементарні частки, з яких будується речовина (протони, електрон, нейтрони, мезони і т. ін.), виступають як кванти відповідних нуклонних, мезонних і інших полів, втрачаючи свій чисто дискретний характер.

Крім того, розрізняють векторні і скалярні (математичні) поля – це області (простору), в кожній точці яких задана (поставлена в відповідність) векторна або скалярна величина. До понять векторного і скалярного полів наводять фізичні явища і процеси.

Приклад векторних полів – поле швидкості часток рідини або газу, поле напруження і деформації в якому-небудь тілі і т. ін.

Скалярні – це температурні поля в будь-яких об'єктах, поле щільності будь-якого матеріалу і т. ін.

Оскільки всі розглянуті вище поняття відносяться або до взаємодії, або до характеристики властивостей енергетичного стану матеріальних часток, їх розуміють в більш загальному збірному сенсі поля.

Таким чином, матеріальний світ, в тому числі будь-яке фізичне явище, можна розглядати як сукупність систем, що складаються з

речовин, які або взаємодіють з полем, або їхній стан визначається полем.

Будь-яку систему, що містить речовину (пару речовин) та взаємодіюче з нею (ними) поле, у ТРВЗ називають **веполем** (скорочення від російського "**ве**щество-**пол**е").

Розглянемо декілька прикладів.

Ультрафіолетове випромінювання (поле П1) впливає на люмінофор (речовину В) – виникає видиме світло (поле П2).

Електричний розряд (П1) в рідині (В) створює високий тиск (П2).

Звук (акустичне поле П1) впливає на п'єзокристал (В) – в результаті з'являється змінне електричне поле (П2).

В усіх трьох розглянутих випадках структуру фізичного явища можна уявити в однаковій графічній речовинно-польовій формі.

За аналогією будь-яку технічну (матеріальну) систему можна уявити в виді сукупності трикомпонентних систем, кожна з яких складається з речовини В, поля П і третього компонента (який також може бути речовиною або полем. Така "елементарна" матеріальна система називається речовинно-польовою системою або скорочено – веполем.

Умовно веполі зображують графічно в вигляді структурних формул (див. рис. 1.1).

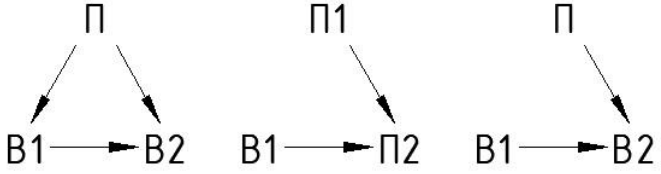


Рисунок 1.1 – Умовні зображення веполів

У вепольних формулах речовини (В1, В2) записують в рядок, а поля (П) згори і знизу; це дозволяє відображувати впливи декількох полів на одну і ту саму речовину. Для зображення зв'язків та дій рекомендується використовувати позначення, наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Позначення, які використовуються у вепольних формулах [8], [27]

Позначення	Відповідні дії
	перехід від умов задачі (дано) до результату (отримано)
	дія
	незадовільна дія, яку потрібно змінити
П' та П"	стан поля на вході і на виході (змінюються параметри, але не природа поля)
В' та В"	стан речовини на вході і на виході (змінюються параметри, але не сама речовина)

В технічних системах носіями (генераторами) полів завжди є будь-які конкретні елементи, речовини. Ці речовини можуть піддаватися перетворенням і, в свою чергу, змінювати стан поля. В зв'язку з цим можна вважати, що мінімальна (елементарна) технічна система, наведена в речовинно-польовій формі (технічний веполь), складається з двох речовин і поля. Оскільки компоненти веполю і його структура виражаються за допомогою найбільш узагальнених абстрактних понять і символів, то за їхньою допомогою може бути однаково записана структура багатьох, різноманітних за суттю, але аналогічних в принципі технічних систем. Основою аналогії між ними є схожість вепольних формул.

Практика показує, що існує певний набір структур різноманітних елементарних технічних систем, які містять технічні протиріччя, що можуть бути зведені до веполів і подолані використанням певного набору правил і стандартних структурних (вепольних) перетворень. Відповідно аналіз речовинно-польових структур у тих частинах технічних систем, де виникають протиріччя при їхньому перетворенні, називається ***вепольним аналізом***.

Вепольний аналіз пропонує загальну формулу, яка вказує напрямок розв'язку задачі.

1.2 Клас 1 Побудова та руйнування вепольних систем

1.2.1 Група стандартів 1.1 Побудова веполів

Синтез веполів полягає у перетворенні невепольної системи у вепольну шляхом добудови веполю [8], [27], [28].

1.2.1.1 Стандарт 1.1.1 Синтез веполів

Невепольні системи (один елемент) або неповні вепольні системи (два елементи) повинні бути добудовані до повного веполю (див. рис. 1.2).

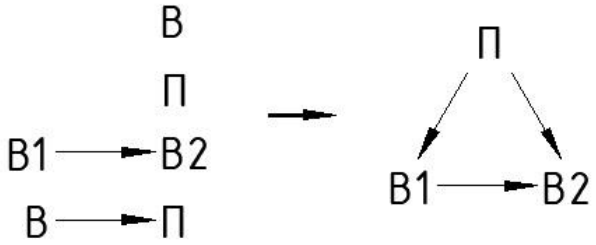


Рисунок 1.2 – Загальні формули синтезу веполів

Приклад 6.1 "Каталізатор" хімічної реакції

Один вчений-хімік довгий час працював над відтворенням певної хімічної реакції. Він перепробував безліч хімічних речовин-каталізаторів, використовував температурні впливи, електричний струм, опромінювання, але нічого не допомагало – реакція була нестабільна. Вчений став залишатися в лабораторії після роботи, працював наодинці. І одного разу – чудо! – реакція пішла як треба.

Побоюючись, що це був поодинокий випадок, вчений деякий час нікому не розповідав про своє відкриття, кожного дня залишаючись у лабораторії та відтворюючи реакцію. Все працювало, як слід.

Нарешті, коли вчений був впевнений в результаті, він вирішив оприлюднити своє відкриття та запросив комісію на демонстрацію досліду. Але – який жах! – реакція знов була нестабільна. Він робив спробу за спробою, ретельно відтворюючи усі умови, але результат був негативний.

Вкрай розчарований, він все ж залишився увечері в лабораторії наодинці та ще раз повторив дослід. І знов все вийшло.

Таким чином, мала місце вкрай дивна ситуація – реакція була стабільною тільки тоді, коли вчений її проводив наодинці, а у присутності сторонніх результат був негативний.

Причину все ж таки вдалося виявити, але на це знадобився час.

Розберемо цю ситуацію, скориставшись стандартом 1.1.1 – синтезом веполю.

Вихідна ситуація не є вепольною: в системі є тільки сукупність речовин, що повинні вступати в хімічну реакцію. Позначимо їх умовно виробом – речовиною В1.

Хімічній реакції потрібен каталізатор, у якості якого повинно бути невідоме поле П. А інструментом (речовиною В2) в такому разі буде джерело цього поля (див. рис. 1.3).

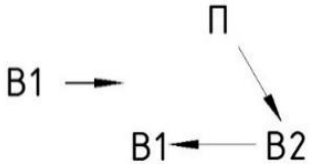


Рисунок 1.3 – Синтез веполю для прикладу 6.1

Оскільки реакція відтворювалася тільки у присутності експериментатора, логічно припустити, що таким інструментом (В2) був саме він. Але яким саме полем його присутність впливала на реакцію? Це могло бути температурне поле (власна температура його тіла), ароматичне поле (його власний запах), хімічне поле (хімічні сполуки, джерелом яких був його одяг, засоби гігієни тощо). Але наявність чи відсутність усіх цих полів ніяк не залежала від того, наодинці він проводив дослід, або в присутності комісії.

Перебравши усі можливі варіанти, випадково був знайдений єдиний, який виявився вірним. Справа в тому, що вчений мав дуже гучний голос та полюбляв співати. Але оскільки при цьому сильно фальшивив, соромився співати в присутності інших людей. А залишаючись на самоті, він під час своїх дослідів віддавався улюбленому хобі та співав на весь голос. Саме його спів, а вірніше, створюване при цьому акустичне поле конкретної частоти, і був каталізатором цієї реакції.

Коли це з'ясували, визначили потрібні частоти і потім під час реакції відтворювали їх штучно.

Ця ситуація мала місце у реальності. А у 1996 р. на екрани вийшов фантастичний бойовик "Ланцюгова реакція" (США), де була показана аналогічна ситуація: стабілізація холодного ядерного синтезу завдяки акустичному полю, створюваному працюючим токарним верстатом.

Приклад 6.2 Визначення води в машинному маслі

Існують точні методи визначення води в машинному маслі, але вони тривалі та вимагають спеціальних приладів. Як швидко встановити, чи є вода в маслі з картера автомобіля (на дорозі, за короткої зупинки)? Потрібна ідея експрес-методу.

За умовами задачі є В1 (масло) та В2 (вода), але не вистачає поля (рис. 1.4).

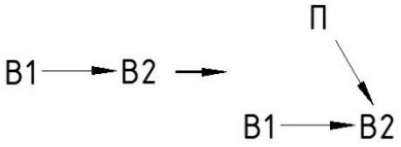


Рисунок 1.4 – Синтез веполю для прикладу 1.2

Бракує поля. Яке поле треба тут використовувати (механічне, теплове, електричне і т. ін.)? Воно має бути простим і доступним, має якось розділяти ці речовини, щоб було видно, чи є вода чи ні.

Розподіл, звичайно, має ґрунтуватися на різниці властивостей речовин. Серед безлічі властивостей, що відрізняються, найбільш просте – температура кипіння. У японській заявці 52-46837 пропонується нагріти на металевій пластинці краплю масла до 100 ^{o}С, наприклад, запальничкою. Вода закипить – і буде видно на око, як вона випарюється [27].

Слід відмітити, що технічна система ефективна тільки тоді, коли вона піддається керуванню. Тому добудовувати веполь треба так, щоб в ньому був хоча б один елемент, який добре керується. Іноді вдаються до спеціального спрощення лівої частини формули – з повного, але погано працюючого веполю викидають один або два елементи. При цьому слід залишати елементи, які добре працюють, легко керовані, дешеві, а ще краще – безкоштовні.

1.2.1.2 Стандарти 1.1.2, 1.1.3 Перехід до внутрішнього та зовнішнього комплексних веполів

Якщо веполь існує, але працює погано (або не працює взагалі), то слід перейти до комплексного веполю шляхом введення у речовину легко керованих домішок.

При цьому домішки вводять:

– до внутрішнього складу речовини (стандарт 1.1.2: внутрішній комплексний веполь);

– зовні (стандарт 1.1.3: зовнішній комплексний веполь).

На рис. 1.5 показаний синтез:

– внутрішнього та зовнішнього комплексних веполів при відсутності зв'язку між речовиною та полем (а, б);

– внутрішнього та зовнішнього комплексних веполів при відсутності зв'язку між речовинами (в, г).

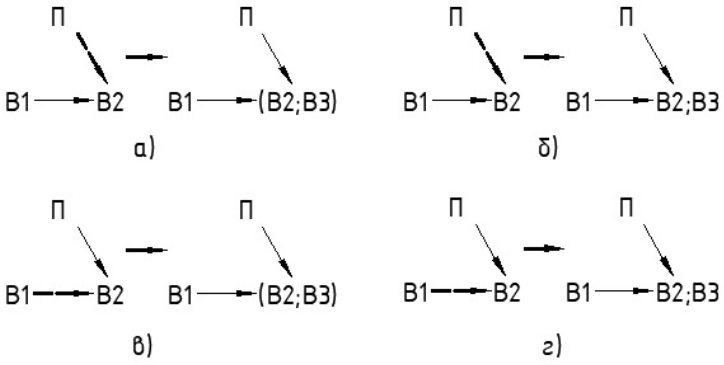


Рисунок 1.5 – Синтез комплексних веполів

Приклад 6.3 Радіоактивний спосіб контролю герметичності

Застосування стандарту 1.1.2 можна проілюструвати на прикладі радіоактивного способу контролю герметичності.

При цьому згідно зі схемою, наведеною на рис. 1.5 а, у внутрішню порожнину об'єкта, який підлягає герметизації, вводиться інертний газ (найчастіше гелій), який містить домішки радіоактивної пробної речовини. Ступінь герметизації визначають за величиною витоку радіоактивної речовини може, яку реєструють газорозрядними або сцинтиляційними детекторами випромінювання.

Приклад 6.4 Зношування ріжучого інструменту

Про процес зношування ріжучого інструменту судять за послідовною появою різнокольорових вставок, запресованих на певних глибинах від ріжучої кромки (стандарт 1.1.2, рис. 1.5 а).

Приклад 6.5 Самовідновлювані матеріали

Матеріали, що самовідновлюються, дуже важливі для багатьох областей і, особливо, для космічного обладнання. Такі полімерні матеріали або мають у своїй структурі відновлювальні компоненти, або молекулярні зв'язки, що самовідновлюються (стандарт 1.1.2, рис. 1.5 в).

Відновлюючі компоненти (цілющий агент) поміщають у мікрокапсули або порожнисті мікроволокна, розташовані в полімерному матеріалі. У полімері диспергований каталізатор. При пошкодженні матеріалу лікувальний агент втікає в тріщини і, вступаючи в реакцію каталізатором, ремонтує їх. Аналогічно відбувається і з порожніми волокнами (див. рис. 1.6).

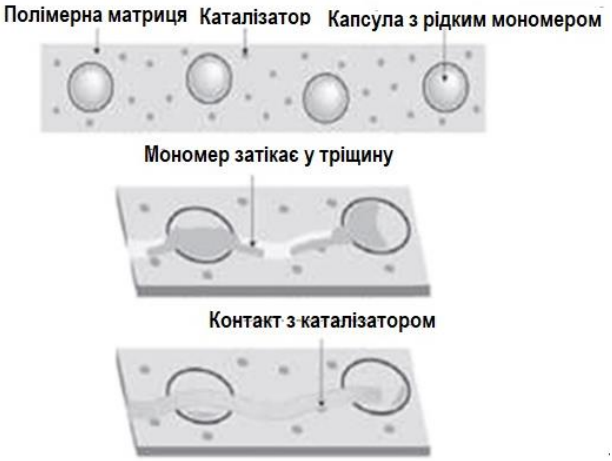


Рисунок 1.6 – Самовідновлювані матеріали [28]

Приклад 6.6 Виготовлення порожніх кульок

Традиційний спосіб виготовлення порожніх тонкостінних металевих кульок полягає у тому, що з металевої кульки (речовина В1) видаляється серцевина (речовину В2) за допомогою механічного поля $П_М$. Скористаємося стандартом 1.1.3 (рис. 1.5 б). Пропонується наносити металеву плівку на полістирольні кульки (усередині кульки утворюється зовнішній комплексний веполь В2;В3), які потім розчиняти в органічному розчиннику (хімічне поле Пх). Винахід захищений патентом США 3371405.

Приклад 6.7 Хірургічні рукавички

Хірургічні рукавички можуть пошкодитися під час операції чи огляду пацієнта, в результаті сам лікар може заразитися. Щоб цьому запобігти, відповідно до стандарту 1.1.3 їх роблять двошаровими і між шарами поміщають мікрокапсули з антимікробними та антивірусними речовинами (див. рис. 1.7). Ці капсули лопаються при розриві або надто сильному натягу гуми (патент США 5 024 852).

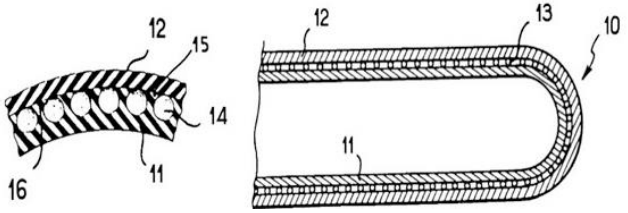


Рисунок 1.7 – Хірургічна рукавичка [28]

1.2.1.3 Стандарт 1.1.4 Перехід до веполю на довкіллі

Якщо в систему заборонено вводити сторонні речовини, задачу вирішують введенням речовини, яка міститься у зовнішньому середовищі, з утворенням веполю на довкіллі, тобто, у якості В3 використовують Взс – речовину, яка вже є в навколишньому середовищі системи (повітря, вода, грунт і т. ін.); при цьому використовуються властивості цих речовин або здатність їхньої взаємодії з речовиною системи (див. рис. 1.8 а, б).

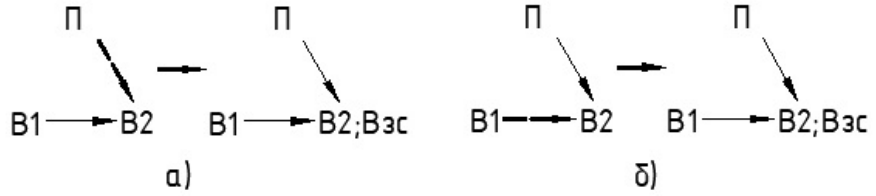


Рисунок 1.8 – Синтез комплексних веполів на довкіллі

Приклад 6.8 Зміна ваги рухомого об'єкта

Потрібна зміна ваги рухомого тіла, але за умовами задачі змінювати її не можна. У вихідному стані маємо рухоме тіло (речовина В1), яке рухається у повітрі (речовина В2). Скористаємося стандартом 1.1.4 (рис. 1.8 а). Пропонується надати тілу форму крила і, змінюючи нахил крила до напрямку руху, за допомогою потоку повітря (зовнішній комплексний веполь на довкіллі) отримати додаткову силу, спрямовану вгору чи вниз (аеродинамічне поле $П_A$).

Приклад 6.9 М'язи на пару

Вчені Массачусетського технологічного університету створили полімерну плівку, яка працює як штучна м'язова тканина: поглинаючи водяну пару, вона скорочується.

Така плівка вагою 25 мг дозволяє підняти вантаж у 380 разів більшої ваги. Цей полімерний м'яз має тришарову конструкцію. Середній шар утворений поліпірролом, який створює гнучку матрицю. Два крайові шари являють собою м'який гель з борат-поліолу-полімеру, який змінює свою форму при поглинанні води. Якщо плівку завтовшки 20 мікрон покласти на вологу поверхню, то нижній її шар, ввібравши вологу, розбухає і плівка викривляється. Втративши контакт із вологою поверхнею, цей шар випаровує вологу і плівка випрямляється. Цикл багаторазово повторюється. Якщо плівку з'єднати з п'єзоелектриком, можна отримати електричну енергію.

Приклад 6.10 Ущільнення кабелю

Кабельна обмотка, яка набухаючи при контакті з водою, виконує функцію ущільнення. Набухання відбувається за рахунок суперабсорбуючого порошку.

1.2.1.4 Стандарт 1.1.5 Перехід до веполю на довкіллі з домішками

Якщо зовнішнє середовище не містить потрібних речовин, то ця речовина може бути отримана заміною зовнішнього середовища, його розкладанням або введенням до нього добавки – утворюється веполь на зовнішньому середовищі з добавками – В'зс (див. рис. 1.9 а, б).

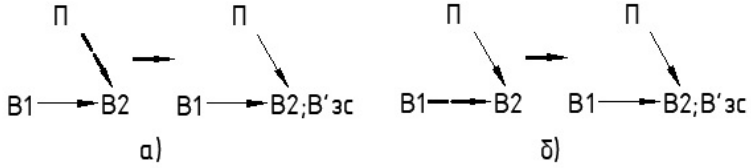


Рисунок 1.9 – Створення комплексних веполів на зміненому довкіллі

Приклад 6.11 Електризація відходів пластмаси

Для повторного використання відходів пластмаси їх спочатку сортують за розмірами на віброситі. Але у віброситі частинки електризуються від тертя одна від одну і злипаються у велику грудку.

Ця грудка має досить великий електричний заряд, і якщо спробувати її розбити, можна отримати високовольтний розряд статичної електрики, що порушує правила техніки безпеки.

Скористаємося стандартом 1.1.5 (рис. 1.9 б). Пропонується обдувати вібросито іонізованим повітрям (комплексний веполь В2;В'зс), яке нейтралізує виникаючі заряди.

Приклад 6.12 Самоочисні будівлі

Алюмінієва обшивка будівель покривається двоокисом титану, який під дією сонячних променів починає випускати вільні радикали. Ці радикали розкладають налиплу на стіни кіптяву, а також перетворюють розсіяні в повітрі отруйні молекули окису азоту на нешкідливі нітрати. Усі відходи цього процесу змиваються дощем.

Приклад 6.13 Самовідновлюваний бетон

В Університеті штату Мічиган розроблено новий композитний матеріал з бетону, пронизаного мікроволокнами, що гнуться, але не ламаються. Волосяні тріщини в цьому матеріалі швидко заліковуються самостійно, оскільки іони кальцію, що входять

до його складу, взаємодіють з дощовою водою та двоокисом вуглецю, утворюючи латку з карбонату кальцію.

1.2.1.5 Стандарт 1.1.6 Мінімальний режим дії на речовину

Якщо потрібен мінімальний (дозований) режим дії, а забезпечити його за умовами задачі важко чи неможливо, то використовується максимальний режим, а надлишок прибирають: надлишок поля – речовиною, а надлишок речовини – полем (див. рис. 1.10 а, б).

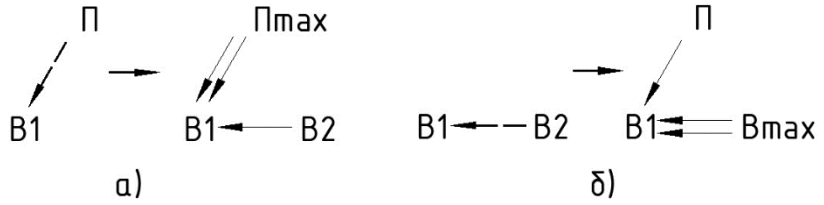


Рисунок 1.10 – Забезпечення режиму мінімальної дії

Приклад 6.14 Зберігання сталевого каркасу під час пожежі

Під час пожежі сталеві каркаси будівель перегріваються й втрачають стійкість. Як цьому запобігти?

Маємо неповний веполь, який складається зі сталевих каркасів будівель (речовина В1) та температурного поля $П_Т$. Скористаємося стандартом 1.1.6 (рис. 1.10 а).

Пропонується заповнювати порожні колони та інші елементи конструкцій водою (речовина В2). Під час пожежі вода сприймає частину теплоти та скидає у атмосферу у вигляді пари.

Приклад 6.15 Заряджання батарей

Скориставшись стандартом 1.1.6, ізраїльська стартап-компанія StoreDot розробила батареї, які швидко заряджаються. Вона використовувала технологію, засновану на дослідженнях хвороби Альцгеймера, що проводилися в університеті Тель-Авіва. Вчені з'ясували, що пептиди (речовини, молекули яких побудовані з двох і більше залишків амінокислот) можна використовувати як органічну батарею. З цих молекул вчені змогли отримати нанокристали, які можна використовувати як напівпровідники. Принцип зарядки заснований на використанні квантових точок - фрагментів провідника або напівпровідника, настільки крихітних, що на них проявляються

квантові ефекти. Розробники створили електроди нового типу, що отримали назву MFE - Multi Function Electrod.

Заряджання батареї для смартфона займає 30 с, а акумуляторів електромобіля - 5 хв. Після цього автомобіль може пройти 300 миль.

1.2.1.6 Стандарт 1.1.7 Максимальний режим дії на речовину

Якщо слід забезпечити максимальний режим дії на речовину, а це неприпустимо, то максимальну дію направляють на іншу речовину, пов'язану з першою (див. рис. 1.11).

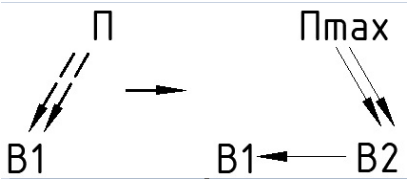


Рисунок 1.11 – Забезпечення режиму максимальної дії

Приклад 6.16 Інформація в Інтернеті

Людині бажано знати всю інформацію, яка є, але вона не здатна все сприйняти та запам'ятати. Як бути?

Маємо неповний веполь, який складається з людини (речовина В1) та інформаційного поля $П_І$. Скористаємося стандартом 1.1.7. Введемо речовину В2 – Інтернет. Вся інформація зберігається в Інтернеті, і в міру потреби людина її звідти отримує.

Приклад 6.17 Хмарні сховища

Аналогічно попередньому прикладу, якщо об'єм пам'яті на вашому комп'ютері недостатній для зберігання потрібної інформації, її можна зберегти на хмарному сховищі в Інтернеті та використовувати частково за необхідністю.

1.2.1.7 Стандарт 1.1.8 Вибірково-максимальний режим дії на речовину

Якщо потрібен вибірково-максимальний режим (максимальний режим тільки в певних зонах), то поле має бути:

– максимальним – тоді в місцях, де потрібна мінімальна дія, вводять захисну речовину (стандарт 1.1.8.1, рис. 1.12 а);

– мінімальним – тоді в місці, де потрібна максимальна дія, вводять речовину, що дає локальне поле (стандарт 1.1.8.2, рис. 1.12 б).

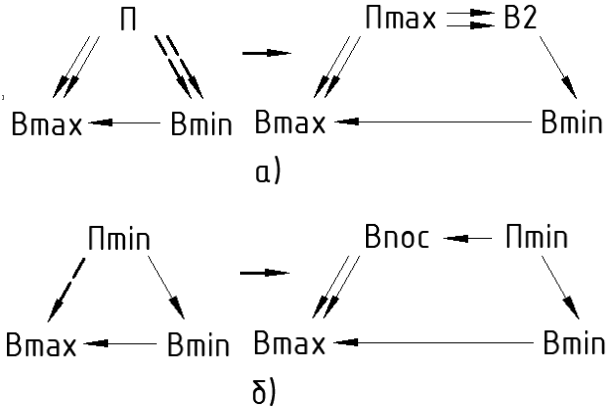


Рисунок 1.12 – Забезпечення вибірково-максимального режиму

Позначення на рис. 1.12:

– Bmax – речовина зони, де потрібна максимальна дія;

– Bmin – речовина зони, де потрібна мінімальна дія;

– Впос – речовина, що посилює дію поля.

Приклад 6.18 Нагрів відкритим полум'ям

Необхідно забезпечити нагрів деталі відкритим полум'ям, але при цьому можливе займання окремих частин самої деталі.

Скористаємося стандартом 1.1.8.1 (рис. 1.12 а). Маємо веполь, який складається з частини деталі, яку слід нагрівати (речовина Втах), частин деталі, які можуть займатися (речовина В тіп) та температурного поля $П_Т$.

Пропонується встановити між полум'ям та деталлю пористу пластину (речовина В2), яка перегороджує шлях полум'я до займистих місць деталі, але вільно пропускає тепло для нагрівання всієї деталі. Винахід захищений а.с. 1 000 033.

Приклад 6.19 Захисне покриття

Для захисту металів від корозії їх нікелюють. Однак при появі механічних дефектів (тріщин, подряпин) у подібних покриттях починається активна корозія металу.

Відповідно до стандарту 1.8.1.1, один із шляхів удосконалення покриття полягає у впровадженні рідкого інгібітора корозії у структуру покриття для запобігання взаємодії з навколишнім середовищем. Для виключення передчасного впливу інгібітор корозії укладають в інертну оболонку, тобто формують мікрокапсули з певними властивостями.

Приклад 6.20 Виливки

У процесі остигання виливки виникають внутрішні напруження, що призводять до тріщин. Це відбувається через швидке охолодження. Відповідно до стандарту 1.1.8.2, щоб продовжити процес остигання, виливки покривають екзотермічною сумішшю. Вона спалахує від температури гарячої виливки і тривалий час підтримує необхідне тепло.

1.2.2 Група стандартів 1.2 Руйнування веполів

Іноді веполь існує, але система при цьому недосконала або взагалі не працює. У такому випадку слід зруйнувати шкідливий веполь та перетворити його у корисний.

При цьому також існує ряд правил руйнування веполів.

1.2.2.1 Стандарт 1.2.1 Усунення шкідливого зв'язку введенням сторонньої речовини

Якщо між двома речовинами у веполі виникають сполучені дії – корисна та шкідлива, – причому безпосередній дотик речовин зберігати не обов'язково, задачу вирішують введенням між двома речовинами третьої речовини, “дармової” або досить дешевої (див. рис. 1.13).

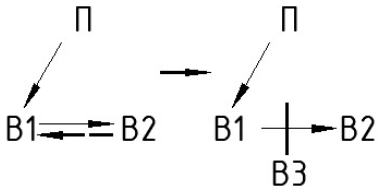


Рисунок 1.13 – Введення між двома речовинами третьої

Приклад 6.21 Зварювання алюмінію

Алюміній погано зварюється через тугоплавку окисну плівку, що швидко утворюється на його поверхні. Для його зварювання розробили розчин, що усуває плівку. Він складається з ортофосфорної кислоти, фосфату алюмінію та гідрату окису алюмінію.

Приклад 6.22 "Розумне" покриття

Дослідники з MIT розробили матеріал з "розумною" поверхнею, що зменшує лобовий опір. На поверхні матеріалу створено невеликі, рівномірно розподілені поглиблення, які роблять його схожим на зовнішню поверхню м'яча для гольфу.

Глибина та форма западин регулюється за рахунок зміни тиску всередині кулі (рис. 1.14). Розміри та форму змінюють так, щоб звести до мінімуму лобовий опір на всіх швидкостях.

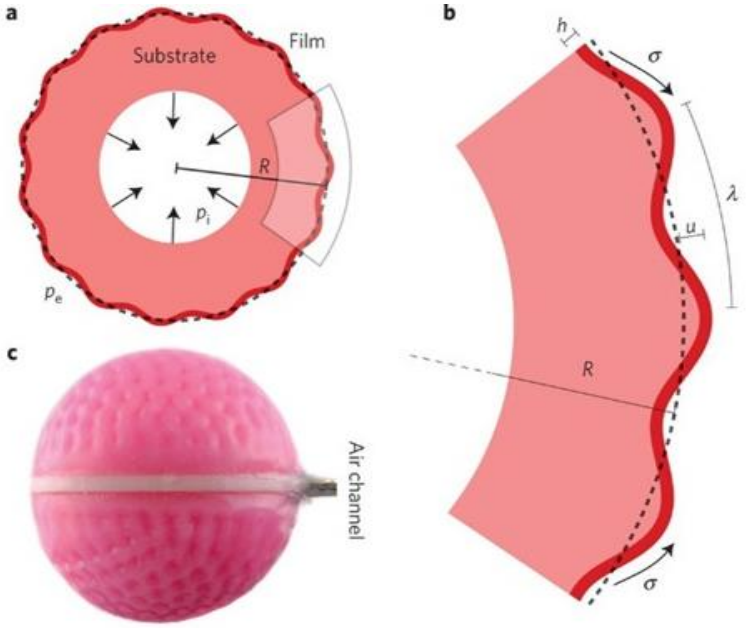


Рисунок 1.14 – "Розумне" покриття

Ця технологія може бути використана для зменшення аеродинамічного опору в автомобілях, зменшення шкоди від ураганів, які завдають будинкам тощо.

1.2.2.2 Стандарт 1.2.2 Усунення шкідливого зв'язку зміною речовини що вже є

Якщо між двома речовинами у веполі виникають пов'язані – корисна і шкідлива – дії, причому безпосереднє зіткнення речовин зберігати необов'язково, а використання сторонніх речовин заборонене або недоцільне, задачу вирішують введенням між речовинами третьої, що є їхньою видозміною (див. рис. 1.15).

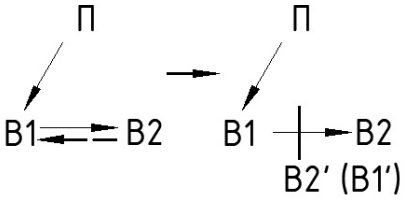


Рисунок 1.15 – Введення між двома речовинами третьої, що є видозміною однієї з них

Приклад 6.23 Відокремлення осаду при електролізі

При осадженні металів електролізом з водних розчинів виникає проблема відокремлення осаду (продукції) від катода (інструменту). Операція ця дуже трудомістка і проводиться вручну. Як бути?

Скористаємося стандартом 1.2.2.

Маємо веполь, який складається з катоду (речовина В1) та осаду металу (речовина В2), при цьому осад виникає під час електролізу (корисна дія), та осад важко видаляти (шкідлива дія) за допомогою механічного поля Пм.

Між катодом і шаром обложеного на катод металу слід нанести прошарок, який легко утворюється, є електропровідним та легко руйнується. За авторським свідоцтвом № 553309 такий прошарок отримують, покриваючи катод пухким губчастим шаром металу, що осаджується (змінена речовина В2'), який наносять електролітично в режимі граничного струму.

Приклад 6.24 Запобігання кавітації

При русі на великій швидкості судів на підводних крилах, останні підлягають кавітаційній ерозії.

Маємо веполь, який складається з речовин (крило судна і вода) та механічного поля руху судна; при цьому поле впливає на краплі води, які викликають ерозію матеріалу крил (шкідлива дія).

Скористаємося стандартом 1.2.2. Пропонується на поверхні підводних крил наморозити шар льоду, яка є різновидом зміненої води (а. с. №412062).

Приклад 6.25 Генетична модифікація

При генетичній модифікації спочатку виділяють потрібний ген, потім його вводять у молекулу нуклеїнової кислоти, найчастіше ДНК, яка є переносником цього гена в організм, що модифікується. Відбувається перетворення клітин організму. Потім здійснюють відбір генетично модифікованих організмів та усунення тих, які не були успішно модифіковані. Такі методи використовуються в медицині, сільському господарстві та дослідженнях. Це приклад свого роду подвійного внутрішнього комплексного веполя. Внутрішній комплексний веполь (переносник) вводять в інший веполь (організм) - прийом «матрьошка».

1.2.2.3 Стандарт 1.2.3 Відтягування шкідливої дії поля

Якщо у веполі необхідно усунути шкідливу дію поля на речовину, то вводять третю речовину, яка відтягує на себе шкідливу дію поля (див. рис. 1.16).

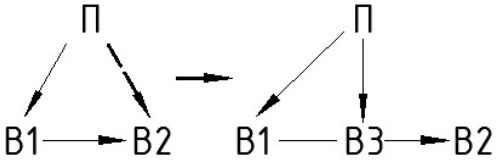


Рисунок 1.16 – Введення третьої речовини, на яку діятиме поле

Приклад 6.26 Заморожування води

При заморожуванні води у великих ємністях вода розширюється, та за рахунок тиску, що виникає при цьому, можуть руйнуватися стінки ємності.

Скористаємося стандартом 1.2.3.

Маємо веполь, який складається з води/льоду (речовина В1), стінки ємності (речовина В2) та механічного поля $П_М$; при цьому поле

впливає на стінки ємності, що може привести до їхнього руйнування (шкідлива дія).

Пропонується вводити у ємності еластичні вставки (речовина В3), заповнені повітрям (наприклад, гумові або пластмасові м'ячі, шланги тощо). Третя речовина (еластична вставка) приймає на себе тиск води, що розширюється при замерзанні; вставка стискається, деформується, зате ємність залишається цілою.

Приклад 6.27 Запобіжник

При різкому збільшенні струму в мережі провід може перегоріти. Щоб цього не сталося, використовують запобіжник, який може бути одноразовим (плавким запобіжником) або багаторазового використання - автоматом.

Приклад 6.28 Блискавковідвід

Блискавковідвід оберігає будівлю від влучення в них блискавки. Блискавка потрапляє в блискавковідвід, який відводить її в землю.

Приклад 6.29 Страховий канат

Запропоновано страхувальний канат змінної жорсткості. Канат має петлю, яка з'єднана зв'язкою, що має меншу міцність на розрив, ніж у каната (рис. 1.17). При зриві людини рветься, перш за все, зв'язка, гасячи частину енергії падіння.

Рисунок 1.17 – Конструкція страхувального каната

Приклад 6.30 Використання німецьких патентів

Після Другої світової війни американці спробували використати німецькі патенти в галузі хімії, але зіткнулися з тим, що багато процесів протікають не так, як описано в патентах. Більше того, під час спроби здійснити деякі з них відбувалися вибухи. Виявилося, що важливу інформацію при патентуванні було приховано або спотворено.

Приклад 6.31 Теплове розширення

Небажане теплове розширення компонентів, виготовлених з армованих вуглецевим волокном пластмас, може бути компенсовано зміною структури шарів.

При необхідності можна компенсувати теплове розширення сусідніх металевих компонентів.

Приклад 6.32 Збереження екологічної чистоти

За збереженням екологічної чистоти слідкує спеціальна служба. Однак вона не може стежити за всіма підприємствами. Як бути?

Скористаємося стандартом 1.2.3 "відтягування" шкідливої дії.

У США створено систему екологічного моніторингу, у ній мінімальної одиницею, на яку встановлено ліміт викидів, є територіально-виробничий осередок, куди часто входять кілька підприємств, змушених стежити одне за одним і змушувати одне одного знижувати викиди. Більше того, дозвіл на відкриття нового виробництва або розширення наявного дається лише за умови зниження сумарного обсягу викидів. Хочеш розширюватися – знижуй шкідливість!

1.2.2.4 Стандарт 1.2.4 Протидія шкідливим зв'язкам за допомогою поля

Якщо потрібен безпосередній дотик речовин, то вводять друге поле, яке нейтралізує шкідливу дію (або перетворює його на другу корисну дію) (див. рис. 1.18).

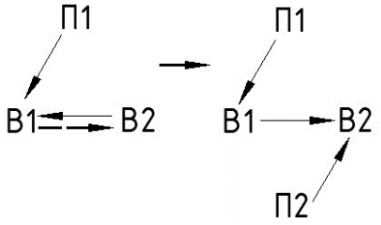


Рисунок 1.18 – Введення другого поля

Приклад 6.33

При виготовленні втулок із сталевого порошку через нього пропускають електричний розряд, частинки зварюються, але сильне магнітне поле, що виникає при розряді, вдавлює частки в центральний стрижень, на який насаджена втулка, і його потім важко витягти.

Скористаємося стандартом 1.2.4.

Маємо веполь, який складається з порошку (речовина В1), стрижня (речовина В2) та електричного поля П1, при цьому частки порошку вдавлюються в стрижень (шкідлива дія).

Пропонується у момент розряду пропускати через провідник усередині стрижня імпульс струму протилежного напрямку (поле П2).

Приклад 6.34 Захист від радіохвиль

Нейл Баллок (Neil Bullock) винайшов накидку для майбутніх мам, що захищає плід від електромагнітного випромінювання більшості електричних приладів: радари, мікрохвильові печі, радіо та телевізори, мобільні телефони тощо. Накидка, яку автор назвав MummyWrap, зроблена з бавовняної тканини з додаванням міді та виконана у вигляді блузки без рукавів. Відбиття електромагнітних хвиль від блузки схематично показано на рис. 1.19 а, а на рис. 1.19 б показаний її зовнішній вигляд.

а) Схема дії накидки б) Зовнішній вигляд накидки

Рисунок 1.19 – Накидка від радіохвиль MummyWrap для майбутніх мам [28]

Приклад 6.35 Придушення шуму

Придушення шуму відбувається за рахунок уловлювання шуму та подачі його в протифазі. Шум складається з таким самим, але протилежним йому за фазою шумом і знищується.

Приклад 6.36 Переривник виступу

Японські дослідники з Національного інституту розвитку промислових наук і технології в Цукубі та Університету Оханоміз створили апарат SpeechJammer, в основі якого лежить відомий психологічний феномен: якщо кожне вимовлене людиною слово точно повторюється з інтервалом в секунду, оратор зупиняється. Такий "затикальник виступу" є дуже простою конструкцією: мікрофон, що фіксує сказане, звукозаписний пристрій, що зберігає останні кілька секунд мови, і гучномовець, що дублює звук із запізненням в частки секунди (від 0,1 с до 0,3 с). Мікрофон і динамік – вузькоспрямовані.

Ця апаратура не діє проти натовпу. Проти одиночного оратора вона найефективніша, якщо людина читає мову "з папірця", а не говорить самостійно. Пристрій зовсім не діє людей, які вимовляють безглузді фрази, тому він буде безсилий проти деяких політиків [28].

Приклад 6.37 Компенсація електромагнітних випромінювань

Створено пристрій, що нейтралізує певний діапазон частот електромагнітних хвиль (від 42 ГГц до 68 ГГц). Цей діапазон є найбільш небезпечним для людини. При попаданні в зону несприятливого випромінювання у приладі виникає потужна наведена протиелектрорушійна сила, спрямована на згасання несприятливого випромінювання. У зоні дії пристрою (1 м) практично повністю гаситься шкідливе випромінювання мобільного телефону [28].

