



Державне підприємство
«Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля»

**Методологія та організація
наукового дослідження.
Керування НДР та ДКР на підприємстві**

Навчально-методичний посібник

Розробник

Головний науковий співробітник,
к.т.н., ЛОГВИНЕНКО А.І.

Дніпро
2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ТЕМА 1. ОГЛЯД НЕАЛГОРИТМІЧНИХ МЕТОДІВ ПОШУКУ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ	5
1.1 Загальні положення	5
1.2 Метод контрольних питань.....	8
1.3 Мозковий штурм	11
1.4 Синектика.....	16
1.5 Морфологічний аналіз	21
2 ТЕМА 2. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ВИРІШЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПРОТИРІЧ	28
2.1 Вибір технічного завдання	28
2.2 Ідеальний кінцевий результат	29
2.3 Фізичні ефекти та явища, їх застосування при вирішенні технічних завдань	31
2.4 Фонд технічних рішень	43
2.5 Характерні технічні прийоми	51
3 ТЕМА 3. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІВНИЙ АНАЛІЗ.....	53
3.1 Загальні положення	53
3.2 Основні положення ФВА	56
3.3 Досвід застосування ФВА	58
3.4 Організація ФВА.....	59
3.5 Аналіз причин виникнення зайвих витрат	60
3.6 Список контрольних питань функціонального аналізу	62
4 СТАНДАРТИ НА РІШЕННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ	64
4.1 Загальний зміст стандартів	64
4.2 Клас 1. Побудова і руйнування вепольних систем.....	66
4.3 Клас 2. Розвиток вепольних систем	73
4.4 Клас 3. Перехід до надсистеми і на мікрорівень	87
4.5 Клас 4. Стандарти на виявлення і вимір системи.....	91
4.6 Клас 5. Стандарти на застосування стандартів	98

5	АЛГОРИТМ РІШЕННЯ ВІНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ	106
5.1	Задача про перевезення шлаку	132
5.2	Задача про запилення кольорів	135
5.3	Задача про макет парашута	138
6	ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ, РАДИ І ПРИКЛАДИ	141
6.1	Основи РТУ-розвитку творчої уяви і його засобу	141
6.2	Основні риси творчої особи	144
6.3	Методика складання формули винаходу	146
6.4	Досягнення сучасних ІТ -технологій і приклади їх застосування	147
6.5	Знаменні "технічні знахідки" і рішення, зроблені колективом ДП "КБ "Південне"	152
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	156
	ЗРАЗКОВИЙ ПЕРЕЛІК ТЕМ ДЛЯ ОПИСУ ФІЗИЧНИХ ЕФЕКТІВ І ТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ	159

ВСТУП

Історія розвитку суспільства, його науково-технічний прогрес нерозривно взаємопов'язаний з появою та впровадженням винаходів, їх розробкою та проведенням широкого фронту перспективних науково-технічних досліджень. У зв'язку з цим особливого значення набуває активізація та наукова організація творчої праці.

У цьому навчальному посібнику розглянуто особливості технічної творчості, закони та діалектика розвитку технічних систем. Представлена історія створення неалгоритмічних методів пошуку нових технічних рішень таких як:

- метод проб та помилок;
- мозковий штурм;
- метод фокальних об'єктів;
- морфологічний аналіз;
- синектика;
- метод контрольних питань та його варіанти.

Зроблено короткий огляд і інших методів. Докладно викладено ФВА – функціонально-вартісний аналіз як ефективний сучасний метод удосконалення конструкцій та процесів, з метою зниження їх вартості та витрат. Наведено історію створення, основні його положення та етапи.

Як найефективніша і найсучасніша, представлена методологія вирішення винахідницьких завдань у вигляді ТРВЗ. ТРВЗ - це наука, яка включає набагато більше, ніж теорія вирішення винахідницьких завдань. До неї входять і закони розвитку технічних систем, і стандарти на вирішення винахідницьких завдань, і алгоритм вирішення винахідницьких завдань (АВВЗ), і колосальний інформаційний фонд, що складається з показників фізичних, хімічних, геометричних та інших ефектів, та курс розвитку творчої уяви (РТУ), та функціонально-вартісний аналіз (ФВА). Останнім часом, з ініціативи О.Г. Альтшуллера, запроваджено і гуманітарна складова ТРВЗ – теорія розвитку творчої особистості.

Необхідно відзначити, що ТРВЗ постійно розвивається і вдосконалюється: досліджуються механізми розвитку технічних систем, поглиблюється розуміння законів розвитку, доповнюється АВВЗ, постійно поповнюється інформаційний фонд. Широкому поширенню ТРВЗ сприяв ряд комп'ютерних програм, розроблених спеціальними науково-дослідними лабораторіями.

Вони мають великий попит і охоче купуються фірмами Англії, Німеччини, Фінляндії, Франції, США, Японії. Свого часу в Москві, Ленінграді налічувалося до 400 шкіл з вивчення ТРТО, по всьому СРСР - до 400 шкіл.

На жаль, переважна більшість інженерів досі не знають, а отже – і не використовують характерні закони ТРВЗ у своїй практиці (розробці конструкцій, технологій). В результаті, в більшості випадків ми маємо дуже недосконалу, метало- і енергоємну техніку, яка не може конкурувати з якісно виготовленою зарубіжною технікою.

1 ТЕМА 1.ОГЛЯД НЕАЛГОРИТМІЧНИХ МЕТОДІВ ПОШУКУ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

1.1 Загальні положення

Асоціативні методи активізації творчого мислення ґрунтуються на застосуванні у творчому процесі семантичних¹ властивостей понять шляхом використання аналогії їх вторинних смислових відтінків. Основними джерелами для генерування нових ідей служать асоціації², метафори³ і випадково обрані поняття.

До асоціативних методів відносяться (багато в чому аналогічні): метод каталогу, метод фокальних об'єктів, метод гірлянд випадковостей та асоціацій.

Між двома абсолютно різними, незв'язаними поняттями (словами) можна здійснити логічний зв'язок, встановити асоціативний перехід у чотири-п'ять етапів. Візьмемо два різні поняття – «деревина» та «м'яч». Здійснимо асоціативний перехід: "деревина" - "ліс", "ліс" - "поле", "поле" - "футбольне", "футбольний" - "м'яч". Або такі два поняття, як "небо" і "чай": "небо" - "земля", "земля" - "вода", "вода" - "пити", "пити" - "чай".

Встановлено, що кількість прямих асоціативних зв'язків будь-якого поняття (слова) загалом близько десяти. Один асоціативний крок дає можливість вибору з 10 слів, другий - зі 10^2 , третій - зі 10^3 , четвертий - зі 10^5 . Таким чином, кожен крок на порядок збільшує кількість зв'язків даного поняття з іншими поняттями за тими чи іншими ознаками, що суттєво розширює можливості вибору ідей розв'язання.

Винахідництво пов'язане з пошуком віддалених аналогів, переносом знань з однієї області в іншу, інтерпретацією нового за допомогою відомих понять, тому в ньому важко обійтися без обхідних слів, переносного сенсу, метафоричних висловлювань, які викликають нові асоціації. Останні поділяють за подібністю, контрастністю, суміжністю і змістом. Асоціації за подібністю - це матеріал для евристичної аналогії¹; за контрастом – для евристичної інверсії²; за суміжністю - для перетворення в просторі та часі; за змістом – для семантичної інтерпретації проблемної ситуації, встановлення причинно-наслідкових зв'язків між технічним об'єктом, його елементами, людиною, середовищем тощо.

Для виникнення асоціацій і генерування ідей можна використовувати різні метафори. Зручніше застосовувати прості види: бінарні метафори-аналоги («дзвіночок регоче», «підкови брів»); метафори-катахрези³, що містять протиріччя («сухопутні моряки», «круглий квадрат»); метафори-загадки («туман над лісом» – косинка).

Метафори можуть бути підказкою для знаходження винахідницької ідеї. Але їх безпосереднє використання вимагає яскраво виражених здібностей до нешаблонного мислення. Для полегшення цього процесу беруть на озброєння прийом інтерпретації значення метафор у технічних термінах. Одночасно з метою розширення простору пошуку ідей і підвищення

ступеня їх оригінальності вдаються до гірлянд метафор (асоціацій), тобто семантично взаємопов'язаних ланцюжків. Найчастіше застосовують два їх різновиди: а) концентровані гірлянди (грона), по-різному виражають одне й те саме ключове поняття; б) гірлянди послідовних метафор (асоціацій), при генеруванні яких попередня метафора є ключовим поняттям для утворення наступної.