1.2.2.5 Стандарт 1.2.5 Руйнування магнітних зв'язків

Якщо треба зруйнувати веполь з магнітними зв'язками, використовують різні фізичні ефекти, які вимикають або магнітні властивості речовини шляхом розмагнічування при ударі, нагріванні вище точки Кюрі тощо, або саме магнітне поле шляхом екранування чи замикання магнітних ліній шунтом – перемичкою між полюсами (рис. 1.20).

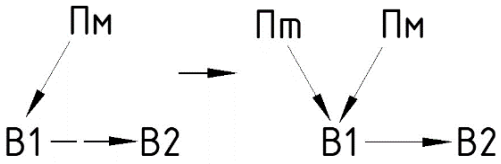


Рисунок 1.20 – Руйнування веполю з магнітними зв'язками

Приклад 6.38 Зачищення металевої труби

Треба зачистити до металевого блиску внутрішню поверхню довгої (сотні метрів) сталевої труби невеликого діаметру (десятки міліметрів). Якби труба була не сталева, то достатньо було б помістити в неї абразивний феропорошок і прогнати його по трубі магнітним полем, що обертається. Але сталева труба сама є феромагнетиком і екранує дію поля на порошок – утворюється шкідливий зв'язок у феполі. Для його руйнування скористаємося стандартом 1.2.5: перед електромагнітом встановлюють кільцевий індуктор, який нагріває трубу вище за точку Кюрі сталі, але нижче за точку Кюрі порошку (а.с. № 312 746, 955 911).

1.3 Клас 2 Розвиток вепольних систем

1.3.1 Група стандартів 2.1 Перехід до складних веполів

Технічні системи мають безліч зв'язків, внутрішніх та зовнішніх – з підсистемами (з яких складається дана ТС), з надсистемою (підлеглим елементом якої вона є), а також із зовнішнім середовищем. Будь-яку систему можна уявити у вигляді суми веполів: від найпростішої (молоток, цвях, механічне поле руки людини – один веполь) до найскладнішої (тисячі веполів – автомобіль, космодром, АЕС тощо). Тому втручання у технічні системи потребує знання закономірностей їхнього розвитку.

Одна з таких закономірностей – збільшення ступеню вепольності технічних систем, тобто розгортання веполів. Найпростішим розгортанням веполю є його подвоєння [8], [27].

1.3.1.1 Стандарт 2.1.1 Перехід до ланцюгового веполю

Якщо слід підвищити ефективність вепольної системи, задачу вирішують перетворенням однієї з частин веполю на незалежно керований веполь з утворенням ланцюгового веполю.

Існує дві можливості утворення ланцюгового веполю:
– розгортання речовини (див. рис. 1.21);
– розгортання зв'язків (див. рис. 1.22).

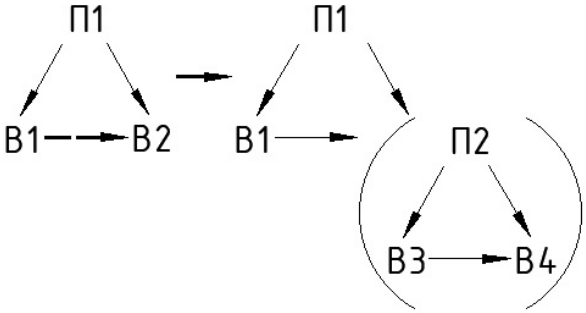


Рисунок 1.21 – Розгортання речовини

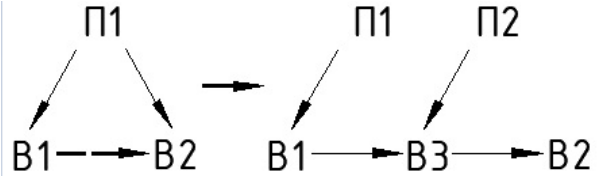


Рисунок 1.22 – Розгортання зв'язків

Приклад 6.39 Декоративний світильник

У декоративному світильнику нерухомий світлофільтр зі зміною атмосферного тиску змінює колір. Запропонуйте більш динамічний варіант світильника.

Скористаємося стандартом 2.1.1 (схема, наведена на рис. 1.21).

Маємо веполь, який складається з лампи (речовина В1), нерухомого світлофільтру (речовина В2) та оптичного поля Попт, яке створюється світлофільтром.

Пропонується декілька світлофільтрів закріпити на гофрованій вакуумній камері, яка змінює свій об'єм залежно від атмосферного тиску та пересуває різнокольорові світлофільтри. Таким чином, замість нерухомого світлофільтру В2 отримуємо новий веполь, який складається з рухомих світлофільтрів В3, камери В4 та атмосферного поля $П_{АТМ}$.

Приклад 6.40 Ультразвуковий скальпель

Ультразвукові технології досить широко застосовують у медицині. Але існує проблема фокусування променю у малій області.

Оптоакустичний перетворювач, розроблений в університеті Мічигану, містить фокусувальний елемент з пружного полімеру, покритого шаром вуглецевих нанотрубок, які поглинають лазерне випромінювання і перетворюють його в тепло. Під дією цього тепла полімерний елемент розширюється, генерує та фокусує в дуже вузьку область (75 мкм у поперечнику та 400 мкм по осі) ультразвуковий пучок частотою 15 МГц, створюючи в ній зону кавітації з амплітудою тиску понад 50 МПа. Такий «ультразвуковий скальпель» дозволить проводити більш точні медичні операції, ніж традиційні інструменти. Рішення відповідає стандарту 2.1.1 (схема, наведена на рис. 1.21).

Приклад 6.41 Технологія HEXAGON

Стандартні будівельні блоки HEXAGON - це блоки, схожі на конструктор Lego, де маленькі елементи, що спеціальним чином пов'язані між собою, створюють величезні та міцні конструкції (стандарт 2.1.1, схема, наведена на рис. 1.22).

За пропонованою технологією дерев'яні будинки будуються зі стандартних брусів шестигранного перерізу, що укладаються в необхідні конструкції. Бруси з'єднуються між собою у будівельні блоки за допомогою міцних дерев'яних дюбелів (рис. 1.23).

Рисунок 1.23 – Технологія HEXAGON [28]

В результаті підлога, перекриття, стіни та перегородки зв'язуються між собою так, що вертикальне осідання будинку практично відсутнє.

Приклад 6.42 Передача руху між двома валами

Розглянемо один з можливих варіантів розв'язання задачі, наведеної у розділі 4 (приклад 4.17). Скористаємося стандартом 2.1.1 (схема, наведена на рис. 1.22).

Маємо веполь, який складається з ведучого валу (речовина В1), веденого валу (речовина В2) та механічного поля П1.

Пропонується пристрій передачі обертання з одного валу до іншого (муфта), що містить зовнішній і внутрішній ротори, охоплені електромагнітом. У проміжку між роторами знаходиться магнітна рідина (речовина В3), що твердне в магнітному полі П2. Якщо електромагніт не увімкнений, ротори вільно обертаються один щодо одного. При ввімкнені електромагнітна рідина набуває твердості і жорстко зв'язує ротори, тобто дозволяє передавати крутний момент (патент Великобританії 824047).

Приклад 6.43 Автоматична система голосування

Автоматична система голосування побудована за стандартом 2.1.1 (схема, наведена на рис. 1.22). Система включає необхідну кількість однакових елементів системи, що відповідає дільницям голосування, пов'язаних між собою.

1.3.1.2 Стандарт 2.1.2 Перехід до подвійного веполю

Якщо є погано керований веполь і слід підвищити його ефективність, причому заміна елементів цього веполю неприпустима, задачу вирішують побудовою подвійного веполю шляхом введення другого поля, яке добре піддається керуванню (див. рис. 1.24).

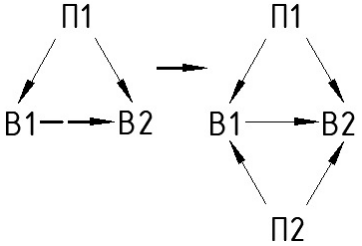


Рисунок 1.24 – Розгортання веполю додаванням другого поля

Приклад 6.44 Самопідтримуючий генератор електроенергії

Стандарт 2.1.2 покладений у основу принципу дії самопідтримуючого генератора електроенергії (патент США 2012/0080888, 2014/0159845).

Електричні коливання в металевій "внутрішній котушці" випускають індуктивні фотони в напрямку однієї або кількох підсилювальних котушок, що складаються з фотопровідника, металевого провідника з легованим напівпровідниковим покриттям, або надпровідника.

Електрони, що мають малу інерційну масу в підсилювальній котушці, отримують з "проміжної котушки" поперечну силу, яка не має протидіючої сили, що виключає цю силу із закону збереження енергії. Електрони з малою масою в підсилювальній котушці одержують підвищене прискорення, пропорційне відношенню нормальної маси електрона до меншої маси.

Вторинна енергія індуктивних фотонів збільшується пропорційно підвищеному прискоренню електронів, зведеному в квадрат. Наприклад, коефіцієнт посилення індуктивної енергії фотоелектронів селеніду кадмію (CdSe), у якого нормальна маса електрона становить 0,13x, дорівнює 59x.

Посилена енергія індуктивних фотонів з підсилювальної котушки збуджує електричну енергію, що коливається, в одній або декількох металевих вихідних котушках. Вихідна електроенергія перевищує вхідну, якщо більша частина посиленої енергії індуктивних фотонів спрямована на вихідні котушки, а не на проміжну котушку у якості протидіючої сили.

Після того як зовнішнє джерело енергії починає збуджувати коливання, повернення надлишкової енергії робить пристрій самопідтримуючим генератором електроенергії, який можна використовувати для корисних цілей.

Приклад 6.45 Дрон

Дрони сьогодні використовуються не тільки для виконання корисних операцій, але й таких, як контрабандна доставка наркотиків та інших предметів у місця позбавлення волі, польоти над військовими об'єктами тощо. Як не допустити цього?

Скористуємося стандартом 2.1.2.

Компанія Department 13 розробила пристрій перехоплення керування безпілотниками Mesmer. Він отримує доступ до протоколів зв'язку дронів, як це було запропоновано Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), використовуючи радіочастоти і технологію Bluetooth. Ця система піддає дрони примусовій посадці.

Антидрон-технологія може захоплювати дані телеметрії та відео, які передаються назад оператору. Це також потенційна можливість ідентифікації.

1.3.2 Група стандартів 2.2 Форсування веполів

Загальна ідея стандартів, що входять до цього підкласу, полягає у збільшенні ефективності веполів – простих та складних – без введення нових полів та речовин. Досягається це форсованим використанням наявних речовинно-польових ресурсів.

1.3.2.1 Стандарт 2.2.1 Перехід до більш керованих полів

Якщо дана вепольна система, її ефективність може бути підвищена заміною некерованого (або погано керованого) робочого поля керованим (добре керованим) полем, наприклад, заміною гравітаційного поля механічним, механічного – електричним і т. ін.

Приклад 6.46 Світильник

Фірма "Ремінгтон Армс (Remington Arms)" використовує хемілюмінесценцію для створення лампи, в якій світіння виникає при впливі кисню повітря на деякі хімічні активні речовини.

Приклад 6.47 Комп'ютерна мишка

У комп'ютерній мишці механічний рух кульки, яка дозволяла відстежити за рухом руки, замінили зчитуванням інформації за допомогою лазера.

Приклад 6.48 Визначення поверхневого натягу рідини

Слід запропонувати ефективні та економічні способи визначення поверхневого натягу рідини.

Скористаємося стандартом 2.2.1.

Поверхневий натяг рідини визначають шляхом набору певної кількості рідини в трубку і з'ясування скільки крапель рідини вилилося. Таким чином, у цьому способі використовували ***силу гравітації.***

Є способи визначення поверхневого натягу за силою відриву кільця або пластини від поверхні випробуваної рідини. У цьому способі використовують ***механічні сили - силу натягу.***

Відомий спосіб визначення поверхневого натягу максимального тиску, при якому витісняється одна крапля з капілярної трубки. Це приклад використання ***механічних сил – сили тиску.***

На наступному етапі розвитку способу визначення поверхневого натягу почали використовувати ***відцентрові сили****. Капілярну трубку розкручують у центрифузі та визначають, за якої швидкості обертання відбувається відрив краплі рідини від капіляра (а.с. № 989386).*

Можна запропонувати використовувати ***електромагнітне поле*** *(магнітні чи електричні сили). У випробувану рідину вводять невелику кількість дрібнодисперсних феромагнітних частинок, поміщають цю суміш у неферомагнітний капіляр, впливають на кінець капіляра магнітним полем (електромагнітом) та визначають силу струму, що подається на електромагніт, в момент відриву краплі рідини.*

Можна зарядити рідину ***електричним зарядом*** *та до кінця капіляра подавати протилежний заряд. За силою струму на момент відриву краплі від капіляра судять про силу поверхневого натягу.*

На пластину, що лежить на поверхні випробуваної рідини, впливають певною частотою. По пластині поширюється хвильовий пакет (цуг хвиль). Кювету висвітлюють імпульсним джерелом світла з частотою, що дорівнює частоті збудження. Картину проектують на екран, де з'являється картина стоячих хвиль, вимірюють довжину хвилі та визначають величину поверхневого натягу. Це приклад використання ***оптичного поля.***

Приклад 6.49 Котушка напівпровідник-метал

На рис. 1.25 наведена конструкція котушки, запатентованої у США (патент США 8 723 286). Блок котушки має жорстку підкладку з електрично непровідною тривимірною (3D) поверхнею. Щонайменше одна тривимірна котушка (наприклад, у вигляді спіральної котушки) з напівпровідникового матеріалу формується на поверхні підкладки. Хоча б на одній котушці напівпровідникового матеріалу розміщена тривимірна котушка з провідного металу.

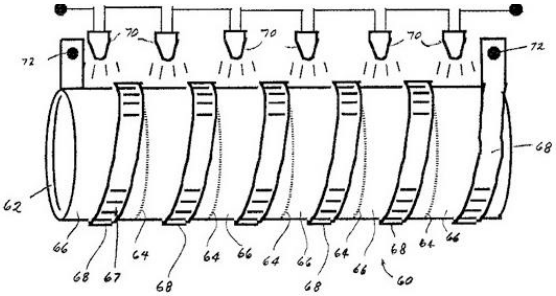


Рисунок 1.25 – Конструкція котушки метал-напівпровідник [28]

Котушка з провідного металу розташована досить близько до однієї з котушок з напівпровідникового матеріалу для створення кулонівського опору. Напівпровідниковий матеріал може бути фотопровідником або іншим матеріалом, який має провідні електрони малої маси.

1.3.2.2 Стандарт 2.2.2 Дроблення інструменту

Стандарт 2.2.2 відображає одну з основних закономірностей розвитку технічних систем – тенденцію до подрібнення інструменту або його частини, що безпосередньо взаємодіє з виробом.

Якщо дана вепольна система, її ефективність може бути підвищена шляхом збільшення ступеня дисперсності (дроблення) речовини, що відіграє роль інструменту (див. рис. 1.26).

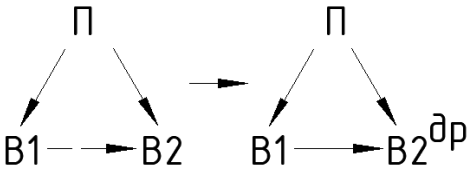


Рисунок 1.26 – Перехід до веполю з дробленням інструменту

Символом $В^{др}$ позначена речовина, що складається з безлічі дрібних частинок (піщинки, порошок, дробинки і т. ін.).

Приклад 6.50 Комп'ютерні обчислення

Дуже великі обчислення (наприклад, в області астрономії) можуть виконуватися значно швидше, якщо їх розбити та обробити на багатьох комп'ютерах, навіть якщо використовується лише час простою.

Приклад 6.51 Різальний інструмент

Компанія Iscar (Ізраїль) випускає різальні інструменти із замінною ріжучою частиною (рис. 1.27 а), що має кілька ріжучих граней. Коли одна грань затуплюється, то ріжучу частину повертають іншою гранню. Після того, як затупляються всі грані, замінюють ріжучу частину, а не весь інструмент. Iscar випускає токарні різці (рис. 1.27 б), фрези (рис. 1.27 в), свердла (рис. 1.27 г).

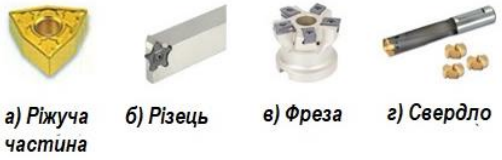


Рисунок 1.27 – Різальні інструменти фірми Iscar (Ізраїль) [28]

Приклад 6.52 Олов'яні вусики

Припої на основі олова, що мають низьку температуру плавлення, поширені досить широко. Однак у них є одна неприємна властивість: згодом на них виростають «вусики» - металеві волокна, що розповзаються на всі боки і підвищують ймовірність короткого замикання.

У компанії Локхід Мартін розробили припій на основі міді, який не утворює шкідливих вусиків. Звичайна мідь має температуру плавлення 1100 ^{o}C, що не годиться для паяння електроніки. Однак мідні наночастинки розміром менше 10 нм мають температуру плавлення нижче 220 ^{o}C, що цілком придатне для паяння.

Приклад 6.53 Комп'ютерна програма для цифрового друку

Завдяки появі цифрового друку можна друкувати документи або книги на вимогу (print on demand — POD). Друкується стільки документів, скільки їх замовили зараз, причому з дуже гарною якістю. Це дозволяє позбутися складів і неліквідів. Крім того, документ

друкується у тому місці, де він потрібен. Таким чином, відпадає потреба у транспортуванні на значні відстані великих обсягів готової продукції.

За такого друку дуже критично, щоб друкувальна машина не простоювала в очікуванні, коли програма встигне підготувати їй черговий аркуш для друку.

З цією метою документ, що надійшов на друк, попередньо обробляють і записують у буферну пам'ять. Обсяг такої пам'яті обмежений і його не вистачає для запису великих документів, наприклад книг. У цьому випадку документ попередньо обробляється і визначаються місця, що повторюються; вони і записуються в буферну пам'ять. Як правило, вони займають трохи місця у пам'яті комп'ютера. Ці записи викликаються в момент, коли вони потрібні для друку. Таким чином, частина процесу обробки інформації виконується заздалегідь, що дозволяє скоротити загальний час друку.

1.3.2.3 Стандарт 2.2.3 Перехід до капілярно-пористої речовини

Особливий випадок дроблення речовини являє собою перехід від суцільних речовин до капілярно-пористих. Цей перехід цей здійснюється за послідовністю: "суцільна речовина → суцільна речовина з однією порожниною → суцільна речовина з багатьма порожнинами (перфорована речовина) → капілярно-пориста речовина → капілярно-пориста речовина з певною структурою (і розмірами) пір".

Під час розвитку цієї послідовності збільшується можливість розміщення в порожнинах-порах рідкої речовини та використання фізичних ефектів (див. рис. 1.28).

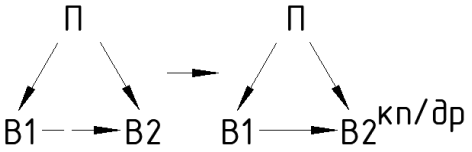


Рисунок 1.28 – Перехід до веполю з капілярно-пористою речовиною

Приклад 6.54 Паяльник для демонтажу

При виконання демонтажних робіт нагрівальний стрижень-паяльник слід виконувати не суцільним, а капілярно-пористим, завдяки

чому можна відсмоктувати припій при демонтажі паяних з'єднань (а.с. № 403517).

Приклад 6.55 Зручний пристрій для нанесення клею

Для підвищення зручності замість одного великого балончика з клеєм пропонується використовувати пучок капілярних трубок; при цьому клей наноситься акуратно (а.с. № 493252).

Приклад 6.56 Металева мікрогратка

Команда вчених із університету Каліфорнії в Ірвіні, лабораторії HRL та Каліфорнійського технологічного інституту розробили синтетичний пористий металевий матеріал. Це надлегка форма пінометалу, який має малу щільність аж до 0,9 мг/см^3, найнижчу для твердої речовини. До цього найнижчу щільність мали аерогелі - 1,0 мг/см^3. Матеріал практично повністю відновлює себе після сильного стиску [28].

1.3.2.4 Стандарт 2.2.4 Динамізація веполю

Якщо дана вепольна система, її ефективність може бути підвищена шляхом збільшення ступеня динамізації, тобто переходу до більш гнучкої структури системи, що швидко змінюється: (див. рис. 1.29).

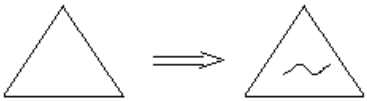


Рисунок 1.29 – Перехід до динамічного веполю

На рис. 1.29 трикутним символом з хвилястою лінією позначено динамічну вепольну систему, що перебудовується в процесі роботи.

Динамізація В2 найчастіше починається з розподілу В2 на дві шарнірно з'єднані частини. Далі динамізація йде за послідовністю: один шарнір → багато шарнірів → гнучка В2.

Динамізація П в найпростішому випадку здійснюється переходом від постійної дії поля (або П спільно з В2) до імпульсної дії.

Приклад 6.57 Керування амортизатором

На гірських велосипедах є система автоматичного керування амортизатором, що підлаштовується під конкретні умови дороги. У гідроциліндрі встановлені п'єзоелектричні датчики для керування

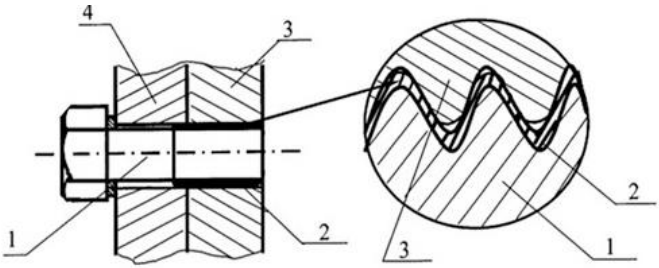
потоком рідини в гідроциліндрі, тим самим вони автоматично керують ступенем амортизації.

Частковим випадком стандарту 2.2.4 є **підстандарт 2.2.4.1 Використання фазових переходів**. Ефективна динамізація системи може бути здійснена за рахунок використання фазових переходів першого роду (наприклад, замерзання води або танення льоду) або другого роду (наприклад, ефект пам'яті форми).

Приклад 6.58 Гвинтове з'єднання

Спосіб виготовлення гвинтового з'єднання переважно для роботи в умовах вібрацій включає нанесення на робочу частину заготовки гвинта матеріалу з ефектом пам'яті форми (ЕПФ) типу нітінол (NiTi). Після нанесення нітинолу проводиться накочування різьби при температурі мартенситних перетворень (-150 °С) і складання конструкції. Після складання вузла гвинтового з'єднання здійснюють його короткочасне нагрівання до температури (від +80 °С до +120 °С) до виникнення між різьбовою частиною гвинта, покритою нітинолом, і різьбовою частиною з'єднувальних елементів пресової посадки, яка надійно працює в умовах вібрацій. В разі необхідності в гвинтовому з'єднанні з гвинтом, покритим нітинолом, використовують звичайну гайку з різьбленням, при нагріванні якої забезпечується з'єднання пресової посадки.

В результаті підвищується надійність гвинтового з'єднання, що працює в умовах вібрації, та знижується вага конструкції (рис. 1.30).



1 – гвинт, 2 – шар нітинолу, 3, 4 – деталі, що з'єднуються

Рисунок 1.30 – Гвинтове з'єднання на основі нітинолу [28]

Приклад 6.59 Запобігання аварійним ситуаціям на дорогах

Розроблено систему інтелектуального запобігання аварії Мобілай (Mobileye). Це система безпеки для запобігання зіткненням і мінімізації їх негативних наслідків. Система визначає транспортні засоби, смуги та розмітки, пішоходів, постійно вимірюючи та розраховуючи відстані між автомобілем та іншими користувачами дороги, та подаючи попереджувальні сигнали (рис. 1.31). Система працює й у нічний час.

Рисунок 1.31 – Система запобігання зіткненню Mobileye [28]

Приклад 6.60 Перегортання сторінок

Компанія Apple запатентувала ефект перегортання сторінок на екрані планшета або електронної книги з відтворення ефекту динамічності (рис. 1.32).

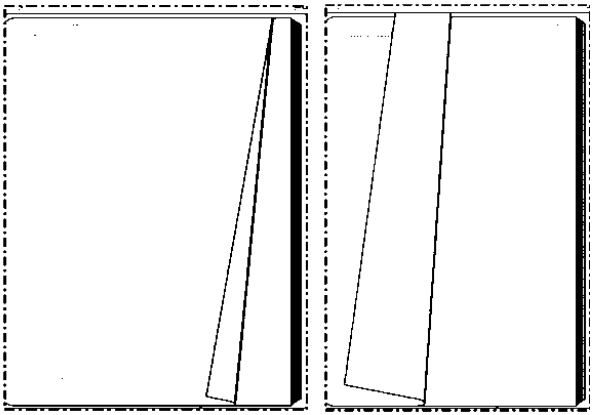


Рисунок 1.32 – Перегортання сторінок (патент США D670 713) [28]

Приклад 6.61 Гнучка батарея

Компанія LG Chem представила гнучкий літій-іонний акумулятор у вигляді дроту діаметром кілька міліметрів, який може гнутися у будь-якому напрямку та зав'язуватися у вузли. Така конструкція працює, оскільки анод і катод виконані у вигляді пустотілої гнучкої пружини, оточеної ізолюючим шаром, із серцевиною, заповненою електролітом. Такий акумулятор має більшу щільність енергії, ніж гнучкі полімери. На випробуваннях плеєр iPodShuffle працював 10 годин від 25-сантиметрової гнучкої батареї [28].

1.3.2.5 Стандарт 2.2.5 Структуризація поля

Якщо дана вепольна система, її ефективність може бути підвищена переходом від полів однорідних або тих, що мають неупорядковану структуру, до полів неоднорідних, або тих, що мають певну постійну або змінну просторову структуру (див. рис. 1.33).

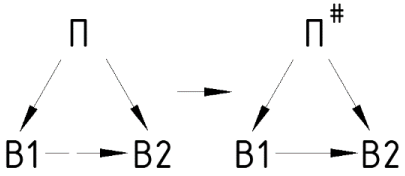
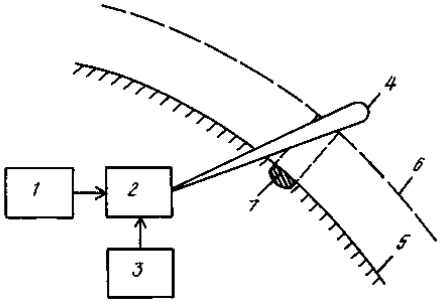


Рисунок 1.33 – Перехід до веполю з певною просторовою структурою поля

Позначка # над літерою вказує, що поле (або речовина) має певну просторово-часову структуру.

Приклад 6.62 Зміна атмосферних умов

Активний вплив на атмосферні процеси з метою опадів. Впливають на атмосферу над заданим районом електромагнітним випромінюванням у вигляді імпульсів у момент часу, коли заданий район опиняється у відповідному центрі нічної сторони Землі (рис. 1.34).



1 – генератор; 2 – випромінювач; 3 – механізм повороту випромінювача; 4 – промінь; 5 – поверхня Землі; 6 – шар іоносфери; 7 – заданий район

Рисунок 1.34 – Зміна атмосферних умов [28]

Частковими випадками стандарту 2.2.5 є підстандарти 2.2.5.1 та 2.2.5.2.

Підстандарт 2.2.5.1 Просторова структура поля

Якщо речовині, що входить до веполя (або може увійти), повинна бути надана певна просторова структура, то процес слід вести в полі, яке має структуру, що відповідає необхідної структури речовини.

Приклад 6.63 Обробка металевих матеріалів

Обробку виконують від джерела постійного струму в рідкому струмопровідному робочому середовищі з регулюванням тривалості імпульсу струму. У якості рідкого струмопровідного робочого середовища використовують реологічну рідину. Тривалість імпульсу струму регулюють в'язкістю робочого середовища. Тривалість пауз між імпульсами струму регулюють часом відновлення максимального

струму в імпульсі. Винахід дозволяє підвищити продуктивність, точність обробки, розширити технологічні можливості електрохімічного процесу в пульсуючому струмі.

Підстандарт 2.2.5.2 Використання стоячих хвиль

Якщо треба перерозподілити енергію поля, наприклад з метою концентрації, або, навпаки, створити зони, де дія поля не проявляється, слід перейти до використання стоячих хвиль.

Приклад 6.64 Хроматограф

Принцип функціонування хроматографа полягає в тому, що по всій хроматографічній колонці всередині неї або на її стінках створюють періодичну послідовність стоячих хвиль коливань з довжиною хвилі, яка порівняна (або менше) з розміром поперечного перерізу хроматографічної колонки, після чого пробу, що аналізується, пропускають через створену послідовність стоячих хвиль.

Приклад 6.65 Дослідження циклотронного резонансу

Для дослідження циклотронного резонансу впливають на об'єкти живої та неживої природи, що містять іони. Об'єкт поміщають в колінеарні постійне і змінне низькочастотне однорідні магнітні поля, виявляють спектр циклотронних частот іонів та встановлюють найближчі до них частоти перших трьох субгармонік. Сканування проводиться пропорційно квадрату частоти змінного поля.

Приклад 6.66 Бездротова зарядна система

Система містить зарядну станцію з випромінювачем та приймач споживача електричної енергії, виконані з котушками, що працюють з використанням зворотного зв'язку. Котушка випромінювача являє собою резонатор зі стоячою хвилею у вигляді резонансного трансформатора Тесла.

1.3.2.6 Стандарт 2.2.6 Структуризація речовини

Якщо дана вепольна система, її ефективність може бути підвищена переходом від речовин однорідних або тих, що мають неупорядковану структуру до речовин неоднорідних або тих, що мають певну просторову структуру (постійну або змінну):

При цьому, якщо речовині, що входить до веполя (або може увійти), повинна бути надана певна просторова структура, то процес

слід вести в полі, яке має структуру, що відповідає необхідній структурі речовини (див. рис. 1.35).

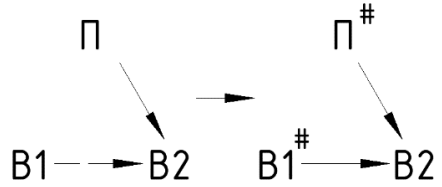


Рисунок 1.35 – Перехід до веполю з певною просторовою структурою речовини

Приклад 6.67 Заточування мікропіпеток

При заточуванні скляних мікропіпеток їх встановлюють під кутом до підкладки, на яку поміщають вільний абразив; при цьому з метою підвищення продуктивності з абразиву за допомогою збудження стоячої хвилі формують валик, в який поміщають оброблюваний кінець мікропіпетки (а.с. № 1085767).

Приклад 6.68 Складання штампу

При складанні штампу за кресленням формоутворюючі елементи штампу виконують з термомагнітного сплаву, розміщують їх на площині електромагнітної плити рівномірно, за допомогою інфрачервоних променів проектують на них зображення креслення, нагрівають освітлені ділянки до температури переходу через точку Кюрі, після чого через електромагнітну плиту пускають струм (а.с. № 880570).

Підстандарт 2.2.6.1 Введення екзотермічних речовин

Якщо потрібно отримати інтенсивний тепловий вплив у певних місцях системи (точках, лініях), у ці місця слід заздалегідь запровадити екзотермічні речовини.

Приклад 6.69 Самонагрівні контейнери

Контейнери працюють на принципі екзотермічної реакції.

Тепло генерується в ході хімічної реакції оксиду кальцію (CaO) з водою, в результаті виходить гідроксид кальцію $Ca(OH)_2$. Потім він вступає в реакцію з вуглекислим газом (CO_2), що присутній в повітрі, при цьому знову утворюється карбонат кальцію (він же вапно $CaCO_3$)

та вода. Тобто вихідні компоненти повертаються у початковий стан. Причому реакція нейтральна щодо вироблення CO_2.

Такі контейнери відомі давно, ще 1934 року у США було видано патент. Удосконалення такого типу контейнерів продовжується до сьогодні. Багато компаній випускають різноманітні контейнери для розігріву рідин, наприклад кави та різноманітної їжі.

1.3.3 Група стандартів 2.3 Форсування узгодження ритміки

Підклас 2.3 містить стандарти форсування веполів особливо економічними способами. Замість введення або суттєвої зміни речовин та полів стандарти підкласу 2.3 передбачають суто кількісні зміни – частот, розмірів, маси. Таким чином, значний новий ефект досягається за мінімальних змін системи.

1.3.3.1 Стандарт 2.3.1 Узгодження ритміки поля та виробу (інструменту)

У вепольних системах дія поля має бути узгоджена за частотою (або свідомо неузгоджена) з власною частотою виробу (або інструменту).

Приклад 6.70 Підвищення надійності дроту

Провід електропередачі являє собою один або декілька витків дроту. З метою підвищення експлуатаційної надійності в важких природних умовах для зменшення амплітуди коливання дроту при ожеледно-вітрових навантаженнях пропонується діаметр витків одного з зовнішніх дротів робити більшим за діаметри інших (а.с. № 714509). Тут використаний стандарт 2.3.1 при свідомому неузгодженні за частотою (задача на антирезонанс).

Приклад 6.71 Комп'ютерна томографія

Комп'ютерна томографія серця може бути розмита через рух серця. Синхронізація з ЕКГ (електрокардіограма) вносить корективи.

Приклад 6.72 Конвеєрна лінія

Робота конвеєрної лінії узгоджується із послідовністю роботи на різних автоматах, виконанням окремих операцій, із загальним графіком роботи тощо.

Приклад 6.73 Лазерний поділ ізотопів

Молекули, що містять різні ізотопи, мають різні енергії збудження. Опромінивши суміш лазерним променем строго певної довжини хвилі, можна іонізувати лише молекули з потрібним ізотопом, після чого розділити ізотопи за допомогою магнітного поля. У порівнянні з широко поширеним газовим центрифугуванням лазерна сепарація має низькі енергоспоживання та вартість і високий ступінь збагачення (використовується для отримання малих кількостей надчистих ізотопів), проте існують проблеми з продуктивністю, ресурсом лазерів та відбором збагаченого матеріалу без зупинки процесу. Цю технологію SILEX, розроблену фахівцями з ПАР та Австралії, зараз намагається комерціалізувати компанія General Electric.

Приклад 6.74 Різання скла

Для підвищення ефективності різання скла роблять надріз на його поверхні і подають на скло акустичні коливання з частотою, що дорівнює частоті власних коливань скла. Скло набагато швидше і точніше ріжеться.

Приклад 6.75 Вплив на людину

Давно помічено, що низькі частоти негативно впливають на людину і навіть можуть вбити її. Цю властивість використали для створення психотропної зброї.

Багато органів людського тіла мають досить низькі резонансні частоти: голова – від 20 Гц до 30 Гц, вестибулярний апарат – від 0,5 Гц до 13 Гц, руки – від 2 Гц до 5 Гц, а серце, хребет, нирки мають загальне налаштування на частоту близько 6 Гц.

У Франції винайдено свисток для розгону демонстрацій. У п'ятимільній зоні люди відчувають у всьому тілі сильну болісну вібрацію.

У США створено інфразвукові "прожектори", які створюють в атмосфері акустичні хвилі, здатні пошкодити зір, спричинити нудоту, страх… Це новий вид психотропної зброї. На цих частотах звук легко проникає крізь бетонні та металеві перепони. Можна припустити, що це вид впливу доведено до досконалості й для різних цілей впливає на різні ділянки тіла, змінюючи частоту впливу.

Приклад 6.76 Боротьба з зледенінням

Для боротьби з зледенінням використовують інфрачервоне світло: воно має довжину хвилі, яка особливо добре поглинається молекулами снігу та льоду.

1.3.3.2 Стандарт 2.3.2 Узгодження ритміки полів, що використовуються

У складних вепольних системах повинні бути узгоджені (або свідомо неузгоджені) частоти полів, що використовуються.

Приклад 6.77 Нанесення металопокриттів

Відомий спосіб нанесення металопокриттів електричними розрядами з використанням матеріалу, який наноситься у вигляді порошку, що включає імпульсну подачу струму з накладенням магнітного поля. Відповідно до стандарту 2.3.2 з метою підвищення твердості та забезпечення дрібнозернистості структури покриттів накладення магнітного поля здійснюють імпульсами, причому кожному імпульсу магнітного поля відповідає імпульс струму (а.с. № 521107).

Приклад 6.78 Блютуз

При передачі даних через Bluetooth можуть виникати завади. Щоб уникнути їх, відбувається часта зміна несучої частоти. Частота змінюється відповідно до псевдовипадкової послідовності чисел, відомої як відправнику, так і одержувачу.

Приклад 6.79 Масаж

Запропоновано масаж тіла робити у ритмі серцевих скорочень.

Приклад 6.80 Придушення шумів

Один із способів погашення шумів полягає у тому, що шуми вловлюють ся мікрофоном, інвертуються і подаються назад з такою самою амплітудою. Сигнали складаються та знищують один одного.

Приклад 6.81 Надшвидке фентезі

Для підвищення якості кінозображення, особливо під час зйомки швидких рухів або швидкого переміщення камери, починають використовувати апаратуру, що знімає і показує зі швидкістю 48 кадрів в секунду (в 2 рази швидше за звичайні 24 кадри в секунду). У перспективі розглядається можливість збільшення швидкості до 60 чи

72 кадрів на секунду. Однак частота 60 кадрів на секунду не кратна 3D-проекторам, які можуть працювати з частотою до 144 Гц. Тому для забезпечення синхронізації необхідно буде змінювати прошивки на вже встановлених у кінотеатрах проекторах. Але, швидше за все, буде обрано ряд частот, кратний із частотою 144 Гц, тобто 48 або 72 кадри на секунду.

Приклад 6.82 Динаміки

Часто на різних ділянках простору потрібно передавати через динаміки різну інформацію. Ця ситуація зустрічається у виставкових залах та інших великих приміщеннях. Якщо передавати різну інформацію через динаміки, розвішані в різних місцях зали, то виникне явище реверберації (накладення одних хвиль на інші), мова стане невиразною і буде лише шум.

У Японії розроблена апаратура, що накладає сигнал голосу дикторів на несучі ультразвукові коливання, випромінювані динаміками. У кожну ділянку простору направлено два динаміки. Вони випромінюють два спрямовані протифазні ультразвукові промені. Промені перетинаються у потрібній зоні зали. Несуча (ультразвукова) частота знищується, а залишається лише голос диктора.

Цей принцип використовується також при радіопередачі. Несуча частота радіоприймача знищується, і залишається лише потрібний сигнал.

Приклад 6.83 Радіоапаратура

Щоб ліквідувати шкідливі впливи окремих блоків радіоапаратури один на одного, попередньо узгоджують частоти їхньої роботи.

Приклад 6.84 Свисток для собак

В певних умовах людина має давати собаці різні команди так, щоб їх не чула інша людина. Вигадано "свисток", що випромінює сигнали на високій частоті, які не може розрізнити вухо людини, але собака їх чує.

Приклад 6.85 Видимість у снігопад

Коли під час зливи або снігопаду водій машини вмикає фари (особливо далеке світло), то він бачить перед собою глуху стіну із дощу чи снігу. Як бути?

Можна використати стандарт 2.3.2.

В Університеті Карнегі-Меллон знайшли дотепне вирішення цієї проблеми. За допомогою відеокамер комп'ютерна система відстежує положення сніжинок (або дощових крапель) і передбачає їхню подальшу траєкторію, після чого вимикає на короткі проміжки часу відповідні промені багатопроменевих "інтелектуальних фар" (у прототипі використано звичайний DLP-проектор). Як показали експерименти, з такою системою водій навіть під час хуртовини не помічає від 70% до 80% сніжинок, при цьому середня інтенсивність світла фар знижується лише на 5%.

1.3.3.3 Стандарт 2.3.3 Узгодження несумісних або раніше незалежних дій

Якщо дві дії, наприклад, зміна та вимірювання, несумісні, одну дію здійснюють у паузах іншої. Паузи в одній дії повинні бути заповнені іншою корисною дією.

Приклад 6.86 Багатозадачний комп'ютер

Найхарактернішим прикладом застосування стандарту 2.3.3 є багатозадачний комп'ютер, у якому задачі з нижчим пріоритетом обробляються в паузах між обробкою більш пріоритетних задач.

Приклад 6.87 Зв'язок

Раніше одним проводом передавали одну інформацію (один сигнал). Потім почали передавати кілька сигналів на різних частотах. Під час передачі імпульсних сигналів між імпульсами однієї інформації поміщають імпульси іншої інформації.

Приклад 6.88 Керування термічним циклом контактного зварювання

Автоматичне керування термічним циклом контактного точкового зварювання (переважно деталей малих товщин), засноване на вимірюванні термоелектрорушійної сили. При цьому з метою підвищення точності керування при зварюванні імпульсами підвищеної частоти термоелектрорушійну силу вимірюють в паузах між імпульсами зварювання (а.с. № 336120).