Якщо одне ключове слово "повітря", то гірлянда концентрованих метафор може бути такою: "повітря" - "невидиме середовище" (метафора-аналог) - "матеріальний дух" (метафора-катахріза) - "що сокирою не перерубаєш?" (метафора-загадка). Інтерпретацією гірлянди служать поняття: вакуум, спирт, пневмотранспорт, промінь, тінь, вітер, електрика і тощо. Наведені поняття є окремими аналогами ключового слова і використовуються для його аналізу в контексті завдання з метою знаходження ідеї рішення.

Застосування послідовних гірлянд метафор дає ще віддалені аналогічні (або протилежні) поняття. Перевагою метафоричного мислення є його високий рівень оригінальності. Генерування метафор вимагає набуття навичок, але легко піддається формалізації.

Якщо на об'єкт, що вдосконалюється, перенести ознаки інших, випадково обраних об'єктів, то різко зросте число несподіваних варіантів розв'язання. Ця ідея послужила основою методу активізації творчості, запропонованого в 1926 професором Берлінського університету Ф. Кунце (метод каталогу) і вдосконаленого в 50-х роках американським винахідником Ч. Вай-тингом (метод фокальних об'єктів).

Метод фокальних об'єктів дає хороші результати при пошуку нових модифікацій відомих способів та пристроїв. Крім того, він може бути використаний для тренування уяви (вправи типу: придумати фантастичні тварина, рослина, корабель і т. д.).

Сутність методу полягає у перенесенні ознак випадково обраних об'єктів на вдосконалюваний об'єкт, який лежить як би у фокусі переносу.

Застосовують метод фокальних об'єктів у такому порядку:

1. Вибір фокального об'єкта (наприклад, годинник).
2. Вибір трьох-чотирьох випадкових об'єктів (їх беруть навмання зі словника, каталогу, технічного журналу і т. д. Наприклад, кіно, змія, каса, полюс).
3. Складання списків ознак випадкових об'єктів (наприклад, кіно: широкоекранне, звукове, кольорове, об'ємне тощо).
4. Генерування ідей шляхом приєднання до фокального об'єкта ознак випадкових об'єктів (наприклад, широкоекранний годинник, звуковий годинник, об'ємний годинник і т. д.).
5. Розвиток отриманих поєднань шляхом вільних асоціацій (наприклад, широкоекранний годинник: замість вузького циферблата взятий широкий; може бути вузький циферблат, який іноді розтягується в широкий, проектується кудись ... і т. д.).

6. Оцінка отриманих ідей і відбір корисних рішень (доцільно доручити оцінку експерту або групі експертів, а потім спільно відібрати потрібні рішення).

Подальшим розвитком методу фокальних об'єктів є метод гірлянд випадковостей та асоціацій, розроблений радянським винахідником Г.Я. Бушем. Він допомагає знайти велику кількість підказок для нових ідей шляхом створення асоціацій. Для прикладу вирішимо за допомогою методу таке просте завдання: необхідно запропонувати нові, оригінальні та корисні модифікації стільців для розширення асортименту меблевої фабрики.

1. Визначення синонімів об'єкта. Гірлянда синонімів для слова «стул»: стілець – крісло – табурет – пуф – лава.

2. Довільний вибір випадкових об'єктів. Утворимо другу гірлянду зі слів, взятих навмання, наприклад: електролампочка – решітка – кишень – кільце – квітка – пляж.

3. Утворення комбінацій з елементів гірлянд синонімів і випадкових об'єктів, тобто кожен синонім з'єднують з кожним випадковим об'єктом. Таким шляхом отримуємо: стілець з електролампочкою, решітчастий стілець, стілець з кишеньками, ..., табурет для квітів і т.д.

Таблиця 1.1

Найменування і признаки випадкових об'єктів

Найменування	Признаки
Електролампочка	Скляна, світло- та тепловипромінююча, електрична, колбоподібна, з цоколем, з електроконтактами, матова, кольорова
Решітка	Металева, пластмасова, плетена, зварена, кована, гнучка, жорстка, велика, дрібна, з однаковими або неоднаковими осередками з різних за матеріалом елементів Передній, бічний, задній, зовнішній, внутрішній, накладний, помилковий, зберігання документів, носових хусток, грошей, письмового приладдя, дзеркала, кишенькового ліхтаря, радіоприймача
Кишенька	Металева, дерев'яна, пластмасова, вите, суцільне, надувне, емальоване, з гальванічним покриттям, з орнаментом, з годинником, з радіоприймачем, для спортивних вправ, кільце Сатурна, з прорізом для кільцювання птахів
Квітка	Однobarвний, багатobarвний, запашний, дзвонообразний, чашоподібний, плямистий, автоматично повертається до сонця, зонтичний, саморозкривається, польовий, гірський, осінній, водяний, садовий, з шипами, симетричний, лікарський, волосистий
Пляж	Морський, річковий, сонячний, піщаний, гальковий, гладкий, бугристый, вузький, широкий, довгий

1. Упорядкування переліку ознак випадкових об'єктів.

Для зручності об'єднаємо їх у таблицю (табл. 1.1).

2. Генерування ідей шляхом почергового приєднання до технічного об'єкту та його синонімів ознак випадково обраних об'єктів.

Наприклад, ввівши в гірлянду синонімів ознаки електролампочки, можна отримати: скляний стілець, тепловипромінююче крісло, колбоподібний пуф, прозоре крісло, табурет з цоколем і т. д. Аналогічно отримують нові ідеї конструкцій, приєднуючи до гірлянди синонімів ознаки інших випадкових об'єктів – решітки, кишені, кільця, квітки, пляжу.

1. Генерування гірлянд асоціацій. По черзі з ознак випадкових об'єктів, виявлених на кроці 4, генеруються гірлянди асоціацій. Наприклад, якщо в об'єкта «електролампочка» взяти як ключове слово ознаку «з цоколем», то можна отримати гірлянду асоціацій: цоколь – будинок – цегла – пориста – губка – миючий засіб – порошок – піна – міхур – повітря – кисень – оксиди – метал - дзвін - звук - коливання і т.д.

2. Генерування нових ідей. До елементів гірлянди синонімів технічного об'єкта приєднують елементи гірлянд асоціацій. Тоді утворюються такі варіанти: крісло у вигляді міхура, табурет з піни, стілець з пористого матеріалу, пуф, наповнений повітрям і т.д.

3. Вибір альтернативи. На цьому кроці вирішують питання: продовжувати генерування гірлянд асоціацій або їх вже достатньо для відбору корисних ідей.

4. Оцінка та вибір раціональних варіантів ідей.

5. Відбір оптимального варіанта.

1.2 Метод контрольних питань

Метод контрольних питань застосовується для психологічної активізації творчого процесу. Мета його - за допомогою навідних питань підвести до вирішення задачі. Списки таких питань пропонувалися різними авторами з 20-х років нашого сторіччя.

Метод може застосовуватися або у формі монологу винахідника, зверненого до себе, або діалогу, наприклад, у вигляді питань, що задаються керівником мозкового штурму членам групи генераторів ідей. Суть методу у тому, що винахідник відповідає питанням, які у списку, й разом з ними розглядає своє завдання. Широко поширені універсальні питання, складені А. Осборном, Е. Раудзеганом, Т. Ейлоартом, Д. Пірсоном та іншими. Вони складаються з різної кількості питань. За кордоном частіше користуються запитальником, розробленим А. Осборном, який містить 9 груп питань.

Перелік контрольних питань по А. Осборну

1. Яке нове застосування технічному об'єкту Ви можете запропонувати? Чи можливі нові засоби застосування? Як модифікувати відомі способи застосування?

2. Чи можливе рішення винахідницького завдання шляхом пристосування, спрощення, скорочення? Що нагадує Вам цей технічний об'єкт?

Чи викликає аналогія нову ідею? Чи є в минулому аналогічні проблемні ситуації, які можна використовувати? Що можна скопіювати? Який технічний об'єкт потрібно випереджати?

3. Які модифікації технічного об'єкта є можливими? Чи можлива модифікація шляхом обертання, вигину, скручування, повороту? Які зміни призначення (функції), кольору руху, запаху, форми, контурів можливі? Інші можливі зміни?

4. Що можна збільшити у технічному об'єкті? Що можна приєднати? Чи можливе збільшення часу служби, впливу? Збільшити частоту, розміри, міцність? Підвищити якість? Приєднати новий інгредієнт? Дублювати? Чи можлива мультиплікація робочих елементів або всього об'єкта? Чи можливе перебільшення, гіперболізація елементів чи всього об'єкта?

5. Що можна зменшити в технічному об'єкті? Що можна замінити? Чи можна щось ущільнити, стиснути, згустити, конденсувати, застосувати спосіб мініатюризації, укоротити, звузити, відокремити, роздробити?

6. Що можна замінити в технічному Об'єкті? Що, скільки замішати і з чим? Інший інгредієнт? Інший матеріал? Інший процес? Інше джерело енергії? Інше розташування? Інший колір, звук, освітлення?

7. Що можна перетворити на технічному об'єкті? Які компоненти можна взаємно замінити? Змінити модель? Змінити розбивку, розмітку, планування? Змінити послідовність операцій? Транспонувати причину та ефект? Змінити швидкість чи темп? Редагувати режим?

8. Що можна у технічному об'єкті перевернути навпаки? Транспонувати позитивне і негативне. Чи не можна обміняти місцями протилежні елементи? Повернути їх задом наперед? Перевернути вниз? Обміняти місцями? Поміняти ролями? Перевернути затискачі?

9. Які нові комбінації елементів технічного об'єкта можливі? Чи можна створити суміш, метал, новий асортимент, гарнітур? Комбінувати секції, вузли, блоки, агрегати? Комбінувати цілі? Комбінувати привабливі ознаки? Комбінувати ідеї?

Одним із найкращих можна вважати список питань, складений англійським винахідником Т. Ейлоартом. По суті, він дав програму роботи талановитого винахідника, що з фанатичною наполегливістю намагається вирішити завдання методом спроб і помилок. Деякі питання вимагають розвиненої уяви, інші – глибоких та різнобічних знань. Є й питання, по-своєму, дуже тонкі, що свідчать про багатий досвід і спостережливість Т. Ейлоарта.

Перелік контрольних питань по Т. Ейлоарту

1. Перелічити всі якості та визначення передбачуваного винаходу. Змінити їх.

2. Сформулювати завдання ясно. Спробувати нові формулювання. Визначити другорядні завдання та аналогічні задачі. Виділити головні.

3. Перерахувати недоліки наявних рішень, їх основні принципи, нові припущення,

4. Накидати фантастичні, біологічні, економічні, молекулярні та інші аналогії.

5. Побудувати математичну, гідравлічну, електронну, механічну та інші моделі (вони точніше виражають ідею, ніж аналогії).

6. Спробувати різні види матеріалів та енергії: газ, рідкість, тверде тіло, гель, піну, пасту та інше; тепло, магнітну енергію, світло, силу удару і т. д.; різні довжини хвиль, поверхневі властивості і т. п., перехідні стани - замерзання, конденсація, перехід через точку Кюрі і т. д.; ефекти Джоуля-Томпсона, Фарадея та ін.

7. Встановити варіанти, залежності, можливі зв'язки, логічні збіги.

8. Дізнатися думку деяких абсолютно необізнаних у цій справі людей.

9. Влаштувати сумбурне групове обговорення, вислуховуючи все і кожну ідею без критики.

10. Спробувати «національні» рішення: хитре шотландське, всеосяжне німецьке, марнотратне американське, складне китайське тощо.

11. Спати з проблемою, йти на роботу, гуляти, приймати душ, їхати, пити, їсти, грати в теніс – все з нею.

12. Бродити серед стимулюючої обстановки (звалище брухту, технічні музеї, магазини дешевих речей), пробігати журнали, комікси.

13. Накидати таблицю цін, величин, переміщень, типів матеріалів і т. д. різних рішень проблеми або її частин, шукати проблеми в рішеннях або нові комбінації.

14. Визначити ідеальне рішення, розробляти можливі.

15. Видозмінити вирішення проблеми з погляду часів (скоріше або повільніше), розмірів, в'язкості тощо.

16. В уяві залізи всередину механізму.

17. Визначити альтернативні проблеми та системи, які вилучають певну ланку з ланцюга і, таким чином, створюють щось зовсім інше, відводячи убік від потрібного рішення.

18. Чия це проблема? Чому його?

19. Хто вигадав це перший? Історія питання. Які помилкові: тлумачення цієї проблеми мали місце?

20. Хто вирішив цю проблему? Чого він досяг?

21. Визначити загальноприйняті граничні умови та причини, їх встановлення.

Існує також перелік питань Д. Пойа, який відрізняється тим, що питання тут становлять певну систему (в інших списках їх можна міняти місцями). Перелік Д. Пойа створювався переважно на вирішення навчальних математичних завдань, але може бути використаний і під час вирішення технічних.

Найбільш великий і універсальний питальник радянського винахідника і дослідника в галузі технічної творчості Г.Я. Буша, який зветься ще питальником уявного експерименту винахідника. У ньому містяться, наприклад, такі питання.

Як вирішити завдання, якщо не зважати на витрати, якщо від її вирішення залежить життя людини, якщо технічний об'єкт буде використаний як іграшки, або якщо об'єкт є навчальним посібником, експонатом?

Чи не можна відкинуті в минулому принципи рішення використовувати зараз при сучасних технічних можливостях? Чи можна передбачити результат вирішення завдання через 10 - 15 років з урахуванням зростання суспільних потреб?

Як виглядає перелік усіх основних недоліків відомих розв'язків задачі? Яким має бути рішення, якщо їх усунути?

1.3 Мозковий штурм

«Мозговий штурм»¹ – один з найбільш популярних методів психологічної активізації колективної творчої діяльності, розроблений американським підприємцем і винахідником А. Осборном в 1953 р. Він застосовується для отримання нових ідей у науці, техніці, адміністративній і торговій діяльності.

Для усунення психологічних перешкод, викликаних острахом критики, А. Осборн запропонував розділити у часі процеси генерування ідей та їх критичної оцінки. У процесах беруть участь різні люди. Ці думки з'явилися основою його методу, згодом названого прямим мозковим штурмом.

Основні правила мозкового штурму.

1. Завдання послідовно вирішують 2 групи людей по 4 – 15 осіб у кожній (оптимальний склад 6 – 12 осіб).

Перша група тільки висуває різні ідеї – це група «генераторів ідей». У ній бажано мати людей, схильних до абстрагування, із бурхливою фантазією. Завдання "штурмується" протягом 20 - 40 хвилин. Друга група – «експерти» – після закінчення штурму виносить судження про цінність висунутих ідей. У її складі краще працюють люди з аналітичним, критичним складом розуму.

Умови завдання перед її штурмом формулюються тільки в загальних поняттях.

2. Основне завдання групи «генераторів» – видати за відведений час якнайбільше ідей (у тому числі фантастичних, явно помилкових та жартівливих). Чим нереальніші ідеї, тим більше позначається їх вплив на подальшому процесі їх генерації. Погані ідеї – це каталізатори, без них не буде добрих. При остаточному розборі, який відбудеться пізніше, багато пропозицій виявляться марними. Однак сам процес повинен викликати бурхливий потік ідей, які йдуть безперервно, доповнюючи і взаємно збагачуючи один одного. Колективний розум допомагає генерувати послідовність речень. Регламент на кожну ідею – не більше двох хвилин. Всі вони висловлюються без доказів і записуються в протокол або фіксуються на магнітній стрічці.

3. При генерації ідей заборонена будь-яка критика, як явна словесна, а й прихована – і вигляді скептичних усмішок, міміки, жестів, тощо. У ході штурму між учасниками мають бути встановлені вільні і доброзичливі відносини. Треба, щоб ідея, висунута одним учасником штурму, підхоплювалася і розвивалася іншим. Рекомендується запрошувати на штурм людей різних спеціальностей та різного рівня освіти.

Небажано включати в одну групу людей, присутність яких може певною мірою обмежувати інших, наприклад керівників і підлеглих.

4. Експертизу та відбір ідей після закінчення процесу генерування слід проводити дуже уважно. При їх оцінці треба ретельно продумувати всі ідеї, навіть ті, які вважаються несерйозними, нереальними або абсурдними.

5. Процесом вирішення завдання управляє керівник «штурму», який забезпечує дотримання всіх умов та правил.

Керівник повинен виконувати свої обов'язки без наказів та критики, спрямовувати роботу у потрібне русло. Він ставить різні питання, іноді щось підказує чи уточнює, не допускаючи при цьому перерв у розмові. Крім того, йому слід стежити за тим, щоб висловлювання ідей не відбувалося лише у раціональному напрямку. В іншому випадку керівник повинен сам висловити свідомо фантастичну ідею або оголосити «п'ятихвилинку» для висловлювання лише непрактичних ідей.