Приклад 6.89 Виготовлення тонких широких листів

Під час виготовлення тонких широких листів розкочуванням на нерухомій опорній поверхні з метою отримання підвищеної ширини листа його частинами розкочують в поперечному напрямку з

поздовжнім переміщенням листа під час пауз робочими рухами валка (а.с. № 343722).

Приклад 6.90 Електрохімічна обробка

Під час електрохімічної обробки деталей імпульсним робочим струмом з індукційним нагріванням їх у процесі обробки з метою підвищення продуктивності праці індукційне нагрівання проводять у паузах між імпульсами робочого струму (а.с. № 778981).

Приклад 6.91 Тролейбуси без дротів

Розробка ізраїльського оборонного концерну Elbit – "суперконденсатор", що спочатку створювався для оборонних потреб, має всі шанси зробити революцію в громадському транспорті по всьому світу. Пілотний проект, який отримав назву Electric Urban Public Transportation, здійснюватиметься під егідою національного управління розробки альтернатив використання нафтопродуктів у транспорті. "Суперконденсатор" спочатку розроблявся під електромагнітну гармату, що вимагала миттєвого викиду та накопичення великої кількості енергії. В результаті концерн створив мобільне джерело енергії, що не має аналогів у світі: коробка об'ємом 26 кубічних сантиметрів видає струм в 10 000 ампер. В цивільному застосуванні технологія дозволяє тролейбусу або трамваю рухатися без потреби у проводах. Транспорт, оснащений "суперконденсатором", підключається до електромережі виключно під час зупинки, доки приймає пасажирів (рис. 1.36). Це не тільки значно здешевлює проекти із запуску та обслуговування транспорту на електричній тязі, які дозволяють відмовитися від автобусів, що забруднюють атмосферу, але й дає можливість позбутися проводів, які є серйозною проблемою для міст.

Приклад 6.92 GPRS

GPRS – пакетний радіозв'язок загального користування. При використанні GPRS інформація збирається в пакети і передається через голосові канали, що не використовуються в даний момент. Така технологія передбачає ефективніше використання ресурсів мережі GSM. При цьому саме пріоритет передачі – голосовий трафік або передача даних, – вибирається оператором зв'язку.

Рисунок 1.36 – Бездротовий тролейбус Electric Urban Public Transportation [28]

Приклад 6.93 Телегазета

З телевізора можна прочитати телегазету. Для цього не використовується спеціальний канал. Інформація, що містить текст газети, розподіляється між сигналами телепрограми. Спеціальна приставка дозволяє прочитати текст газети злитим. У сучасних телевізорах така "приставка" вбудована всередині.

1.3.4 Група стандартів 2.4 Перехід до феромагнітного веполю (феполю)

Веполі прийнято називати за назвою діючого в них поля, наприклад: теполь (теплове поле), феполь (фероречовина та магнітне поле), еполь (електричне поле).

Ці три види веполів дуже поширені у сучасній техніці, оскільки теплові процеси найчастіше зустрічаються в природі та техніці, магнітне поле діє на відстані і легко керує магнітними матеріалами, а електричне поле є універсальним видом енергії і є найбільш керованим.

Серед перерахованих вище найбільш розповсюдженими є фепольні системи. Магнітне поле добре знайоме, і розуміння ходу розв'язання задач при його використанні зазвичай не викликає труднощів. При цьому слід пам'ятати наступне правило: якщо в тій частини технічної системи, де виникає конфлікт, є речовина, яка має магнітні властивості, їх обов'язково треба задіяти на виконання

корисної функції. А якщо таких речовин немає і немає заборони на їх введення, то їх треба ввести.

1.3.4.1 Стандарт 2.4.1 Перехід до "протофеполю"

Перехід до "протофеполю" полягає у використанні магнітних властивостей речовини, що є у веполі, або заміні його на фероречовину (див. рис. 1.37).

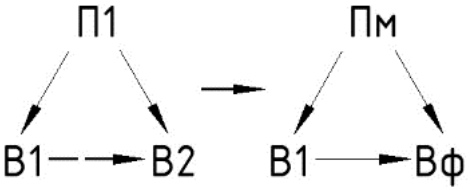


Рисунок 1.37 – Перехід від веполю до феполю

На рис. 1.37 $В_Ф$ – фероречовина в неподрібненому стані.

Цей принцип лежить, наприклад, у основі роботи металошукачів. До речі, перший, хто застосував це рішення, був, напевне, китайський імператор Цінь Ши-хуанді, який жив двадцять два століття тому. Після чергового замаху на його життя він наказав поставити біля входу до палацу браму, виготовлену з величезного цілісного шматка магнітного залізняку. Коли зловмисник проходив через ворота зі схованим кинджалом, клинок сам вискакував з-під одягу.

Приклад 6.94

Існує спосіб розпушування ґрунту (аналогічно дощовим хробакам) без пошкодження сходів, коли в грунт у вільні від майбутніх сходів місця заздалегідь вносять шматки сталевого дроту. Розпушування проводять, витягуючи ці шматки за допомогою магніту.

Приклад 6.95 Магнітна подушка

Поїзди на магнітній подушці левітують за рахунок відштовхування однакових магнітних полюсів; при цьому використовується лінійний двигун. Його розташовують або на поїзді, або на дорозі, або і там, і там.

Приклад 6.96 Сферичні шини

Компанія Goodyear розробила концепцію інноваційних шин під назвою Eagle-360, що мають сферичну форму (рис. 1.38 а). Шини мають рисунок протектора, що нагадує структуру поверхні мозкового корала (рис. 1.38 б).

Шини прикріплені до автомобіля за допомогою магнітної підвіски (магнітної левітації). У кожному колесі встановлений електромотор і акумулятор, а простір, що залишився, заповнений армованим пінопластом(рис. 1.38 в).

а) б) в)

Рисунок 1.38 – Концепція автомобіля зі сферичними шинами Eagle-360 [28]

Ці шини дозволяють автомобілю рухатися у всіх напрямках, що сприяє кращій маневреності та паркуванню у міських умовах. У них значно менше зношування, оскільки колесо зношується по всій сферичній поверхні.

У колесі встановлено багато датчиків, які визначають стан дороги та погодних умов і передають ці дані іншим машинам та системі керування дорожнім транспортом.

Ця поверхня твердне при сухій погоді і пом'якшується при вологій, забезпечуючи оптимальне керування автомобілем та запобігаючи акваплануванню.

1.3.4.2 Стандарт 2.4.2 Перехід до феполю

Щоб підвищити ефективність керування системою, слід перейти від веполю або "протофеполю" до феполю, замінивши одну з речовин ферочастинками (або додавши ферочастинки) – стружку, гранули, зерна тощо – і використавши магнітне або електромагнітне поле. Ефективність керування підвищується із збільшенням ступеня

дроблення ферочастинок, тому розвиток феполів йде за послідовністю: гранули → порошок → дрібнодисперсні ферочастинки (див. рис. 1.39).

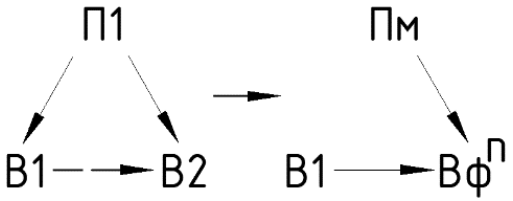


Рисунок 1.39 – Перехід до феполю

На рис. 1.39 $Вф^{п}$ – фероречовина в подрібненому стані (у вигляді феропорошку).

Приклад 6.97 Терапія

До хворих клітин здійснюється селективна доставка магнітних наночастинок. Лікування здійснюється за допомогою гіпертермії (нагрів локальних місць), впливаючи на доставлені магнітні частинки, наприклад струмами високої частоти.

Приклад 6.98 Абразивна обробка

Абразивну обробку здійснюють у магнітному полі.

Інструментом є гнучкі нитки з магнітного матеріалу у вигляді петель, встановлені на підставі електромагніту. На кожну петлю вільно насаджені абразивні елементи, виконані у вигляді кілець магнітного матеріалу, з нанесеними на них зовні абразивними зернами.

Приклад 6.99 Рука-маніпулятор

У США, у Національній лабораторії Sandia, що входить до концерну Локхід Мартін, розробили роботизовану руку-маніпулятор Sandia Hand, головна особливість якої полягає в тому, що пальці приєднуються за допомогою магнітних сил (рис. 1.40). Такі пальці легко відокремлювати та ставити на місце, також легко замінювати при ушкодженнях. Замість пальців так само можна приєднувати інструмент, ліхтарик або щось аналогічне.

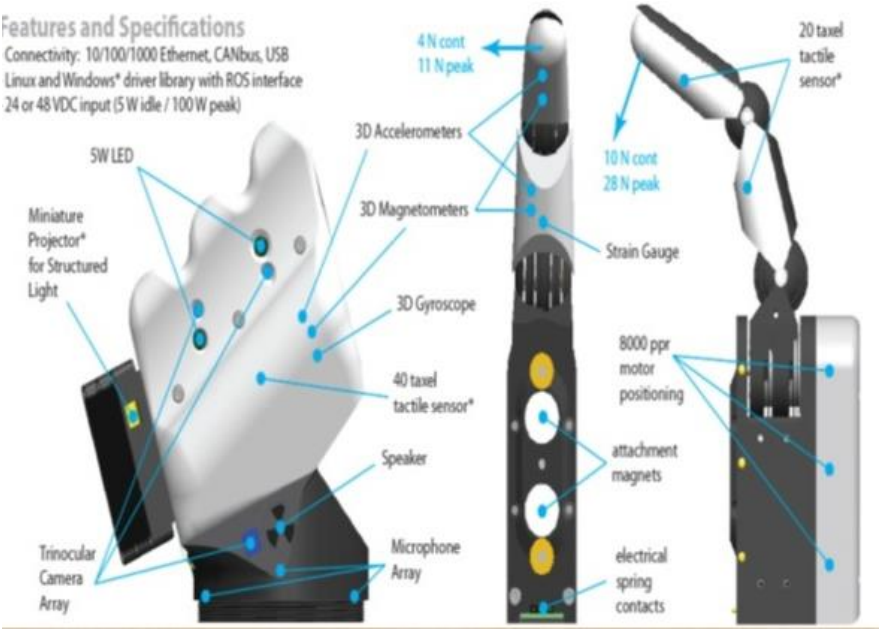


Рисунок 1.40 – Рука-маніпулятор Sandia Hand [28]

1.3.4.3 Стандарт 2.4.3 Використання магнітної рідини

Ефективність керування феполем підвищується також зі збільшенням рухливості ферочастинок у послідовності: гранули → дрібні зерна → порошок → рідина. Магнітна рідина являє собою це завис магнітних мікрочастинок у гасі, силіконі або воді.

Приклад 6.100 Магнітний транспортний пристрій

Магнітний транспортний пристрій для транспортування всередині герметичних камер містить провідний магнітний елемент, який рухається від приводу в немагнітному трубопроводі і пов'язаний з ним через постійний магніт візок, розташований поза трубопроводом. Для підвищення надійності роботи провідний елемент виконаний з магнітної рідини (а.с. № 740646).

Приклад 6.101 Вимірювання магнітного поля

Напруженість магнітного поля вимірюють за допомогою магнітної рідини. Вимірювальний пристрій являє собою посудину з магнітною рідиною, в якій плаває немагнітний стрижень з нанесеною на нього шкалою (рис. 1.41).

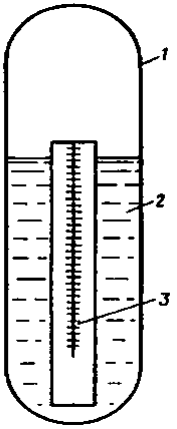


Рисунок 1.41 – Вимірювання магнітного поля [28]

Посудину вносять у магнітне поле, псевдощільність рідини пропорційно зростає, стрижень виштовхується, і поверхня рідини вказує на його шкалі величину напруженості поля (а.с. № 373669).

1.3.4.4 Стандарт 2.4.4 Використання капілярно-пористої структури феполю

Ефективність феполю може бути підвищена за рахунок використання капілярно-пористої структури, властивої багатьом фепольним системам.

Приклад 6.102 Пристрій для паяння хвилею

Пристрій для паяння хвилею припою друкованих плат пропонується виконати у вигляді магнітного циліндра, покритого шаром феромагнітних частинок. Основне призначення – видалення надлишків припою. Одночасно пориста структура використовується для подачі (як гніт) флюсу із внутрішньої порожнини циліндра (а.с. № 1013157).

Приклад 6.103 Магнітна піна

Існують різні варіанти магнітної піни у рідкому та твердому стані.

Магнітна піна може суттєво підвищити ефективність збирання гідрофобних забруднень із поверхні води або твердого тіла, наприклад, для видалення тонкої нафтової плівки з водної поверхні. Рідка магнітна піна гідрофобна та може зберігати на воді стійкість протягом десятків хвилин, в той час як процес всмоктування нафти в піну триває кілька хвилин. Швидке всмоктування нафти піною дає можливість практично відразу збирати і видаляти піну з поверхні води за допомогою магнітних підбирачів, а висока швидкість генерації піни – наносити піну повторно. Піна може виготовлятися у великих кількостях на місці видалення забруднення (наприклад, морських суднах або в портах), що є особливо актуальним, оскільки відповідно до низки угод багато портів повинні бути обладнані обладнанням та пристроями для збирання розлитої нафти.

Приклад 6.104 Магнітна піна Сонця

За даними, отриманими від зондів Voyager 1 і Voyager 2, вчені дійшли висновку, що на межі сонячної системи є великі магнітні бульбашки, що утворюють магнітну піну. Кожен міхур має діаметр близько 16 млн. км (відстань від Землі до Сонця).

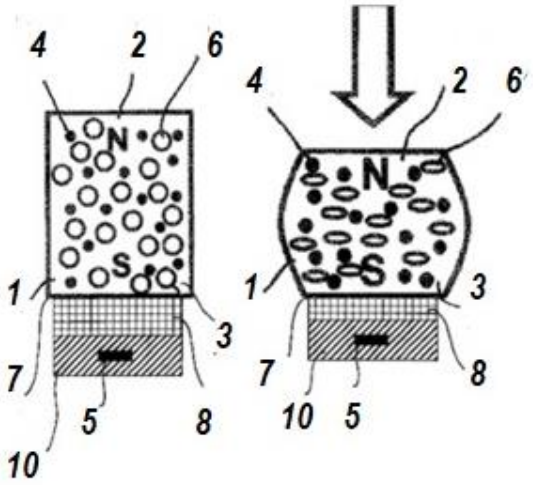
Приклад 6.105 Магнітний пінний датчик

Магнітний пінний датчик призначений визначення ступеня стиснення пористих матеріалів та містить основний корпус з північним та південним магнітними полюсами. Пружно деформований корпус виконаний з піни, в якій розподілені жорсткі магнітні частинки. Магнітний датчик розташований в оболонці.

Між корпусом і магнітним датчиком поміщений немагнітний шар, що стискається (рис. 1.42).

Ступінь стиснення визначають за густиною магнітного потоку, яка різко зменшується зі збільшенням відстані від магніту.

Магнітний датчик вимірює вертикальну складову щільності магнітного потоку і, зокрема, може бути виконаний у вигляді датчика Холла.



1 - корпус; 2 - північний магнітний полюс; 3 - південний магнітний полюс; 4 - магнітні частинки; 5 - магнітний датчик; 6 - пори; 7 - кругла основа; 8 - немагнітний шар, що стискається; 9 - концентратор потоку; 10 - оболонка

Рисунок 1.42 – Магнітний пінний датчик WO 2011/029575 [28]

Приклад 6.106 Напівпровідниковий світловипромінюючий прилад

У приладі шар активної області з p-n-переходом виконаний з діоксиду пористого кремнію.

1.3.4.5 Стандарт 2.4.5 Перехід до комплексного феполю

Якщо слід підвищити ефективність керування системою шляхом переходу до феполю, а заміна речовин ферочастинками неприпустима, перехід здійснюють побудовою внутрішнього або зовнішнього комплексного феполю, вводячи добавки в одну з речовин (див. рис. 1.43).

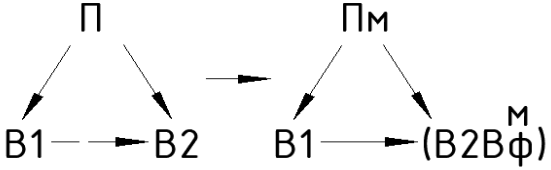


Рисунок 1.43 – Створення комплексного феполю

Приклад 6.107 Транспортування деталей

Пропонується спосіб транспортування деталей за допомогою вантажопідіймального електромагніту. При цьому з метою забезпечення транспортування немагнітних деталей останні засипають попередньо магнітом'якими сипучими матеріалами (а.с. № 751778).

Приклад 6.108 Хімічні реакції

Швидкість протікання хімічних реакцій можна збільшити, якщо в хімічні реагенти ввести феромагнітні частинки і впливати на них електромагнітним полем.

Приклад 6.109 Мікрокапсули

Для спрямованої подачі мастильно-охолоджуючих технологічних засобів до зони контакту взаємодіючих металевих поверхонь в оболонку мікрокапсул вводять феромагнітні речовини. Мікрокапсули спрямовують магнітним полем.

1.3.4.6 Стандарт 2.4.6 Перехід до феполю на зовнішньому середовищі

Якщо слід підвищити ефективність керування системою шляхом переходу від веполю до феполю, а заміна речовин ферочастинками (або введення добавок у речовини) неприпустима, то ферочастинки слід ввести в зовнішнє середовище і, діючи магнітним полем, змінювати параметри середовища, а отже, керувати системою, що знаходиться у ньому (див. рис. 1.44).

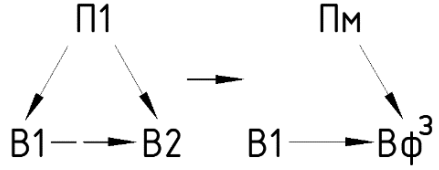


Рисунок 1.44 – Створення феполю на зовнішньому середовищі

Приклад 6.110 Демпфування механічних коливань

З метою демпфування механічних коливань пропонується помістити металевий неферомагнітний рухомий елемент між полюсами магніту, після чого у зазор між полюсами магніту і рухомим

елементом ввести магнітну рідину і змінювати напруженість магнітного поля пропорційно амплітуді коливань.

Якщо в системі використовуються поплавці або одна частина системи є поплавком, то в рідину слід ввести феромагнітні частинки і керувати щільністю рідини, що здається. Керувати можна, пропускаючи крізь рідину струм і діючи електромагнітним полем (а.с. № 469059).

Приклад 6.111 Магніто-абразивне полірування (МАП)

Ефективна обробка абразивним інструментом здійснюється за допомогою введення у якості обробного зовнішнього середовища феромагнітного абразиву та магнітного поля, керуючи зусиллям притиску кожного зерна окремо. В результаті досягається дуже висока якість поверхні. На операціях фінішного полірування пластин монокристалів кремнію (підкладки для виробництва інтегральних схем) процес МАП з використанням фероабразивного порошку "залізо-алмаз" забезпечує шорсткість поверхні з висотою нерівностей менше 20 ангстрем, тобто МАП дозволяє формувати поверхню з величиною нерівностей від 2 до 4 атомних шарів.

1.3.4.7 Стандарт 2.4.7 Використання фізичних ефектів

Якщо є фепольна система, її керованість може бути підвищена за рахунок використання фізичних ефектів.

Якщо заданий веполь з одним полем (П1), а на виході слід отримати інше поле (П2), назву потрібного фізичного ефекту можна визначити, з'єднавши назви полів П1 і П2 (рис. 1.45).

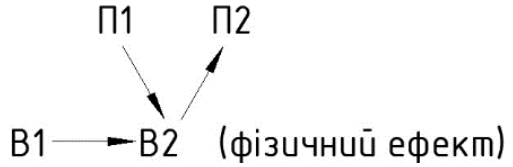


Рисунок 1.45 – Виявлення фізичних ефектів

Наприклад, є механічне поле (П1), а на виході необхідно отримати магнітне поле (П2) – потрібний механомагнітний (магнітнопружний) ефект.

Знаючи потрібний ефект, можна підібрати речовину В2, що реалізує його, або розгорнути В2 в ланцюговий веполь і тоді його буде виконувати речовина В4.

Це правило зберігає силу і в задачах на модифікацію речовини В1 (вплив на В1). В цьому випадку поле П2 повинно діяти на речовину (рис. 1.46).

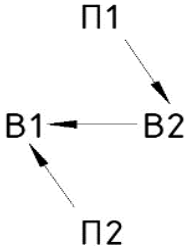


Рисунок 1.46 – Модифікація речовини В1

Приклад 6.112 Підвищення чутливості вимірювальних магнітних підсилювачів

Для підвищення чутливості вимірювальних магнітних підсилювачів пропонується використати ефект Гопкінса, який полягає у тому, що при нагріванні феромагнетика до температури, близької до точки Кюрі, його магнітна сприйнятливість посилюється за рахунок зниження тертя феромагнітних доменів, в результаті чого полегшується поворот феромагнітних доменів у зовнішньому магнітному полі. З метою зниження рівня магнітних шумів при роботі підсилювача підтримують абсолютну температуру осердя на рівні від 0,92 до 0,99 температури Кюрі матеріалу осердя (а.с. № 452055).

Приклад 6.113 Насос

Дія насоса ґрунтується на ефекті Кюрі. Робочий хід поршня, який нагнітає середовище, що перекачується, відбувається під дією магніту. У верхньому положенні поршня магніт нагрівається сонячними променями, що подаються концентраторами через прозору кришку циліндра, до температури вище точки Кюрі. Магнітна сила зникає і поршень опускається під дією сили тяжіння. При цьому відкривається зворотний клапан і середовище, що перекачується, витісняється в надпоршневий простір. Тут вона охолоджує магніт, його сила знову з'являється і процес повторюється.

1.3.4.8 Стандарт 2.4.8 Динамізація феполю

Якщо є фепольна система, її керованість може бути підвищена шляхом динамізації, тобто переходу до гнучкої структури системи, що змінюється (див. рис. 1.47).

Рисунок 1.47 – Перехід до динамічного феполю

Приклад 6.114 Шліфування еластичним матеріалом

Відомий спосіб шліфування деталей інструментом у вигляді балона з еластичного матеріалу, робоча поверхня якого покрита абразивом. Шліфування відбувається за умов постійного притиску інструменту до заготівлі. Для рівномірного притиску абразиву до оброблюваної поверхні у балон вводять феромагнітні частинки, що утворюють суспензію, а інструмент притискають, впливаючи на нього постійним магнітним полем. Реалізація даного способу дозволяє підвищити рівномірність притиску абразиву до поверхні, що обробляється і точність обробки. Однак одночасно, внаслідок збільшення площі контакту кола із заготівлею, у зоні обробки підвищується температура, посилюється затуплення абразиву, що призводить до підвищення шорсткості оброблюваних поверхонь та знижує продуктивність процесу.

Щоб усунути цей недолік, скористаємося стандартами 2.4.3, 2.4.7, 2.4.8.

Постійний притиск абразиву замінюють змінним, коло вібрує, тертя зменшується. З цією метою вводять додаткове змінне магнітне поле, що діє на феросуспензію (динамізація). Щоб дія магнітного поля на феросуспензію була максимальною, частинки суспензії виконують з матеріалу з магнітострикційними властивостями (використання фізичного ефекту).

1.3.4.9 Стандарт 2.4.9 Структуризація феполю

Якщо дана фепольна система, її ефективність може бути підвищена переходом від полів однорідних або тих, що мають неупорядковану структуру, до полів неоднорідних або тих, що мають певну постійну або змінну просторову структуру (див. рис. 1.48).

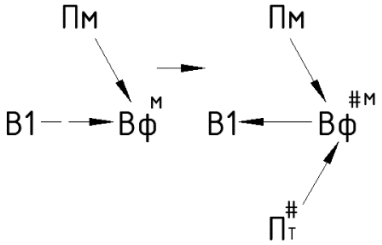


Рисунок 1.48 – Структуризація феполю з додаванням температурного поля постійної структури

Приклад 6.115 Магнітне формування

На 35-му Світовому конгресі ливарників проф. А. Віттмозер вперше зробив доповідь про магнітне формування. При цьому способі виготовлення форми у якості пуансона використовують феропорошок з частинками розміром від 0,3 мм до 0,5 мм, на який накладають температурне поле, що перевищує в місцях найменшої витяжки точку Кюрі. Після ущільнення форми вібрацією вона міститься в постійне магнітне поле, яке забезпечує магнітний зв'язок між частинками наповнювача, що надає формі необхідної міцності, запобігаючи її руйнуванню при заливці металу. Магнітне формування отримало застосування в США, Японії та країнах Західної Європи для виробництва серійних виливків з різних сплавів. Швейцарська фірма "Brown Bovery" організувала серійне виробництво напівавтоматичних установок магнітного формування.

Якщо речовині, що входить до феполя (або може увійти до феполя), повинна бути надана певна просторова структура, то процес слід вести в полі зі структурою, що відповідає необхідній структурі речовини (див. рис. 1.49).

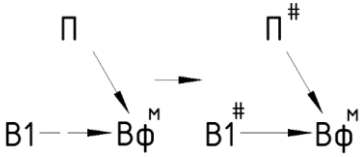


Рисунок 1.49 – Структуризація речовини феполю

Приклад 6.116 Отримання ворсу

На поверхні термопластичного матеріалу ворс утворюють шляхом витяжки поверхневих шарів матеріалу з подальшим охолодженням. При цьому з метою підвищення продуктивності і збільшення можливості керування процесом ворсоутворення перед операцією витяжки в поверхневі шари матеріалу вводять феромагнітні частинки, нагрівають термопластичний матеріал до температури його плавлення, а витяжку здійснюють шляхом вилучення феромагнітних частинок за допомогою їхнього контакту з електромагнітом (а.с. № 587183).

Підстандарт 2.4.9.1 Структуризація

Якщо речовині, що входить до феполю (або може увійти до феполя), повинна бути надана певна просторова структура, то процес слід вести в полі зі структурою, що відповідає необхідної структури речовини (див. рис. 1.50).

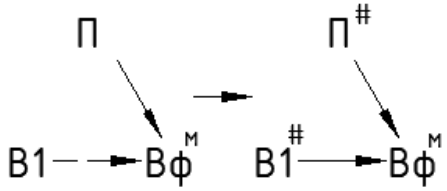


Рисунок 1.50 – Структуризація феполю

Приклад 6.117 Програмовані макарони

У МІТ навчилися програмувати форму макаронних виробів. Для цього використовуються два шари желатину з різною густиною. Більш щільний шар вбирає більше вологи і сильніше набухає, згинаючи пластину пасти (макаронного виробу). Зверху желатину наносять смужки целюлози, що практично не вбирає вологу. Остаточна форма

макаронного виробу визначається візерунком цих смужок (вони можуть розташовуватися паралельно, радіально, на окремих ділянках пластини пасти) та формою пасти (коло, прямокутник тощо). Форма набувається при опусканні виробу гарячу воду. Такий підхід скорочує витрати на доставку (в упаковці із звичайною формою пасти 67% обсягу займало повітря).

1.3.4.10 Стандарт 2.4.10 Узгодження ритміки у феполі

Якщо дана "протофепольна" або фепольна система, її ефективність може бути підвищена узгодженням ритміки елементів, що входять в систему.

Приклад 6.118 Вібромагнітна сепарація

При вібромагнітній сепарації матеріалів магнітне поле, що обертається, реверсують синхронно з вібраціями. При цьому зменшується сила зчеплення між частинками матеріалу та підвищується ефективність поділу (а.с. № 698663).

Приклад 6.119 Транспортування феромагнітних матеріалів

Пропонується транспортувати феромагнітні сипкі і шматкові матеріали, надаючи їм відривну вібрацію, а для підвищення швидкості транспортування на вібрований матеріал на початку фази його відриву впливати імпульсним магнітним полем, спрямованим у напрямку транспортування, причому тривалість магнітних імпульсів дорівнює фазі відриву матеріалу, що вібрується (а.с. № 267455).

Приклад 6.120 Електронний парамагнітний резонанс (ЕПР)

ЕПР - це відгук магнітних атомів, молекул або електронів на радіохвилі. Він має резонансний характер. Резонанс виникає, коли частота радіохвилі збігається із частотою обертання магнітного моменту атома. Остання залежить від сили зовнішнього магнітного поля та від електричних та магнітних мікрополів у самій речовині. Тому, змінюючи силу поля, неважко створити умови для парамагнітного резонансу. Тіло почне сильно поглинати, заломлювати та відбивати радіохвилі. Спостерігаючи будь-яке з цих явищ, легко встановити присутність у ньому навіть мізерної кількості магнітних частинок і, найголовніше, визначити найтонші особливості структури мікрополів усередині речовини, що неможливо зробити іншими фізичними методами. Завдяки цьому ЕПР широко використовується у фізиці твердого тіла, ядерній фізиці, хімії (для

вивчення великого класу речовин, званих радикалами), біології, медицині, техніці. У якості прикладів можна навести спектрометр, магнетометр.

На основі явища резонансного поглинання НВЧ випромінювання створено, наприклад, квантовий парамагнітний підсилювач (мазер), що використовується для здійснення далекого космічного зв'язку; працюють гігантські радіоастрономічні інтерферометри, що служать для вивчення зоряних джерел радіовипромінювання.

На ЕПР засновані пошук та технологічна перевірка речовин, що становлять основу квантових генераторів та підсилювачів. Випробування активної речовини квантового генератора за допомогою ЕПР дозволяє заздалегідь визначити придатність його до роботи.

Приклад 6.121 Ядерний магнітний резонанс (ЯМР)

Явище ЯМР широко використовується у фізиці, хімії та медицині, приклад - магнітно-резонансна томографія (МРТ).

Це явище використовується як витратомір, для дослідження свердловин (ядерно-магнітний каротаж) тощо.

1.3.4.11 Стандарт 2.4.11 Перехід до еполю – веполю із взаємодіючими струмами

Якщо введення феромагнетиків або намагнічування ускладнені, слід скористатися взаємодією зовнішнього електромагнітного поля з контактно підведеними або індукованими неконтактно струмами або взаємодією цих струмів між собою. Система, яка формується в цьому випадку, називається еполем.

Якщо феполі – системи, в які введені феромагнітні частинки, то еполі – системи, де замість феромагнітних частинок діють (або взаємодіють) струми. Розвиток еполів, як і розвиток феполів, відбувається за загальною послідовністю: прості еполі → комплексні еполі → еполі на зовнішньому середовищі → динамізація еполів → структурування еполів → узгодження ритміки.

Приклад 6.122 Руйнування гірських порід

При руйнуванні гірських порід для силового впливу пропускають імпульсний струм двома паралельними провідниками (а.с. № 994726).

Приклад 6.123 Захоплення металевих немагнітних виробів

Для захоплення та утримання металевого немагнітного виробу через його тіло в зоні дії магнітного поля пропускають електричний

струм у напрямку, перпендикулярному силовим лініям магніту (а.с. № 1033417).

Приклад 6.124 Сепарація частинок

При видобутку золота застосовують гравітаційні методи, проте частинки металу менше 0,2 мм практично не вловляються.

Для уловлювання дрібних частинок золота використовують електродинамічний сепаратор шляхом впливів двох імпульсних магнітних полів; при цьому другий імпульс подається із затримкою. Пристрій має дві співвісні котушки.

Приклад 6.125 Електромагнітна катапульта

Для розгону літака на авіаносці використовуються катапульти. Для цього зараз використовуються парові катапульти. Основний принцип таких катапульт – це рух поршня за допомогою пари. Вже давно замислювалися про інший, сучасніший принцип дії катапульт. Почали розробляти електромагнітну катапульту. Принцип її дії – лінійний електродвигун.

У 2015 році випробували таку систему для авіаносця Джеральд Форд (Gerald R. Ford). Вона отримала назву EALS (Electromagnetic Aircraft Launch System) [28].

1.3.4.12 Стандарт 2.4.12 Використання електрореологічної рідини

Особлива форма еполів – електрореологічна суспензія (завис тонкого кварцового порошку, наприклад в толуолі), з керованою в'язкістю. Якщо не застосовується феромагнітна рідина, може бути використана електрореологічна рідина.

Приклад 6.126 Дисбалансний збудник коливань

У дисбалансному збуднику коливань дисбаланси розміщені в електрореологічній рідині (а.с. № 425660).

Приклад 6.127 Амортизатор

Пропонується в амортизаторі транспортного засобу використати електрореологічну рідину зі змінною в'язкістю (а.с. № 495467).

Приклад 6.128 Затискувач

Пропонується застосування електров'язкої суспензії в пристрої для різання матеріалів – як середовище, що затискає (а.с. № 931471).

Приклад 6.129 Гідравлічна муфта

Для керування пробуксовкою провідних коліс транспортного засобу з гідравлічною муфтою блокування диференціала у якості робочої рідини застосовується електрореологічна рідина, а елементи муфти електроізольовані між собою.

Приклад 6.130 Гідродинамічна передача

Регулювання гідродинамічної передачею може бути поліпшене, якщо в якості робочої рідини використовувати електрореологічну рідину та здійснювати керування зміною напруги.

1.4 Клас 3 Перехід до надсистеми та на мікрорівень

1.4.1 Група стандартів 3.1 Перехід до бісистем та полісистем

Поряд із "внутрішньосистемним" удосконаленням (лінія стандартів класу 2) існує лінія "зовнішньосистемного" розвитку: на будь-якому етапі внутрішнього розвитку система може бути об'єднана з іншими системами в надсистему з новими якостями.

1.4.1.1 Стандарт 3.1.1 Перехід до бісистем та полісистем

Ефективність системи на будь-якому етапі розвитку може бути підвищена її об'єднанням з іншою системою (або системами) у складнішу бісистему або полісистему.

Приклад 6.131 Отвір з розширенням

Отримати отвір, який має розширення у середній частині своєї глибини, можна електрохімічним способом; при цьому електрод (подовжньо) поділяється на три частини, на кожну подають свій потенціал (а.с. № 252036).

Приклад 6.132 Електронний додатковий пристрій

Компанія Apple запатентувала приєднання смартфона або планшета до ноутбука. Смартфон вставляється у спеціальне поглиблення, між ним та ноутбуком організовується зв'язок, вони працюють як єдина система. Зокрема, смартфон може

використовуватися для введення інформації та працює як сенсорна панель (touchpad). У свою чергу, смартфон або планшет можуть використовуватися як повноцінний ноутбук з великим екраном і повноцінною клавіатурою (рис. 1.51).

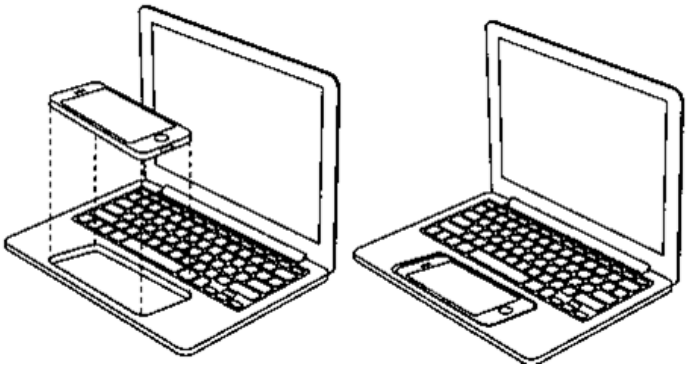


Рисунок 1.51 – Електронний додатковий пристрій (патент США 2017/008304) [28]

Приклад 6.133 Двоствольний пістолет

Багатоствольні пістолети були винайдені багато років тому, щоб забезпечити стрілянину без перезарядки. В даний час використовуються пістолети, які перезаряджаються автоматично. Однак забійної сили однієї кулі навіть при попаданні в ціль виявляється іноді недостатньо. Тому в італійській компанії Arsenal Firearms виготовили двоствольний напівавтоматичний пістолет AF2011-A1 Second Century 45 калібру на базі знаменитого Colt M1911. Пістолет забезпечує випуск практично відразу двох куль, розліт яких не великий (від 2 см до 5 см в залежності від дистанції).

Приклад 6.134 Віртуальний супертелескоп

В Масачусетському технологічному університеті пропонують поєднати зображення, отримані з усіх телескопів у світі, за допомогою суперкомп'ютера. Це дозволить математичними засобами створити інтерферометр – телескоп із віртуальним дзеркалом діаметром із нашу планету.

1.4.1.2 Стандарт 3.1.2 Розвиток зв'язків у бісистемах та полісистемах

Підвищення ефективності синтезованих бісистем та полісистем досягається, насамперед, за рахунок розвитку зв'язків елементів у цих системах. Новоутворені бісистеми та полісистеми часто мають "нульовий зв'язок", тобто є просто "купою" елементів. Розвиток йде у напрямку посилення міжелементних зв'язків. З іншого боку, елементи у новостворених системах іноді бувають з'єднані жорсткими зв'язками; у цьому разі розвиток йде у напрямку збільшення ступеня динамізації зв'язків.

Приклад 6.135 Вантажопідйомних крани

При груповому використанні вантажопідймних кранів з метою "посилення" зв'язків використовують жорсткий багатокутник, що поєднує стріли кранів (а.с. № 742372).

Приклад 6.136 Надувний трап-понтон

В пасажирських літаках у якості рятувальних засобів використовуються надувні трапи, які одночасно можуть служити і понтонами. В одному предметі об'єднали дві функції: трапу – спускатися з літака, та понтона – підтримувати людей чи вантаж на поверхні води.

Приклад 6.137 Захист від хуліганів та бандитів

Електрошокери маскують під інші предмети, наприклад, мобільний телефон (рис. 1.52 а), перстень, у якому є сльозогінний газ (рис. 1.52 б).

а) електрошокер Iphone 4S

б) перстень зі сльозогінний газом

Рисунок 1.52 – Засоби захисту [28]

Також існує шокуючий одяг "безконтактний жакет". У нормальному стані це просто елегантний жакет. Якщо власник жакету вирішить, що йому загрожує небезпека, то жакет миттєво перетвориться на грізну зброю самооборони. Кожен, хто доторкнувся до жакету, отримає удар у 80 000 вольт.

Живлення жакету здійснюється від батареї на 9 В. Він повністю ізольований, тож власнику електричний удар не загрожує.

1.4.1.3 Стандарт 3.1.3 Підвищення різниці між елементами бісистем та полісистем

Ефективність бісистем і полісистем підвищується зі збільшенням різниці між елементами системи від однакових елементів (наприклад, набір однакових олівців) до елементів із зрушеними характеристиками (наприклад, набір різнокольорових олівців), потім – до різних елементів (наприклад, готовальня) та інверсним поєднанням типу "елемент та антиелемент" (наприклад, олівець з гумкою).

Приклад 6.138 Пилка для волокнистих матеріалів

Щоб різати волокнисті матеріали, використовується "двоповерхова пилка", у якої нижні зубці розведені більше за верхні (а.с. № 493350).

Приклад 6.139 Термостабілізація електроакустичного перетворювача

З метою температурної стабілізації електроакустичних параметрів електроакустичного перетворювача, який містить секційний активний елемент, будь-які сусідні секції цього елемента виконані з матеріалу з протилежними за знаком температурними коефіцієнтами зміни п'єзомодуля (а.с. № 606233).

Приклад 6.140 Порятунок людей

У канадському Університеті Раєрсона (в Торонто) для порятунку людей, які опинилися під уламками будівель, запропонували систему, що складається зі спеціально навченого собаки, який може знайти людей, які потрапили в біду, і робота-рятувальника, який доставляється до місця аварії в сумці, яку несе собака. Пес підбирається до безпорадної жертви якомога ближче, а потім своїм гавкотом запускає робота, що приїхав на ньому. Така система під назвою Canine Assisted Robot Deployment була реалізована та випробувана в Техаському університеті A&M (США).

Приклад 6.141 Еволюція класної дошки

Існує класна дошка, де пишуть крейдою. Основна її функція – залишати на дошці зображення крейдою.

Більш загальна функція – залишати на дошці зображення чим завгодно.

Існують класні дошки, на яких пишуть фломастером.

Потім з'явилися дошки, що друкують на папір усе, що зображено на дошці.

Можна проектувати зображення на екрані за допомогою проектора, з'єднаного з комп'ютером.

Сьогодні існують електронні класні дошки, що є сенсорним екраном із вбудованим комп'ютером, динаміками, веб-камерою, вбудованою бібліотекою, Інтернетом. На них можна писати пальцем і передавати це зображення на інші комп'ютери, крім того, можна бачити і людину, яка пише на цій дошці.