6. Якщо завдання не вирішено в ході штурму, можна повторити процес вирішення (проте краще це зробити з іншим колективом). Коли ж повторна сесія проводиться з тим самим колективом, проблему потрібно обговорити в іншому аспекті або в ширшому формулюванні, що робить старе завдання невпізнаним. Учасники штурму сприймають її як нову, до цього сприяє рух думок по іншому руслу.

Повне уявлення про важливість поділу процесів генерування та аналізу (критики) ідей, прийнятих у «мозковому штурмі», дає розгляд наступного гіпотетичного прикладу: «На металургійному заводі скликають нараду. Йдеться про будівництво нових підкранових шляхів. Вже уточнили трасу, вантажопідйомність, терміни, вартість. І в той момент, коли директор збирається вимовити заключне слово, якийсь Мюллер випалює: «Але ж ми катаємо малогабаритний лист! Раціональніше замість крана встановити стрічковий конвеєр!» Ще не закінчивши, він уже шкодує про сказане. Його пропозицію зустрічають у багнети:

- директор – тому що нова точка зору потребує відновлення дискусії;
- головний конструктор – тому що критикується його проект;
- начальник транспортного цеху – тому що Мюллер вліз у його сферу;
- товариш Майер - тому що, як він чув, стрічковий конвеєр важко дістати;
- головний бухгалтер – бо його лякає подорожчання проекту;
- товариш Шульце просто тому, що не виносить Мюллера.

Проте кожен з учасників наради не забув би сказати, що завжди вітає нові ідеї. Можливо, вони взагалі не помітили, що автоматично зайняли оборонну позицію.

Ми впевнені, що далеко не всі поведуться таким чином. Проте простежимо за собою: іноді й ми буваємо налаштовані проти якихось нововведень лише тому, що вони нібито ставлять під сумнів наш авторитет; створюють нам додаткову роботу; побічно нас критикують, і навіть оскільки за звичкою чи з обережності простіше сказати: «Не піде!»

Отже, пропозиція Мюллера відкидається... Наш Мюллер (наприклад) тепер, напевно, двічі подумає, перш ніж наважиться відкрити рота».

Для активізації процесу генерації ідей у ході штурму рекомендується використовувати деякі прийоми, які давно застосовувалися різними винахідниками. Такими прийомами є, наприклад, «інверсія» (зроби навпаки), «аналогія» (зроби так, як це зроблено в іншому рішенні), «емпатія» (вважай себе частиною вдосконаленого об'єкта і з'ясуй при цьому свої почуття, відчуття) та «фантазія» (зроби щось фантастичне). Керівник може також використовувати списки контрольних питань, запропонованих О. Осборном та іншими авторами.

При аналізі ідей слід прагнути витягти їх раціональне зерно. Можливо, навіть розвинути висловлену ідею. Якщо вона відкидається, слід ще раз поставити собі запитання: "А чому все-таки це погано?" Ідеї можливо оцінювати, наприклад, за десятибальною системою, а потім виводити середній бал з огляду на думку кожного експерта. Якщо за якоюсь ідеєю вони різко відрізняються (всі експерти поставили 2 бали, а один – 9), треба з'ясувати причину розбіжності.

Розглянемо уривок протоколу мозкового штурму, отриманого під час проведення заняття-ігри у вирішенні навчальної задачі.

Керівник: Наше завдання швидко, продуктивно та якісно розколювати горіхи. Які будуть пропозиції?

А: Зазвичай у домашніх умовах горіхи розколюють зубами, руками, дверима, молотком, кліщами.

Керівник: Ці способи дуже зручні вдома, коли потрібно розколоти від сили кілька десятків горіхів. А що робити, коли горіхів дуже багато?

Б: Потрібно горіхи розсортувати на фракції за розміром, а потім кожну фракцію давити окремо між плитами преса.

В: Можна на горіхи наклеїти якусь речовину, порошок, перетворивши горіхи на кулі одного розміру і тиснути їх на пресі, не поділяючи на фракції. (Розвиток попередньої ідеї).

Г: Порошок, що наклеюється, може бути феромагнітним, тоді після роздавлення... або після млина (!) можна буде магнітним полем видалити шкаралупу і залишити тільки зернятка. (Розвиток попередньої ідеї та застосування фізоефектів).

Керівник: Чудово! Мозковий штурм завдання йде дуже добре. Давайте подумаємо, які сили потрібно прикласти до горіхів, щоб вони розколювалися, і як можна створювати ці сили?

А: Потрібно прикласти зосереджену стискаючу силу. Її можна отримати, якщо чимось вдарити по горіху... або, навпаки, горіхом про щось (!). (інверсія).

Б: Можна стріляти горіхами об стінку з пневматичного кулемета, наприклад з дитячої пневматичної іграшки, що стріляє пінопластовими кульками.

В: Силу можна створити, використовуючи земне тяжіння у момент падіння горіха на підлогу.

Г: Шкаралупа у горіха дуже міцна - її потрібно попередньо обробити яким-небудь розчином, пом'якшити, розчинити... або зробити більш крихкою. Для того, щоб шкаралупа стала крихкою, її можна заморозити.

Керівник: А як би це завдання вирішували тварини, наприклад, птахи?

А: Птахи розбивають дзьобом або... високо злітають і кидають горіх об твердий ґрунт. Ми повинні високо підняти контейнер з горіхами (наприклад, на повітряній кулі, гелікоптері, ліфті тощо) і скинути їх на щось тверде (наприклад, на бетонну плиту), а потім зібрати горіхи (Аналогія), що розкололися.

Б: Горіхи можна розколювати електрогідравлічним ударом, помістивши в ємність із рідиною. (Застосування фізоефектів).

Керівник: А що якщо застосувати до розв'язання задачі такі евристичні прийоми, як емпатію, інверсію...?

В. Потрібно горіхи розколювати не зовні, а зсередини. Просвердли-ти дірочку і подати повітря під великим тиском. (Інверсія).

Г: Можна помістити горіхи в камеру, подати туди повітря під великим тиском, а потім тиск у камері різко зменшити - горіх розірве внутрішній тиск повітря, оскільки воно не зможе швидко впасти. (Розвиток попередньої ідеї). Або можна різко збільшувати та різко скидати тиск у камері. Тоді шкаралупа буде під знакозмінним навантаженням.

Д: Я - горіх, точніше ядро горіха. Зовні шкаралупа. Я тисну на неї руками та ногами – шкаралупа розтріскується. (Емпатія). Потрібно зробити так, щоб шкаралупа перестала рости, а ядро продовжувало зростання і саме розколело шкаралупу. (Ідеальний результат). Для цього шкаралупу можна, наприклад, опромінити.

Б: Я теж горіх. Я тримаюся за гілочку руками, але коли дозріваю, падаю на твердий ґрунт і розколююся. Потрібно горіхи садити з обох боків глибокого урвища або на скелях, тоді вони будуть падати і розколюватися.

А: Потрібно викопати глибокий колодязь, покласти на його дно сталеву плиту, а від горіхових кущів до колодязі підвести жолобки. Горіхи самі відриватимуться, скочуватимуться по жолобках до колодязя, пати-муть на його дно і розбиватимуться.

У ході мозкового штурму за 10 хвилин отримано 40 ідей. Серед них і контрольний варіант рішення, що полягає в тому, що плоди витримують

при тиску повітря вище атмосферного з наступним миттєвим скиданням тиску до атмосферного (авт. св. № 340400).

У 50-х роках метод мозкового штурму швидко поширювався, претендуючи на роль головного прийому творчого мислення у всіх галузях науки та техніки. Доцільність застосування методу підтверджувалася повідомленнями результати його практичного застосування.

Віце-президент однієї американської фірми Р. Андерсон виступив із доповіддю, в якій стверджував, що в результаті застосування методу можна отримати 50 ідей за 15 хвилин. Фірма вислала своїм підрозділам телеграми з умовами завдання та через три дні отримала 831 ідею, 177 з них були практично використані.

Фірма «Дженерал Електрик» на сесії мозкової атаки, організованої на вирішення завдання оптимального з'єднання двох електроприводів, протягом 30 хвилин отримала 175 ідей.

З'явився ряд різновидів методу мозкового штурму: індивідуальний, зворотний, парний та масовий, двоступінчастий, з оцінкою ідей, «конференція ідей», з додатковим збором речень і т.д.

Індивідуальний мозковий штурм проводить одна людина, послідовно генеруючи ідеї, а потім оцінюючи їх.

У зворотному мозковому штурмі основне значення надають критики. Завдання підбирають не загального характеру, а конкретніше. Особливість методу та його ефективність полягають у розкритті протиріч, дефектів, недоліків та обмежень технічного об'єкта чи висловленої ідеї, які треба вдосконалити. Зворотний мозковий штурм доцільно застосовувати для виявлення та встановлення нових винахідницьких завдань, формулювання мети винаходу.

Масова мозкова атака (запропонована американцем Дж. Філіпсом) призначена для підвищення ефективності генерування нових ідей у великій аудиторії. Усіх учасників поділяють на оперативні групи по 5–7 осіб. Керівники груп за 2–3 дні попереджаються про майбутню сесію, знайомляться з порядком її проведення та завданням, яке потрібно вирішувати. Сесія починається з прямих колективних мозкових атак у оперативних групах. Завдання формулюється як особисте. Наприклад: «Як збільшити надійність системи виявлення дефектів у металевих деталях, з якою кожен із вас має справу?» Завдання, поставлене в такий спосіб, стимулює творчу активність. Оптимальний час роботи оперативних груп – 15 хвилин. Після цього керівники груп протягом 5–7 хвилин оцінюють отримані ідеї та вибирають із них по 3–4 для повідомлення масової аудиторії. Потім обговорення продовжується з великою аудиторією.

Мозковий штурм з оцінкою ідей, розроблений у підрозділах фірми «Дженерал Електрик», призначений для вирішення складних конструктивних завдань, коли бажано використати знання та досвід творчого колективу. Рішення здійснюється шляхом послідовного виконання наступних основних кроків: постановки задачі, прямого «мозкового штурму», попередньої оцінки ідей, збирання речень, остаточної оцінки ідей, групового

перегляду ідей, узагальнюючої доповіді, збирання та узагальнення коментарів за доповіддю.

Встановлено, чим складніше проблема, тим довша реакція на поставлене завдання, що дає позитивний ефект. Так, наприклад, в ході одного мозкового штурму за 44 хвилини отримали 105 пропозицій, а наступного дня було подано ще 23 додаткові пропозиції, чотири з яких виявилися кращими за будь-яку з перших 105. У зв'язку з цим в СРСР запропоновано наступного дня після мозкового штурму проводити додатковий збір пропозицій.

У ГДР мозковий штурм отримав розвиток у вигляді методу конференції ідей, найбільш пристосованого до умов соціалістичного ладу.

Питання про авторство і пріоритет рішень, знайдених в результаті мозкового штурму, досить складний, тому що на сесіях присутні іноді по 40, 100 і навіть 200 чоловік. Одні ідеї розвивають інші і є їх основою. І, крім того, будь-яка ідея, висловлена в даний момент будь-яким з учасників сесії, могла вже раніше подумки належати його колеги, що чекає слова.

У зв'язку з цим рекомендується проводити мозковий штурм малими колективами по 5-6 осіб, а питання авторства вирішувати двома шляхами: або визнанням всіх учасників авторами на однакових правах, або встановленням авторства за особами, які зробили заключний крок у формуванні нової ідеї та її рішення. В обох випадках порядок встановлення авторства має бути застережений заздалегідь.

Найкращі результати метод дає при розгляді проблем організаційного характеру (наприклад, знайти нове застосування продукції, знайти нову форму реклами і т. д.) і при вирішенні щодо нескладних винахідницьких завдань.

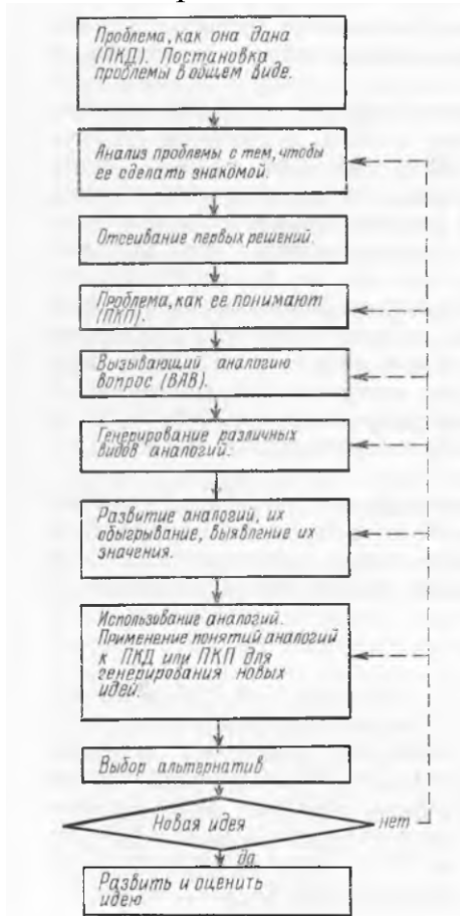
1.4 Синектика

Синектика – найсильніша із створених за кордоном методик психологічної активізації творчості – є подальшим розвитком і вдосконаленням мозкового штурму. Вона запропонована американським винахідником та дослідником методології творчості В. Дж. Гордоном. Роботи у цьому напрямі він розпочав у 1944 р., аналізуючи діяльність однієї винахідницької групи, що відрізнялася високою продуктивністю, а потім (1952 – 1959 рр.) запропонував свою методику.

У 1960 р. У. Дж. Гордон організував фірму «Синектикс інкорпорейтед», що бере на навчання групи фахівців із різних фірм і посилає до них своїх співробітників для участі у вирішенні технічних, організаційних та інших проблем. З 1965р. президентом фірми став Дж.М. Прінс, який вніс ряд удосконалень у методику.

Слово «синектика» у перекладі з грецької означає «суміщення різнорідних елементів». У словнику англійської мови дано таке визначення: «Синектичские групи – групи людей різних спеціальностей, які зустрічаються з метою спроби творчих рішень проблем шляхом необмеженого тренування уяви та об'єднання несумісних елементів».

З використанням синектики формують постійні групи (оптимальний склад 5–7 людина) людей різних спеціальностей, яких навчають винахідницьким прийомам.



Малюнок 1 – Структурна схема синектичного засідання

1. Формулюють проблему в загальному вигляді.

Особливістю цього етапу є те, що в ряді випадків нікого з синекторів, крім керівника сесії, не посвячують у конкретні умови винахідницького завдання (вважається, що передчасне чітке формулювання завдання ускладнює абстрагування, уникнення звичного ходу). Сесія починається з обговорення деяких ознак завдання, наприклад, з розгляду фізичного принципу процесу. Воно охоплює широкий діапазон загальних проблем та поступово звужується під впливом питань керівника сесії, який має спрямовувати обговорення у бажане русло.

Останніми роками синектори дедалі частіше формулюють проблеми у тому вигляді, як вона дана замовником (задачедателем). (Наприклад, як отримати пінисту структуру, яку можна використовувати як харчовий продукт?).

На синектичні засідання запрошуються експерти (фахівці у галузі даних проблем), які пояснюють проблемну ситуацію. Експерт має бути підготовлений до обговорення та знайомий з основами синектики. Він є помічником керівника, може давати пояснення у сфері технічної політики у цій галузі, ставити наводящие питання. Головне завдання експерта – ви-

Бажано навіть, щоб кожен з них мав кілька різних професій. Теоретичною основою синектики стали твердження, що творчий процес пізнаваний і може бути раціонально організований, творчі процеси окремої особи і колективу аналогічні, ірраціональний момент у творчості важливіший за раціональний; в латентному (прихованому) стані знаходиться дуже багато творчих здібностей, які можна виявляти і стимулювати.

Організація проведення сесії синекторів (синектичного засідання) запозичена з мозкового штурму, однак відрізняється від нього використанням деяких прийомів психологічної настройки, в тому числі дуже активним застосуванням аналогій.

Структура сучасного синектичного процесу (мал. 1) така.

явлення корисних та конструктивних ідей шляхом оперативного аналізу висловлювань.

У початковій стадії обговорення учасники прагнуть негайно, без дотримання синектичних процедур, знайти вирішення проблеми. Шляхом аналізу перших рішень експерт зобов'язаний показати їх слабкі сторони (перші ідеї найчастіше гальмують творче мислення учасників) і пояснити сутність дійсної проблеми.

Синектори називають цей етап формулюванням «проблеми як вона дана» (ПКД).

2. Починають аналіз проблеми.

Цей етап синектори проводять разом із експертом. Знаходяться можливості перетворити незнайому та незвичну проблему на деякі звичні. Кожен учасник, включаючи експерта, повинен визначити і оригінально сформулювати одну мету рішення. (У розглянутому прикладі можуть бути сформульовані такі цілі: Як можна змусити матеріал розширюватися, щоб перетворитися на пінистий? Або: як можна змусити частинки матеріалу стиснутися до пінистої структури?).