У цьому прикладі об'єднані багато різних систем у надсистему, у тому числі системи зі зрушеними характеристиками, наприклад різні кольори, системи з протилежними властивостями, писати або залишати зображення та видалять і т. ін.

1.4.1.4 Стандарт 3.1.4 Згортання бісистем та полісистем

Ефективність бісистем та полісистем підвищується при їхньому згортанні, насамперед, за рахунок скорочення допоміжних частин, наприклад, двостволка має один приклад. Повністю згорнуті бісистеми та полісистеми знову стають моносистемами, цикл може повторитися на новому рівні.

Приклад 6.142 Теплова електростанція

З метою скорочення комунікацій, спрощення монтажних робіт та зменшення опорної площі фундаментів пропонується усі котельні агрегати теплової електричної станції згрупувати в єдиному блоці з загальною димовою трубою, що розташована над ним (а.с. № 408586).

Приклад 6.143 Турбогвинтовий двигун

Турбогвинтовий двигун об'єднав переваги реактивного та гвинтового двигунів. Цей вид об'єднання систем часто застосовується у тих випадках, коли одна система досягла вищого рівня свого розвитку, а інша, більш досконала, ще не може замінити її повністю.

Приклад 6.144 Автомобіль

У автомобілях є тенденція поміщати електродвигун у колесо. Кожне колесо має свій двигун, що дозволяє кожним колесом керувати окремо, що значно збільшує маневреність. Стало можливим розгортатися на місці та здійснювати паралельне паркування.

Це приклад на згортання перетворювача енергії - трансмісії, і перехід до керованого поля (перехід від механічного до електричного поля).

Приклад 6.145 RGB пікселі

*При розробці кольорової фотографії постало питання: як представляти всі кольори та відтінки? Британський фізик Джеймс Клерк Максвелл для отримання кольорових зображень запропонував адитивний синтез кольору: усі кольори складаються з трьох основних кольорів: червоного (**R**ed), зеленого (**G**reen) та синього (**B**lue) – звідси абревіатура RGB. Ця модель отримала широке застосування за будь-яких зображень кольору.*

На дисплеї один піксель складається з трьох суперпікселів. За рахунок зміни інтенсивності кожного із суперпікселів можна отримати мільйони різних відтінків. Однак кожен піксель займає втричі більше місця.

Вчені з Університету Центральної Флориди створили технологію використання лише одного пікселя, який змінює свій колір залежно від напруги.

Основу пікселя складає підкладка, що за формою нагадує упаковку для яєць, покрита шаром алюмінію. На ній знаходяться поляризатор та прозорий електрод. Між підкладкою та верхнім шаром розташовані рідкі кристали, орієнтацію яких можна змінювати, підводячи напругу до електрода. Верхній шар рідких кристалів завжди спрямований паралельно поляризатору через взаємодію з ним.

Зміна кольору відбувається шляхом опромінення пікселя світлом, що потрапляє на підкладку і частково поглинається. Непоглинене світло відбивається і виходить із пікселя. Змінюючи напругу на електроді, можна змінювати орієнтацію рідких кристалів і внаслідок цього поляризацію поданого на підкладку світла, змінюючи тим самим колір (рис. 1.53).

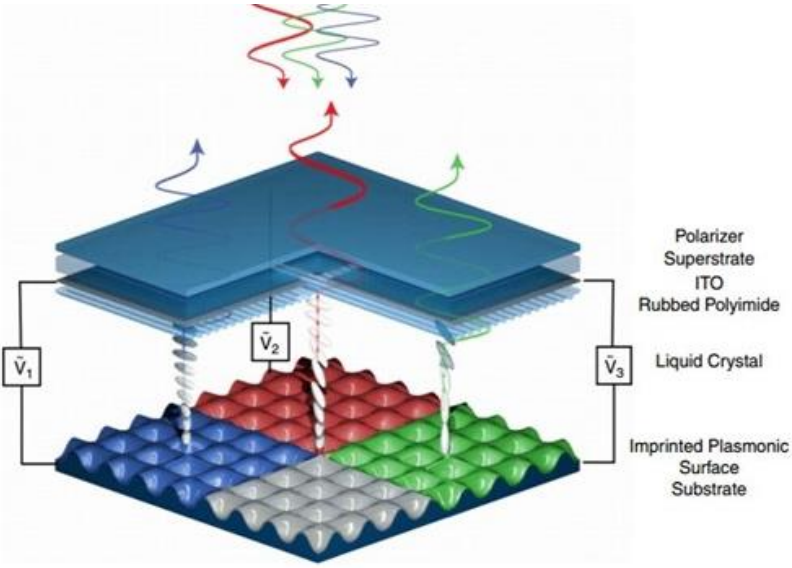


Рисунок 1.53 – RGB-пікселі [28]

Приклад 6.146 Телескоп

Телескоп Максутова поєднує лінзові та дзеркальні оптичні системи. Кожна з цих систем має свої похибки, коли ці системи об'єднали, похибки взаємно компенсували одна одну.

1.4.1.5 Стандарт 3.1.5 Розподіл несумісних властивостей між системою та її частинами

Ефективність бісистем та полісистем може бути підвищена розподілом несумісних властивостей між системою та її частинами. При цьому використовують дворівневу систему, в якій вся система в цілому має властивість В, а її частини (частки) – властивість анти-В.

Приклад 6.147 Спосіб зупинки кровотечі

Як швидко та ефективно зупинити кровотечу?

Відомо, що людині можна вливати кров лише певної групи. Інакше людина вмирає через несумісність – кров згортається.

З метою спрощення та підвищення ефективності зупинки кровотечі запропоновано до рани прикласти серветку, просочену іногрупною кров'ю. "Шкідлива" кров виконує корисну функцію - зупиняє кровотечу.

Приклад 6.148 Пам'ять комп'ютера

У пам'яті є дві протилежні функції - запис та стирання.

Приклад 6.149Ланцюг

Кожна ланка ланцюга жорстка, а сам він загалом гнучкий.

1.4.2 Група стандартів 3.2 Перехід на мікрорівень

1.4.2.1 Стандарт 3.2.1 Перехід на мікрорівень

Ефективність системи – на будь-якому етапі розвитку – може бути підвищена системним переходом з макрорівня на мікрорівень, коли систему або її частину замінюють речовиною, здатною під час взаємодії з полем виконувати необхідну дію.

Приклад 6.150 Годинник

Спочатку з'явився великий баштовий годинник, механізм якого був набором механічних частин (маятник, шестерні, важелі, пружини і т. ін.).

Далі механічні частини зменшилися в розмірах і створили кишеньковий, а потім наручний механічний годинник. Механіка вдосконалювалася та зменшувалася. Розміри годинників значно зменшилися. Проте принцип їхньої роботи залишався на макрорівні, ґрунтуючись на коливанні механічного маятника.

Перехід на мікрорівень здійснився з винаходом кварцового годинника, у якому в якості коливальної системи почали використовувати кристал кварцу. Маятник замінили на кристал.

Пізніше з'явився атомний годинник, де у якості джерела коливань використовується сигнал переходу електрона між двома енергетичними рівнями атома.

Приклад 6.151 Обчислювальна техніка

Перша обчислювальна машина (антикитерський механізм) була створена у Стародавній Греції. Дата її створення - приблизно 100 р. до н. е. Це механічна аналогова обчислювальна машина для розрахунку астрономічних позицій. Машина також дозволяла здійснювати операції складання, віднімання та поділу.

Відомі рахунковий пристрій Леонарда да Вінчі, підсумкова машина Паскаля та інші. Принцип дії цих машин механічний. Вони складалися з валів та шестерень. Поступово ці частини зменшувалися у розмірах та був розроблений арифмометр.

Згодом цю техніку замінили електромеханічні обчислювальні машини. Механічні частини рухалися за допомогою електричних двигунів.

На наступному етапі було розроблено обчислювальну машину на вакуумних лампах.

Далі були використані транзистори, а потім мікросхеми.

Сьогодні процесор містить мільярди електронних елементів, при виготовленні яких використовують нанотехнології.

Це типовий приклад переходу на мікрорівень.

На світовий рівень перейшов робочий орган комп'ютера – процесор, але до сьогодні ще залишилися частини, які використовують механіку, наприклад жорсткий диск, DVD-Rom, вентилятори. Це приклад закону нерівномірності розвитку систем. Але існують тенденції переходу і цих елементів на мікрорівень.

Зараз жорсткий диск поступово замінюється на твердотільний накопичувач (solid-state drive, SSD), що являє собою комп'ютерний немеханічний пристрій, до складу якого входять мікросхеми пам'яті та керуючий контролер. DVD-диски вже з десяток років тому замінили на флеш-пам'ять. Вентилятори також поступово замінюються елементами Пельтьє та тепловими трубами.

Приклад 6.152 Корисні вібрації

Для охолодження електронних плат замість традиційних вентиляторів компанія Дженерал Електрик пропонує використовувати охолоджуючі п'єзоелектричні мікросопла. Їх роблять із двох вібруючих у протифазі тонких дисків, які подібно до ковальських міхів видмухують повітря з мікроскопічного сопла. Тонкий високошвидкісний повітряний струмінь активно здуває нагрітий шар повітря тепловипромінюючого елемента. У порівнянні з вентиляторами цей пристрій виходить тоншим і споживає менше енергії.

Приклад 6.153 ДНК-комп'ютер

У 2002 р. дослідники з Інституту Вейцмана в Реховоті представили програмовану молекулярну обчислювальну машину, що складається з ферментів і молекул ДНК замість звичних кремнієвих мікрочіпів. 28 квітня 2004 р. Ехуд Шапіро, Яаков Бененсон, Біньямін Гіль, Урі Бен-Дор і Ривка Адар оголосили в журналі Nature, що вони побудували ДНК-комп'ютер з модулем введення-виведення даних, який

теоретично здатний діагностувати ракові пухлини на клітковому рівні та випускати протиракові препарати після встановлення діагнозу. Цей комп'ютер був занесений до Книги рекордів Гіннеса як найменший біологічний обчислювальний пристрій на планеті.

Приклад 6.154 Одноатомний провід

Одноатомні матеріали нестабільні, оскільки атоми прагнуть організуватися в інші конфігурації.

Дослідники з Кембриджського та Уорікського університетів вирішили помістити атоми телуру в одношарову вуглецеву нанотрубку з діаметром, що дещо перевищує діаметр металевого ланцюжка. Нанотрубки були обрані через невеликий діаметр і відносну хімічну інертність. Через взаємодію електронів телуру з електронами вуглецю нанотрубок він змінював свої властивості з напівпровідникових на металеві.

Приклад 6.155 Мікроробот

Інженери з Університету Ватерлоо винайшли літаючого мікроробота. Для переміщення з однієї точки простору в іншу він використовує магнітні поля Землі. Цей мікроробот важить 0,83 г. Робот оснащений кількома крихітними електромагнітами, що створюють навколо робота тривимірне параболічне магнітне поле.

1.5 Клас 4 Стандарти на виявлення та вимірювання систем

1.5.1 Група стандартів 4.1 Обхідні шляхи

Вимірювання та виявлення в системах обслуговують головну – "вимірювальну" – дію, тому бажано так перебудувати головну дію, щоб вона виключала необхідність (або зводила до мінімуму) вимірювально-виявної дії. Звичайно, не на шкоду точності.

1.5.1.1 Стандарт 4.1.1 Замість виявлення та вимірювання – зміна системи

Якщо дана задача на виявлення або вимірювання, доцільно змінити систему так, щоб взагалі відпала необхідність у вирішенні цієї задачі.

Приклад 6.156 Автоматична стабілізація та регулювання температури

Для стабілізації температури необхідно її вимірювати та керувати вимикачем джерела тепла. Якщо у якості вимикача використовувати матеріал з точкою Кюрі, що дорівнює температурі стабілізації, можна виключити датчик температури і систему керування вимикачем джерела тепла.

Так, наприклад, з метою автоматичного регулювання режиму нагріву пропонується тигель індукційної печі для нагрівання струмами промислової частоти виконувати з феромагнітного матеріалу, точка Кюрі якого дорівнює заданій температурі нагрівання (а.с. № 471395).

1.5.1.2 Стандарт 4.1.2 Використання копій

Якщо дана задача на виявлення або вимірювання і при цьому не можна застосувати стандарт 4.1.1, то доцільно замінити безпосередні операції над об'єктом операціями над його копією або знімком.

Приклад 6.157 Вимірювання деформацій оболонок громіздкої конструкції

Для вимірювання деформацій оболонок громіздкої конструкції пропонується виготовляти зліпки (до деформації та після неї) та вести вимірювання на зліпках (а.с. № 241077).

В стандарті 4.1.2 розглянемо підстандарт **4.1.2.1 Порівняння об'єктів з еталоном.**

Якщо потрібно порівняти об'єкт з еталоном з метою виявлення відмінностей, то задачу вирішують оптичним поєднанням зображення об'єкта з еталоном, причому зображення об'єкта має бути протилежним за забарвленням еталону або його зображенню.

У якості протилежних кольорів можуть бути взяті: білий – чорний, жовтий – синій, червоний – синій, червоний – жовтий і т. д. Змішування цих кольорів дає інший колір. Основних кольорів за Йоганнесом Іттеном існує три: червоний, зелений і синій; інші кольори утворюються їхнім змішуванням.

Аналогічно вирішують задачу на вимірювання, якщо є еталон або його зображення.

Приклад 6.158 Порівняння складних об'єктів

Для порівняння складних об'єктів пропонується проектувати їхні зображення на екран, суміщаючи ідентичні ділянки зображень. При цьому з метою підвищення надійності процесу порівняння, зображення матеріалів, що порівнюються, проектуються на екран контрастними, наприклад, негативне і позитивне або червоне і синє (а.с. № 359512).

Стандарт передбачає безпосереднє порівняння оптичних зображень. Однак припустимо і перетворення оптичних зображень, наприклад, в електричні сигнали, і порівняння цих сигналів.

Приклад 6.159 Оптичний кодувальник положення валу

Оптичний кодувальник положення валу використовує промінь поляризованого світла, модульований відповідно до заданої частоти сигналу модуляції. Модульоване поляризоване світло проходить через аналізатор, встановлений на кінці валу, кутове положення якого потрібно визначити. Світло, що виходить з аналізатора, падає на детектор, який виробляє вихідний електричний сигнал, який порівнюється з сигналом модуляції. Фазовий зсув між сигналами модуляції і сигналом, що детектується, пропорційний куту повороту валу (патент США 3560094).

1.5.1.3 Стандарт 4.1.3 Послідовне виявлення змін

Якщо дана задача на вимірювання і не можна застосувати стандарти 4.1.1 та 4.1.2, то доцільно перевести її у задачу на послідовне виявлення змін.

Приклад 6.160 Вимірювання температури

Замість вимірювання температури у точці контакту пари тертя (наприклад, у шарикопідшипниках, коробці передач) у мастильну плівку вводяться дрібні феромагнітні частинки з фіксованою точкою Кюрі. Після перевищення точки Кюрі деякі частинки залишаються парамагнітними навіть після охолодження завдяки ефекту гістерезису. Аналізуючи зразок мастила, можна ідентифікувати зміни магнітних властивостях частинок, а потім визначити, які температури контакту виникають за певних робочих умов.

Приклад 6.161 Вимірювання швидкості кулі

У США розроблено спосіб вимірювання швидкості кулі за допомогою електретів. (Електрет – це діелектрик, який тривалий час зберігає поляризований стан після зняття зовнішнього впливу, що призвів до поляризації або заряджання цього діелектрика, і створює в навколишньому просторі квазіпостійне електричне поле аналогічно магнітному полю, створюваному постійним магнітом).

Куля, пролітаючи над двома електретами, розташованими на заздалегідь відомій відстані, змінює електричне поле. З'являються два послідовні імпульси (рис. 1.54).

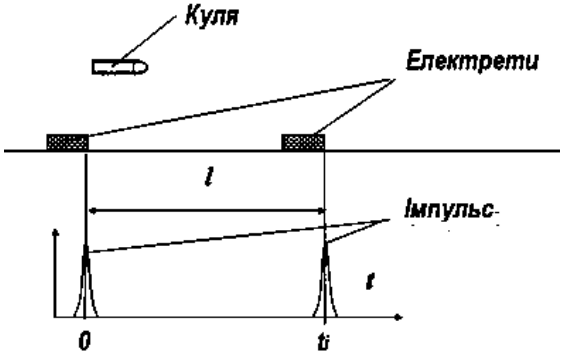


Рисунок 1.54 – Визначення швидкості кулі [28]

Швидкість V польоту кулі визначають діленням відстані l між електретами на час t_i між появою імпульсів.

1.5.2 Група стандартів 4.2 Синтез вимірювальних систем

1.5.2.1 Стандарт 4.2.1 Синтез вимірювального веполю

Якщо невепольна система погано піддається виявленню чи виміру, завдання вирішують, добудовуючи простий чи подвійний веполь із полем на виході (див. рис. 1.55).

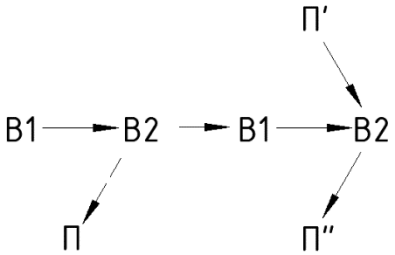


Рисунок 1.55 – Добудова веполю с полем за виході

Приклад 6.162 Розумний скальпель

При видаленні ракової пухлини хірург повинен чітко бачити, де закінчується зона пухлини та починаються здорові тканини. Електрохірургічний інструмент, розроблений у Лондоні, забезпечує зворотний зв'язок, який дозволяє практично в реальному часі дізнатися, чи має тканина, що розрізається, злоякісний характер.

Електрохірургічний скальпель iKnife ріже за допомогою високочастотного електричного струму і відсмоктує дим, що виділяється тканинами, що горять, який надходить у мас-спектрометр, що визначає наявність відповідних специфічних речовин, характерних для різних тканин. Результат видається протягом трьох секунд.

Це справжня революція, бо за традиційної технології проведення аналізу тканин безпосередньо під час операції чекати доводилося півгодини (рис. 1.56).

Приклад 6.163 Рух підземних вод

Дослідження руху підземних вод здійснюють введенням у досліджуваний потік індикаторів (ізотопів, солей, бактерій, спор і т. інд.) та спостереженням, як вони розносяться в місцях, доступних для відбору проб, або через безпосередній вимір концентрації індикатора у свердловинах, джерелах та інших виходах підземних вод.

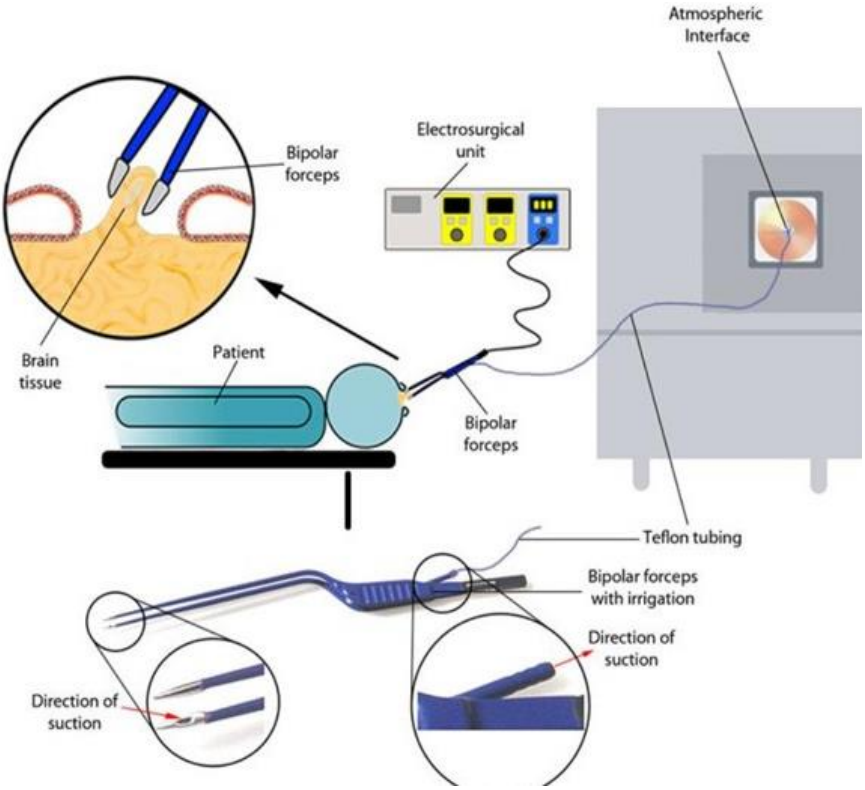


Рисунок 1.56 – Розумний скальпель [28]

1.5.2.2 Стандарт 4.2.2 Перехід до комплексного вимірювального веполю

Якщо система (або її частина) погано піддається виявленню або виміру, задачу вирішують переходом до внутрішнього або зовнішнього комплексного веполю, вводячи добавки, що легко виявляються (див. рис. 1.57).

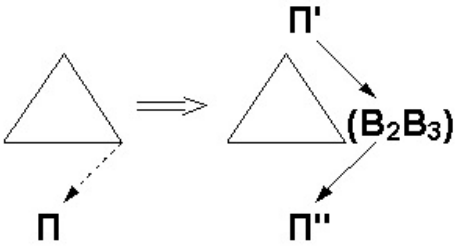


Рисунок 1.57 – Перехід до комплексного вимірювального веполю

Приклад 6.164 Визначення проколу

Для визначення місця проколу в автомобільній камері її накачують димом. Струмінь диму, що виходить з камери, показує місце проколу.

Приклад 6.165 Визначення зносу інструменту

Для визначення зношування свердла до нього прикріплюють п'єзоелектричний акселерометр, сигнал якого надходить на електронну систему. Крім того, є частотомір. Сигнал з електронної схеми порівнюється з даними частотоміра і визначають ступінь зношування інструменту.

1.5.2.3 Стандарт 4.2.3 Перехід до вимірювального веполю на зовнішньому середовищі

Якщо систему важко виявити або виміряти в якийсь момент часу і немає можливості ввести в об'єкт добавки, то ці добавки, що створюють поле, яке легко виявляється і легко вимірюється, слід ввести в зовнішнє середовище, за зміною стану якого можна судити про зміну стану об'єкта (див. рис. 1.58).

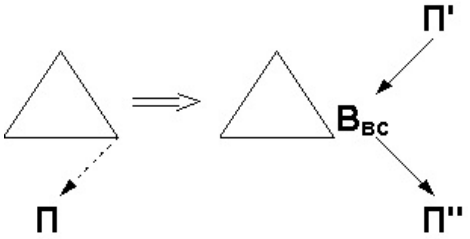


Рисунок 1.58 – Перехід до комплексного вимірювального веполю

Приклад 6.166 Контроль зносу двигуна

Для контролю зносу двигуна потрібно визначити кількість "стертого" металу. Частинки його надходять у зовнішнє середовище – мастило. Визначення ступеня зносу двигуна і розрідження моторних мастил паливом виконують шляхом відсмоктування відпрацьованого мастила, що потрапляє на магніт у вигляді крапель, за виміром часу закінчення мастиа та кількісного та якісного складу частинок заліза на магніті. Для підвищення ефективності також пропонується додавати в мастило люмінофори: металеві частинки є гасниками свічення (а.с. № 260249).

1.5.2.4 Стандарт 4.2.4 Отримання добавок на зовнішньому середовищі

Якщо в зовнішнє середовище не можна ззовні ввести добавки за стандартом 4.2.3, ці добавки можуть бути отримані в самому середовищі, наприклад, її розкладанням або зміною агрегатного стану.

Зокрема, у якості таких добавок нерідко використовують газові або парові бульбашки, отримані електролізом, кавітацією та іншими способами.

Приклад 6.167 Визначення наночастинок

Для визначення розподілу концентрації та розмірів мікро- та наночастинок у рідинах і газах через аналізоване середовище пропускають лазерний промінь, вимірюють флуктуації потужності випромінювання, розсіяного на досліджуваних частинках під великими кутами. Додатково вимірюють розподіл інтенсивності розсіяного випромінювання під малими кутами розсіювання, для чого пристрій має матричний приймач. Рішення інтегрального рівняння зворотної задачі розсіювання здійснюють з урахуванням отриманих додаткових вимірів.

1.5.3 Група стандартів 4.3 Форсування вимірювальних веполів

Вимірювальні веполі можуть бути форсовані застосуванням фізичних ефектів та за рахунок узгодження ритміки.

1.5.3.1 Стандарт 4.3.1 Використання фізичних ефектів

Якщо дана вепольна система, то ефективність виявлень та вимірювань може бути підвищена за рахунок використання фізичних ефектів.

Наприклад, можна використовувати наступні фізичні ефекти.

Зникнення люмінесцентних властивостей деяких речовин у присутності дуже невеликої кількості вологи (а.с. № 170739).

Різка зміна показника заломлення світла у алмазного зерна за зміни температури (а.с. № 415516).

Зокрема, бажано, щоб речовини у веполі утворювали термопару, яка "безкоштовно" давала сигнали про стан системи. "Сигнальне поле" може бути отримано також за рахунок індукції.

Приклад 6.168 Визначення напрямку руху підземних вод

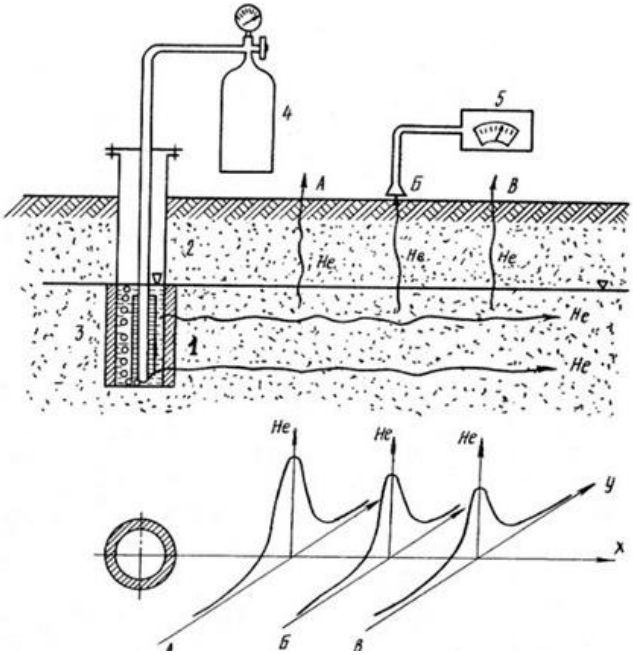
Для визначення напрямку потоку підземних вод використовують електролітичний індикатор.

У підземний потік через свердловину вводять електролітичний індикатор (хлористий натрій), який поширюється досліджуваним потоком. На поверхні землі встановлюють пари рознесених електродів під різними напрямками щодо місця інжекції (свердловини) і вимірюють опір масиву порід. В напрямку зносу індикатора він мінімізований (максимальна електропровідність) і, навпаки, в напрямку, протилежному до руху води, опір максимальний (електропровідність мінімальна). Вимір опору здійснюють у певні моменти часу під різними азимутними кутами. Таким чином, будують епюру і напрямок руху визначають за напрямом максимальної провідності (тобто, мінімального опору).

Описаний спосіб дає неточні покази напрямку потоку, як у горизонтальному напрямку, так і по глибині залягання потоку, особливо на великих відстанях (десятки та сотні кілометрів). Необхідно вводити індикатор у великій кількості, що дуже забруднює водні горизонти.

Для вирішення проблеми у якості індикатора використовують гелій, який вводять у підземні води та вимірюють його концентрацію на поверхні землі. За ділянками з аномальною концентрацією гелію судять про шляхи руху підземних вод.

Схема, яка пояснює цей спосіб, наведена на рис. 1.59.



1 - водоносний горизонт; 2 - свердловина; 3 - фільтр; 4 - балон з газоподібним гелієм

Рисунок 1.59 – Вимірювання напрямку руху підземних вод [28]

У підземні води через свердловину опускають шланг, яким вводять рідкий гелій. Свердловину зверху герметизують. Рідкий гелій вводять із балона з надлишковим тиском у потрібній кількості.

Розчинений гелій рухається разом із потоком води. Гелій проникає через породи до землі. За допомогою портативних вимірювачів гелію визначають місця максимального його виходу.

Гелій абсолютно нетоксичний, добре розчиняється у воді і легко дегазує з неї. Він не взаємодіє з породами, не змінює властивості води та швидко мігрує через товщу порід (а.с. № 829893).

1.5.3.2 Стандарт 4.3.2 Використання резонансу контрольованого об'єкта

Якщо неможливо безпосередньо виявити або виміряти зміни, що відбуваються в системі, а також пропустити крізь систему поле, то задачу вирішують збудженням в системі резонансних коливань (у всій системі або якійсь її частини), за зміною частоти яких можна визначити зміни, що відбуваються в системі (див. рис. 1.60).

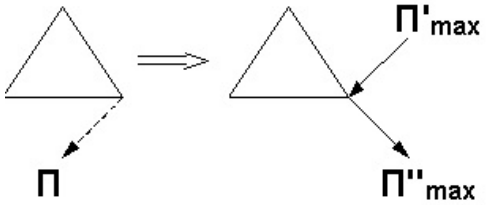


Рисунок 1.60 – Збудження в системі резонансу

Так, вимірювання багатьох фізичних величин здійснюється шляхом порівняння частоти вимірюваної величини і датчика, що підлаштовується, який має резонансний контур, що складається з ємності і паралельно підключеної індуктивності. Індуктивність або ємність можуть підлаштовуватися.

Приклад 6.169 Вимірювання рідкої маси речовини

Для вимірювання рідкої маси речовини в резервуарі пропонується збуджувати механічні резонансні коливання системи резервуар – речовина та вимірювати їхню частоту, за величиною якої судять про масу речовини (а.с. № 271051).

Приклад 6.170 Контроль полірування прецизійних стрічок

Контроль процесу електролітичного полірування прецизійних стрічок полягає у вимірюванні електричного параметра і непрямому визначенні геометричних розмірів; при цьому з метою підвищення точності стрічку розміщують у магнітному полі, підключають до генератора і вимірюють частоту власних коливань (а.с. № 486078).

1.5.3.3 Стандарт 4.3.3 Використання резонансу приєднаного об'єкта

Якщо неможливо застосувати стандарт 4.3.2, то про стан системи судять за зміною власної частоти об'єкта (довкілля), пов'язаного з контрольованою системою.

Приклад 6.171 Вимірювання кількості матеріалу в киплячому шарі

Кількість матеріалу в киплячому шарі визначають за зміною амплітуди автоколивань газу над ним (а.с. № 438873).

Приклад 6.172 Частота коливань

Для вимірювання частоти коливання об'єкта, наприклад, струни, до нього приліплюють п'єзоелемент. Це може спотворити справжню частоту коливання об'єкта, особливо якщо їхні маси можна порівняти. В такому випадку вимірювати частоту коливання об'єкта можна за коливаннями повітря біля об'єкта.

Приклад 6.173 Вимірювання наночастинок

Визначення розмірів наночастинок здійснюють за допомогою вимірювання спектра електронного параметричного резонансу (ЕПР) дрібних донорів у напівпровідникових нанокристалах. Зразок напівпровідникових наночастинок поміщають у кріогенну систему і впливають мікрохвильовим полем через хвилевод і рупор. На зразок наночастинок впливають постійним магнітним полем, що відповідає ЕПР дрібних донорів. Зразок також опромінюють імпульсним ультрафіолетовим випромінюванням. Сигнал ЕПР дрібних донорів реєструє фотоприймальний пристрій і за ним судять про розмір наночастинок.

1.5.4 Група стандартів 4.4 Перехід до фепольних вимірювальних систем

Вимірювальні веполі мають особливо виражену тенденцію переходу у фепольний ряд.

1.5.4.1 Стандарт 4.4.1 Перехід до вимірювального "протофеполю"

Веполі з немагнітними полями мають тенденцію переходу в "протофеполі", тобто веполі з магнітною речовиною та магнітним полем.

Приклад 6.174 Навігація магнітними полями всередині будівель

Усередині великих будівель (торгові центри, музеї тощо) не завадила б система навігації. Однак тут супутникова навігація не працює. Вихід шукають, використовуючи Wi-Fi-роутери або встановлені в смартфонах акселерометри та гіроскопи. Фінська компанія IndoorAtlas пропонує орієнтуватися за допомогою унікального профілю магнітних полів, які мають будівлі з металевими елементами конструкції (наприклад, із залізобетону). Для цього необхідно зняти картку магнітних полів у будівлі, а також оснастити смартфон або планшет магнітним датчиком та відповідним програмним забезпеченням. Цей метод навігації зможе забезпечити точність визначення місця порядку від 0,1 м до 2,0 м.

Приклад 6.175 Система GoalRef

Система GoalRef розроблена німецьким інститутом прикладних дослідників Fraunhofer разом із датською компанією Select Sport для проведення футбольних матчів. Вона використовує низькочастотне магнітне поле. У рамці воріт встановлені котушки індуктивності. М'яч оснащений пасивною електронною схемою, вбудованою між зовнішніми шкіряними та надувними внутрішніми шарами. Програмне забезпечення контролює стан магнітного поля в ланцюгу і може виявити зміну, яка відбувається в ньому через проходження котушок у кулі по лінії.

Після виявлення система посилає зашифрований радіосигнал у реальному часі на наручний годинник, який носить рефері, який вібрує і повідомляє про те, що гол був забитий (рис. 1.61).

Рисунок 1.61 – Система GoalRef [28]

1.5.4.2 Стандарт 4.4.2 Перехід до вимірювального феполю

Якщо потрібно підвищити ефективність виявлення або вимірювання "протофепольними" та вепольними системами, слід перейти до феполів, замінивши одну з речовин феромагнітними частинками (або додавши феромагнітні частинки) і виявляючи або вимірюючи магнітне поле (див. рис. 1.62).

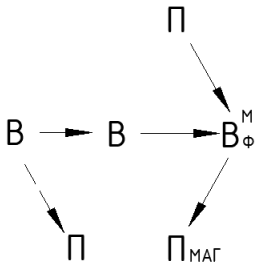


Рисунок 1.62 – Перехід до вимірювального феполю

Приклад 6.176 Визначення ступеню затвердіння полімеру

З метою неруйнівного контролю при визначенні ступеню затвердіння або розм'якшення полімерних складів до складу полімеру вводять магнітний порошок і вимірюють зміну магнітної проникності складу в процесі його затвердіння або розм'якшення (а.с. № 239633).

Приклад 6.177 Визначення ущільнюваності магнітного порошку

Ущільнюваність і формованість магнітних порошків розраховуються за результатами вимірювання намагніченості насичення і щільності насипної густини порошку.

1.5.4.3 Стандарт 4.4.3 Перехід до комплексного вимірювального феполю

Якщо потрібно підвищити ефективність виявлення або вимірювання системи шляхом переходу до феполю, а заміна речовини феромагнітними частинками неприпустима, то перехід до феполю здійснюють побудовою комплексного феполю, вводячи добавки в речовину (див. рис. 1.63).

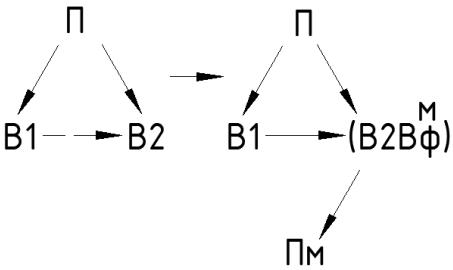


Рисунок 1.63 – Перехід до комплексного вимірювального феполю

Приклад 6.178 Магнітопорошковий контроль

На контрольовану деталь насипають магнітний порошок та поміщають у магнітне поле. У місці дефекту утворюється валик із порошку. Порошок прибирають і в місце дефекту поміщають магнітну рідину та вимірюють її електричний опір. За значенням опору визначають глибину дефекту.

1.5.4.4 Стандарт 4.4.4 Перехід до вимірювального феполю на зовнішньому середовищі

Якщо потрібно підвищити ефективність виявлення або вимірювання системи шляхом переходу від веполю до феполю, а введення ферочастинок неприпустимо, то ферочастинки слід ввести у зовнішнє середовище.

Приклад 6.179 Моделювання руху корабля

Під час руху моделі корабля у питній воді виникають хвилі. Для вивчення характеру хвилеутворення у воду додають частинки феропорошку.

1.5.4.5 Стандарт 4.4.5 Використання фізичних ефектів

Якщо потрібно підвищити ефективність фепольної вимірювальної системи, необхідно використовувати фізичні ефекти, наприклад, перехід через точку Кюрі, ефекти Гопкінса та Баркгаузена, магнітнопружний ефект тощо.

Приклад 6.180 Індукційне вимірювання температури

Відомий спосіб вимірювання температури за допомогою індуктивного датчика, властивості магнітопроводу якого змінюються в залежності від зміни його температури.

Для підвищення його точності використовується ефект Гопкінса: магнітопровід датчика розігрівають (або охолоджують) до температури зовнішнього магнітопроводу, що викликає різку зміну його проникності (а.с. № 115128).

Приклад 6.181 Автоматичний контроль та регулювання температури

Для автоматичного контролю та регулювання температури індукційного нагріву штучних заготовок, що переміщуються з регульованою швидкістю, використовується перехід через точку Кюрі. Пристрій забезпечений індукційною котушкою, яка встановлюється в нагрівальній камері індуктора в зоні нагріву заготовок до температури, що викликає втрату магнітних властивостей, і пов'язаної з нею та виконавчим електродвигуном перетворюючої схемою (а.с. № 332758).

Приклад 6.182 Прецизійне вимірювання зусилля

Для прецизійного вимірювання зусилля елемента, що має доменну структуру використовується ефект Баркгаузена (стрибкоподібна зміна намагніченості феромагнітної речовини при монотонній, безперервній зміні зовнішніх умов, що приводить до зміни доменної структури матеріалу).

Пропонується вимірювати зусилля шляхом зміни мікроструктури елемента, що має доменну структуру, і перетворення

змін мікроструктури в електричний сигнал. Про величину зусилля, що вимірюється, судять по кількості стрибкоподібних змін мікроструктури елемента (а.с. № 504944).

Приклад 6.183 Аналіз феромагнітних виробів

Електромагнітний аналіз феромагнітних виробів здійснюють шляхом наведення магнітного поля з напруженістю, достатньою для прояву ефекту Баркгаузена, а до досліджуваної дільниці намагніченого виробу прикладається низькочастотне змінне магнітне поле, що викликає рух магнітних доменів. Визначають напруженість магнітного поля, наведеного у відповідь на вплив магнітного поля та змінного магнітного поля. Виявлено, що напруженість магнітного поля в безпосередній близькості до дефектної ділянки має іншу величину, і ця інформація може використовуватися для визначення різних параметрів виробу. В одній із систем використовується швидке сканування та контроль труб з метою виявлення та визначення місця розташування дефектів.

1.5.5 Група стандартів 4.5 Напрямки розвитку вимірювальних систем

Розвиток вимірювальних веполів відбувається за традиційними системними переходами, але має і специфічні особливості.

1.5.5.1 Стандарт 4.5.1 Перехід до вимірювальних бісистем та полісистем

Ефективність вимірювальної системи – на будь-якому етапі розвитку – може бути підвищена шляхом переходу до бісистеми та полісистеми.

Приклад 6.184 Вимірювання температури жука

Для того, щоб виміряти температуру маленького жука-довгоносика, у склянку поміщають багато жуків. Між жуками виникає внутрішнє середовище, температура якого дорівнює температурі жуків. Вимірювання ведуть за допомогою звичайного медичного термометра.

Приклад 6.185 Дослідження швидких процесів

У Дослідницькому центрі NASA сконструювали установку Walle, що складається із шести високошвидкісних знімальних камер. При цьому кожна камера налаштована на світлочутливість, тобто

фіксує лише ті елементи, які мають відповідну освітленість. Після зйомки результати всіх камер обробляються на комп'ютері, який забезпечує отримання точно експонованого у всіх деталях зображення. Область застосування установки – зйомка швидких процесів, наприклад, реактивного струменя або вибуху снаряда.

Приклад 6.186 Допомога пілотам

Для допомоги пілотам при зльотах та посадках у складних погодних умовах (хмарність, туман та ін.) пропонується об'єднувати дані радарів, телевізійних та інфрачервоних камер, а також датчиків супутникової навігації, які після обробки на комп'ютері дозволять відображати на дисплеї реальне довкілля.

1.5.5.2 Стандарт 4.5.2 Перехід до вимірювальних похідних

Вимірювальні системи розвиваються у напрямку: вимірювання функції → вимірювання першої похідної функції (швидкості зміни функції) → вимірювання другої похідної функції (прискорення зміни функції).

Приклад 6.187 Вимірювання напруженого стану гірського масиву

При вимірюванні напруженого стану гірського масиву вимірюють не самий опір породи, а швидкість зміни електричного опору (а.с. № 998754).