Після пояснення суті проблеми та її цілей членам синектичної групи дається можливість сформулювати її так, як вони її розуміють, або як вона їм представляється. Тут виявляються звичні напрями (концепції), якими можна було б здійснити пошук розв'язання задачі. Фактично, найчастіше цей етап означає дроблення проблеми на частини, на підпроблеми. Одне з найбільш вдалих формулювань обирає експерт чи керівник.

Цей етап синектори називають формулюванням «проблеми, як її розуміють» (ПКП).

3. Ведуть генерування ідей розв'язання проблеми в тому її формулюванні, на якому зупинено вибір.

Для цього розпочинають екскурсію різними областями техніки, живої природи, політики, психології, релігії, тощо, з метою виявлення того, як подібні (аналогічні) проблеми могли б бути вирішені в цих далеких від цієї галузі. Основна мета екскурсії – знайти нову точку зору на цю проблему. Такий підхід дозволяє: думці піти далеко в бік від теми, що обговорюється, і, на думку синекторів, сприяє активізації творчого мислення.

Екскурсія починається з того, що керівник просить навести приклади-прецеденти, в яких мала б місце ситуація, аналогічна до обговорюваної, ставить питання, що викликають аналогії. У процесі знаходження таких прикладів синектори використовують чотири види аналогій: пряму, особисту, символічну, фантастичну.

При прямій аналогії аналізований об'єкт (процес) порівнюється з більш менш аналогічним з іншої галузі техніки або з живої природи. Робиться спроба використання готових рішень.

Наприклад, якщо ми хочемо удосконалити процес фарбування меблів, то застосування прямої аналогії полягатиме в тому, щоб розглянути,

як фарбуються мінерали, квіти, птахи. Або як фарбують папір і т. д. У міру накопичення досвіду застосування синектики цей прийом перетворився на пошук аналогічних прикладів у широкому сенсі.

Особиста аналогія чи емпатія, персональна аналогія – ототожнення себе з технічним об'єктом. Вирішуючий завдання вживається в образ вдоволеного об'єкта, намагаючись з'ясувати відчуття, що виникають при цьому, тобто «відчути» завдання. Застосовуючи її, дослідник зможе краще зрозуміти завдання, визначити умови його здійснення, виявити ряд факторів, пов'язаних з вирішенням проблеми, але зазвичай вислизають від уваги. У деяких випадках саме цей прийом дозволяє знайти гарне рішення.

У прикладі з фарбуванням меблів можна уявити себе білою вороною, яка хоче якось забарвитися. Особисте ототожнення з елементами завдання звільняє людину від відсталості мислення та дозволяє розглядати проблему у новому незвичайному світлі.

Для розвитку особистої аналогії доцільно послідовно використовувати три прийоми: а) опис фактів уявного становища технічного об'єкта від першої особи; б) опис емоцій та почуттів, що приписуються об'єкту, від першої особи; в) емпатію, ототожнення себе з технічним об'єктом, застосування його мети, функції, проблеми.

Символічна аналогія – деяка узагальнена, абстрактна аналогія. Потрібно у парадоксальній формі сформулювати (буквально двома словами) фразу, що відбиває суть явища. Вона повинна виражати зв'язок між словами, які зазвичай жодно з одним не зіставляються, і містити в собі щось несподіване, дивовижне. Згодом застосування символічної аналогії було скорочено до прийому знаходження «назви книги», що характеризує певне ключове поняття так, щоб воно обов'язково містило парадокс.

На сесіях синекторів пошук оригінальної «назви книги» розуміють як найвище стисле, часто поетичне формулювання сенсу ключового слова, обраного або під час розгляду проблеми «як її розуміють» (ПКП), або під час обговорення аналогічних прикладів. Спочатку вибирається ключове слово, що представляє інтерес з погляду керівника сесії, потім пропонується висловити сутність цього у вигляді оригінальної короткої фрази, що містить парадокс. Наприклад:

Ключове слово	«Назва книги»
Мармур	Райдужна сталість
Храновий механізм	Надійна уривчастість
Розчин	Нерішуча видозміна
Безліч	Зважена плутанина
Сприйнятливість	Розсудлива обмеженість
Кулементна черга	Мимовільна готовність
Полум'я	Об'єднані перерви
Міцність	Видима теплота
Атом	Примусова цілісність
Шліфувальне коло	Енергійна незначність

Знайти вдалу «назву книги» навіть тренованому колективу не одразу вдається. Тому перші варіанти поправляють з урахуванням відповідності сутності ключового слова, чіткості визначення, оригінальності та парадоксальності. Зазвичай після 5-10 спроб знаходять бажаний результат. Такий прийом дозволяє зробити перехід у далекі від обговорюваної проблеми сфери людської діяльності: політику, мистецтво, релігію і т. п. Це збільшує можливості досягнення успіху у вирішенні завдання.

При фантастичній аналогії вводяться якісь фантастичні засоби або персонажі, що виконують те, що потрібно за умовами завдання. Наприклад, як у своїй книзі В.Дж. Гордон, можна запитати: «Як зміниться ваша проблема, якщо перестане діяти тяжіння?». Фантастична аналогія сприяє генерації свіжих і оригінальних ідей, активізує творче мислення, але не має точного визначення. Тому її пізніше перестали виділяти, а застосування прямої аналогії перетворилося на пошук прикладів, заснованих на будь-якому вигляді аналогії.

4. Далі виробляють перенесення (або переміщення) виявлених у процесі генерації нових ідей до ПКД або ПКП та виявляють їх можливості.

Ведучий закінчує етап, повертаючи групу до завдання, і намагається пов'язати отриманий, зовні не відносящейся до справи матеріал з проблемою в тому вигляді, в якому вона була представлена. Окремі слова, що виникли в процесі обговорення, використовуються, щоб викликати нові точки зору на проблему, що сприятимуть успішному її вирішенню. Важливим елементом на цій стадії є критична оцінка експертів.

Якщо отриманий погляд вирішення проблеми виявляється майже реалізованим, можна повторити весь процес для розбору інших ідей.

5. Заключна частина синектичного засідання – розвиток та максимальна конкретизація ідеї, визнаної найбільш вдалою, – ведеться вже спеціальною технічною мовою.

Синектичні засідання, що тривають зазвичай кілька годин, займають лише незначну частину загального часу вирішення поставленого завдання. Інший час синектори присвячують інженерному аналізу, вивчають і обговорюють отримані результати, консультуються з фахівцями, експериментують, а коли рішення дозріло, займаються пошуками найкращих способів його реалізації. Велике значення надається обов'язковому магнітофонному запису засідань. Вивчення їх є потужним знаряддям тренування, а також сприяє встановленню пріоритету і не дає можливості пропустити будь-яку цінну ідею в обстановці загального збудження.

До постійних клієнтів фірми «Синектікс інкорпорейтед», поряд з дрібними фірмами, належать найбільші: «Дженерал Електрик», ІВМ (обчислювальні машини), «Ремінгтон» (зброя), «Зінгер» (швейні машинки) та ін. Відгуки про цінність синектики, як правило, позитивні. Повний курс навчання методики розрахований на рік. Спочатку члени групи, що навчаються, живуть разом і займаються тільки синектикою. Потім прово-

дять разом тиждень на місяць, а решту часу працюють у своїх фірмах. З сьомого місяця і до кінця навчання для членів синектичної групи організують зустрічі для вирішення завдань.

1.5 Морфологічний аналіз

Морфологічний аналіз розроблено в 1942 р. швейцарським астрономом Ф. Цвіккі, який у цей період був залучений до участі в ранніх стадіях ракетних досліджень та розробок в американській фірмі «Аероджет інжиніринг корпорейшн». За допомогою методу морфологічного ящика, найбільш розробленого з усіх методів морфологічного аналізу, створених Ф. Цвіккі, вченому вдалося за короткий час отримати значну кількість оригінальних технічних рішень в ракетобудуванні, чим він дуже здивував провідних фахівців і керівників фірми. Багато із запропонованих рішень було згодом реалізовано.

Надалі Ф. Цвіккі створив ще кілька методів: систематичного покриття поля пошуку; заперечення та конструювання; екстремальних ситуацій; зіставлення скоєного з дефектним і спосіб узагальнення. Але всі ці методи можуть розглядатися як доповнення до морфологічного ящика, найбільш універсального і перспективного методу, заснованого на морфологічному підході.

Сам морфологічний аналіз випередив еру системних досліджень і став першим яскравим прикладом системного підходу у галузі винахідництва. На думку Ф. Цвіккі, предметом методу морфологічної скриньки є проблема взагалі (технічна, наукова, соціальна тощо). Він припускає, що точне формулювання проблеми автоматично розкриває найважливіші параметри, від яких залежить її вирішення, і кожен такий параметр може бути розбитий на ряд значень. Причому будь-яке поєднання значень параметра вважається можливим. Основний принцип такого аналізу, зокрема методу морфологічного ящика, полягає в систематичному дослідженні всіх мислимих варіантів, що впливають із закономірностей будови (тобто морфології) удосконалюваної системи.

Морфологічний метод дослідження був застосований до цілого ряду систем: за твердженням Ф. Цвіккі, більше 70 великих промислових фірм використовують його при вирішенні різноманітних науково-технічних завдань. У результаті застосування свого методу сам Ф. Цвіккі створив серію оригінальних винаходів, у тому числі балістичні пристрої, оригінальні силові установки, вибухові речовини, спосіб комбінованої фотографії і т. д.

Сутність аналізу ось у чому. У технічній системі, що вдосконалюється, виділяють кілька характерних для неї структурних або функціональних морфологічних ознак. Кожна ознака може характеризувати, наприклад, якийсь конструктивний вузол системи, якусь її функцію, якийсь режим роботи системи, тобто параметри або характеристики системи, від яких залежить вирішення проблеми та досягнення основної мети.

По кожній виділеній морфологічній ознаці становлять список її різних конкретних варіантів, альтернатив, технічного вираження. Ознаки з їх альтернативами можна розташовувати у формі таблиці, яка називається морфологічним ящиком, що дозволяє краще уявити собі пошукове поле. Перебираючи всілякі поєднання альтернативних варіантів виділених ознак, можна виявити нові варіанти вирішення завдання, які при простому переборі могли бути втрачені.

Метод передбачає виконання робіт у п'ять етапів:

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

Якщо спочатку ставиться питання про одну конкретну систему, метод безпосередньо узагальнює пошук на всі можливі системи з аналогічною структурою і в результаті дає відповідь на загальне питання. Наприклад, необхідно вивчити морфологічний характер всіх видів транспортних засобів та запропонувати нову ефективну конструкцію пристрою для транспортування снігом – снігоходу.

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

Точне формулювання завдання та визначення класу досліджуваних систем (пристроїв) дозволяють розкрити основні ознаки або параметри, що полегшують пошук нових рішень. Що стосується транспортного засобу (снігоходу) морфологічними ознаками може бути: А – двигун, Б – двигатель, У – опора кабіни, Р – управління, Д – забезпечення заднього ходу тощо.

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

Кожна з n характеристик (параметрів, морфологічних ознак) має певне число k_i різних варіантів, незалежних властивостей, форм конкретного вираження. Наприклад, для снігоходу варіанти: A_1 - двигун внутрішнього згоряння, A_2 - газова турбіна, A_3 - електродвигун, A_4 - реактивний двигун і т. д.; B_1 – повітряний гвинт, B_2 – гусениці, B_3 – лижі, B_4 – снігомет, B_5 – шнеки тощо; V_1 - опора кабіни на сніг, V_2 - на двигун, V_3 - на рушій і т. д. Поєднання одного з можливих варіантів морфологічної ознаки з іншими від кожної ознаки дає одне з можливих технічних рішень.

Структура технічної системи може бути виражена морфологічними ознаками (наприклад, у наведеному вище прикладі - формулою АБВГД ...), але поєднання їх конкретних варіантів (наприклад, $A_1 B_2 V_1 G_3 D_2$) - лише одне конкретне з безлічі технічних рішень, що впливають з закономірностей будови системи.

Сукупність всіх можливих варіантів, кожного з перерахованих морфологічних ознак, виражена у вигляді матриці, дає можливість визначити повне число рішень у цьому випадку таким чином:

$$N = \prod_{i=1}^n k_i$$

Якщо в наведеному вище прикладі обмежитися тільки названими морфологічними ознаками, то число можливих варіантів рішень буде визначатися таким чином:

$$N = 4 \times 5 \times 3 \times \dots \times \dots$$

Якщо побудувати n -мірний простір (де n - кількість морфологічних ознак) і на кожній з осей, що належить одній з ознак, відкласти всі можливі його варіанти, то отримаємо «морфологічний ящик» (назва вдала для тривимірного простору, тобто для трьох ознак). У кожній точці його, що характеризується n конкретними координатами, знаходиться одне можливе технічне рішення.

Дуже важливо, щоб аж до цього моменту не ставилося питання про практичну здійсненність та цінність того чи іншого варіанта вирішення. Така передчасна оцінка завжди завдає шкоди неупередженому застосуванню морфологічного методу. Однак відразу після отримання всіх можливих рішень можна зіставити їх з будь-якою системою прийнятих критеріїв.

4. Визначення функціональної цінності всіх отриманих варіантів рішень.

Це найвідповідальніший етап методу. Щоб не заплутатися в величезному числі рішень і деталей, оцінка їх характеристик повинна проводитися на універсальній і, по можливості, простій основі, хоча це не завжди легке завдання.

Повинні бути розглянуті всі N варіантів рішень, що впливають із структури морфологічної таблиці, і проведено їх порівняння по одному або декільком найбільш важливим для даної технічної системи показникам.

5. Вибір найбільш оптимальних конкретних рішень.

Знаходження оптимального варіанта може здійснюватися за найкращим значенням найважливішого показника технічної системи.

Морфологічний аналіз створює основу для системного мислення у категоріях основних структурних ознак, принципів та параметрів, що й забезпечує високу ефективність його застосування. Він є впорядкованим способом дослідження, що дозволяє досягти систематичного огляду всіх можливих рішень цієї великомасштабної проблеми. Метод будує мислення в такий спосіб, що генерується нова інформація, що стосується тих комбінацій, які за безсистемної діяльності уяви вислизають від уваги.

Хоча морфологічному способу мислення внутрішньо властиве переконання, що це рішення можуть бути реалізовані, при цьому, звісно, чимало їх виявляються порівняно тривіальними. Труднощі застосування морфологічного аналізу полягає в тому, що досі не існує будь-якого дійсного практичного і універсального методу оцінки ефективності того чи іншого варіанту рішення. Якби він був знайдений, то можна, виходячи тільки з теоретичних міркувань, вибрати оптимальну комбінацію елементів.

нтів для кожного проектного пристрою. Таким чином, процес винаходу був би замінений безпосереднім аналізом альтернативних варіантів, що під силу і ЕОМ. Найчастіше, звичайно, виявляється, що робочі характеристики пристрою, в основу побудови якого покладена невідома раніше комбінація елементів, є більш менш невизначеними.

Найбільш доцільно використовувати морфологічний аналіз при вирішенні конструкторських задач загального плану: при проектуванні машин та пошуку компоновальних або схемних рішень. Наприклад, потрібно запропонувати новий тип індивідуального транспорту в умовах міста, вибрати раціональну конструкцію підводного (донного) транспорту і т. д. Метод може застосовуватися для виконання простих винаходів, а також при прогнозуванні розвитку технічних систем, при визначенні можливості патентування у тому чи іншому абстрактному вигляді комбінацій основних параметрів з метою "заблокувати" майбутні винаходи.

Суть методу найкраще пояснити на простому та наочному конкретному прикладі, наведеному самим Ф. Цвіккі. Він детально розглянув повний спектр всіх можливих видів реактивних двигунів (станом на 1951), що працюють на хімічному паливі в однорідному середовищі (вакуум, повітря, вода, земля). Аналіз був проведений у такій послідовності.

1. *Точнісінько сформулювати завдання:* потрібна нова ефективна конструкція реактивних двигунів.
2. *Скласти список всіх морфологічних ознак технічної системи, характерних параметрів, від яких залежить вирішення проблеми:*

P_1 – ресурси палива (хімічного агента),

P_2 – спосіб створення тяги,

P_3 – тип регулювання тяги,

P_4 – спосіб регулювання тяги,

P_7 – агрегатний стан середовища,

.....

P_9 – агрегатний стан палива,

..... і т. д.

Було вибрано лише 11 ознак. На жаль, не існує та й не може бути надійного способу перевірки повноти такого списку, про що свідчить приклад самого Ф. Цвіккі. Він не врахував, наприклад, ознаку швидкості згоряння палива: у дозвуковому режимі закінчення струменя або надзвуковому. А тим часом втіленням надзвукових швидкостей згоряння є прямо-точний повітряно-реактивний двигун, який в даний час розглядається як одне з найбільш перспективних рішень.