Приклад 6.188 Система керування

Системи керування для об'єктів з швидко змінюваними параметрами повинні керуватися не тільки за самим сигналом, але і за його першою, другою або вищими похідними.

При тривалій роботі системи до закону керування системою бажано вводити інтеграл керованої величини для підвищення точності керування.

1.6 Клас 5 Стандарти на використання стандартів

1.6.1 Група стандартів 5.1 Особливості введення речовин

При побудові, перебудові та руйнуванні веполів часто доводиться вводити нові речовини. Їхнє введення або пов'язане з технічними труднощами, або зі зменшенням ступеня ідеальності

системи. Тому речовини треба "вводити, не вводячи" і використовувати різні обхідні шляхи.

1.6.1.1 Стандарт 5.1.1 Обхідні шляхи

Якщо потрібно ввести в систему речовину, а це заборонено умовами задачі або неприпустимо за умовами роботи системи, слід використовувати обхідні шляхи.

Підстандарт 5.1.1.1 Замість речовини ввести порожнину

Приклад 6.189 Тензометрична сітка

Для утворення тензометричної сітки всередині моделі з прозорого матеріалу в тіло моделі заливається сітка з ниток. Після затвердіння матеріалу моделі нитки видаляють, в результаті чого всередині моделі утворюється тензометрична сітка з циліндричних мікропорожнин. В якості матеріалу можна використовувати, наприклад, тонкі мідні нитки, які потім видаляються впливом кислоти (а.с. № 245425).

Приклад 6.190 Губка з нанотрубок

Вчені з університетів Райса та Пенсільванії створили макроскопічні губки з вуглецевих нанотрубок, що багаторазово перетинаються між собою.

Порожнечі в губці займають понад 99%. При цьому матеріал виявився супергідрофобним. Він не тоне у воді, але виявився олеофільним, добре вбираючи олії в кількості понад 100 грамів на 1 г власної ваги.

Приклад 6.191 "Ніщо" в інформатиці

У програмуванні "nothing" (в VB.Net), або "null" (в C, C#, Java, та ін), "None" (в Python), "ni"l (в Ruby, Lisp) використовується як ключове слово, що представляє неініціалізовану змінну, покажчик або посилання, яке не відноситься ні до жодного об'єкта. Аналогічним чином, "SQL nul"l є символічним уявленням відсутності даних.

Більшість мов асемблера мають інструкцію "немає операції" або "NOP" (часто з числовим значенням нуль) - команду, яка наказує нічого не робити.

В UNIX-подібних ОС існує спеціальний файл /dev/null, що є "порожній пристрій".

Підстандарт 5.1.1.2 Замість речовини ввести поле

Приклад 6.192 Вимірювання ступеню витяжки нитки

Для вимірювання ступеню витяжки нитки на ходу на нитку наносять електричні заряди та визначають зміну лінійної густини заряду (а.с. № 500464).

Приклад 6.193 Фотографування

У сучасних фотоапаратах виставлення діафрагми та витримки під час фотографування, обробка фотоплівки (хімічні речовини для її прояву, бочки для прояву, кювети, збільшувач та інше обладнання) замінено програмою.

Приклад 6.194 Голосування

Звичайне голосування замінили на електронне голосування.

Ідентифікація особистості відбувається за біометричними даними.

Процес голосування значно прискорюється, здешевлюється та виключається фальсифікація результатів.

Приклад 6.195 Зварювання листів

При зварюванні електрод переміщають механічно. Можна взагалі не витрачати час на переміщення електродів, якщо їх розставити заздалегідь у потрібному місці на відстані меншій, ніж теплова пляма. Кожен із електродів приєднується до джерела живлення і послідовно вмикається. Отже, дуга рухається, а електроди стоять на місці.

Підстандарт 5.1.1.3 Замість внутрішньої добавки використовувати зовнішню

Приклад 6.196 Зграя

Якщо у зграї тварин у зоопарку немає альфа-самця або він загинув, то точиться гостра боротьба за лідерство. Іноді така боротьба не приносить успіхів – найсильнішого не знаходять, у такому разі його приводять з боку. Він швидко наводить лад у зграї, і ніхто не сміє йому суперечити.

Підстандарт 5.1.1.4 Ввести в дуже малих дозах особливо активну добавку

Приклад 6.197 Акумуляторна батарея

Акумуляторна батарея для отримання слабкого електричного струму містить два металевих електричних провідника, розміщених у просторі на мінімальній відстані один від одного, і плівку, що їх розділяє. Плівкою покривається негативна електродна підкладка. Чим тонша плівка, тим більша різниця потенціалів, яка створюється між позитивною та негативною електродними підкладками. Це може також запобігати окисленню негативної електродної підкладки. Плівка може бути осмотичною мембраною, мембраною для обміну протонами або пористою плівкою, що покриває негативну електродну підкладку за допомогою процесу конверсії покриття.

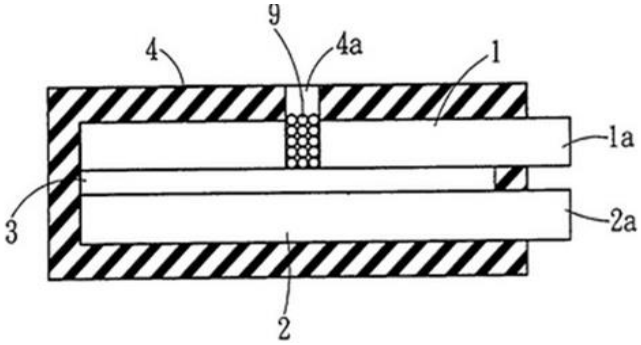
Позитивна електродна підкладка є водопоглинаючим електричним провідником з малим потенціалом, що активує або іонізує воду.

Негативна електродна підкладка є електричним провідником із високим потенціалом.

Осмотична плівка, що покриває негативну електродну підкладку, пропускає лише іони водню, добавку, яка активує або іонізує воду, і воду, запас якої постійно поповнюють для здійснення регенерації та постачання електрики. Це дозволяє позитивній електродній підкладці активізувати або іонізувати воду, використовуючи іони води для електричної передачі акумуляторної батареї.

За рахунок плівки, розміщеної між двома металевими електричними провідниками, виробляється різниця потенціалів, яка збільшується більш ніж у десять тисяч разів у порівнянні з тією її величиною, яка існує при двох металевих електричних провідниках, що контактують один з одним.

Домішкою є нанокераміка з інфрачервоним випромінюванням чи аніонний наноматеріал. Наноматеріал має квантовий ефект, високу поверхневу активність та змінні хімічні характеристики, які відрізняються від тих, які має звичайний матеріал (рис. 1.64).



1 - позитивна електродна підкладка; 2 - негативна електродна підкладка; 1a, 2a - видалені кінці електродних підкладок; 3 - планка; 4 - оболонка; 4a - впуск для прийому води; 9 - добавка, що активізує та іонізує воду

Рисунок 1.64 – Акумуляторна батарея [28]

Приклад 6.198 Гомеопатія

Гомеопатія використовує сильно розведені речовини.

Підстандарт 5.1.1.5 Ввести в дуже малих дозах звичайну добавку, але розташувати її концентровано в окремих частинах об'єкта

Приклад 6.199 Левітація літального апарату

Літальний апарат утримують на висоті левітації сконцентрованим магнітним полем Землі, яке отримують шляхом захоплення магнітного поля Землі та укладання в замкнуту оболонку з шаром надпровідного матеріалу, прикріплену до апарату.

Приклад 6.200 Контакти

Раніше у електричних та електронних приладах контакти робили повністю із срібла чи золота. Тепер сріблом і золотом покривають лише безпосередньо частини, що контактують.

Підстандарт 5.1.1.6 Ввести добавку на час

Приклад 6.201 Дорожній каток

Дорожній каток призначений для ущільнення дорожнього покриття, наприклад при укладанні асфальту. Для цього масу катка роблять досить великою, але під час його доставки на місце перевозиться великий вантаж і витрачається зайва енергія.

Щоб уникнути зайвих витрат енергії, було запропоновано перевозити порожню бочку, а коли треба закочувати дорогу, її заповнюють водою чи піском.

Підстандарт 5.1.1.7 Замість об'єкта використати його копію (модель), до якої припустимо введення добавки.

Приклад 6.202 Стереометричні дослідження

Для точних стереометричних досліджень площин перерізів тривимірних тіл їх імітують горизонтальною поверхнею рідини, вміщеної всередині прозорої моделі, якій надають різні положення у просторі (а.с. № 499577).

Приклад 6.203 Проєктування суден

Перш ніж будувати судно, спочатку випробовують його модель у басейні.

Підстандарт 5.1.1.8 Добавку ввести у вигляді хімічної сполуки, з якої вона потім виділяється.

Приклад 6.204 Розмірна електромеханічної обробка

Під час розмірної електромеханічної обробки, що здійснюється з присутністю газу в електроліті, газ в електроліті утворюють за допомогою електролізу останнього перед зоною обробки (а.с. № 904956).

Підстандарт 5.1.1.9 Добавку отримати розкладанням зовнішнього середовища або самого об'єкта, наприклад, електролізом, або зміною агрегатного стану об'єкта або зовнішнього середовища.

Приклад 6.205 Захист інформації

Для захисту інформації, що передається, її розкладають на складові та змішують з білим гаусівським шумом. Кожна складова, змішана із шумом, передається окремо. На приймальному кінці інформація відфільтровується, відокремлюючи корисний сигнал від шуму, і з'єднується з використанням унікального ключа.

Приклад 6.206 Електроліз

Зняття металу з катода, отриманого електролізом, вимагає багато зусиль і частина металу залишається на катоді. Для цього катод покривають захисним шаром, що послаблює зчеплення

катодного осаду з матеріалом катода. Однак цей спосіб забруднює електроліт і катодний осад і, крім того, покриття не забезпечує рівномірного зчеплення катодного осаду з основою по всій площі катода і здирання осаду залишається трудомісткою операцією.

Пропонується покривати катод пухким губчастим шаром металу, що осаджується, який наносять в режимі граничного струму.

1.6.1.2 Стандарт 5.1.2 Розподіл виробу на взаємодіючі частини

Якщо дана система, що погано піддається потрібним змінам, та умови задачі не дозволяють замінити інструмент або ввести добавки, замість інструменту використовують виріб, поділяючи його на частини, що взаємодіють одна з однією.

Приклад 6.207 Гасіння потоку

Для гасіння енергії потоку його поділяють на окремі потоки, їх закручують і після цього знов об'єднують. При цьому потоки розміщують один всередині іншого і закручують у протилежних напрямках (а.с. № 726256).

Приклад 6.208 Підзарядка електромобіля

Для підзарядки електромобіля використовується потік зустрічного повітря, що розкручує крильчатку, кінематично пов'язану з електрогенератором.

Якщо ж у систему входить потік дрібнодисперсних частинок і треба збільшити ступінь керування цими частинками, потік слід розділити на частини, заряджені однойменно та різнойменно. Якщо весь потік заряджений однойменною електрикою, протилежний заряд має нести одна з частин системи.

Приклад 6.209 Штучний сніг

Для отримання штучного снігу в камері змішування в охолоджений надзвуковий потік повітря розпилюють воду і рідку вуглекислоту, заряджені різнойменно. Охолодження здійснюють адіабатичним розширенням.

Приклад 6.210 Газовані напої

При виготовленні газованих напоїв на купаж та рідкий діоксид вуглецю впливають статичними зарядами протилежних потенціалів.

Це дозволяє стабілізувати технологічні властивості напою під час зберігання.

1.6.1.3 Стандарт 5.1.3 Самоусунення речовин, що відпрацювали

Введена в систему речовина – після того, як вона відпрацювала, – повинна зникнути або стати невідмінною від речовини, яка раніше була в системі або в зовнішньому середовищі.

Приклад 6.211 Очищення внутрішніх поверхонь

Для очищення внутрішніх поверхонь порожнистих виробів через виріб прокачують миючу рідину з наповнювачем, при чому з метою підвищення ефективності очищення і забезпечення повного видалення залишків наповнювача в якості останнього використовують гранули легко випарної речовини (а.с. № 588025).

Приклад 6.212 Багатоступенева ракета

У багатоступеневій ракеті із зовнішніми паливними ємністями після вичерпання палива в них вони відокремлюються від основної ракети.

1.6.1.4 Стандарт 5.1.4 Використання надувних конструкцій та піни

Якщо потрібно ввести велику кількість речовини, а це заборонено умовами задачі або неприпустимо за умовами роботи системи, у якості речовини використовують "порожнечу" у вигляді надувних конструкцій або піни.

Приклад 6.213 Переміщення аварійних літаків

Для переміщення аварійних літаків під крила встановлюють надувні ємності. При наповненні повітрям ємності плавно піднімають літак. Під ємності можуть бути встановлені візки для транспортування (патент США № 320102).

Приклад 6.214 Радіолокаційний відбивач

Радіолокаційний відбивач виконаний із надувних балонів, зібраних у формі октаедра. Усередині розташований відбиваючий елемент.

Приклад 6.215 Захист від корозії

Для захисту від корозії прихованих порожнин кузова автомобіля внутрішній об'єм прихованих порожнин заповнюють під тиском аерозолем пінопласту на основі пінополіуретану для повної герметизації об'єму з подальшим самозатвердінням.

1.6.2 Група стандартів 5.2 Введення полів

При побудові, перебудові та руйнуванні веполів часто необхідно вводити нові поля. Щоб не ускладнювати систему, слід використовувати стандарти підкласу 5.2.

1.6.2.1 Стандарт 5.2.1 Використання поля "за сумісництвом"

Якщо у вепольну систему потрібно ввести поле, слід перш за все використовувати вже наявні поля, носіями яких є речовини, що входять у систему.

Приклад 6.216 Відокремлення бульбашок

Запропонуйте спосіб відокремлення бульбашок газу від рідини в потоці рідкого кисню.

У системі є дві речовини (газ та рідина), обидві – носії механічного поля. Для вирішення задачі достатньо перетворити рух цих речовин, "закрутивши" потік. Відцентрова сила відіжме рідину до стінок, а газ - до осі трубопроводу.

1.6.2.2 Стандарт 5.2.2 Використання поля зовнішнього середовища

Якщо потрібно ввести поле, а за стандартом 5.2.1 це зробити неможливо, слід використовувати поля, що є у зовнішньому середовищі.

Приклад 6.217 Видалення вологи з моста

Для видалення вологи з проїжджої частини моста використовують тягу, що створюється ежектором, опущеним у річку (а.с. № 414354).

1.6.2.3 Стандарт 5.2.3 Використання речовин – джерел полів

Якщо в систему необхідно ввести поле, а за стандартами 5.2.1 та 5.2.2 це зробити не можна, то слід використовувати поля, носіями чи

джерелами яких можуть "за сумісництвом" стати речовини, що є в системі або у зовнішньому середовищі.

Приклад 6.218 Автоматизована сигналізація

Для автоматизованої сигналізації про температуру в зоні шліфування абразив наноситься на дротяний каркас, виконаний у вигляді термопари. Шліфувальне коло саме сигналізує про температуру в зоні шліфування (а.с. № 568538).

Приклад 6.219 Сигналізатор рівня рідини

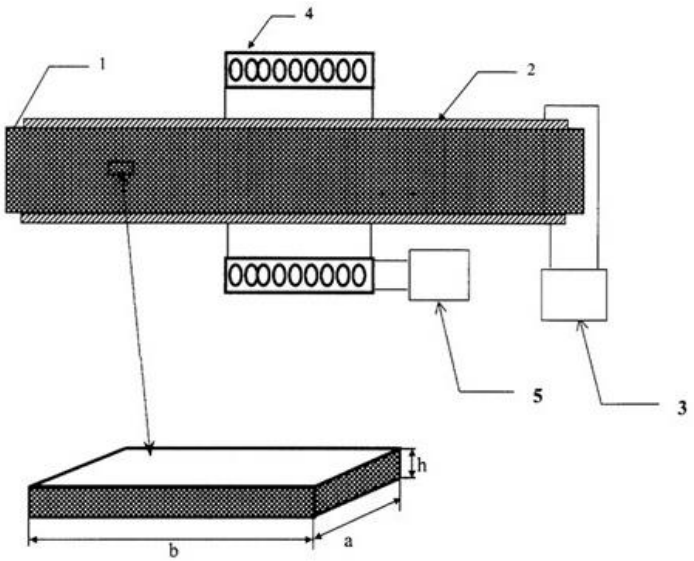
Сигналізатор рівня рідини, переважно палива, містить поплавець з контактом, корпус з іншим контактом, ізольованим від нього, і індикатор, в ланцюг якого включені зазначені контакти. З метою виключення джерела живлення сигнального ланцюга і запобігання можливого іскроутворення на контактах контакти корпусу і поплавця виконані з різнорідних металів (наприклад, міді та константану), що утворюють при замиканні холодний спай термопари. Інший спай, розташований поза об'єктом контролю, забезпечений джерелом підігріву (а.с. № 504932).

Приклад 6.220 Переміщення космічних засобів

Переміщення космічних засобів здійснюється за допомогою взаємодії електричного та магнітного полів.

Джерело електричного поля виконують у вигляді металевих обкладок, встановлених на двох протилежних сторонах осердя магнітного діелектричного матеріалу. До нього прикріплюють джерело магнітного поля та синфазно або в протифазі змінюють величину магнітного поля та швидкість зміни електричного поля (рис. 1.65).

Винахід забезпечує зменшення габаритів, економію енергоресурсів.



1 – осердя; 2 – металеві обкладки; 3 – джерело живлення; 4 – соленоїд; 5 – джерело живлення

Рисунок 1.65 – Переміщення космічних засобів [28]

1.6.3 Група стандартів 5.3 Використання фазових переходів

Суперечливі вимоги до речовин і полів, що вводяться, можуть бути задоволені використанням фазових переходів.

1.6.3.1 Стандарт 5.3.1 Заміна фазового стану речовини

Ефективність застосування речовини без введення інших речовин може бути підвищена фазовим переходом 1, тобто заміною фазового стану наявної речовини.

Приклад 6.221 Порошкова металургія

Порошкова металургія дозволяє отримувати будь-які вироби без додаткової обробки з необхідними властивостями матеріалу.

Її основні етапи:

– виготовлення порошків та приготування суміші;

– формування виробу;

– спікання.

Формування виробу здійснюється пресуванням з використанням прес-форм. Цей метод простий, але такі вироби виходять із нерівномірною щільністю. Як бути?

Розв'язання

Скористаємося стандартом 5.3.1

Перший варіант – використання ізостатичного пресування, яке забезпечує всебічне стиснення виробу, що пресується, і найбільш рівномірний розподіл щільності по всьому обсягу виробу.

Воно полягає в тому, що порошок поміщають в еластичну оболонку і проводять пресування в гідростаті високим тиском рідини.

Другий варіант – використання імпульсних тисків.

Можуть використовуватися:

– штампування вибухом;

– електрогідравлічний удар (ефект Юткіна);

– електроімпульсна технологія.

У якості середовища використовується рідина.

Приклад 6.222 Ультразвукові дослідження

При ультразвукових дослідженнях внутрішніх органів людини сигнал спотворюється на межі поділу середовищ, яка відбувається при контакті випромінювача зі шкірою. Щоб уникнути спотворення, шкіру покривають гелем і випромінювач занурюють у нього.

Приклад 6.223 Лазерне різання

Поділ напівпровідникових пластин на окремі чіпи здійснюється газовим лазером. Лазерний промінь фокусується на невеликій ділянці підкладки, що викликає оплавлення матеріалу та його видалення за допомогою супутніх процесу газів. Лазерний промінь має конічну форму (рис. 1.66).

Однак у процесі різання газовими лазерами також виникають проблеми: необхідність точного фокусування променю на підкладці (інакше промінь може розсіюватися і тоді форма різу буде конічною), а також забруднення поверхні частинками розплавленого матеріалу, які осаджуються супутніми газами. Як бути?

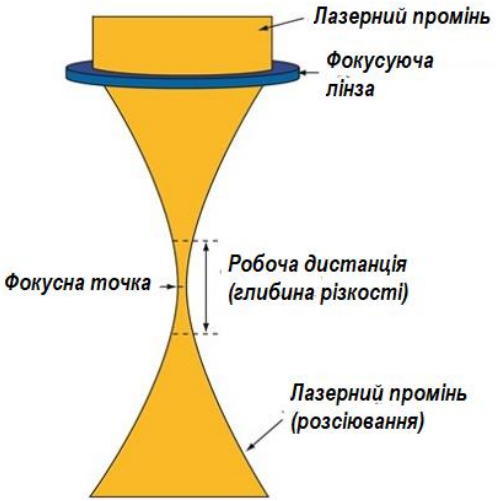


Рисунок 1.66 – Принцип роботи газового лазера [28]

Технологія LaserMicroJet, розроблена швейцарською компанією Synova, вирішила ці проблеми. Замість повітря лазерний промінь передається всередині тонкого струменя води. Лазерний промінь через фокусуючу лінзу потрапляє в камеру, в яку подається вода під тиском (300 бар, 1 л/хв.). Далі лазерний промінь виходить з камери через насадку з отвором малого діаметра (до 20 мкм) і, перебуваючи в струмені води, потрапляє на поверхню, що обробляється (рис. 1.67).

Таким чином, струмінь води під тиском є напрямним для лазерного променю (рис. 1.68).

Технологія заснована на відмінності коефіцієнтів заломлення води та повітря, тому лазерний промінь, перебуваючи у струмені води, відбивається від її поверхні. Струмінь води не дозволяє лазерному променю відхилятися і його діаметр залишається постійним. Це гарантує постійну ширину різу при виконанні операції та дозволяє проводити різання під будь-яким кутом нахилу. На відміну від газового лазера, що має обмеження за своєю довжиною (через відхилення та розсіювання) та вимагає точного фокусування, лазерний промінь у струмені води за технологією LaserMicroJet не розсіюється, і довжина його розповсюдження може досягати 10 см без найменших відхилень по куту та діаметру (рис. 1.69).

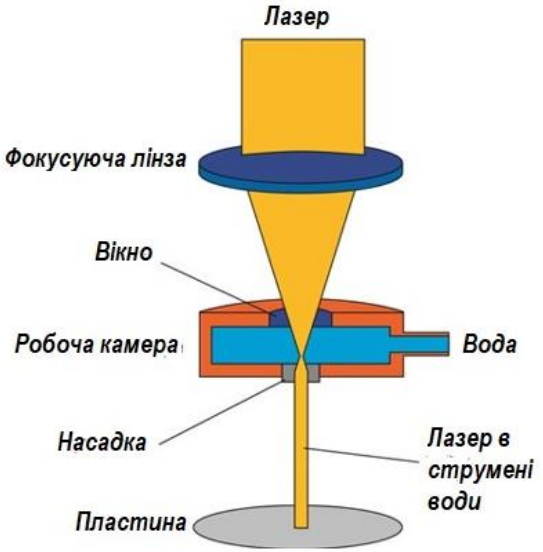


Рисунок 1.67 – Принцип роботи технології LaserMicroJet [28]

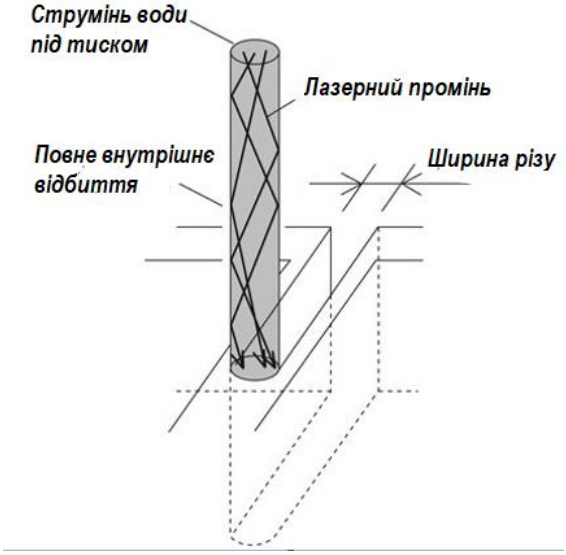


Рисунок 1.68 – Повне внутрішнє відбиття лазерного променю [28]

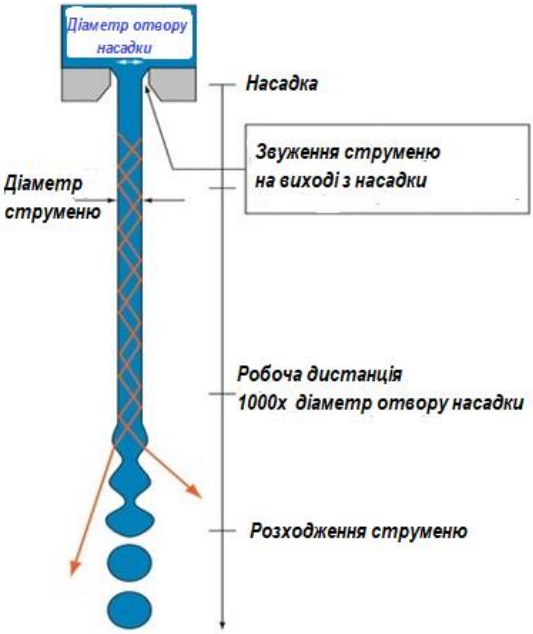


Рисунок 1.69 – Робоча дистанція системи LaserMicroJet [28]

1.6.3.2 Стандарт 5.3.2 "Подвійний" фазовий стан речовини

"Подвійні" властивості можуть бути забезпечені фазовим переходом 2, тобто використанням речовин, здатних переходити з одного фазового стану до іншого залежно від умов роботи.

Приклад 6.224 Оборотна дисоціація-рекомбінація

Деякі газові суміші мають властивість оборотної дисоціації-рекомбінації з виділенням та поглинанням тепла. Пропонується застосування у якості робочого тіла в газотурбінних установках замкненого циклу газових систем (наприклад, N_2O_4, Al_2C_2, CH_4 +CO_2 та інші), в яких в результаті оборотних хімічних реакцій, що супроводжуються тепловим ефектом, газова постійна збільшується перед турбіною і зменшується перед компресором до початкової величини (а.с. № 166202).

Приклад 6.225 Двофазні теплоакумулюючі матеріали

Матеріали, що акумулюють тепло під час плавлення, незручні у використанні. Більш практичним є використання матеріалів, що складаються з термоакумулюючої фази, що плавиться, і транспортної фази, що утримує першу фазу в рідкому і твердому стані.

Створено мікрокапсульований термоакумулюючий матеріал з фазовими переходами, що забезпечує тепловий комфорт.

Приклад 6.226 Глушіння шуму

Для глушіння шуму, а також для уловлювання випарів, запахів та стружок при різанні зону різання покривають піною. Піна проникна для інструменту, але непроникна для шуму, випаровування і т. ін.

Тут використовуються особливі властивості піни, обумовлені вирішальним впливом сил поверхневого натягу на механічні властивості цієї двофазної системи. Саме вони дозволяють піні утримувати постійну форму (що є властивістю твердого тіла), залишаючись проникною для інструменту (це властивість рідини). У цьому випадку газові бульбашки виконують транспортну функцію, формуючи та утримуючи великі поверхні рідини.

1.6.3.3 Стандарт 5.3.3 Використання явищ, що супроводжують фазовий перехід

Ефективність системи може бути підвищена за рахунок фазового переходу 3, тобто використання явищ, що супроводжують фазовий перехід.

Приклад 6.227 Транспортування заморожених вантажів

Для зменшення тертя за рахунок танення пристрій для транспортування заморожених вантажів має опорні елементи у вигляді брусків льоду (а.с. № 601192).

Приклад 6.228 Різання металу ударною хвилею розрідження

Для різання масивних сталевих конструкцій (товщиною 100 мм і більше) застосовується спосіб, заснований на взаємодії так званих ударних хвиль розрідження (УХР). Ці ударні хвилі виникають у залізі та сталі, навантажених ударною хвилею з тиском, що перевищує тиск фазового переходу в залізі. При тиску приблизно 130 ГПа відбувається миттєва перебудова кристалічної решітки заліза з кубічної у

гексагональну, що призводить до значної зміни щільності заліза. При знятті тиску в хвилі розрідження відбувається, відповідно, зворотний фазовий перехід. При цьому профіль тиску ударної хвилі значно змінюється. Утворюється область стрибкоподібного зменшення тиску, тобто формується ударна хвиля розрідження (відкриття №321).

При взаємодії УХР у дуже вузькій зоні шириною кілька ангстрем виникають розтягуючі напруження, які значно перевищують міцність заліза і сталі. Відбувається руйнування сталевої конструкції на дві частини з рівними поверхнями руйнування. Такий спосіб практично не має обмежень за товщиною металу і вимагає суттєво (іноді в десятки разів) меншої кількості підривних речовин порівняно із звичайним методом, що особливо суттєво при підводних вибухах. На цьому принципі розроблено метод фрагментації морських та океанічних нафтових платформ.

Приклад 6.229 Оптично індукований фазовий перехід

Привід на основі оптично індукованого фазового переходу дозволяє здійснювати мікропереміщення в діапазоні одиниць мікрометрів. У якості активного середовища використаний монокристал з полідіацителену (polydiacetylene). Під дією лазерного опромінення відбувається фазовий перехід, що призводить до зміни форми монокристалу.

Приклад 6.230 Пам'ять на основі фазового переходу

Компанії Intel, Samsung, Micron та інші розробляють новий тип пам'яті – пам'ять з фазовим переходом (PhaseChangeMemory, PCM). Вона працює на принципі оборотного фазового переходу "аморфний - кристалічний" стан - ці стани відповідають "низькому" і "високому" рівням звичайних комірок флеш-пам'яті. Локальні структурні трансформації в нанорозмірному шарі матеріалу здійснюються за рахунок електричного імпульсу або імпульсу світла. Очікується, що ці пристрої будуть значно перевищувати за щільністю запису, надійністю та швидкодією флеш-пам'ять з плаваючим затвором при значно меншій вартості.

1.6.3.4 Стандарт 5.3.4 Перехід до двофазного стану речовини

"Подвійні" властивості системи можуть бути забезпечені фазовим переходом 4 – заміною однофазного стану двофазним.

Приклад 6.231 Глушіння шуму

Для глушіння шуму, а також для уловлювання випарів, запахів та стружок при різанні зону різання покривають піною. Піна проникна для інструменту, але не проникна для шуму, випаровування і т. ін. (патент США 3589468).

Приклад 6.232 Зберігання CO_2

Для тривалого зберігання CO_2 його закачують у двофазному стані (газоподібному та рідкому) у свердловини. Перед закачуванням кожен із станів піддається спеціальній обробці (компресії та охолодженню) у певній послідовності та з'єднуються разом. Такий потік називають щільнофазним потоком.

1.6.3.5 Стандарт 5.3.5 Використання взаємодії між частинами (фазами) системи

Ефективність технічних систем, отриманих в результаті фазового переходу 4, може бути підвищена запровадженням взаємодії (фізичної, хімічної) між частинами (або фазами) систем.

Приклад 6.233 Компресор

Двофазне робоче тіло для компресорів і теплосилових установок складається з газу і дрібних частинок твердого тіла. При цьому для створення додаткового стиснення газу в холодильнику і компресорі та додаткового розширення в нагрівачі у якості твердої фази використовуються сорбенти із загальною або вибірковою поглинальною здатністю (а.с. № 224743).

Приклад 6.234 Масообмін

Пропонується апарат для масопередачі процесів адсорбції з твердою фазою, що безперервно рухається, і парогазовою сумішшю в режимі протитечії. Апарат забезпечує ідеальну взаємодію фаз.

1.6.4 Група стандартів 5.4 Особливості використання фізичних ефектів

Багато стандартів передбачають застосування фізичних ефектів або можуть бути використані разом із ними. При цьому необхідно враховувати деякі прийоми, що підвищують ефективність застосування фізичних ефектів.

1.6.4.1 Стандарт 5.4.1 Використання оборотних фізичних перетворень

Якщо об'єкт повинен періодично перебувати у різних фізичних станах, то перехід слід здійснювати самим об'єктом шляхом використання оборотних фізичних перетворень, наприклад фазових переходів, іонізації-рекомбінації, дисоціації-асоціації тощо.

Приклад 6.235 Автоматична заслінка

Автоматична заслінка містить корпус, клапан і термочутливий елемент. Для підвищення надійності роботи та спрощення конструкції вона має встановлену на корпусі перемичку, на якій закріплений клапан, що складається з двох загнутих пластин, виконаних з металу, що має властивості "пам'яті форми" (а.с. № 820836).

Приклад 6.236 Газовий розрядник

Газовий розрядник – пристрій захисту електротехнічного обладнання від перенапруг. У робочому режимі напруга на розряднику нижче напруги розряду. При збільшенні напруги на електродах розрядника починається розряд, що тліє, який переходить в режим лавинної іонізації, а потім – в режим дугового розряду. В такому режимі розрядник практично закорочує лінію, спрямовуючи струмовий імпульс через розрядник на землю. Таким чином, відбувається захист обладнання, розташованого за схемою після розрядника, від імпульсних викидів.

Приклад 6.237 Провід в три атоми

Вчені зі США, Німеччини та Мексики синтезували провід на основі сульфіду міді завтовшки в три атоми. Це вдалося зробити за допомогою спрямованого самоскладання, яке здійснювалося молекулярними фрагментами алмазу.

Якщо замінити мідь на цинк, то структура матиме п'єзоелектричні властивості і може бути застосована в розумному одязі, виробляючи електричний сигнал при деформації.

1.6.4.2 Стандарт 5.4.2 Посилення поля на виході

Якщо необхідно отримати сильну дію на виході при слабкій дії на вході, необхідно привести речовину-перетворювач у стан, близький до критичного. Енергія запасається у речовині, а вхідний сигнал грає роль "спускового гачка".

Приклад 6.238 Кумуляція

Кумуляція (лат. cumulatio – umulatio або cumulo – umulotio) – збільшення або посилення будь-якого ефекту за рахунок складання або накопичення декількох однорідних з ним ефектів.

Кумулятивний ефект, ефект Монро (англ. Munroe effect) – посилення дії вибуху шляхом його концентрації в заданому напрямку.

Концентрація енергії вибуху здійснюється за допомогою конусу (геометричний ефект). Енергія концентрується в тонкий газо-металевий струмінь дуже великого тиску (від 1 млн. кгс/см^2 до 2 млн кгс/см^2) і поширюється з дуже великою швидкістю (від 7 км/с до 15 км/с).

Це приклад концентрації енергії шляхом стиснення енергії, переходу від об'єму до точки та використання ефектів (геометричних).

Приклад 6.239 Лук і стріли

Натягуючи тятиву луку, виконують роботу, попередньо накопичуючи енергію в зігнутому луці. У момент спуску тятиви накопичена енергія віддається стрілі за дуже малий проміжок часу, створюючи імпульс сили. Тим самим відбувається концентрація енергії при її обробці (попереднє накопичення), короткочасному зберіганні та подальшому транспортуванні.

Приклад 6.240 Надширокосмуговий зв'язок

У вузькосмугових системах чим вище швидкість модуляції, тим більше ширина спектра результуючого сигналу. Як передавати у такому широкому спектрі більше сигналів?

У традиційному радіозв'язку весь допустимий частотний діапазон розбили на безліч виділених частотних каналів, в яких можливе мовлення радіопередавачів без взаємних перешкод.

Однак дозволений для мовлення діапазон обмежений, а охочих його використовувати дедалі більше.

Вирішити проблеми вузькосмугових радіотехнічних систем можна за допомогою технології, що використовує надширокосмугові (НШС) сигнали.

У НШС-технології збільшення інформаційної швидкості передачі реалізується за рахунок збільшення ширини пропускання каналу зв'язку.

Ідея методу проста: якщо не вдається досягти високих швидкостей передачі у вузькій смузі частот, слід спробувати використовувати якомога ширший частотний діапазон, але так, щоб не створювати перешкод іншим передавальним і приймаючим пристроям в цьому ж діапазоні.

У класичній технології НШС для передачі інформації замість несучого синусоїдального коливання використовується послідовність надкоротких імпульсів, що мають надширокосмуговий спектр. Тривалість таких імпульсів становить менше 0,5 нс, а період їхнього слідування може коливатися від 10 нс до 1000 нс.

Короткий імпульсний сигнал через малий просторово-часовий обсяг дозволяє передавати більшу кількість інформації в одиницю часу.

Таким чином, концентрація інформації відбувається за рахунок зменшення тривалості імпульсу та періоду сигналу.

Приклад 6.241 Концентрація сонячної енергії

Концентрація сонячної енергії здійснюється за допомогою дзеркал, зазвичай гіперболічної форми. У фокусі гіперболоїда розташована ємність, заповнена рідиною, наприклад, синтетичною олією, яка нагрівається до 400 °C. Ця рідина надходить у теплообмінники, перетворюючи воду на пару високого тиску, що надходить на турбіну, яка виробляє електроенергію.

У цьому прикладі концентрація енергії здійснюється за рахунок використання геометричного ефекту – гіперболоїда, і здійснено перехід від обсягу до точки.

Приклад 6.242 Джерело світла, яке не споживає електроенергію

Компанія Sharp випустила світильник SharpLumiwall, що не споживає електроенергію. Він працює на сонячній енергії.

SharpLumiwall – це скло із сонячними панелями (вони розташовуються з внутрішньої сторони скла). Одночасно це скло є джерелом світла.

Протягом дня SharpLumiwall за допомогою сонячних панелей перетворює сонячне світло на електричну енергію, накопичує її (саме скло протягом дня стає матовим), а вночі її витрачає, при цьому є цікавим та оригінальним просторовим джерелом світла.

1.6.5 Група стандартів 5.5 Експериментальні стандарти

Багато стандартів передбачають застосування фізичних ефектів або можуть бути використані разом із ними. При цьому необхідно враховувати деякі прийоми, що підвищують ефективність застосування фізичних ефектів.

1.6.5.1 Стандарт 5.5.1 Отримання частинок речовини розкладанням

Якщо для розв'язання задачі потрібні частинки речовини (наприклад, іони), а безпосереднє їх отримання неможливе за умовами задачі, то необхідні частинки треба отримати руйнуванням речовини більш високого структурного рівня (наприклад, молекул).

Приклад 6.243 Водень високого тиску

Спосіб створення високого тиску водню полягає у тому, що водневмісне з'єднання поміщають в герметичну посудину і піддають електролізу з утворенням вільного водню (а.с. № 741105).

Приклад 6.244 Руйнування молекулярних структур

Руйнування молекулярних структур речовини здійснюється за допомогою передачі електромагнітних коливань автономних джерел електромагнітних хвиль з частотою від 10^{11} Гц до 10^{18} Гц, розташованих радіально з довільним радіусом до речовини, що руйнується.

1.6.5.2 Стандарт 5.5.2 Отримання частинок речовини об'єднанням

Якщо для вирішення задачі потрібні частинки речовини (наприклад, молекули) і неможливо отримати їх безпосередньо або за стандартом 5.5.1, необхідні частинки треба отримати добудовою або об'єднанням частинок нижчого структурного рівня (наприклад, іонів).

Приклад 6.245 Зменшення гідродинамічного опору

Для зменшення гідродинамічного опору руху суден використовували подачу високомолекулярних складів (ефект Томса). Це пов'язане з великою витратою полімерів. Запропоновано створювати комплекси молекул води під впливом електромагнітного поля (а.с. № 364493).

Приклад 6.246 Термоядерна реакція синтезу

При проведенні термоядерної реакції синтезу застосовують прискорювачі заряджених частинок, за допомогою яких відбувається бомбардування іонами твердої або газової мішені, що містить іони, або проводять зустрічне зіткнення в зоні мішені з прискореними іонами інших зустрічно спрямованих частинок. Використовують іони різних знаків: одне чи більше джерел позитивно заряджених іонів і одне чи більше джерел цих часток.

1.6.5.3 Стандарт 5.5.3 Найпростіші способи отримання частинок речовини

При застосуванні стандарту 5.5.1 найпростіший шлях – руйнування найближчого "цілого" або "надлишкового" (негативні іони) рівня, а при застосуванні стандарту 5.5.2 найпростіший шлях – добудова найближчого нижчестоящого "нецілого" рівня.

Приклад 6.247 Захист антени

Захист антени полягає у тому, що іони отримують руйнуванням молекул газу. Нейтральні молекули відновлюють, поєднуючи "уламки" – іони та електрони (а.с. № 741105).

1.7 Контрольні питання до теми 6

1 Фізичні поля, що використовуються у ТРВЗ.

2 Векторні і скалярні фізичні поля.

3 Поняття веполю. Умовні зображення веполів.

4 Стандарт 1.1.1 Синтез веполів.

5 Стандарти 1.1.2, 1.1.3 Перехід до внутрішнього та зовнішнього комплексних веполів.

6 Стандарти 1.1.4, 1.1.5 Перехід до веполю на довкіллі.

7 Стандарти 1.1.6, 1.1.7, 1.1.8 Мінімальний, максимальний та вибірково-максимальний режими дії на речовину.

8 Стандарти 1.2.1, 1.2.2 Усунення шкідливого зв'язку введенням сторонньої речовини або зміною вже існуючої.

9 Стандарти 1.2.3, 1.2.4 Відтягування шкідливої дії поля та протидія шкідливим зв'язкам за допомогою поля.

10 Стандарт 1.2.5 Вимикання магнітних зв'язків.

11 Стандарти 2.1.1, 2.1.2 Перехід до ланцюгового та подвійного веполю.

12 Стандарти 2.2.1, 2.2.2 Перехід до більш керованих полів. Дроблення інструменту.

13 Стандарти 2.2.3, 2.2.4 Перехід до капілярно-пористої речовини. Динамізація веполю.

14 Стандарти 2.2.5, 2.2.6 Структуризація поля та структуризація речовини.

15 Група стандартів 2.3 Форсування узгодження ритміки.

16 Стандарти 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3 Переході до "протофеполю" та феполю. Використання магнітної рідини.

17 Стандарти 2.4.4, 2.4.5, 2.4.6 Використання капілярно-пористої структури феполю. Перехід до комплексного феполю та феполю на зовнішньому середовищі.

18 Стандарти 2.4.7, 2.4.8 Використання фізичних ефектів. Динамізація феполю.

19 Стандарти 2.4.9, 2.4.10 Структуризація феполю. Узгодження ритміки у феполі.

20 Стандарти 2.4.11, 2.4.12 Перехід до еполю. Використання електрореологічної рідини.

21 Стандарти 3.1.1, 3.1.2 Перехід до бісистем та полісистем. Розвиток зв'язків у бісистемах та полісистемах.

22 Стандарти 3.1.3, 3.1.4 Підвищення різниці між елементами бісистем та полісистем. Згортання бісистем та полісистем.

23 Стандарт 3.1.5 Несумісні властивості системи та її частин.

24 Група стандартів 3.2 Перехід на мікрорівень.

25 Стандарти 4.1.1, 4.1.2 Замість виявлення та вимірювання – зміна системи. Використання копій.

26 Стандарт 4.1.3 Послідовне виявлення змін.

27 Стандарти 4.2.1, 4.2.2 Синтез вимірювального веполю. Перехід до комплексного вимірювального веполю.

28 Стандарти 4.2.3, 4.2.4 Перехід до вимірювального веполю на зовнішньому середовищі. Отримання добавок на зовнішньому середовищі.

29 Група стандартів 4.3 Форсування вимірювальних веполів.

30 Стандарти 4.4.1, 4.4.2 Переходи до вимірювального "протофеполю" та феполю.

31 Стандарти 4.4.3, 4.4.4 Переходи до комплексного вимірювального феполю та вимірювального феполю на зовнішньому середовищі.

32 Стандарт 4.4.5 Використання фізичних ефектів.

33 Група стандартів 4.5 Напрямки розвитку вимірювальних систем.

34 Стандарт 5.1.1 Обхідні шляхи.

35 Стандарти 5.1.2, 5.1.3, 5.1.4 Розподіл виробу на взаємодіючі частини. Самоусунення речовин, що відпрацювали. Використання надувних конструкцій та піни.

36 Група стандартів 5.2 Введення полів.

37 Стандарти 5.3.1, 5.3.2 Заміна фазового стану речовини. "Подвійний" фазовий стан речовини.

38 Стандарти 5.3.3, 5.3.4, 5.3.5 Використання явищ, що супроводжують фазовий перехід. Перехід до двофазного стану речовини. Використання взаємодії між частинами (фазами) системи.

39 Група стандартів 5.4 Особливості використання фізичних ефектів.

40 Група стандартів 5.5 Експериментальні стандарти.

2 ТЕМА 7. АЛГОРИТМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ

2.1 Історія створення АРВЗ. Модифікації АРВЗ

Основним компонентом ТРВЗ, його серцевиною є алгоритм розв'язання винахідницьких задач (АРВЗ) [1], [6], [7], [8].

Кілька слів про термін "алгоритм". У математиці під алгоритмом мається на увазі строго регламентована послідовність операцій, необхідних для розв'язання тієї чи іншої задачі. Це так звані "жорсткі" алгоритми, у них кожна операція визначена зовсім точно і не залежить ні від змін умов задачі, ні від особистості людини, що вирішує задачу.

Так, якщо задане ціле позитивне число і необхідно добути з нього квадратний корінь, то скільки б не було людей, що вирішують цю задачу, усі вони одержать ту ж саму відповідь за умови, що усі вони правильно виконують однакову послідовність дій.

У широкому смислі слова алгоритмом називають усяку програму планомірно спрямованих дій. Програма розв'язання винахідницьких задач названа алгоритмом саме в цьому смислі; ця програма дозволяє крок за кроком просуватися до відповіді. Така програма, що використовує всі засоби і методи ТРВЗ (закони розвитку технічних систем, вепольний аналіз, стандарти, інформаційний фонд), називається АРВЗ. Та ж сама задача може бути по-різному розв'язана різними людьми; користуючись тим самим алгоритмом, можна отримати різні відповіді чи зовсім не знайти відповіді. АРВЗ ігнорує особистість, людину, що їм користається, він лише урятовує її від свідомо невірних дій.

АРВЗ дозволяє переводити складні і дуже складні задачі в розряд простих.

Перші модифікації АРВЗ з’явилися в 50-і роки минулого сторіччя. З тої пори АРВЗ розвивався і удосконалювався: кожна його модифікація в широких масштабах випробовувалась на практиці, випадки "збоїв" ретельно вивчалися, у текст АРВЗ вносилися корективи – і чергова модифікація АРВЗ знову піддавалася випробуванням. Розгалужена мережа шкіл ТРВЗ у колишньому Союзі дозволяла в короткий термін усебічно випробувати нововведення. Послідовно були розроблені й опубліковані модифікації АРВЗ 1959,

1961, 1964, 1965, 1968, 1971, 1977, 1982, 1985, 1985Б, 1989. Першоосновою удосконалювання АРВЗ було завжди вивчення патентного фонду, вивчення патентної інформації з винаходів вищих рівнів. Знайдені закономірності, правила, прийоми включалися в АРВЗ, швидко перевірялися і корегувалися.

Найбільш досконалою формою АРВЗ є версія АРВЗ-85Б, однак вона і найскладніша, тому для тих, хто уперше вирішив вивчати АРВЗ; вивчення доцільно починати з АРВЗ-77, тому що він значно простіший, але разом з тим містить усі основні елементи алгоритму – такі як модель задачі, технічне протиріччя, ідеальний кінцевий результат, фізичне протиріччя, способи усунення фізичних протиріч. Після засвоювання версії АРВЗ-77 доцільно переходити до оволодіння більш складною і досконалою версією АРВЗ-85Б. Обидві ці версії приведені нижче.

2.2 Складові частини АРВЗ

У кожній модифікації АРВЗ є три складові частини [8].

Перша частина – ***програма послідовних операцій з виявлення й усунення протиріч***, яка є основою АРВЗ. Програма дозволяє крок за кроком переходити від розпливчастої вихідної ситуації до чітко поставленої задачі, потім до спрощеної моделі задачі й аналізу протиріч. У програмі (у самій її структурі, у правилах з виконання окремих операцій) відображені об’єктивні закони розвитку технічних систем.

До **другої частини** входять ***засоби керування психологічними факторами***, спрямовані на те, щоб гасити психологічну інерцію і стимулювати роботу уявлення. Значний психологічний вплив робить саме існування і застосування АРВЗ: робота за програмою додає впевненості, дозволяє сміливіше виходити за межі вузької спеціальності і, головне, увесь час орієнтує роботу думки в найбільш перспективному напрямку. Але потрібні і конкретні прийоми, що форсують уявлення. Важливим психологічним прийомом, що дозволяє глибоко проникнути у суть задачі, є вимога формулювання задачі без спеціальних термінів. Ще одним ефективним способом придушення психологічної інерції є "моделювання маленькими чоловічками (ММЧ)". Метод ММЧ детально розглянутий вище.

Третя частина АРВЗ – великий і в той же час компактний ***інформаційний фонд.*** Основні складові цього фонду – покажчики фізичних, хімічних, геометричних ефектів і явищ.

2.3 Суть та характерні особливості АРВЗ

Відмінною рисою АРВЗ від методів активізації перебору варіантів є те, що він різко скорочує кількість спроб при пошуку рішення. Це пояснюється тим, що він орієнтує не на збільшення кількості альтернативних варіантів (як працюють усі методи СіП), а, навпаки, на їхнє скорочення. Покажемо, як це відбувається.

Коли інженер зіштовхується з проблемною ситуацією і не має уявлення про способи її вирішення, то йому залишається шукати рішення навмання, використовуючи метод СіП: "Чи не можна змінити цей елемент, або цей, а може той?" Але тому, що в складних ситуаціях елементів може бути дуже багато, то кількість спроб і намагань зростає багаторазово.

При алгоритмічному методі вже на перших кроках роботи за алгоритмом відбувається перехід від ситуації до моделі задачі. Модель задачі містить всього два елементи, але не будь-які, а тільки такі, котрі містять у собі технічне протиріччя. Приклади технічних протиріч: збільшення складності виробу – зниження надійності; підвищення міцності деталі – збільшення її маси; підвищення точності виготовлення – зростання трудомісткості і т. ін.

Типові технічні протиріччя можуть бути усунуті типовими прийомами.

Алгоритм наказує з двох елементів, що складають модель задачі, вибрати один змінюваний елемент. Якщо за умовами задачі ми не можемо змінювати жоден з обраних елементів, то АРВЗ радить як змінюваний елемент узяти Х-елемент. Далі алгоритм потребує сформулювати ідеальний кінцевий результат (ІКР). Формулювання ІКР відбиває ідеальний образ шуканого вирішення задачі і записується у стандартній формі. "Змінюваний елемент (указати який) **сам** усуває шкідливий вплив (указати який), зберігаючи здатність виконувати корисний вплив". Іншими словами, змінюваний елемент сам усуває технічне протиріччя, причому необхідний ефект повинний бути досягнутий без будь-яких втрат (неприпустимі зміни і ускладнення системи, її частин), без витрат енергії, без виникнення супутніх шкідливих явищ і т. ін. Весь парадокс полягає у тому, що, сформулювавши ІКР, ми поки що зовсім не знаємо, як до нього йти, як його досягти, але ми вже чітко знаємо, де знаходиться сильне рішення і як воно повинно виглядати в ідеалі. Якщо нам вдасться знайти

рішення, що збігається з ІКР чи близьке до нього, то воно, безумовно, буде сильним.

Для того, щоб усунути технічне протиріччя, алгоритм наказує перейти від технічного протиріччя до фізичного. Фізичне протиріччя формулюється так: змінюваний елемент повинен мати властивість А, щоб усунути шкідливий вплив у моделі задачі, і бути не А, щоб зберегти бажаний, потрібний прояв. Наприклад, змінюваний елемент повинний бути легким і важким, або гарячим і холодним; так, ніж має бути гострим і тупим: гострим, щоб добре різати, а тупим, щоб не порізатися. Гранична загостреність конфлікту (бути А та не бути А) додає фізичному протиріччю високу евристичну цінність.

Якщо фізичне протиріччя сформульоване правильно, то задачу – навіть складну – можна вважати значною мірою вирішеною, і подальше просування, як правило, не викликає труднощів. Коли фізичне протиріччя усунуте й ідея вирішення задачі знайдена, необхідно перейти від фізичної відповіді до технічної: сформулювати спосіб і дати принципову схему пристрою, що здійснює цей спосіб.

Слід зазначити, що АРВЗ призначений для одержання загальної ідеї рішення, у функції алгоритму не входить конструкторське, інженерне проробление отриманого рішення. Однак загальну ідею АРВЗ прагне максимально зміцнити і розвинути.

АРВЗ також містить ряд кроків, що контролюють наближення відповіді до ІКР, відповідність намічуваних змін системи закономірностям технічного прогресу, нагадує про необхідність перевірки (за патентними даними) формальної новизни отриманого рішення.

АРВЗ передбачає проведення глибокого аналізу отриманого результату (відповіді), ставлячи перед інженером ряд конкретних питань, що звичайно випадають з поля його зору.

Наприклад: як зміниться навколишнє середовище у зв’язку з появою нової системи? Чи може змінена система застосовуватися по-новому? Чи можна використовувати отриману відповідь при розв'язанні інших технічних задач? Чи можна використовувати ідею, зворотну отриманій, і яка сфера її застосування?

Відповіді на поставлені алгоритмом питання дозволяють інженеру самому глибше зрозуміти можливості й особливості власне знайденої ідеї.

АРВЗ сприяє швидкому професійному росту молодого фахівця, розвитку його творчих здібностей шляхом вироблення в нього

алгоритмічного стилю мислення і підходу до розв'язуваних проблем і задач. Алгоритм зобов'язує після знаходження рішення задачі обов'язково здійснити аналіз усього ходу вирішування, виявити відхилення від тексту АРВЗ і дослідити причини цих відхилень.

2.4 Алгоритм розв'язання винахідницьких задач АРВЗ-77

2.4.1 Частина 1. Вибір задачі

1.1 Визначити кінцеву мету розв'язання задачі шляхом відповідей на наступні питання.

а) Яку характеристику об'єкта треба змінити?

б) Які характеристики об'єкта взагалі не можна змінювати при розв'язанні задачі?

в) Які витрати знизяться, якщо задача буде розв'язана?

г) Які (приблизно) припустимі витрати?

д) Який головний техніко-економічний показник треба поліпшити?

1.2 Перевірити обхідний шлях. Припустимо, задача принципово не має розв'язання: яку іншу задачу треба вирішити, щоб отримати необхідний кінцевий результат? Для цього слід переформулювати задачу:

а) перейшовши на рівень надсистеми, у яку входить задана в задачі система;

б) перейшовши на рівень підсистем (речовин), що входять у задану в задачі систему;

в) на трьох рівнях (надсистема, система, підсистема), замінивши необхідну дію (чи властивість) зворотною.

1.3 Визначити, розв'язання якої задачі доцільніше – первісної чи однієї з обхідних. Зробити вибір.

Примітка. При виборі повинні бути враховані фактори об'єктивні (які резерви розвитку заданої в задачі системи) і суб'єктивні (на яку задачу узята установка – мінімальну чи максимальну).

1.4 Визначити необхідні кількісні показники.

1.5 Збільшити необхідні кількісні показники з огляду на час, необхідний для реалізації винаходу.

1.6 Уточнити вимоги, викликані конкретними умовами, у яких передбачається реалізація винаходу. При цьому слід:

а) врахувати особливості впровадження, зокрема, ступінь складності рішення, що допускається;

б) врахувати передбачувані масштаби застосування.

1.7 Перевірити, чи вирішується задача прямим застосуванням стандартів на розв'язання винахідницьких задач. Якщо відповідь отримана, перейти до 5.1. Якщо відповіді немає, перейти до 1.8.

1.8 Уточнити задачу, використовуючи патентну інформацію:

а) які (за патентними даними) є відповіді на задачі, близькі до даної;

б) які є відповіді на задачі, схожі на дану, але які відносяться до ведучої галузі техніки;

в) які є відповіді на задачі, зворотні до даної?

1.9 Застосувати оператор РЧВ.

а) Уявно змінити розміри об’єкта від заданої величини до 0. Як тепер вирішується задача?

б) Уявно змінити розміри об’єкта від заданої величини до нескінченності. Як тепер вирішується задача?

в) Уявно змінити час процесу (або швидкість руху об’єкта) від заданої величини до 0. Як тепер вирішується задача?

г) Уявно змінити час процесу (або швидкість руху об’єкта) від заданої величини до нескінченності. Як тепер вирішується задача?

д) Уявно змінити вартість (припустимі витрати) об’єкта або процесу від заданої величини до 0. Як тепер вирішується задача?

е) Уявно змінити вартість (припустимі витрати) об’єкта або процесу від заданої величини до нескінченності. Як тепер вирішується задача?

2.4.2 Частина 2. Побудова моделі задачі

2.1 Записати умови задачі, не використовуючи спеціальні терміни.

Приклад 7.1

Антена радіотелескопа розташована в місцевості, де часто бувають грози. Для захисту від блискавок навколо антени необхідно поставити блискавковідводи (металеві стрижні). Але блискавковідводи затримують радіохвилі, створюючи радіотінь. Установити блискавковідводи на самій антені в даному випадку неможливо. Як бути?

2.2 Виділити і записати конфліктуючу пару елементів. Якщо за умовами задачі є тільки один елемент, перейти до кроку 4.2.

Правило 1. У конфліктуючу пару елементів обов'язково повинен входити виріб.

Правило 2. Другим елементом пари повинен бути елемент, з яким безпосередньо взаємодіє виріб (інструмент чи другий виріб).

Правило 3. Якщо заданий один елемент (інструмент) і за умовами задачі він може мати два стани, треба взяти той стан, який забезпечує найкраще здійснення головного виробничого процесу (основної функції всієї технічної системи, зазначеної в задачі).

Правило 4. Якщо в задачі є пари однорідних взаємодіючих елементів (А1, А2, … і Б1, Б2, …), досить взяти одну пару (А1 і Б1).

Приклад 7.1

У задачі два "вироби" – блискавка і радіохвилі і один інструмент – блискавковідвід. Конфлікт у даному випадку не усередині пар "блискавковідвід-блискавка" і "блискавковідвід-радіохвилі", а між цими парами.

Щоб перевести таку задачу в канонічну форму з однією конфліктуючою парою, потрібно заздалегідь додати інструменту властивість, необхідну для виконання основної виробничої дії даної технічної системи, тобто треба прийняти, що блискавковідводу немає і радіохвилі вільно проходять до антени.

Отже, конфліктуюча пара: відсутній блискавковідвід і блискавка (чи непровідний блискавковідвід і блискавка).

2.3 Записати дві взаємодії (дії, властивості) елементів конфліктуючої пари: наявну і ту, яку треба увести: корисну і шкідливу.

Приклад 7.1

Відсутній блискавковідвід не створює радіоперешкод.

Відсутній блискавковідвід не ловить блискавку.

2.4 Записати стандартне формулювання моделі задачі, указавши конфліктуючу пару і технічні протиріччя.

Приклад 7.1

Задані: відсутній блискавковідвід і блискавка. Такий блискавковідвід не створює радіоперешкод, але і не ловить блискавку.

2.4.3 Частина 3. Аналіз моделі задачі

3.1 Вибрати з елементів, що входять в модель задачі, той, який можна легко змінювати, заміняти і т. ін.

Правило 5. Технічні об'єкти легше змінювати, аніж природні.

Правило 6. Інструменти легше змінювати, аніж вироби.

Правило 7. Якщо в системі немає легко змінюваних елементів, слід вказати "зовнішнє середовище" або *"Х-елемент"*.

Приклад 7.1

Блискавковідвід – інструмент, "що обробляє" (змінює напрямок руху) блискавку, яку у даному випадку слід вважати виробом. Аналогія: дощова труба і дощ. Блискавка – природний об'єкт, блискавковідвід – технічний, тому об'єктом треба взяти блискавковідвід.

3.2 Записати стандартне формулювання ІКР (ідеального кінцевого результату).

Елемент (вказати елемент, обраний на кроці 3.1.) сам (сама, саме) усуває шкідливі взаємодії, зберігаючи здатність виконувати (указати корисна взаємодія).

Правило 8. У формулюванні ІКР завжди повинне бути слово "сам" ("сама", "саме").

Приклад 7.1

Відсутній блискавковідвід ***сам*** *ловить блискавки, не створюючи радіоперешкод.*

3.3 Виділити ту зону елементів (зазначену на кроці 3.2.), що не справляється з необхідним за ІКР комплексом двох взаємодій. Що в цій зоні – речовина, поле? Показати цю зону на схематичному рисунку, позначивши її кольором, штрихуванням і т. ін.

Приклад 7.1

Та частина простору, що займав відсутній блискавковідвід. Речовина (стовп повітря), пронизувана вільно радіохвилями.

3.4 Сформулювати суперечливі фізичні вимоги, що пред'являються до стану виділеної зони елемента конфліктуючими взаємодіями (діями, властивостями).

а) Для забезпечення (вказати корисну взаємодію чи ту взаємодію, яку треба зберегти) необхідно (вказати фізичний стан: бути нагрітою, рухливою, зарядженою і т. ін.).

б) Для запобігання (указати шкідливу взаємодію чи взаємодію, яку треба ввести) необхідно (указати фізичний стан: бути холодною, нерухомою, незарядженою і т. ін.).

Правило 9. Фізичні стани, зазначені в п. а і б, повинні бути взаємо протилежними.

Приклад 7.1

а) *Щоб пропускати радіохвилі, стовп повітря повинен не бути провідником (точніше, не повинен мати вільних зарядів).*

б) Щоб ловити блискавку, стовп повітря повинен бути провідником (точніше, повинен мати вільні заряди).

3.5 Записати стандартні формулювання фізичного протиріччя:

а) **повне формулювання**: (указати виділену зону елемента) повинна (указати стан, відзначений на кроці 3.4.а), щоб виконувати (указати корисну взаємодію), і повинна (указати стан, відзначений на кроці 3.4.б), щоб запобігати (указати шкідливу взаємодію);

б) **коротке формулювання**: (указати виділену зону елемента) повинна бути і не повинна бути.

Приклад 7.1

а) Стовп повітря повинен мати вільні заряди, щоб "ловити" блискавку, і не повинен мати вільних зарядів, щоб не затримувати радіохвилі.

б) Стовп повітря з вільними зарядами повинен бути і не повинен бути.

2.4.4 Частина 4. Усунення фізичного протиріччя

4.1 Розглянути найпростіші перетворення виділеної зони елемента, тобто розподіл суперечливих властивостей:

а) у просторі;

б) у часі;

в) шляхом використання перехідних станів, при яких протилежні властивості співіснують чи попеременно з’являються;

г) шляхом перебудови структури: частки виділеної зони елемента наділяються існуючою властивістю, а уся виділена зона в цілому наділяється необхідною (конфліктуючою) властивістю.

Якщо фізична відповідь отримана (тобто виявлена необхідна фізична дія), перейти до 4.5. Якщо фізичної відповіді немає, перейти до 4.2.

Приклад 7.1

Задача може бути розв'язана за 4.1.б і 4.1.в.

*Вільні заряди **самі** з'являються у стовпі повітря на початкових етапах виникнення блискавки. Блискавковідвід на короткий час стає провідником, а потім вільні заряди самі зникають.*

4.2 Скористатися прийомами усунення фізичних протиріч, використовуючи таблицю основних прийомів усунення технічних протиріч (табл. 4.1). Якщо отримана фізична відповідь, перейти до 4.5. Якщо фізичної відповіді немає, перейти до 4.3.

Приклад 7.1

За умовами задачі треба ліквідувати дію блискавки – *шкідливого зовнішнього фактору (рядок 30). Відомий шлях – установити звичайний металевий блискавковідвід. Програш – поява радіотіни, тобто виникнення шкідливого фактору, створюваного самим блискавковідводом (стовпчик 31). У таблиці ця клітинка порожня. Візьмемо колонку 18 (зменшення освітленості, поява оптичної тіні замість радіотіні). Прийоми: 1, 19, 32, 13. Прийом 19 – одна дія відбувається в паузах іншої.*

4.3 Скористатися стандартами на розв'язання винахідницьких задач та вепольними перетвореннями. Якщо отримана фізична відповідь, перейти до 4.5. Якщо фізичної відповіді немає, перейти до 4.4.

Приклад 7.1

За типовим рішенням речовина В1 повинна роздвоюватися, стаючи то В1, то В2, тобто стовп повітря повинен ставати провідним з появою блискавки, а потім повертатися у непровідний стан.

4.4 Скористатися прийомами усунення фізичних протиріч та таблицею фізичних ефектів і явищ (табл. А.1 та А.2 додатку А). Якщо отримана фізична відповідь, перейти до 4.5.

Приклад 7.1

Підходить іонізація під дією сильного електромагнітного поля (блискавка) і рекомбінація після зникнення цього поля (радіохвилі – слабке поле). Інші ефекти відносяться до рідин і твердих тіл, вимагають уведення добавок і не забезпечують самокерування.

4.5 Перейти від фізичної відповіді до технічної: сформулювати спосіб і дати схему пристрою, що здійснює цей спосіб.

Приклад 7.1

Щоб у повітрі з'явилися вільні заряди, потрібно зменшити тиск. Буде потрібна оболонка, щоб тримати цей стовп повітря при зниженому тиску. Оболонка повинна бути з діелектрика, інакше вона сама дасть радіотінь.

Остаточне рішення сформульоване у а.с. №177497: "Блискавковідвід, який відрізняється тим, що з метою додання йому властивості радіопрозорості він виконаний у вигляді виготовленої з діелектричного матеріалу герметично закритої труби, тиск повітря в якій обраний з умови найменших газорозрядних градієнтів, викликуваних електричним полем блискавки, що розвивається".

2.4.5 Частина 5. Попередня оцінка отриманого рішення

5.1 Провести попередню оцінку отриманого рішення, застосовуючи наступні контрольні питання.

Чи забезпечує отримане рішення виконання головної вимоги ІКР ("Елемент сам...")?

Яке фізичне протиріччя усунуте (і чи усунуте) отриманим рішенням?

Чи містить отримана система хоча б один добре керований елемент? Який саме? Як здійснювати керування?

Чи підходить рішення, знайдене для "одноциклової" моделі задачі, до реальних умов з багатьма "циклами"?

Якщо отримане рішення не задовольняє хоча б одному з контрольних питань, повернутися до 2.1.

5.2 Перевірити (за патентними даними) формальну новизну отриманого рішення.

5.3 Які підзадачі можуть виникнути при технічній розробці отриманої ідеї? Записати можливі підзадачі – винахідницькі, конструкторські, розрахункові, організаційні.

2.4.6 Частина 6. Розвиток отриманої відповіді

6.1 Визначити, як повинна бути змінена надсистема, у яку входить змінена система.

6.2 Перевірити, чи може змінена система застосовуватися по-новому.

6.3 Використовувати отриману відповідь при розв'язанні інших технічних задач. При цьому:

а) розглянути можливість використання ідеї, зворотної отриманій;

б) побудувати таблицю "розташування частин – агрегатні стани виробу" чи таблицю "використані поля – агрегатні стани виробу" і розглянути можливі перебудови відповіді за позиціями цих таблиць.

2.4.7 Частина 7. Аналіз ходу розв'язання

2.1 Порівняти реальний хід розв'язання з теоретичним (за АРВЗ). Якщо є відхилення, записати.

2.2 Порівняти отриману відповідь з табличними даними (вепольними перетвореннями, таблиця фізичних ефектів, таблиця основних прийомів). Якщо є відхилення, записати.

2.5 Алгоритм розв'язання винахідницьких задач АРВЗ-85-Б

АРВЗ-85Б є досконалішою версією, ніж його попередники, одночасно і складнішою, що потребує значних витрат часу для вивчення і засвоєння. Так, АРВЗ-85Б у порівнянні з АРВЗ-77 має такі нововведення і доповнення:

– урахування наявних у системі ресурсів, які можна використовувати при розв'язанні задачі: ресурсів простору, часу, речовин і полів;

– аналіз фізичного протиріччя на макрорівні (виділеної частини змінюваного об’єкта) і мікрорівні (частки виділеної частини).

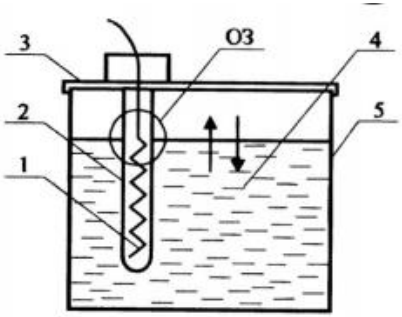
2.5.1 Частина 1. Аналіз задачі

Основна мета першої частини АРВЗ – перехід від розпливчастої винахідницької ситуації до чітко побудованої і гранично простої схеми (моделі) задачі.

Приклад 7.2

В технології виготовлення друкованих плат освоювався новий електроліт хімічного міднення. Проблема полягала в тому, що електроліт треба було підігрівати. Якщо використовувати металеві електронагрівачі, мідь в першу чергу осідає на них, а не на друкованій платі, а захисні полімерні покриття (епоксидні, фторопластові) в таких жорстких умовах експлуатації виявилися недовговічними.

Зупинилися на занурювальних електронагрівачах з корпусом із неелектропровідних матеріалів (скла або кераміки) (рис. 2.1).



1 - електронагрівальний елемент; 2 - корпус електронагрівача; 3 – фіксуюча пластина; 4 - рідина; 5 - ванна

Рисунок 2.1 – Варіант 1 конструкції ванни з занурювальним електронагрівачем

1.1 Записати умови міні-задачі (без спеціальних термінів) за наступною формою.

Технічна система для (указати призначення) включає (перелічити основні частини системи).

Технічне протиріччя 1: (указати).

Технічне протиріччя 2: (указати).

Необхідно при мінімальних змінах у системі (указати результат, що повинен бути отриманий).

Приклад 7.2

Технічна система для нанесення хімічних покриттів на друковані плати включає: ванну, рідину (електроліт), електронагрівач з корпусом зі скла або кераміки, занурений у рідину, підвіску з друкованими платами.

ТП-1: якщо підвіска з друкованими платами занурюється у ванну з рідиною швидко, то забезпечується необхідна продуктивність процесу нанесення покриття, але при цьому різко змінюється рівень рідини і в результаті термічного удару в зоні зміни рівня руйнується корпус електронагрівача.

ТП-2. Якщо підвіска з друкованими платами занурюється у ванну з рідиною повільно, рівень рідини змінюється повільно, корпус електронагрівача не руйнується, але не забезпечується необхідна продуктивність процесу.

Необхідно при мінімальних змінах технічної системі забезпечити необхідну продуктивність процесу без руйнування корпусу електронагрівача.

Увага!

Міні-задачу отримують з винахідницької ситуації, вводячи обмеження: "Усе залишається без змін чи спрощується, але при цьому з'являється необхідна дія (властивість) чи зникає шкідлива дія (властивість)".

При запису 1.1 слід указати не тільки технічні частини системи, але й природні, що взаємодіють із технічними.

Технічними протиріччями називають взаємодії в системі, що складаються, наприклад, у тому, що корисна дія викликає одночасно шкідливу, або ведення (посилення) корисної дії чи усунення (ослаблення) шкідливої дії викликає погіршення (зокрема, неприпустиме ускладнення) однієї з частин системи або всієї системи в цілому.

Технічні протиріччя складають, записуючи один стан елемента системи з поясненням того, що при цьому добре, а що – погано. Потім записують протилежний стан цього ж елемента, і знову – що добре, що погано.

Іноді в умовах задачі заданий тільки виріб; технічної системи (інструмента) немає, тому немає явного ТП. У цих випадках ТП

одержують, умовно розглядаючи два стани виробу, хоча один зі станів взагалі неприпустимий.

Терміни, що відносяться до інструмента і зовнішнього середовища, необхідно замінити простими словами для зняття психологічної інерції.

Приклад 7.2

Деякі варіанти фізичних протиріч (ФП) можуть бути сформульовані вже на даному етапі.

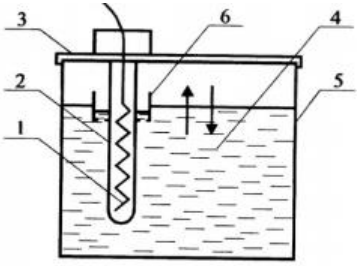
ФП-1. Рівень рідини повинен змінюватися швидко і змінюватися повільно.

ФП-2. Рівень рідини повинен змінюватись і не повинен змінюватись.

На цьому етапі можуть бути знайдені і конкретні рішення задачі.

Рішення 1

З аналізу ФП-1 випливає, що його можна розв'язати, використовуючи один із стандартних прийомів ТРВЗ "розділити суперечливі вимоги у просторі". Рівень рідини має змінюватися швидко у ванні, але повинен змінюватися повільно у поверхні нагрівача. Конкретне технічне рішення, в якому використано відомі зі шкільної фізики закон сполучених судин і ефект зниження швидкості при витіканні рідини через отвори малого діаметра наведений на рис. 2.2.



1 - електронагрівальний елемент; 2 - корпус електронагрівача; 3 - фіксуюча пластина; 4 - рідина; 5 - ванна; 6 - склянка з отворами.

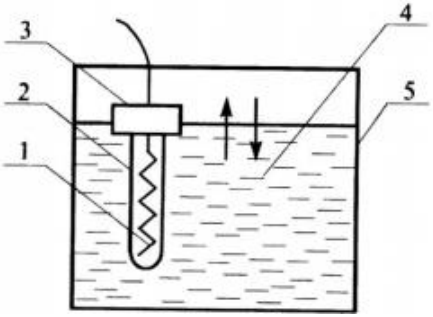
Рисунок 2.2 – Варіант 2 конструкції ванни з занурювальним електронагрівачем

Корпус нагрівача в зоні зміни рівня рідини охоплюється склянкою 6 з отворами нижньої частини. При зміні рівня рідини у ванні

вона відповідно до закону сполучених судин перетікає через отвори у склянці з ванни 5 у склянку 6 або, навпаки, зі склянки 6 у ванну 5. Швидкість зміни рівня рідини у склянці 6 (у поверхні корпусу нагрівача) можна зробити як завгодно малою, змінюючи кількість та/або діаметр отворів. Це рішення можна "впровадити" за кілька хвилин, достатньо взяти гумку від відомого всім вантуза, проколоти в ньому шилом дірку та натягнути на корпус нагрівача.

Рішення 2.

З аналізу ФП-2 випливає, що його можна також розв'язати, використовуючи відомий зі шкільної фізики закон Архімеда (рис. 2.3), слід лише виключити жорстке кріплення нагрівача щодо ванни та забезпечити його поплавком.



1 - електронагрівальний елемент; 2 - корпус електронагрівача; 3 - поплавець; 4 - рідина; 5 - ванна.

Рисунок 2.3 – Варіант 3 конструкції ванни з занурювальним електронагрівачем

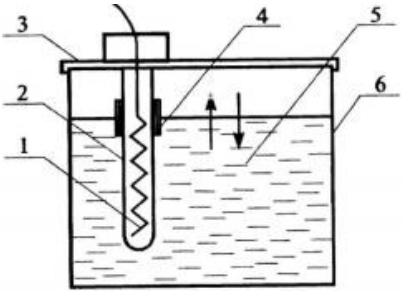
При зміні рівня рідини нагрівач піднімається і опускається разом з рідиною, а межа розділу фаз біля поверхні корпусу нагрівача просто відсутня.

Рішення 3

Ще один варіант вирішення задачі на основі ФП-2 представлений на рис. 2.4.

У рішенні використаний капілярний ефект. На корпус нагрівача 2 у зоні зміни рівня рідини надягається муфта 4, виготовлена з капілярно-пористого матеріалу. За аналогією з гнітом, знайомим по гасовій лампі або спиртівці, рідина безперервно піднімається по муфті вгору і випаровується. І якщо у ванні є чітка межа розділу рідина-

повітря, то у поверхні корпусу нагрівача її немає або вона просто розмита. Оскільки немає межі – немає й проблеми.



1 - електронагрівальний елемент; 2 - корпус електронагрівача; 3 - фіксуюча пластина; 4 - муфта з капілярно-пористого матеріалу; 5 - рідина; 6 - ванна.

Рисунок 2.4 – Варіант 4 конструкції ванни з занурювальним електронагрівачем

1.2 Виділити і записати конфліктуючу пару елементів: виріб і інструмент.

Правило 1. Якщо інструмент за умовами задачі може мати два стани, треба вказати обидва стани.

Правило 2. Якщо в задачі є пари однорідних взаємодіючих елементів, досить взяти одну пару.

Увага!

Виробом називають елемент, що за умовами задачі треба обробити (виготовити, перемістити, змінити, поліпшити, захистити від шкідливої дії, знайти, виміряти і т. ін.). В задачах на виявлення і виміри виробом може виявитися елемент, що є за своєю основною функцією інструментом, наприклад шліфувальне коло.

Інструментом називають елемент, з яким безпосередньо взаємодіє виріб (фреза, а не верстат; вогонь, а не паяльник). Зокрема, інструментом може бути частина навколишнього середовища. Інструментом є і стандартні деталі, з яких збирають виріб. Наприклад, набір частин гри "Конструктор" – це інструмент для виготовлення різних моделей.

Один з елементів конфліктуючої пари може бути здвоєним. Наприклад, задані два різних інструменти, що повинні одночасно діяти на виріб, причому один інструмент заважає іншому. Чи задані два

вироби, що повинні сприймати дію того ж самого інструмента: один виріб заважає іншому.

Приклад 7.2

Вироби: електронагрівач (Н), підвіска з друкованими платами (П).

Інструмент: рідина (Р).

Рівень рідини:

– змінюється швидко;

– змінюється повільно.

1.3 Скласти графічні схеми ТП-1 і ТП-2.

Приклад 7.2

Графічна схема ТП-1 наведена на рис. 2.5 а, графічна схема ТП-2 – на рис. 2.5 б.

а) б)

Рисунок 2.5 – Графічні схеми технічних протиріч

1.4 Вибрати з двох схем конфлікту ту, що забезпечує найкраще здійснення головного виробничого процесу (основної функції технічної системи, зазначеної в умовах задачі). Указати головний виробничий процес.

Приклад 7.2

Оскільки головна функція виробничого процесу – нанесення покриття, у якості основного вибираємо ТП-1.

Увага!

З визначенням головного виробничого процесу (ГВП) іноді виникають труднощі в задачах на вимірювання. Вимірювання майже завжди роблять заради зміни, тобто обробки деталі, випуску продукції. Тому ГВП у вимірювальних задачах – це ГВП усієї системи, а не вимірювальної її частини. Наприклад, необхідно вимірювати тиск усередині електроламп, що випускаються. ГВП – не вимір тиску, а випуск ламп.

Виключення становлять тільки деякі задачі на виміри у наукових цілях.

1.5 Підсилити конфлікт, указавши граничний стан (дію) елементів.

Правило 3. Велика частина задач містить конфлікти типу "багато елементів" і "мало елементів" ("сильний елемент" – "слабкий елемент" і т. ін.). Конфлікти типу "мало елементів" при посиленні треба приводити до одного виду – "нуль елементів" ("відсутній елемент").

Приклад 7.2

Вважатимемо, що підвіска з друкованими платами занурюється в рідину не швидко, а миттєво. (Рівень рідини в ванні змінюється не швидко, а миттєво).

1.6 Записати формулювання моделі задачі, вказавши: 1) конфліктуючу пару; 2) посилене формулювання конфлікту; 3) що повинен зробити ікс-елемент, що вводиться для розв'язання задачі, (що він повинен зберегти і що повинен усунути, поліпшити, забезпечити і т. ін.).

Приклад 7.2

Конфліктна пара: електронагрівач - рідина.

Посилене формулювання конфлікту: підвіска з друкованими платами занурюється у ванну миттєво, отже рівень рідини у ванні змінюється миттєво, при цьому забезпечується необхідна продуктивність процесу, але через термічний удар руйнується корпус електронагрівача.

Необхідно знайти такий Х-елемент, який, зберігаючи миттєву зміну рівня рідини у ванні, забезпечував би стійкість корпусу електронагрівача до термічних ударів.

Уточнена схема ТП-1 наведена на рис. 2.6.

Рисунок 2.6 – Уточнена схема ТП-1

Ікс-елемент не обов’язково повинен виявитися якоюсь новою складовою частиною системи. Ікс-елемент – це зміна в системі, деякий

ікс взагалі. Він може бути, наприклад, зміною температури чи агрегатного стану якоїсь частини системи або зовнішнього середовища.

1.7 Застосувати стандарти.

Приклад 7.2

Попередній аналіз показує, що для вирішення задачі можуть бути використані стандарти класу 1.2 "Руйнування веполів та усунення або нейтралізація шкідливих зв'язків".

2.5.2 Частина 2. Аналіз моделі задачі

Мета другої частини АРВЗ – урахування наявних ресурсів, які можна використовувати при розв'язанні задачі: ресурсів простору, часу, речовин і полів.

2.1 Визначити оперативну зону (ОЗ).

Увага!

У найпростішому випадку оперативна зона – це простір, у межах якого виникає конфлікт, зазначений у моделі задачі.

Приклад 7.2

Оперативна зона (ОЗ) – простір, що включає поверхню корпусу електронагрівача в зоні зміни рівня рідини, а також прилеглі до нього рідину та повітря (див. рис. 2.1).

2.2 Визначити оперативний час (ОЧ).

Увага!

Оперативний час – це наявні ресурси часу: конфліктний T_1 і час до конфлікту T_2. Конфлікт (особливо швидкоплинний, короткочасний) іноді може бути усунутий (відвернений) протягом T_2.

Приклад 7.2

У задачі ОЧ є сумою T_1 (конфліктного часу, тобто часу зміни рівня рідини) і T_2 (увесь інший час).

2.3 Визначити речовинно-польові ресурси (РПР) розглянутої системи, зовнішнього середовища і виробу. Скласти список РПР.

Увага!

Речовинно-польові ресурси – це речовини і поля, що або вже є, або можуть бути легко отримані за умовами задачі. РПР бувають трьох видів:

а) внутрішньосистемні РПР:

1) РПР інструмента;

2) РПР виробу;

б) зовнішньосистемні РПР:

1) РПР середовища, специфічні саме для даної задачі, наприклад, вода в задачі про частки в рідині оптичної чистоти;

2) РПР, загальні для будь-якого зовнішнього середовища, "фонові" поля, наприклад, гравітаційне, магнітне поле Землі;

в) надсистемні РПР:

1) відходи сторонньої системи (якщо така система доступна за умовами задачі);

2) "копійчані" – дуже дешеві сторонні елементи, вартістю яких можна зневажити.

При розв'язанні конкретної міні-задачі бажано одержати результат при мінімальній розбіжності РПР. Тому доцільно використовувати в першу чергу внутрішньосистемні РПР, потім зовнішньосистемні РПР і в останню чергу надсистемні РПР. При розвитку ж отриманої відповіді і при розв'язанні задач на прогнозування (тобто максизадач) доцільно задіяти максимум різних РПР.

РПР – це наявні ресурси. Їх вигідно використовувати в першу чергу. Якщо вони виявляться недостатніми, можна залучити інші речовини і поля. Аналіз РПР на кроці 2.3 є попереднім.

Приклад 7.2

РПР для даного прикладу наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Речовинно-польові ресурси

Джерела ресурсів	Речовини	Поля	Інші		
			Функціо-нальні	Власти-вості	Інші
Ресурси ОЗ: інструмент виріб	електропро-відна рідина корпус нагрівача	фіз.-хім. теплове електр.	зміна форми	з'єднан-ня з порожни-ною	зміна на час
Ресурси зовнішньої системи	повітря підвіска з ДП	фонові поля механічне			

2.5.3 Частина 3. Визначення ІКР і ФП

В результаті застосування третьої частини АРВЗ повинен сформуватися образ ідеального рішення (ІКР). Визначається також і фізичне протиріччя (ФП), що заважає досягненню ІКР. Не завжди можливо досягти ідеального рішення. Але ІКР вказує напрямок на більш сильну відповідь.

3.1 Записати формулювання ІКР-1: ікс-елемент, абсолютно не ускладнюючи систему і не викликаючи шкідливих явищ, усуває (указати шкідливу дію) протягом ОЧ у межах ОЗ, зберігаючи здатність інструмента робити (указати корисну дію).

Приклад 7.2

Х-елемент, абсолютно не ускладнюючи систему та не викликаючи шкідливих явищ, усуває протягом ОЧ у межах ОЗ нестійкість корпусу електронагрівача, зберігаючи здатність рідини в ванні різко (миттєво) змінювати свій рівень.

Увага!

Крім конфлікту "шкідлива дія зв’язана з корисною дією" можливі й інші конфлікти. Загальний зміст формулювань ІКР: придбання корисної якості (чи усунення шкідливої) не повинне супроводжуватися погіршенням інших якостей (чи появою шкідливої якості).

3.2 Підсилити формулювання ІКР-1 додатковою вимогою: в систему не можна вводити нові речовини і поля, необхідно використовувати РПР.

Приклад 7.2

Відсутній Х-елемент, абсолютно не ускладнюючи систему та не викликаючи шкідливих явищ, усуває протягом ОЧ в межах ОЗ нестійкість корпусу електронагрівача, зберігаючи здатність рідини у ванні різко (миттєво) змінювати свій рівень.

Наявність різних РПР обумовлює існування чотирьох ліній подальшого аналізу. Практично умови задачі звичайно скорочують частину ліній. При розв'язанні міні-задачі досить вести аналіз до одержання ідеї відповіді; якщо ідея отримана, наприклад, на "лінії інструмента", можна не перевіряти інші лінії. При розв'язанні максі-задачі доцільно перевірити усі існуючі в даному випадку лінії, тобто,

одержавши відповідь, наприклад, на "лінії інструмента", слід перевірити також лінії зовнішнього середовища, побічних РПР і виробу.

При навчанні АРВЗ послідовний аналіз поступово заміняється паралельним: виробляється уміння переносити ідею відповіді з однієї лінії на іншу. Це так зване "багатоекранне мислення": уміння одночасно бачити зміни в надсистемі, системі і підсистемах.

Увага!

Розв'язання задачі супроводжується ламанням старих уявлень, що важко відобразити словами. Як, наприклад, позначити властивості фарби розчинятися, не розчиняючись (фарбувати, не фарбуючи)?

3.3 Записати формулювання фізичного протиріччя на макрорівні: оперативна зона протягом оперативного часу повинна (указати фізичний макростан, наприклад "бути гарячою"), щоб виконувати (вказати одну з конфліктуючих дій), і повинна (указати протилежний фізичний макростан, наприклад, "бути холодною"), щоб виконувати (вказати іншу конфліктуючу дію чи вимогу).

Увага!

Фізичним протиріччям (ФП) називають протилежні вимоги до фізичного стану оперативної зони.

Приклад 7.2

ФП-3. В ОЗ протягом ОЧ межа розділу: рідина-повітря має бути і не має бути.

Після формулювання ФП-3 знову виходимо рішення 2 (див. рис. 2.3) та рішення 3 (див. рис. 2.4).

Увага!

При розв'язанні задачі за АРВЗ відповідь формується поступово, начебто "виявляється". Небезпечно переривати розв'язання при першому натяку на відповідь і "закріплювати" ще не цілком готову відповідь. Розв'язання за АРВЗ повинне бути доведене до кінця!

3.4 Записати формулювання фізичного протиріччя на мікрорівні: в оперативній зоні повинні бути частки речовини (указати їхній фізичний стан чи дію), щоб забезпечити (указати необхідний за 3.3 макростан), і не повинні бути такі частки (чи повинні бути частки з протилежним станом чи дією), щоб забезпечити (указати необхідний за 3.3 інший макростан).

Увага!

Частки можуть виявитися:

а) просто частками речовини;

б) частками речовини в сполученні з якимось полем і (рідкіше);

в) "частками поля".

Якщо задача має розв'язання тільки на макрорівні, 3.4 може не вийти. Але й у цьому випадку спроба складання мікро – ФП корисна, тому що подає додаткову інформацію: задача вирішується на макрорівні.

Увага!

Три перші частини АРВЗ істотно перебудовують вихідну задачу. Підсумок цієї перебудови підводить крок 3.5. Складаючи формулювання ІКР-2, одночасно одержуємо нову задачу – фізичну.

Надалі треба вирішувати саме цю задачу!

3.5 Записати формулювання ідеального кінцевого результату ІКР-2: оперативна зона (указати) протягом оперативного часу (указати) повинна сама забезпечувати (указати протилежні фізичні макро- чи мікростани).

Приклад 7.2

В ОЗ протягом ОЧ має сама забезпечуватися відсутність межі розділу фаз: рідина-повітря.

Це знов-таки відсилає до рішення 2 та рішення 3.

2.5.4 Частина 4. Мобілізація і застосування РПР

Раніше – на кроці 2.3 – були визначені наявні РПР, які можна використовувати безкоштовно. Четверта частина АРВЗ включає планомірні операції зі збільшення ресурсів: розглядаються похідні РПР, отримані майже безкоштовно шляхом мінімальних змін наявних РПР. Кроки від 3.3 до 3.5 почали перехід від задачі до відповіді, заснованій на використанні фізики; четверта частина АРВЗ продовжує цю лінію.

Правило 4. Кожен вид часток, знаходячись в одному фізичному стані, повинен виконувати одну функцію. Якщо частки А не справляються з діями 1 і 2, треба ввести частки Б; нехай частки А виконують дію 1, а частки Б – дію 2.

Правило 5. Уведені частки Б можна розділити на дві групи – Б-1 і Б-2. Це дозволяє "безкоштовно" – за рахунок взаємодії між вже наявними частками Б – одержати нову дію 3.

Правило 6. Поділ часток на групи вигідний і у тих випадках, коли в системі повинні бути тільки частки А: одну групу часток А

залишають у колишньому стані, в іншої групи змінюють тільки головний для даної задачі параметр.

Правило 7. Розділені чи уведені частки після обробки повинні не відрізнятися одна від одної чи від раніше наявних часток.

Увага!

Правила від 4 до 7 відносяться до усіх кроків четвертої частини АРВЗ.

4.1 Метод ММЧ:

а) використовуючи метод ММЧ (моделювання "маленькими чоловічками"), побудувати схему конфлікту;

б) змінити схему "а" так, щоб "маленькі чоловічки" діяли, не викликаючи конфлікту;

в) перейти до технічної схеми.

Увага!

Метод моделювання "маленькими чоловічками" (метод ММЧ) полягає в тому, що конфліктуючі вимоги схематично представляють у вигляді умовного рисунка (кілька груп, чи група, "юрба"). Зображувати у вигляді "маленьких чоловічків" слід тільки змінювані частини моделі задачі (інструмент, ікс-елемент).

"Конфліктуючі вимоги" – це конфлікт з моделі задачі або протилежні фізичні стани, зазначені на кроці 3.5. Ймовірно, краще останнє, але поки немає чітких правил переходу від фізичної задачі (3.5) до ММЧ. Легше малювати "конфлікт" у моделі задачі.

Пункт 4.1 б) часто можна виконати, сполучивши на одному рисунку зображення: негативну дію і позитивну дію. Якщо події розвиваються в часі, доцільно зробити кілька послідовних рисунків.

4.2 Якщо з умов задачі відомо, якою повинна бути готова система, і задача зводиться до визначення способу отримання цієї системи, може бути використаний метод "***крок назад від ІКР***". Зображують готову систему, а потім вносять у рисунок мінімальну демонтуючу зміну. Наприклад, якщо в ІКР дві деталі стикаються, то при мінімальному відступі від ІКР між деталями треба показати зазор. Виникає нова задача (мікрозадача): як усунути дефект? Розв’язування такої мікрозадачі звичайно не викликає утруднень і часто підказує спосіб розв'язання загальної задачі.

Приклад 7.2

Повертаємось до рішення 1 (див. рис. 2.2). По суті, це і є рішення на рівні крок назад від ІКР, оскільки в технічну систему таки вводиться незначна зміна, а величина термічного удару лише зменшується до прийнятних значень.

4.3 ***Визначити, чи вирішується задача застосуванням суміші ресурсних речовин***.

Увага!

Якби для розв'язання могли бути використані ресурсні речовини – у тому вигляді, у якому вони дані, – задача швидше за все не виникла або була б розв'язана автоматично. Звичайно потрібні нові речовини. Але введення нових речовин пов’язане з ускладненням системи, появою побічних шкідливих факторів і т. ін. Суть роботи з РПР у четвертій частині АРВЗ полягає у тому, щоб обійти це протиріччя і увести нові речовини, не уводячи їх.

Приклад 7.2

Можна змінити структуру корпусу електронагрівача (хоча зміни виробу не вітаються). В якості розвитку рішення 3 (див. рис. 2.4) капілярно-пористу структуру (муфту) можна перемістити в зовнішню частину корпусу нагрівача (виготовити безпосередньо у склі або кераміці).

Інший варіант - перетворити з моноречовини у біречовину рідину. Це відбувається автоматично при доведенні рідини до кипіння. При цьому чітка межа розділу: рідина-повітря зникає. Але в даному випадку це неприйнятно. Оптимальна температура процесу лежить у діапазоні від 60 °С до 70 °С. Можна, звісно, знизити температуру кипіння рідини до цієї межі, але таке рішення буде вже дуже далеко від ідеального.

Якщо зробити "крок назад від ІКР" та ввести невелику кількість поверхнево-активної речовини (ПАР) (отримати на поверхні піну), то можна знову позбутися межі розділу. З великою ймовірністю таке рішення працездатне, але вимагає експериментальної перевірки.

4.4 ***Визначити, чи вирішується задача заміною наявних ресурсних речовин порожнечею*** чи сумішшю ресурсних речовин з порожнечею.

Увага!

Порожнеча – винятково важливий речовинний ресурс. Вона завжди є в необмеженій кількості, гранично дешева, легко змішується з наявними речовинами, утворює, наприклад, повні пористі структури, піну, пухирці і т. ін.

Порожнеча – не обов'язково вакуум. Якщо речовина тверда, порожнеча в ній може бути заповнена рідиною чи газом. Якщо речовина рідка, порожнеча може бути газовим пухирцем.

Для речовинних структур певного рівня порожнечею є структури нижніх рівнів (див. примітка 25). Так, для кристалічних ґраток порожнечею є окремі складні молекули, для молекул – окремі атоми і т. ін.

Приклад 7.2

Якщо під порожнечею розуміти повітря, то знову повертаємось до рішення, сформульованого на кроці 4.3.

4.5 ***Визначити, чи вирішується задача застосуванням речовин, похідних від ресурсних*** (чи застосування суміші цих похідних речовин з "порожнечею").

Увага!

Похідні ресурсні речовини одержують зміною агрегатного стану наявних ресурсних речовин. Якщо, наприклад, ресурсна речовина рідина, до похідних відносяться лід і пара. Похідними вважаються і продукти розкладання ресурсних речовин. Так, для води похідними будуть водень і кисень. Для багатокомпонентних речовин похідні – їхні компоненти.

Правило 8. Якщо для розв'язання задачі потрібні частки речовини (наприклад, іони) і безпосереднє їхнє одержання неможливе за умовами задачі, необхідні частки треба одержувати руйнуванням речовини більш високого структурного рівня (наприклад, молекул).

Правило 9. Якщо для розв'язання задачі потрібні частки речовини (наприклад, молекул) і неможливо одержати їх безпосередньо чи за правилом 8, необхідні частки треба одержувати добудуванням чи об'єднанням часток більш низького структурного рівня (наприклад, іонів).

Правило 10. При застосуванні правила 8 найпростіший шлях – руйнування найближчого "цілого", що стоїть вище, чи "надлишкового" (негативні іони) рівня, а при застосуванні правила 9 найпростіший шлях – добудування найближчого "нецілого" рівня, що стоїть нижче.

Увага!

Речовина являє собою багаторівневу ієрархічну систему. З достатньою для практичних цілей точністю ієрархію рівнів можна уявити так:

– мінімальна оброблена речовина (найпростіша техноречовина, наприклад дріт);

– "надмолекули": кристалічні ґратки, полімери, асоціації молекул;

– складні молекули;

– молекули;

– частини молекул, групи атомів;

– атоми;

– частини атомів;

– елементарні частки;

– поля.

Суть правила 8: нову речовину можна одержувати обхідним шляхом – руйнуванням більш великих структур ресурсних речовин чи таких речовин, що можуть бути уведені у систему.

Суть правила 9: можливий і інший шлях – добудування менш великих структур.

Суть правила 10: руйнувати вигідніше "цілі" частки (молекули, атоми), оскільки нецілі частки (позитивні іони) уже частково зруйновані і опираються подальшому руйнуванню; добудовувати, навпаки, вигідніше нецілі частки, що прагнуть до відновлення.

Правила від 8 до 10 вказують ефективні шляхи одержання похідних ресурсних речовин з "надр" уже наявних речовин, чи тих, що легко уводяться. Правила наводять на фізичний ефект, необхідний у тому чи іншому конкретному випадку.

Приклад 7.2

В процесі хімічного осадження міді можливе виникнення конкуруючої реакції, що супроводжується виділенням газу (водню) - джерела "порожнечі". Але, на жаль, ця реакція призводить до того, що якість осадженої хімічної міді погіршується, а це – основний, головний виробничий процес.

4.6 Визначити, чи вирішується задача уведенням – замість речовини – електричного поля чи взаємодії двох електричних полів.

Увага!

Якщо використання ресурсних речовин – наявних і похідних – неприпустиме за умовами задачі, треба використовувати електрони. Електрони – "речовина", що завжди є в наявному об’єкті. До того ж електрони – речовина в сполученні з полем, це забезпечує високу керованість.

Приклад 7.2

Електричне поле вже є всередині електронагрівача, але його доводиться щосили захищати від електропровідної рідини. Інакше може статися непоправне. Введення додаткових зовнішніх полів може зменшити ідеальність рішення.

4.7 Визначити, чи вирішується задача застосуванням пари "поле – добавка речовини, що відзивається на поле", (наприклад "магнітне поле – фероречовина", "ультрафіолет – люмінофор", "теплове поле – метал з пам’яттю форми" і т. ін.).

Увага!

На кроці 2.3 розглянуті вже наявні РПР. Кроки 4.3–4.5 відносяться до РПР, похідних від наявних. Крок 4.6 – частковий відхід від наявних і похідних РПР: уводять "сторонні" поля.

Розв'язання міні-задачі тим ідеальніше, чим менше витрати РПР. Однак не кожна задача вирішується при малій витраті РПР. Іноді доводиться відступати, уводячи "сторонні" речовини і поля. Робити це треба тільки при дійсній необхідності, якщо ніяк не можна обійтися наявними РПР.

2.5.7 Частина 5. Застосування інформаційного фонда

У багатьох випадках четверта частина АРВЗ приводить до розв'язання задачі. У таких випадках можна переходити до сьомої частини. Якщо ж після 4.7 відповіді немає, треба пройти п’яту частину. Ціль п’ятої частини АРВЗ – використання досвіду, сконцентрованого в інформаційному фонді ТРВЗ. До моменту переходу в п’яту частину АРВЗ задача істотно проясняється – стає можливим її пряме вирішування за допомогою інформаційного фонду.

5.1 Розглянути можливість розв'язання задачі (у формулюванні ІКР-2 і з урахуванням РПР, уточнених у четвертій частині) за стандартами.

Увага!

Повернення до стандартів відбувається, по суті, уже на кроках 4.6 і 4.7. До цих кроків головною ідеєю було використання наявних РПР –за можливістю, уникаючи уведення нових речовин і полів. Якщо задачу не вдається вирішити в рамках наявних і похідних РПР, доводиться уводити нові речовини і поля. Більшість стандартів саме і відносяться до техніки уведення добавок.

5.2 Розглянути можливість розв'язання задачі (у формулюванні ІКР-2 і з урахуванням РПР, уточнених у четвертій частині) за аналогією з ще нестандартними задачами, раніше розв'язаними за АРВЗ.

Увага!

При нескінченному різноманітті винахідницьких задач кількість фізичних протиріч, на яких "тримаються" ці задачі, порівняно невелика. Тому значна частина задач вирішується за аналогією з іншими задачами, що містять аналогічне фізичне протиріччя. Зовні задачі можуть бути дуже різними, аналогія виявляється тільки після аналізу – на рівні фізичного протиріччя.

5.3 Розглянути можливість усунення фізичного протиріччя за допомогою типових перетворень (прийомів розв’язування технічних та фізичних протиріч) та таблицею фізичних ефектів і явищ (табл. А.1 та А.2 додатку А).

Правило 11. Придатні тільки ті рішення, що збігаються з ІКР чи практично близькі до нього.

2.5.6 Частина 6. Зміна чи заміна задачі

Прості задачі вирішуються буквальним подоланням ФП, наприклад поділом суперечливих властивостей у часі чи в просторі. Розв'язання складних задач звичайно пов’язане зі зміною змісту задачі – зняттям первісних обмежень, обумовлених психологічною інерцією і які до розв'язання здаються самоочевидними. Для правильного розуміння задачі необхідно її спочатку вирішувати: винахідницькі задачі не можуть бути відразу поставлені точно. Процес розв'язання, по суті, є процес коректування задачі.

6.1 Якщо задача розв'язана, перейти від фізичної відповіді до технічної: сформулювати спосіб і дати принципову схему пристрою, що здійснює цей спосіб.

6***.2 Якщо відповіді немає, перевірити – чи не є формулювання 1.1 сполученням декількох різних задач***. У цьому випадку слід змінити

1.1, виділивши окремі задачі для почергового розв'язання (звичайно досить вирішити одну головну задачу).

6.3 Якщо відповіді немає, змінити задачу, вибравши на кроці 1.4 інше ТП.

Приклад 7.3

При розв'язанні задач на вимірювання і виявлення вибір іншого ТП часто означає відмову від удосконалення вимірювальної частини і зміну всієї системи так, щоб необхідність у вимірі взагалі відпала. Характерний приклад – розв'язання задачі про послідовне перекачування нафтопродуктів одним нафтопроводом. При застосуванні рідкого роздільника чи при прямому (без роздільника) транспортуванні завдання полягає в можливо більш точному контролі за складом "стикових" ділянок нафтопродуктів, що перекачуються. Ця вимірювальна задача була перетворена в "змінену": як взагалі уникнути змішування нафтопродуктів з розділовою рідиною? Рішення: нехай рідини безконтрольно змішуються, але на кінцевому пункті рідина-роздільник повинна сама перетворюватися в газ і йти з резервуара.

6.4 Якщо відповіді немає, повернутися до кроку 1.1 і заново сформулювати міні-задачу, віднесши її до надсистеми. При необхідності таке повернення роблять кілька разів – з переходом до надсистеми і т. ін.

2.5.7 Частина 7. Аналіз способу усунення ФП

Головна мета сьомої частини АРВЗ – перевірка якості отриманої відповіді. Фізичне протиріччя повинне бути усунуте майже ідеально, "без нічого". Краще витратити дві-три години на одержання нової – сильнішої відповіді, ніж потім півжиття боротися за погано впроваджувану слабку ідею.

7.1 Проконтролювати відповідь.

Розглянути речовини, що уводяться, і поля. Чи можна не уводити нові речовини і поля, використовуючи РПР – наявні і похідні? Чи можна використовувати саморегульовані речовини? Увести відповідні виправлення в технічну відповідь.

Увага!

Саморегульовані (в умовах даної задачі) речовини – це такі речовини, що певним чином змінюють свої фізичні параметри при зміні зовнішніх умов, наприклад втрачають магнітні властивості при

нагріванні вище точки Кюрі. Застосування саморегульованих речовин дозволяє змінювати стан системи чи проводити в ній виміри без додаткових пристроїв.

7.2 Провести попередню оцінку отриманого рішення.

Контрольні питання:

а) чи забезпечує отримане рішення виконання головної вимоги ІКР-1 ("Елемент сам..."");

б) яке фізичне протиріччя усунуте (і чи усунуте) отриманим рішенням;

в) чи містить отримана система хоча б один добре керований елемент? Який саме? Як здійснювати керування;

г) чи годиться рішення, знайдене для "одноциклової" моделі задачі в реальних умовах з багатьма циклами?

Якщо отримане рішення не задовольняє хоча б одне з контрольних питань, повернутися до 1.1

7.3 Перевірити (за патентними даними) формальну новизну отриманого рішення.

7.4 Які підзадачі виникнуть при технічній розробці отриманої ідеї? Записати можливі підзадачі – винахідницькі, конструкторські, розрахункові, організаційні.

2.5.8 Частина 8. Застосування отриманої відповіді

Дійсно гарна ідея не тільки вирішує конкретну задачу, але і дає універсальний ключ до багатьох аналогічних задач. Ця частина АРВЗ має на меті максимальне використання ресурсів знайденої ідеї.

8.1 Визначити, як повинна бути змінена надсистема, в яку входить змінена система.

8.2 Перевірити, чи може змінена система (чи надсистема) застосовуватися по-новому?

8.3 Використовувати отриману відповідь при розв'язанні інших технічних задач:

а) сформулювати в узагальненому вигляді отриманий принцип розв'язання;

б) розглянути можливість прямого застосування отриманого принципу при розв'язанні інших задач;

в) розглянути можливість використання принципу, зворотного отриманому;

г) побудувати морфологічну таблицю, наприклад, типу "розташування частин – агрегатні стани виробу" чи "використані поля – агрегатні стани зовнішнього середовища" і розглянути можливі перебудови відповіді за позиціями цих таблиць;

д) розглянути зміну знайденого принципу при зміні розмірів системи (чи головних її частин): розміри прагнуть до нуля, розміри прагнуть до нескінченності.

Увага!

Якщо робота ведеться не тільки заради розв'язання конкретної технічної задачі, ретельне виконання кроків 8.3, а)–д) може стати початком розробки загальної теорії, що виходить з отриманого принципу.

2.5.9 Частина 9. Аналіз ходу вирішування

Кожна розв'язана за АРВЗ задача повинна підвищувати творчий потенціал людини. Але для цього необхідно ретельно проаналізувати хід розв'язання. У цьому зміст дев’ятої – завершальної – частини АРВЗ.

9.1 Порівняти реальний хід розв'язання даної задачі з теоретичним (за АРВЗ). Якщо є відхилення, записати.

9.2 Порівняти отриману відповідь з даними інформаційного фонду ТРВЗ (стандарти, прийоми, фізичні ефекти). Якщо в інформаційному фонді немає подібного принципу, записати його в попередній накопичувач.

2.6 Розширені можливості АРВЗ

Теорія розв'язання винахідницьких задач і її основна складова АРВЗ, безумовно, є одним із ефективних засобів запобігання інженерним помилкам і зменшення їхньої кількості, тому що вони дозволяють:

– виявити істинну потребу у новому технічному об’єкті, новому рішенні;

– правильно сформулювати мету, поставити нову задачу. (мистецтво вирішувати інженерні задачі залежить від уміння вчасно і ясно їх бачити і добре і правильно їх ставити);

– вибрати ефективний засіб для досягнення поставленої мети;

– уникнути помилок при прогнозуванні шляхів розвитку нової техніки на основі знання законів розвитку техніки;

– скоротити час при розв'язанні нестандартних інженерних задач, відмовившись від методу СіП;

– виявити й ефективно використовувати усі види ресурсів, які мають у своєму розпорядженні система, її елементи і оточення;

– чітко формулювати технічні і фізичні протиріччя (прогрес науки і техніки полягає у викорінюванні протиріч, що здаються непримиренними);

– використовувати для ліквідації виявлених протиріч розроблені і апробовані прийоми усунення цих протиріч;

– ефективно вирішувати інженерні і дослідницькі задачі підвищеної складності;

– виробити діалектичний, творчий стиль мислення інженера ("АРВЗ – стиль" мислення), значно підвищити інтелектуальні і професійні здібності інженера.

Цінною особливістю АРВЗ є те, що він дозволяє осмислити отриманий результат при розв'язанні конкретної задачі і знайти нове застосування знайденої ідеї при розв'язанні інших задач, в інших галузях науки і техніки, а також виявити нові потреби людей і запропонувати способи їх задоволення шляхом створення нового класу технічних ідей чи нових технологій.

Часто інженер, вирішивши задачу, досягши найближчої мети, вважає роботу закінченою і з щирим серцем не ускладнює себе аналізом потенційних можливостей отриманого результату. Невикористана інформація, яку містить знайдене рішення, є резервом упущених і не помічених можливостей. Для інженера повинно стати природним "підходити до будь-якого наукового чи технічного результату не як до даності, частині матеріального світу, а як до етапу процесу пізнання".

У цьому відношенні АРВЗ усе ставить на свої місця, тому що отриманий результат, розв'язана інженерна задача є не кінцевим етапом роботи, а поштовхом, стимулом до пізнання цього результату, до відшукування нових форм і ніш використання досягнутого.

АРВЗ виробляє функціональне бачення отриманого результату, бачення нового рішення з погляду ролі, яку воно відіграло, і передбачуваної ролі, що воно може і повинно зіграти.

Закінчивши розробку нового виробу і здавши документацію у виробництво, інженер не повинен вважати свою роботу закінченою, а зобов’язаний думати про те, яким повинен бути майбутній виріб, котрий мусить витиснути з ринку те нове, що ще не запущено в серію.

Що потрібно зробити, щоб змусити розщедритися споживача і придбати це супер нове майбутнє?

Розвиток техніки може йти двома шляхами: традиційним – "від потреби", і "екзотичним" – "від пропозиції". Традиційний шлях властивий еволюційному розвитку техніки, коли техніка розвивається шляхом поліпшення своїх характеристик і звільнення від недоліків при переході від однієї модифікації до іншої.

Не виключений і інший шлях розвитку техніки – "від пропозиції", коли створюється принципово нове на основі переосмислення (аналізу) невикористаних можливостей, уже наявних знань і раніше знайдених технічних рішень. Так магнітофон був створений "від можливостей", а не від того, що людей не задовольняв механічний звукозапис. Кросівки завоювали світ не тому, що людей не влаштовувало традиційне взуття, а тому, що творці кросівок побачили нові можливості існуючих вже технологій і матеріалів, на основі яких можна створити якісно нове взуття, поява якого на ринку розбудить дрімаючу потребу, що не заявила про себе.

2.7 Контрольні питання до теми 7

1 Поняття алгоритму.

2 Модифікації АРВЗ.

3 Складові частини АРВЗ.

4 Характерні особливості алгоритмічних методів.

5 АРВЗ-77: частина 1 "Вибір задачі".

6 АРВЗ-77: частина 2 "Побудова моделі задачі". Які елементи утворюють конфліктуючу пару? Що є виробом, а що – інструментом?

7 Стандартне формулювання моделі задачі.

8 АРВЗ-77: частина 3 "Аналіз моделі задачі". Що таке Х-елемент?

9 Що таке ідеальний кінцевий результат (ІКР) та як він формулюється?

10 Перехід від технічного до фізичного протиріччя. Стандартне формулювання фізичного протиріччя.

11 АРВЗ-77: частина 4 "Усунення фізичного протиріччя". Способи усунення фізичного протиріччя.

12 Оцінка та аналіз отриманих результатів у АРВЗ-77.

13 Відмінності АРВЗ-85 від попередніх модифікацій.

14 Поняття оперативної зони та оперативного часу у АРВЗ-85Б.

15 Класифікація речовинно-польових ресурсів (РПР).

16 Особливості формулювання ІКР та фізичного протиріччя у АРВЗ-85Б.

17 Мобілізація і застосування РПР у АРВЗ-85Б.

18 Застосування ММЧ у АРВЗ-85Б.

19 Застосування інформаційного фонда у АРВЗ.

20 Розширені можливості АРВЗ.

3 ТЕМА 8. ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Результати наукових досліджень магістрів остаточно оформляються у вигляді ***магістерської дисертації***, або ***кваліфікаційної роботи магістра*** (КРМ).

3.1 Мета та призначення КРМ

КРМ – самостійне наукове дослідження з елементами наукової новизни, що виконує кваліфікаційну функцію, тобто готується з метою прилюдного захисту й здобуття академічного звання магістра.

Основною метою КРМ є:

– встановлення відповідності результатів навчання магістрів вимогам відповідних освітньо-професійних програм (ОПП);

– оцінка глибини розуміння, знань та компетентності магістрантів з обраних ними предметів;

– оцінка вміння застосовувати методи самостійного дослідження, послідовного викладання та практичного застосування теоретичних знань при розв'язувані комплексних наукових і прикладних завдань в областях, пов’язаних зі своєю спеціальністю.

КРМ являє собою кінцевий результат виконаної магістрантом науково-дослідної роботи, що свідчить про отриману ним кваліфікацію, набраний досвід роботи, вміння вирішувати складні задачі, вільно орієнтуватися у науковій та технічній літературі, умінні грамотно викладати свої думки, а також передавати свої знання колегам з наукового спрямування.

Призначення КРМ:

– розкрити науковий потенціал магістранта, показати його здібності в організації та проведенні самостійного дослідження, використанні сучасних методів та підходів при вирішенні проблем у досліджуваній галузі, виявленні результатів проведеного дослідження, формулювання висновків, їх аргументації та розроблення обґрунтованих рекомендацій та пропозицій;

– забезпечити наукову та дослідницьку основу, на якій майбутні фахівці зможуть будувати свою діяльність, якщо вони зацікавлені в отриманні вищих академічних ступенів та професійної роботи.

КРМ, як науково-кваліфікаційна робота суттєво відрізняється від кваліфікаційної роботи бакалавра або дипломного проєкту. Вона

має дві найважливіші ***ознаки***: висунення гіпотези та пошук нової наукової ідеї.

Гіпотеза є одним з головних методів розвитку наукового знання. При висуванні гіпотези магістрант припускає, яким чином він має намір досягти поставленої мети дослідження. Гіпотеза, починаючи з плану проєкту дослідження та закінчуючи готовою роботою, може неодноразово уточнюватись, змінюватись або доповнюватись.

Пошук наукової ідеї – виключно творчий процес. При цьому рекомендується спробувати або йти шляхом узагальнення вже відомих результатів, викладених у кількох опублікованих іншими авторами наукових роботах, або шляхом більш глибокого розгляду будь-яких цікавих окремих випадків вже відомого загального результату.

Таким чином, КРМ повинна містити сукупність нових наукових результатів і положень, що висуваються для публічного захисту, а також формулювання основних напрямів подальшого вирішення проблеми, тобто, вона з одного боку, є підсумком підготовки магістра, а з іншого – самостійним оригінальним навчально-науковим дослідженням, у якому можуть бути зацікавлені кафедри, факультет або інші установи, організації, за заявками яких можуть виконуватися магістерські роботи.

3.2 Вимоги до вибору теми КРМ

Однією з найважливіших вимог до КРМ є актуальність її теми.

Тема КРМ – це не просто її назва, це результат дослідження, спрямований на вирішення конкретної проблеми. Тому важливо чітко визначитися з вибором теми та забезпеченням її актуальності, оскільки на її рішення магістрант збирається витратити свої сили та час.

Формулювання проблеми наукового дослідження є по суті, основою задуму магістранта, тому правильна її постановка – запорука успіху всієї роботи. На рис. 3.1 наведена узагальнена схема вирішення проблеми.

Рисунок 3.1 – Узагальнена схема вирішення проблеми

Одним із важливих етапів для з'ясування чіткості проблеми є визначення ступеню її розробленості, проведення аналізу різних точок зору вчених, виявлення досягнень та "білих плям" у дослідженнях цієї проблеми. Такий аналіз проводиться за допомогою вивчення наукової літератури.

Це перше, що має зробити магістрант, оскільки це задає алгоритм усім наступним його діям і визначає основну мету дисертаційного дослідження.

Слід підкреслити, що назва проблеми має містити саме її проблемне сприйняття, яке потребує розгорнутого наукового дослідження. Також слід зазначити, що назва проблеми, по суті, має відповідати назві самої магістерської роботи.

Крім перерахованого вище, доцільно:

– звернути особливу увагу на суміжні галузі знання (іноді на стику двох наукових дисциплін можна знайти теми, які мають певні дослідницькі перспективи);

– звернутися до каталогу вже захищених дисертацій;

– переглянути наукову періодику, спеціальні видання.

Велике значення має методологічний аспект розгляду проблеми: іноді його зміна чи новий кут зору може стати темою наукової розробки.

Також при виборі та формулюванні теми магістерської дисертації слід враховувати сукупність певних вимог (див. рис. 3.2).

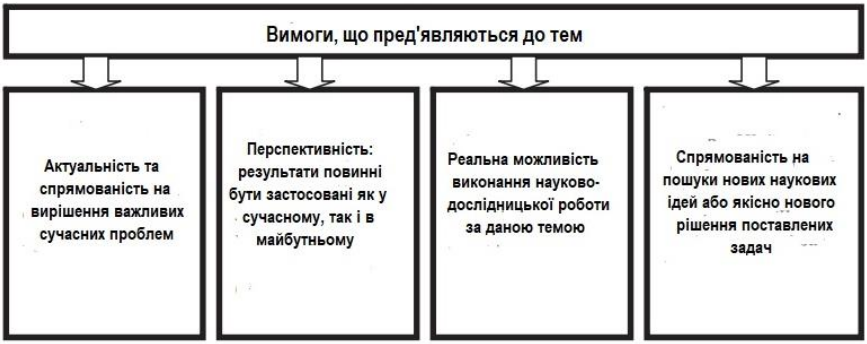


Рисунок 3.2 – Вимоги до тем магістерських дисертацій

Дослідження, що проводяться в період навчання в магістратурі, повинні відповідати напрямку підготовки та виду професійної діяльності; вони можуть мати науково-дослідний або проєктно-виробничий характер.

3.3 Структура КРМ

Схема основних структурних частин КРМ представлена на рис. 3.3.

<table>
<tr><td colspan="4">Вступ</td></tr>
<tr><td>Актуальність</td><td>Задачі</td><td>Мета</td><td>Новизна</td></tr>
<tr><td>Об'єкт</td><td>Предмет</td><td>Науковий результат</td><td>Практична значимість</td></tr>
<tr><td colspan="4">Розділ 1</td></tr>
<tr><td colspan="4">Огляд основних положень, теорій, концепцій, методологічних та методичних основ</td></tr>
<tr><td colspan="4">Розділ 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">Аналіз тенденцій розвитку організацій, комплексів, галузей та результатів практичного використання методологічних підходів та методичних інструментів</td></tr>
<tr><td colspan="4">Розділ 3</td></tr>
<tr><td colspan="4">Розробка нових наукових ідей, концепцій, наукових положень, методичного апарату для їх реалізації, та випробування авторських розробок у практичній діяльності організації</td></tr>
<tr><td colspan="4">Висновки</td></tr>
<tr><td colspan="4">Теоретичні, методологічні, методичні розробки. Результати випробування. Пропозиції щодо подальших досліджень</td></tr>
<tr><td colspan="4">Перелік джерел посилання</td></tr>
<tr><td colspan="4">Додатки</td></tr>
</table>

Рисунок 3.3 – Схема основних структурних частин КРМ

У **вступі** обґрунтовується вибір теми дослідження, мета та задачі роботи, розкриваються актуальність теми, її новизна, об'єкт та предмет дослідження, аналіз отриманих результатів та їхня теоретична і практична значимість. У вступі до роботи бажано коротко проінформувати про етапи подальшого викладу матеріалу та обґрунтувати логіку його побудови.

Мета дослідження орієнтує на його кінцевий результат, який може бути або теоретико-пізнавальний або практично-прикладний.

Задачі дослідження формулюють питання, на які має бути отримана відповідь для досягнення мети дослідження.

Об'єкт наукового дослідження – це певний елемент реальності, який має реальні межі та відносну автономність існування. Об'єкт породжує проблемну ситуацію та обирається для вивчення.

Предмет наукового дослідження – логічний опис об'єкту, вибірковість якого визначена уподобаннями дослідника в виборі точки уявного огляду, аспекту чи окремих проявів спостережуваного сегменту реальності. Предметом дослідження у КРМ може стати якась цілісна складова об'єкта дослідження.

Науковий результат – виражений у тому чи іншому вигляді фрагмент системи знань та/або ефект від застосування знань.

Наукова новизна КРМ – ознака, наявність якої дає автору право використання поняття "вперше" при характеристиці отриманих ним результатів та проведеного дослідження загалом. Оцінка наукової новизни дослідження означає виявлення першості автора у визначенні та дослідженні тієї чи іншої теми дисертаційного дослідження. Магістрант має право претендувати на новизну, якщо його наукові розробки містять формулювання, обґрунтування понять та його окремих елементів, поглиблюють розуміння процесів.

Практична значимість КРМ відображає реалізацію наукової новизни та свідчить про виправданість, необхідність виконання досліджень, що дозволяють щось створити чи покращити, тобто отримати певний ефект. Практична значимість свідчить про перспективність використання кінцевого результату дисертаційного дослідження. Якщо результат дослідження нематеріальний, то практична значимість його результатів сприяє розширенню знань та їхньому застосуванню у певній галузі.

Практична значимість КРМ визначає можливість використання отриманих автором результатів у тій чи іншій галузі науки, виробництва. Вона може виявитися у публікаціях основних результатів дослідження: у наукових статтях, монографіях, підручниках; в наявності патентів, актів щодо запровадження результатів дослідження у практику; апробації результатів дослідження на науково-практичних конференціях; у використанні наукових розробок у навчальному процесі вищих та середніх спеціальних навчальних закладів тощо.

Змістовною частиною КРМ її науковий текст. Ця частина роботи є науково обґрунтованим і систематизованим матеріалом досліджень, що відповідає поставленим цілям і задачам.

Науковий текст роботи характеризується використанням опублікованих матеріалів, точних відомостей та фактів, логікою викладання матеріалу, а також науково обґрунтованих положень, результатів та висновків.

Запропоновані магістрантом нові методологічні та методичні рішення мають бути суворо аргументовані та критично оцінені порівняно з іншими відомими науково-практичними положеннями.

Викладаючи суть роботи, треба вживати стандартну наукову та/чи науково-технічну термінологію, запроваджену національними стандартами на терміни та визначення понять.

Кількість розділів залежить від характеру роботи. Зазвичай у КРМ має бути 3 або 4 розділи.

У ***першому розділі*** зазвичай наводять результати наукового огляду різних концепцій, наукових підходів та взаємозв'язків елементів систем, методичних позицій. Магістрант повинен коротко описати зміст етапів розвитку наукових уявлень вчених про аналізовану проблему, проаналізувати їх та аргументувати переваги основних наукових положень та фактори, що впливають на їхній розвиток.

Перший розділ, по суті, є теоретичною частиною роботи і є основою для підготовки її другої – аналітичної та третьої – практичної.

У ***другому розділі*** КРМ магістрант проводить аналіз отриманих експериментальних, розрахункових даних та інших матеріалів, що дозволяють обґрунтувати проблему, аргументувати висновки та необхідність вирішення поставлених задач. У цьому розділі також аналізується стан предметної галузі, аргументується необхідність розвитку існуючої практики вирішення поставлених задач, використання методики та технології для їхнього вирішення.

У ***третьому розділі*** наводяться розроблені методичні інструменти, алгоритми, що дозволяють вирішити поставлені задачі та досягти мети дисертаційного дослідження, обґрунтовується впровадження у практику моделей чи методичних інструментів.

Між розділами КРМ має бути органічний внутрішній зв'язок, матеріал усередині розділів повинен викладатися у логічній послідовності.

Кожен розділ може бути закінчений ***короткими висновками***. Ці висновки являють собою підсумковий синтез отриманих результатів дослідження. Вони мають містити конкретні дані про найбільш суттєві результати.

При написанні роботи магістрант повинен посилатися на джерела, матеріали або окремі результати яких наводяться в роботі, або на ідеях та висновках яких розроблюються проблеми, задачі, питання, вивченню яких присвячена робота. Такі посилання дають змогу відшукати документи та перевірити достовірність відомостей про цитування документа, дають необхідну інформацію щодо нього, допомагають з'ясувати його зміст, мову тексту, обсяг.

Посилатися слід на останні видання публікацій.

Посилання в тексті на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, «... у роботах [1-7]...».

Для підтвердження власних аргументів посиланням на авторитетне джерело або для критичного аналізу того чи іншого друкованого твору слід наводити цитати. Науковий етикет потребує точно відтворювати цитований текст, бо найменше скорочення наведеного витягу може спотворити зміст, закладений автором.

Загальні вимоги до цитування:

– текст цитати починається та закінчується лапками й наводиться в тій граматичній формі, в якій він поданий у джерелі, із збереженням особливостей авторського написання;

– цитування повинно бути повним, без довільного скорочення авторського тексту та без перекручень думок автора; при цьому пропуск слів, речень, абзаців при цитуванні допускається без перекручення авторського тексту і позначається трьома крапками;

– кожна цитата обов'язково супроводжується посиланням на джерело;

– при непрямому цитуванні (переказі, викладі думок інших авторів своїми словами), що дає значну економію тексту, слід бути гранично точним у викладенні думок автора, коректним щодо оцінювання його результатів і давати відповідні посилання на джерело.

КРМ завершується заключною частиною у вигляді **загального висновку**, в якому наводяться результати досягнення поставленої мети та розв'язання поставлених задач.

Висновок включає узагальнення всієї інформації, викладеної в основній частині КРМ, розроблені автором наукові положення, висновки, рекомендації. Послідовність викладання матеріалу визначається логікою побудови роботи.

Також у висновку розкриваються основні аспекти практичного випробування розроблених науково-методологічних та методичних положень, наводяться основні напрями та рекомендації подальшого розвитку даної теми у відповідній науковій галузі.

Після висновків наводиться **перелік джерел посилання**, до якого входить список літературних джерел, використаних автором під час роботи над темою. Кожне включене до списку літературне джерело слід відобразити у роботі. Не варто включати до бібліографічного списку ті джерела, на які немає посилань у тексті, а також енциклопедії, довідники, науково-популярні книги, газети.

У переліку джерел посилання бібліографічні описи подають у порядку, за яким джерела вперше згадують у тексті. Правила оформлення бібліографічних посилань наведені у [7].

3.4 Правила оформлення КРМ

КРМ включає пояснювальну записку, комплект обчислювальних матеріалів та ілюстративний матеріал.

3.4.1 Пояснювальна записка (ПЗ)

3.4.1.1 Вміст ПЗ

При виконанні ПЗ до КРМ слід дотримуватися вимог, що наведені у ДСТУ 3008-15 [8].

Згідно цього стандарту, структура ***ПЗ*** умовно поділяється на вступну, основну частини та додатки.

Вступна частина включає:

– титульний аркуш;
– завдання на КРМ;
– реферат;
– зміст;
– скорочення та умовні познаки.

Основна частина включає:

– вступ;
– змістову частину (суть роботи);
– висновки;
– перелік джерел посилання.

Склад **Додатків** залежить від спрямованості КРМ. Вони можуть включати до себе графіки, таблиці з результатами досліджень, довідковий матеріал, алгоритми та тексти програм тощо.

Титульний аркуш є першою сторінкою і основним джерелом бібліографічної інформації.

Завдання на кваліфікаційну роботу містить:

– назву університету, факультету, кафедри;

– прізвища автора та керівника;

– повну назву теми КРМ;

– вихідні дані до роботи;

– дані про вміст роботи;

– календарний план роботи над КРМ;

– дату видачі роботи;

– підписи: автора КРМ, консультантів спеціальних розділів, керівника КРМ, нормоконтролера та завідуючого кафедрою, який її затверджує.

На титульному аркуші та завданні номери сторінок не проставляються, але враховуються в загальному обсязі ПЗ.

Реферат має містити:

– відомості про обсяг ПЗ, кількість частин, рисунків, таблиць, додатків, джерел згідно з переліком посилань (наводять усі відомості, зокрема дані додатків);

– перелік ключових слів;

– стислий опис тексту ПЗ (анотація).

Перелік ключових слів, які є визначальними для розкриття суті звіту, має містити від 5 до 15 слів (словосполучень). Рекомендовано подавати їх перед текстом реферату великими літерами в рядок із прямим порядком слів у називному відмінку однини, розташованих за абеткою мови звіту та розділених комами.

Обсяг реферату – 1 стор.

Приклад оформлення реферата наведений у Додатку В.

У ***Змісті*** наводять такі структурні елементи: «Скорочення та умовні познаки», «Передмова», «Вступ», послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів і пунктів (якщо вони мають назву) змістовної частини звіту (суті звіту), «Висновки», «Рекомендації», «Перелік джерел посилання», «Додатки» з їх назвою та зазначенням номера сторінки початку структурного елемента.

Структурні елементи «Титульний аркуш», «Завдання на кваліфікаційну роботу» та «Реферат» до змісту не вносяться.

Перелік джерел посилання, на які є посилання в основній частині ПЗ, наводять у кінці тексту перед додатками.

У **Додатках** наводять відомості, які доповнюють ПЗ та:

– є необхідними для повноти роботи, але долучення їх до основної частини звіту може змінити впорядковане й логічне уявлення про неї;

– не можуть бути послідовно розміщені в основній частині звіту через великий обсяг або способи відтворення.

Так, наприклад, у ***Додатки*** рекомендується виносити графіки, таблиці з довідковими даними, алгоритми та тексти програм тощо.

3.4.1.2 Вимоги до виконання ПЗ

Вимоги до виконання ПЗ наведені у «ДСТУ 3008-15. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення», розд. 7 [8].

Але, враховуючи, що КРМ є в більшому ступені навчальною роботою, при виконанні ПЗ можуть бути деякі відмінності від наукових звітів.

Так, зокрема, в ПЗ до КРМ допускаються наступні припущення:

– у складі ПЗ для КРМ відсутні деякі структурні елементи, такі, як список авторів, передмова, рекомендації тощо; замість цього присутній структурний елемент «Завдання на кваліфікаційну роботу»;

– кожен наступний розділ ПЗ рекомендується починати з нової сторінки;

– заголовки структурних елементів та розділів рекомендується друкувати посередині рядка без абзацного відступу;

– рисунки, таблиці, формули рекомендується нумерувати в межах відповідних розділів; при цьому номер рисунка, таблиці, формули складається з номера розділу та порядкового номера даного елемента в цьому розділі, які відокремлюють крапкою;

– лістинги програм, що мають розмір менше сторінки, слід розташовувати в тексті, форматувати та оформляти як рисунки, причому назва цих рисунків починається зі слова «Лістинг…»;

– лістинги програм, що мають розмір більший за розмір сторінки, слід розміщувати у додатках з обов’язковим посиланням на них у пояснювальній записці.

Крім вказаних, всі інші вимоги до ПЗ повністю відповідають вимогам, наведеним у [3]. Найважливіші з цих вимог, які найчастіше порушують при виконанні ПЗ, приведені на рис. 3.4 – 3.12.

7.1 Загальні положення

7.1.1 Залежно від особливостей та змісту звіт складають у формі тексту, рисунків, таблиць або їхніх комбінацій.

7.1.2 Виклад тексту й оформлювання звіту виконують за положеннями цього стандарту.

7.1.3 Звіт викладають на паперовому та/чи електронному носієві (паперовий та електронний документи відповідно).

7.1.4 Символи в рівняннях і формулах, написи та пояснювальні дані на рисунках, схемах, графіках, діаграмах і в таблицях створюють і вводять у текст з використанням відповідних редакторів комп'ютерної програми.

7.1.5 Звіт друкують шрифтом Times New Roman чорного кольору прямого накреслення через півтора-два міжрядкові інтервали кеглем 14.

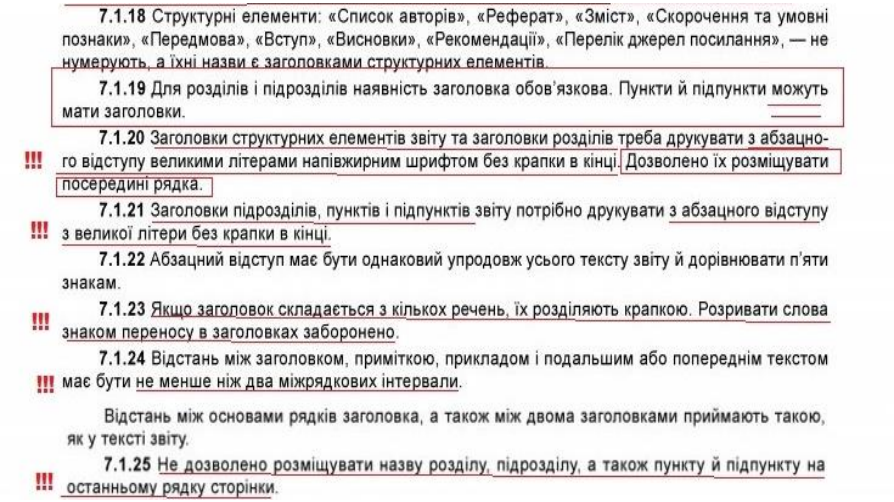
Розмір шрифту для написання заголовків у рядках і колонках таблиць і пояснювальних даних на рисунках і в таблицях встановлює виконавець звіту.

7.1.9 У звіті не бажано вживати іншомовних слів і термінів за наявності рівнозначних слів і термінів мови, якою подано звіт.

7.1.10 Мову звіту визначено у статті 21 Закону України «Про засади державної мовної політики».

7.1.11 Рекомендовано на сторінках звіту використовувати береги такої ширини: верхній і нижній — не менше ніж 20 мм, лівий — не менше ніж 25 мм, правий — не менше ніж 10 мм.

Рисунок 3.4 – Загальні вимоги до ПЗ



7.1.18 Структурні елементи: «Список авторів», «Реферат», «Зміст», «Скорочення та умовні познаки», «Передмова», «Вступ», «Висновки», «Рекомендації», «Перелік джерел посилання», — не нумеруються, а їхні назви є заголовками структурних елементів.

7.1.19 Для розділів і підрозділів наявність заголовка обов'язкова. Пункти й підпункти можуть мати заголовки.

7.1.20 Заголовки структурних елементів звіту та заголовки розділів треба друкувати з абзацного відступу великими літерами напівжирним шрифтом без крапки в кінці. Дозволено їх розміщувати посередині рядка.

7.1.21 Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів звіту потрібно друкувати з абзацного відступу з великої літери без крапки в кінці.

7.1.22 Абзацний відступ має бути однаковий упродовж усього тексту звіту й дорівнювати п'яти знакам.

7.1.23 Якщо заголовок складається з кількох речень, їх розділяють крапкою. Розривати слова знаком переносу в заголовках заборонено.

7.1.24 Відстань між заголовком, приміткою, прикладом і подальшим або попереднім текстом має бути не менше ніж два міжрядкових інтервали.

Відстань між основами рядків заголовка, а також між двома заголовками приймають такою, як у тексті звіту.

7.1.25 Не дозволено розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту на останньому рядку сторінки.

Рисунок 3.5 – Вимоги до заголовків структурних одиниць

7.4 Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів

7.4.1 Розділи, підрозділи, пункти, підпункти нумерують арабськими цифрами.

7.4.2 Розділи звіту нумерують у межах викладення суті звіту і позначають арабськими цифрами без крапки, починаючи з цифри «1».

7.4.3 Підрозділи як складові частини розділу нумерують у межах кожного розділу окремо. Номер підрозділу складається з номера відповідного розділу та номера підрозділу, відокремлених крапкою.

Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 тощо.

7.4.4 Пункти нумерують арабськими цифрами в межах кожного розділу або підрозділу.

Номер пункту складається з номера розділу та порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, які відокремлюють крапкою. Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 або 1.1.1, 1.1.2 тощо.

Якщо текст поділяють лише на пункти, їх слід нумерувати, крім додатків, порядковими номерами.

7.4.5 Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, які відокремлюють крапкою. Після номера підпункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1.1.1 або 2.1.4 тощо.

Якщо розділ, не маючи підрозділів, поділяють на пункти та підпункти, номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, які відокремлюють крапкою. Після номера підпункту крапку не ставлять.

7.4.6 Якщо розділ або підрозділ складається з одного пункту, або пункт складається з одного підпункту, його не нумерують.

Рисунок 3.6 – Вимоги до нумерації структурних одиниць

7.5.6 Рисунки нумерують наскрізно арабськими цифрами, крім рисунків у додатках.

Дозволено рисунки нумерувати в межах кожного розділу. У цьому разі номер рисунка складається з номера розділу та порядкового номера рисунка в цьому розділі, які відокремлюють крапкою, наприклад, «Рисунок 3.2» — другий рисунок третього розділу.

!!!

7.5.7 Рисунки кожного додатка нумерують окремо. Номер рисунка додатка складається з позначки додатка та порядкового номера рисунка в додатку, відокремлених крапкою. Наприклад, «Рисунок В.1 — _____», тобто перший рисунок додатка В.
назва рисунка

7.5.8 Якщо в тексті звіту лише один рисунок, його нумерують відповідно до 7.5.6.

7.5.9 Назва рисунка має відображати його зміст, бути конкретною та стислою. Якщо з тексту звіту зрозуміло зміст рисунка, його назву можна не наводити.

За потреби пояснювальні дані до рисунка подають безпосередньо після графічного матеріалу перед назвою рисунка.

!!!

Назву рисунка друкують з великої літери та розміщують під ним посередині рядка, наприклад, «Рисунок 2.1 — Схема устаткування».

7.5.10 Рисунок виконують на одній сторінці аркуша. Якщо він не вміщується на одній сторінці, його можна переносити на наступні сторінки. У такому разі назву рисунка зазначають лише на першій сторінці, пояснювальні дані — на тих сторінках, яких вони стосуються, і під ними друкують: «Рисунок _____, аркуш _____».

!!!

Рисунок 3.7 – Вимоги до оформлення рисунків

7.6.3 Таблицю подають безпосередньо після тексту, у якому її згадано вперше, або на наступній сторінці.

На кожну таблицю має бути посилання в тексті звіту із зазначенням її номера.

7.6.4 Таблиці нумерують наскрізно арабськими цифрами, крім таблиць у додатках.

Дозволено таблиці нумерувати в межах розділу. У цьому разі номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад, «Таблиця 2.1» — перша таблиця другого розділу.

7.6.5 Таблиці кожного додатка нумерують окремо. Номер таблиці додатка складається з позначення додатка та порядкового номера таблиці в додатку, відокремлених крапкою. Наприклад, «Таблиця В.1 — _____», тобто перша таблиця додатка В.
назва таблиці

7.6.6 Якщо в тексті звіту подано лише одну таблицю, її нумерують.

7.6.7 Назва таблиці має відображати її зміст, бути конкретною та стислою. Якщо з тексту звіту можна зрозуміти зміст таблиці, її назву можна не наводити.

7.6.8 Назву таблиці друкують з великої літери і розміщують над таблицею з абзацного відступу.

7.6.9 Якщо рядки або колонки таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під іншою або поруч, чи переносять частину таблиці на наступну сторінку. У кожній частині таблиці повторюють її головку та боковик.

У разі поділу таблиці на частини дозволено її головку чи боковик заміняти відповідно номерами колонок або рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами в першій частині таблиці.

Слово «Таблиця ____» подають лише один раз над першою частиною таблиці. Над іншими частинами таблиці з абзацного відступу друкують «Продовження таблиці ____» або «Кінець таблиці ____» без повторення її назви.

7.6.10 Заголовки колонок таблиці починають з великої літери, а підзаголовки — з малої літери, якщо вони становлять одне речення із заголовком.

7.6.11 Підзаголовки, які мають самостійне значення, подають з великої літери. У кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Переважна форма іменників у заголовках — однина

Рисунок 3.8 – Вимоги до оформлення таблиць

7.6.1 Цифрові дані звіту треба оформлювати як таблицю відповідно до форми, поданої на рисунку

Таблиця _____ — _____
номер назва таблиці

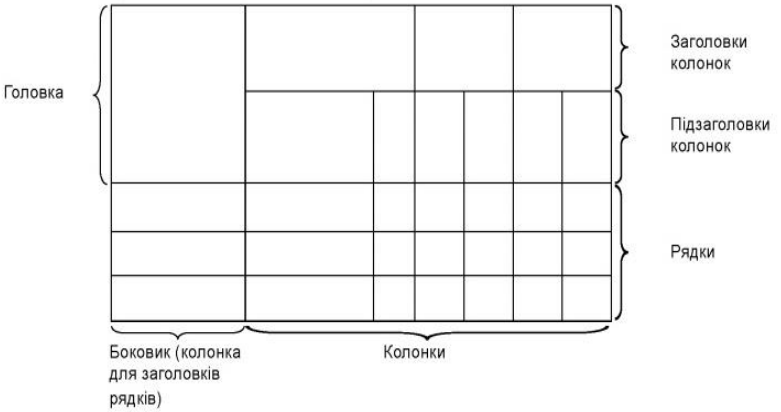


Рисунок 3.9 – Структура таблиць

7.7 Переліки

!!! **7.7.1** Переліки (за потреби) подають у розділах, підрозділах, пунктах і/або підпунктах. Перед переліком ставлять двокрапку (крім пояснювальних переліків на рисунках).

!!! **7.7.2** Якщо подають переліки одного рівня підпорядкованості, на які у звіті немає посилань, то перед кожним із переліків ставлять знак «тире».

Якщо у звіті є посилання на переліки, підпорядкованість позначають малими літерами української абетки, далі — арабськими цифрами, далі — через знаки «тире».

Після цифри або літери певної позиції переліку ставлять круглу дужку.

!!! *Приклад*

а) _____;
б) _____;
1) _____;
— _____;
— _____;
2) _____;
в) _____.

7.7.3 У разі розвиненої та складної ієрархії переліків дозволено користуватися можливостями текстових редакторів автоматичного створення нумерації переліків (наприклад, цифра—літера—тире).

!!! **7.7.4** Текст кожної позиції переліку треба починати з малої літери з абзацного відступу відносно попереднього рівня підпорядкованості.

Рисунок 3.10 – Вимоги до оформлення переліків

7.10 Формули та рівняння

7.10.1 Формули та рівняння подають посередині сторінки симетрично тексту окремим рядком безпосередньо після тексту, у якому їх згадано.

Найвище та найнижче розташування запису формул(и) та/чи рівняння(-нь) має бути на відстані не менше ніж один рядок від попереднього й наступного тексту.

!!! **7.10.2** Нумерують лише ті формули та/чи рівняння, на які є посилання в тексті звіту чи додатка.

7.10.3 Формули та рівняння у звіті, крім формул і рівнянь у додатках, треба нумерувати наскрізно арабськими цифрами. Дозволено їх нумерувати в межах кожного розділу.

7.10.4 Номер формули чи рівняння друкують на їх рівні праворуч у крайньому положенні в круглих дужках, наприклад (3). У багаторядкових формулах або рівняннях їхній номер проставляють на рівні останнього рядка.

7.10.5 У кожному додатку номер формули чи рівняння складається з великої літери, що позначає додаток, і порядкового номера формули або рівняння в цьому додатку, відокремлених крапкою, наприклад (А.3).

Якщо в тексті звіту чи додатка лише одна формула чи рівняння, їх нумерують так: (1) чи (А.1) відповідно.

!!! **7.10.6** Пояснення познак, які входять до формули чи рівняння, треба подавати безпосередньо під формулою або рівнянням у тій послідовності, у якій їх наведено у формулі або рівнянні.

!!! Пояснення познак треба подавати без абзацного відступу з нового рядка, починаючи зі слова «де» без двокрапки. Познаки, яким встановлюють визначення чи пояснення, рекомендовано вирівнювати у вертикальному напрямку.

Приклад оформлення математичної формули

Відомо, що

$$Z = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}, \qquad (1)$$

де M_1, M_2 — математичне очікування;

σ_1, σ_2 — середні квадратичні відхили [23].

Рисунок 3.11 – Вимоги до оформлення математичних формул

7.10.7 Фізичні формули подають аналогічно математичним формулам, дотримуючи положень 7.10.1—7.10.5, але з обов'язковим записом у поясненні познаки одиниці виміру відповідної фізичної величини. Між останньою цифрою та одиницею виміру залишають проміжок (крім позначення одиниць плоского кута — кутових градусів, кутових мінут і секунд, які пишуть безпосередньо біля числа вгорі).

Приклад

Масу твердого тіла в кілограмах обчислюють за формулою:

$$m = \frac{F}{a}, \qquad (2.2)$$

де F — сила, що діє на тіло, Н;

a — пришвидшення тіла, м/с².

7.10.12 *Числові значення величин*

7.10.12.1 Числові значення величин з допусками наводять так:

!!! (65 ± 3) %;

80 мм ± 2 мм або (80 ± 2) мм.

7.10.12.2 Діапазон чисел фізичних величин наводять, використовуючи прикметники «від» і «до».

!!! *Приклад*

Від 1 мм до 5 мм (а не від 1 до 5 мм).

!!! **7.10.12.3** Якщо треба зазначити два чи три виміри, їх подають так: 80 мм × 25 мм × 50 мм (а не 80 × 25 × 50 мм).

Рисунок 3.12 – Вимоги до оформлення фізичних формул

3.4.2 Ілюстративний матеріал

Ілюстративний матеріал для захисту КРМ має бути виконаним у вигляді плакатів або слайдів з можливістю подання його за допомогою проєкційних та комп'ютерних засобів. Вміст ілюстративного матеріалу залежить від спрямованості КРМ.

Слайди слід виконувати у формі презентації в програмі Microsoft PowerPoint (або аналогічних програмах) в кількості від 10 до 15 слайдів.

На слайдах розміщують порівняльні таблиці, діаграми, що ілюструють отримані результати, викладають формули, наводять схеми та структури, що пропонуються, інтерфейсні вікна розробленого ПЗ, а також інші ілюстративні матеріали, необхідні здобувачу під час доповіді для розкриття змісту роботи.

Виконання ілюстративного матеріалу передбачає використання сучасних комп'ютерних засобів та пакетів програм, включаючи системи автоматизованого проектування і моделювання (AutoCAD, Visio, Corel Draw та інші).

3.5 Апробація результатів КРМ

Результати КРМ повинні бути відображені у наукових статтях, опублікованих в фахових виданнях України чи інших держав, доповідях на наукових конференціях, конгресах тощо.

Наукова стаття – це найбільш поширений вид наукової публікації, що містить дослідження або результати досліджень наукової проблеми. Вона повинна містити опис методів дослідження, отримані результати та висновки, які можуть бути зроблені на основі дослідження. Наукові статті зазвичай публікуються в наукових журналах, щоб інші дослідники могли з ними ознайомитися. Окрім того, публікація наукових статей є важливою частиною процесу наукового дослідження та сприяє розвитку науки в цілому. Наукові статті мають спеціальний формат та структуру, яка дозволяє чітко та логічно викладати результати дослідження та їхню інтерпретацію. Вони повинні бути написані точно та зрозуміло, з використанням наукової термінології та стандартів, щоб дати можливість іншим дослідникам з легкістю ознайомитися з результатами дослідження та використати їх у своїх власних дослідженнях.

Препринт – це версія наукової статті, яка ще не була офіційно опублікована в науковому журналі. Препринти часто розміщуються на спеціальних веб-сайтах, що дозволяє дослідникам зі всього світу швидко дізнаватися про нові дослідження та результати. Препринти можуть бути опубліковані відразу після завершення дослідження та написання статті, перш ніж вона буде відправлена на рецензування в науковий журнал. Це дозволяє дослідникам отримувати зворотний зв'язок та коментарі від інших дослідників щодо їхнього дослідження до остаточної публікації. Препринти є важливим інструментом для швидкого та ефективного розповсюдження наукової інформації та сприяють розвитку науки в цілому. Однак, важливо зазначити, що препринти не є офіційною публікацією і не пройшли рецензування, тому результати досліджень, які наведені в препринтах, слід сприймати з певною обережністю та критичністю.

Тези доповіді конференції – це короткий опис дослідження, який подається на конференції з метою привернення уваги до дослідження та обговорення його результатів з іншими дослідниками. Тези доповіді зазвичай складаються з декількох абзаців і містять короткий огляд дослідження, методи дослідження, результати та висновки. Тези можуть бути представлені у вигляді письмового тексту або презентації, яку доповідач представляє на конференції.

Постерна доповідь на конференції – це форма презентації дослідження, яка зазвичай використовується на наукових конференціях. Постер є графічним зображенням дослідження, яке демонструється на спеціально підготовленому плакаті. Постер містить короткий огляд дослідження, його головні результати, методи та підходи, використані в дослідженні, а також висновки та рекомендації. Постер зазвичай містить графіки, таблиці, фотографії та інші ілюстрації, що допомагають візуалізувати результати дослідження та зрозуміти його суть. Учасник конференції, який представляє постер, має можливість доповісти про своє дослідження та відповісти на запитання інших учасників конференції. Постерна доповідь дозволяє учасникам конференції більш детально ознайомитися з дослідженням та обговорити його результати з автором та іншими учасниками конференції.

Патент можна розглядати як наукову публікацію, оскільки патентне досьє містить докладний опис винаходу або корисної моделі, а також результати його використання. У патенті надається повна

інформація про винахід або корисну модель, зокрема їхня суть, спосіб застосування, переваги та принципи роботи.

У більшості країн патентна система забезпечує юридичний захист прав на інтелектуальну власність, зокрема на винаходи, корисні моделі та промислові зразки. Цей захист стосується не тільки розробників, а й користувачів, оскільки патент дозволяє заборонити виготовлення, використання та продаж продукту без дозволу правовласника патенту.

Отже, патентна система є важливим інструментом для захисту інтелектуальної власності та сприяє розвитку науки і техніки, оскільки вона забезпечує захист прав на нові розробки та винаходи, що стимулює дослідження та розвиток нових технологій.

3.6 Правила оформлення бібліографічних посилань

При оформленні бібліографічних посилань у навчальних та наукових роботах слід дотримуватися вимог, наведених у ДСТУ 8302:2015 "Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання". Згідно з цими вимогами, елементи бібліографічного запису (заголовок і бібліографічний опис) та знаки пунктуації в бібліографічному посиланні, незалежно від його призначення та виду, подають згідно з ДСТУ ГОСТ 7.80:2007 і ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 "Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання" з урахуванням особливостей, наведених на рис. 3.13.

4.4 Елементи бібліографічного запису (заголовок і бібліографічний опис) та знаки пунктуації в бібліографічному посиланні, незалежно від його призначення та виду, подають згідно з ДСТУ ГОСТ 7.80 і ДСТУ ГОСТ 7.1 з урахуванням таких особливостей:

— у заголовку бібліографічного запису подають відомості про одного, двох чи трьох авторів, при цьому імена цих авторів у бібліографічному описі у відомостях про відповідальність (за навскісною рискою) не повторюють;

— за потреби у заголовку бібліографічного запису позатекстового посилання можна зазначати більше ніж три імені авторів;

— замість знака «крапка й тире» («. — »), який розділяє зони бібліографічного опису, в бібліографічному посиланні рекомендовано застосовувати знак «крапка» (при цьому в межах одного документа застосування в бібліографічних посиланнях розділових знаків уніфіковують);

ДСТУ 8302:2015

— відомості, запозичені не з титульної сторінки документа, дозволено не брати у квадратні дужки;

— після назви дозволено не зазначати загального позначення матеріалу («Текст», «Електронний ресурс», «Карти», «Ноти» тощо — перелік згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1);

— у складі вихідних даних дозволено не подавати найменування (ім'я) видавця;

— у складі відомостей про фізичну характеристику документа можна зазначати або його загальний обсяг (наприклад: 285 с.), або номер сторінки, на якій подано об'єкт посилання (наприклад: С. 19);

— дозволено не наводити відомостей про серію та Міжнародний стандартний номер (ISBN, ISMN, ISSN).

4.5 В усіх елементах бібліографічного опису (за винятком основної назви документа й відомостей, що належать до назви та містять одне слово) дозволено скорочувати окремі слова та словосполучення згідно з ДСТУ 3582, ДСТУ 6095, ДСТУ 7093, ГОСТ 7.12.

Рисунок 3.13 – Особливості складання бібліографічних посилань згідно з вимогами ДСТУ 8302:2015 "Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання"

Приклади оформлення бібліографічних посилань у пояснювальних записках до курсових, кваліфікаційних робіт та магістерських дисертацій наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Приклади оформлення бібліографічних посилань згідно з вимогами ДСТУ 8302:2015 "Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання"

Характеристика джерела	**Приклад оформлення**
1	**2**
Книги	
Один автор	1. Ольшевський С.В. Конструювання радіоелектронних засобів : конспект лекцій за курсом. Київ : Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2014. 99 с. 2. Ганжа С.М. Основи конструювання електронних засобів : підручник. Луганськ : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. 2011, 491 с.
Два автори	1. Нікольський О.І., Шеремета О.П. Моделювання теплових процесів в РЕА : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2015. 116 с. 2. Гура О. І., Гура Т. Є. Психологія управління соціальною організацією : навч. посіб. 2-ге вид., доп. Херсон : ОЛДІ ПЛЮС, 2015. 212 с.
Три автори	1. Матвійків М.Д., Вус Б.С., Матвійків О.М. Елементи та компоненти електронних пристроїв : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. 496 с. 2. Піза Д.М., Тімовський А.К., Лугін А.І. Моделювання радіоелектронних пристроїв : навч. посіб. / за ред. Д.М. Пізи. Запоріжжя : ЗНТУ, 2003. 258 с. 3. Zhovinsky E.Ya., Kryuchenko N.O., Paparyha P.S. Geochemistry of Environmental Objects of the Carpathian Biosphere Reserve. Kyiv : 2013. 100 p.
Чотири і більше авторів	1. Хіль М.І., Арушанов О.П., Ганжа С.М., Герасименко Є.П. Навчальне проєктування радіоелектронних апаратів : навч. посіб. Луганськ : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, Технол. ін-т., 2011. 227 с. 2. Перегрін Г.Р., Башмакова Л.І., Поспєєва І.Є., Соріна О.О. Інженерні помилки : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, 2007. 312 с.

Продовження таблиці 3.1

1	2
П’ять і більше авторів	1. Якість, надійність радіоелектронної апаратури. Елементи теорії і методи забезпечення : монографія / Ю.Я. Бобало та ін., за ред. Л.А. Недоступа. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013. 196 с. 2. Методологія та організація наукових досліджень : навч. посіб. / Л. І. Сидоренко та ін., за ред. І. С. Добронравової (ч. 1), О. В. Руденко (ч. 2). К. : ВПЦ "Київський університет", 2018. 607 с.
Автор(и) та редактор(и)/ упорядники	1. Войцицький А.П., Дубровський В.П., Боголюбов В.М. Техноекологія: підручник / за ред. В.М. Боголюбова. К. : Аграрна освіта, 2009. 533 с. 2. Бобало Ю.Я., Недоступ Л.А., Кіселичник М.Д. Якість, надійність радіоелектронної апаратури. Елементи теорії і методи забезпечення : монографія / за ред. Л.А. Недоступа. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013. 196 с.
Переклад з іншої мови	1. Хенлі Е. Дж., Кумамато Х. Надійнісне проєктування технічних систем і оцінка риску : пер. з англ. за ред. Ю.Г. Зареніна. К. : Вища школа, Гол. вид-во, 1987. 544 с.
Без автора	1. Теплові процеси в електроніці. / Ю.Я. Бобало та ін., за ред. З.Ю. Готри. Львів : Ліга-Прес, 2007. 360 с. 2. Основи методології та організації наукових досліджень: Навч. посіб. для студентів, курсантів, аспірантів і ад’юнтів / за ред. А. Є. Конверського. К. : Центр учбової літератури, 2010. 352 с.
Багато-томний документ	1. Бондаренко В. Г., Канівська І.Ю., Парамонова С.М. Теорія ймовірностей і математична статистика. Ч.1 К. : НТУУ "КПІ", 2006. 125 с. 2. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації: У 3-х кн. : навчальний посібник. / Є.М. Травніков та ін. ; за загальною редакцією В. С. Лазебного. К. : "КАФЕДРА", 2015. Кн. 2. Основи конструювання. 285 с. : іл. 3. Вібрації в техніці: Довідник : в 6-ти т. / ред. рада : В. Н. Челомей (гол.). К. : Машинобудування, 1981. Т. 5. Вимірювання та випробування. / Під ред. М. Д. Генкина. 1981. 496 с.
Словники	1. Радіотехніка. Енциклопедичний навчальний довідник / за ред. проф. Ю.Л. Мороза, Є.А. Мачюського, В.І. Правди. К. : Вища школа, 1993. 837 с.

Продовження таблиці 3.1

1	2
Частина книги, періодичного, продовжуваного видання	1. Голобородько М.Ю., Зотова І.Г., Левшенко О.С. Загальні вимоги до видів, послідовності та умов проведення випробувань радіоелектронного обладнання. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняховського.* 2018. № 1. с. 86 – 92. 2. Уваров Б.М. Надійність конструкцій чарунок радіоелектронної апаратури за зовнішніх механічних впливів. *Вісник НТУУ "КПІ". Серія радіотехніка, радіоапаратобудування*. Київ, 2009. Вип. 39. с. 91 – 98.
Електронні ресурси	
Книги	1. Саєнко С.Ю., Нечипоренко І.В. Основи САПР : навч. посіб. Харків: ХДУХТ, 2017. URL : http://elib.hduht.edu.ua/handle/123456789/2819 (дата звернення : 17.12.22).
Статті з періодичних видань	1. Мірошниченко О. Ю., Карюк В. І. Етапи формування організаційно-економічного механізму інноваційної діяльності підприємств. Ефективна економіка. 2012. № 2. URL : http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=932 (дата звернення : 22.01.2018).
Законодавчі документи	1. Конституція України (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1996, № 30, ст. 141). URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text (дата звернення : 20.12.2022). 2. Про затвердження Вимог до оформлення дисертації: наказ Міністерства освіти і науки від 12 січ. 2017 р. № 40. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0155-17#Text (дата звернення : 02.09.2019).
Сторінки веб-сайтів	1. Digi Key: каталог товарів. URL : https://www.digikey.com/ (дата звернення : 11.05.2022). 2. AutoCAD for Mac & Windows | 2D/3D CAD Software | Autodesk: веб-сайт. URL : https://www.autodesk.com (дата звернення : 05.11.22). 3. Електронні компоненти для друкованого монтажу : каталог. – URL : https://www.smd.com/ (дата звернення : 03.09.2021).

Продовження таблиці 3.1

1	2
Стандарти, каталоги, законодавчі та нормативні акти	
Стандарти	1. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 ЄСКД. Загальні положення. [На заміну ГОСТ 2.001-93, IDT ; чинний від 2007–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 9 с. 2. ДСТУ EN 61010-2-020:2005 Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірювального та лабораторного електричного устаткування. Частина 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг. [На заміну EN 61010-2-020 : 1994, IDT ; чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. — IV, 18 с. 3. ДСТУ 3008-15. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [На заміну ДСТУ 3008-95, чинний від 2015–06–25]. Вид. офіц. Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2016. 30 с.
Каталоги	1. Міждержавні стандарти: каталог : у 6 т. / склад. Ковалева І.В., Павлюкова В.А. ; ред. Іванов В. Л. Львів : НТЦ "Леонорм-стандарт, 2006. (*Серія "Нормативна база підприємства"*). Т. 5. 2007. 264 с. Т. 6. 2007. 277 с.
Законо-давчі та нормативні документи	1. Про затвердження Вимог до оформлення дисертації: наказ Міністерства освіти і науки від 12 січ. 2017 р. № 40. Офіційний вісник України. 2017. № 20. С. 136–141. 2. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій : СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. Офіц. вид. К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2007. VI, 74 с. (*Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція*).
Наукові роботи	
Дисер-тації	1. Коваленко Дар'я Аркадіївна. Метод призначення допусків і вибору елементів радіоапаратури з урахуванням дії зовнішніх впливів та цінових показників : дис. канд. техн. наук : 05.12.13. Запоріз. нац. техн. ун-т. Запоріжжя, 2010. 151 с. Бібліогр. : арк. 137 – 151.
Авто-реферати дисер-тацій	1. Новосад І.Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 „Технологія машинобудування”. Тернопіль : 2007. 20 с.

Кінець таблиці 3.1

1	2
Матеріали конференцій, з'їздів	1. Кібернетика в сучасних економічних процесах : зб. текстів виступів на республік. міжвуз. наук.-практ. конф. / Держкомстат України, Ін-т статистики, обліку та аудиту. К. : ІСОА, 2002. 147 с. 2. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: зб. наук. праць / наук. ред. В. І. Мосаковський. Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. 215 с. 3. Поспєєва, І.Є.. Фурманова Н.І. Застосування CAD/CAM систем для віртуальних випробувань у процесі проєктування РЕЗ. *Тиждень науки: щоріч. наук.-практ. конф., 16 – 20 квітня 2018 р.* : тези доп. / Редкол. : В.В. Наумик (відпов. ред.) Електрон. дані. Запоріжжя : ЗНТУ, 2018.

3.7 Контрольні питання до теми 8

1 Поняття та признаки КМР.
2 Структура КМР.
3 Вимоги до тем магістерських дисертацій.
4 Мета та задачі дослідження магістерської дисертації.
5 Науковий результат магістерської дисертації.
6 Загальна структура звіту.
7 Вступ: вміст, правила оформлення.
8 Змістовна частина: вміст, правила оформлення.
9 Висновки: вміст, правила оформлення.
10 Перелік джерел посилання та додатки: вміст, правила оформлення.
11 Загальні вимоги до оформлення звітів.
12 Вимоги до оформлення рисунків таблиць.
13 Вимоги до оформлення переліків, формул.
14 Що таке наукова публікація?
15 Види наукових публікацій.
16 Види наукових заходів.
17 Наукова стаття.
18 Наукометричні бази.
19 Цитування наукових робіт.
20 Правила оформлення бібліографічних посилань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Перегрін Г.Р., Башмакова Л.І., Поспеєва І.Є., Соріна О.О. Інженерні помилки : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, 2007. 312 с.

2. Hubka, Vladimir. [Theorie technischer Systeme. English] Theory of technical systems : A total concept theory for engineering design / Vladimir Hubka, W. Ernst Eder. p. cm. ,,Completely revised English edition of ‚Theorietechnischer Systeme', 2nd edition… 1984" - T.p. verso. Bibliography : p. Includes index. ISBN 0-387-17451-6 (U.S.) 1. Engineering design. I. Eder, W. E. (Wolfgang Ernst) II. Title. TA174.H8513 1988.

3. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання / Нац. Стандарт України. Вид. офіц. [Уведено вперше ; чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2016. 17 с.

4. ДСТУ 3008-15. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [На заміну ДСТУ 3008-95, чинний від 2015–06–25]. Вид. офіц. Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2016. 30 с.