3. *Розкриття можливих варіантів за кожною морфологічною ознакою і складання морфологічної матриці.*

P_1 – ресурси палива: P_1^1 – запасене на борту ракети, P_1^2 – що надходить із зовнішнього середовища;

P_2 – спосіб створення тяги: P_2^1 – за допомогою внутрішніх джерел, P_2^2 – за допомогою зовнішніх джерел;

P_3 – тип регулювання тяги: P_3^1 – за допомогою своїх джерел, P_3^2 – за допомогою зовнішніх джерел, P_3^3 – відсутність регулювання;

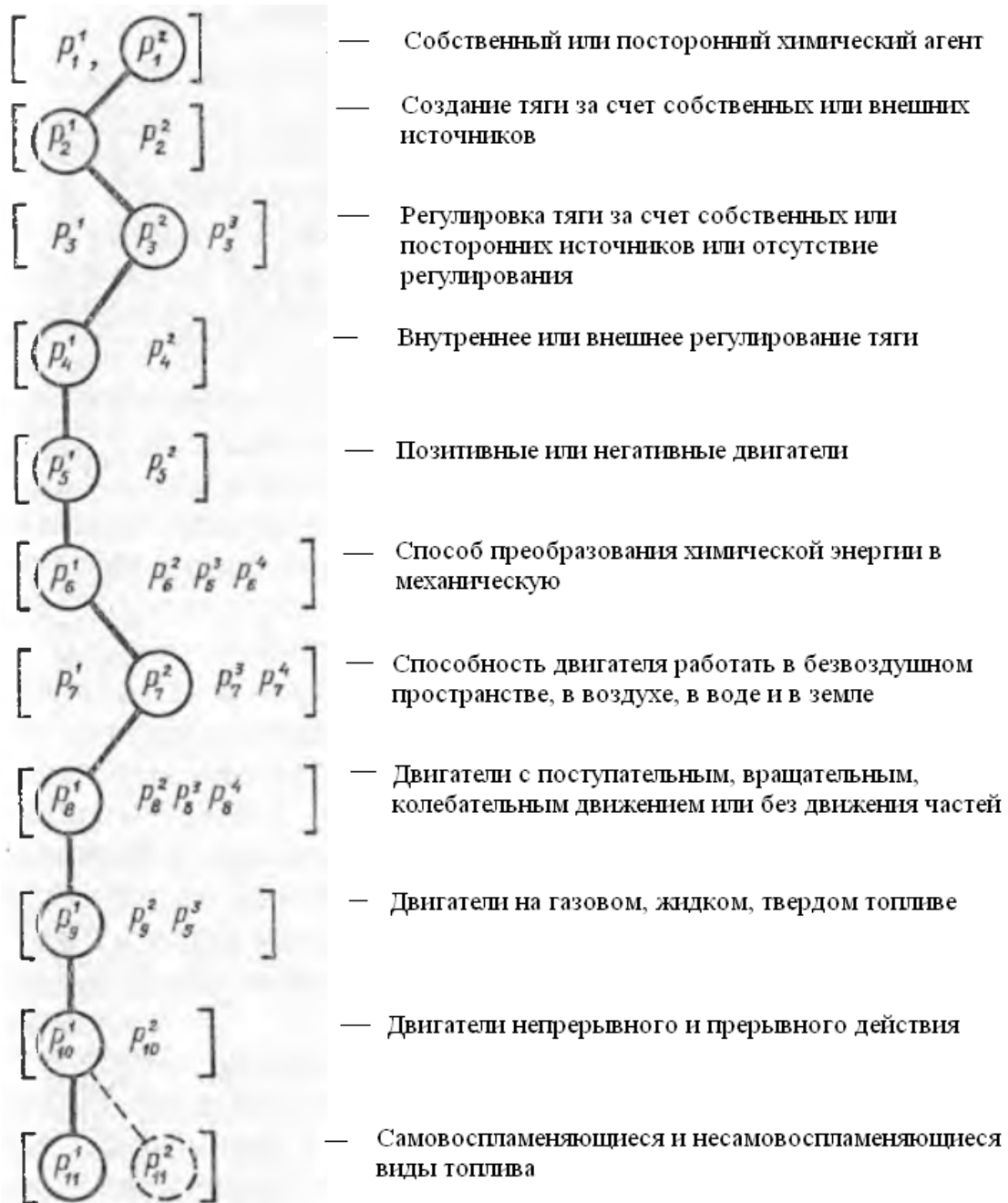
P_4 – спосіб регулювання тяги: P_4^1 – внутрішнє регулювання, P_4^2 – зовнішнє регулювання;

.....

P_7 – агрегатний стан середовища: P_7^1 – безповітряний простір, P_7^2 – повітря, P_7^3 – вода, P_7^4 – земля;

.....

P_9 – агрегатний стан палива: P_9^1 – газоподібне, P_9^2 – рідке, P_9^3 – тверде.



Малюнок 2 – Морфологічна матриця реактивних двигунів на хімічному паливі

При складанні списку альтернатив потрібно сміливіше вводити фантастичні варіанти та можливості (наприклад, варіанти P_1^2 та P_2^2) – це набагато розширює можливості методу, підвищує його евристичну цінність та сприяє збільшенню числа принципово нових, оригінальних рішень.

Остаточно отримана морфологічна матриця має вигляд, наведений на малюнку 2.

4. Визначення функціональної цінності всіх можливих варіантів рішень.

Необхідно виписати і оцінити можливі варіанти рішень, що виражаються, наприклад, формулами: $P_1^1 P_2^1 P_3^1 P_4^1 P_5^1 P_6^1 P_7^1 P_8^1 P_9^1 P_{10}^1 P_{11}^1$; $P_1^2 P_2^2 P_3^2 P_4^2 P_5^2 P_6^2 P_7^2 P_8^2 P_9^2 P_{10}^2 P_{11}^2$ і т. д.

Простий перебір призводить до величезної кількості таких варіантів. Число умовних реактивних двигунів у нашому прикладі дорівнює:

$$2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 = 36864.$$

Таблиця 1.2

Статор	Ротор					
	Пасивний	Двополюсний ЕМ	Однополюсний ПМ, що живиться постійним струмом	2(N) – полюсний ЕМ, що живиться постійним струмом	Однополюсний ЕМ, питаємий перемінним током	2(N) – полюсний ЕМ, питаємий перемінним током
Пасивний	–	–	–	–	–	Асинхронний сполучений
Двополюсний	–	–	Уніполярний (ПМ)	–	–	Постійного струму (ПМ) з колектором
Однополюсний ЕМ, що живиться постійним струмом	–	Уніполярний (ПМ)	–	Уніполярний сполучений (ЕМ)	–	–
2(N) – полюсний ЕМ, що живиться постійним струмом	–	–	Уніполярний (ПМ)	–	–	Постійного струму з послідовно-паралельним збудженням (з колектором)
Однополюсний ЕМ, що живиться змінним струмом	–	–	–	–	–	Уніполярний сполучений, змінного струму
2(N) – полюсний ЕМ, що живиться змінним струмом	Асинхронний «беличя клітина»	Асинхронний сельсін-двигун (ПМ)	–	Асинхронний сельсін-двигун (ЕМ) (контактні кільця)	Уніполярний змінного струму	–

Примітка: ПМ – з постійним магнітом; ЕМ – з електромагнітом.

Безумовно, деякі з цих варіантів свідомо виявляються суперечливими. І наявні внутрішні обмеження знижують початкову цифру до 25344. Навіть якщо відкинути ознаку роботи двигунів у різних середовищах, їх залишається приблизно 10000. Перша оцінка, зроблена Ф. Цвіккі в 1943 році на основі меншої кількості параметрів, дала лише 576 можливих варіантів, серед яких, однак, були правильно враховані тоді ще секретні німецькі літак-снаряд "ФАУ-1" і ракета "ФАУ-2" з імпульсними двигунами.

5. Вибір найперспективніших рішень.

У наведеній на малюнку 2 морфологічної матриці поєднання обведених кружками варіантів ознак відноситься до міжпланетного прямооточного повітряно-реактивного двигуна (ПВРД). Ф. Цвіккі зазначає, що особливий інтерес представляє наявність у ній варіанта P_1^2 , який показує, що хімічна енергія повністю витягується з навколишнього середовища і що ракетний двигун не потребує запасів палива на борту.

Ще один найпростіший приклад ілюструє застосування морфологічного методу до дослідження можливих варіантів конструкції електродвигуна.

Аналіз показує, що ротор електродвигуна може бути пасивним і немагнітним, пасивним постійним магнітом або електромагнітом. У разі він може харчуватися постійним чи змінним струмом, бути однополюсним чи многополюсним. Такі самі варіанти можливі і для статора. Є 6 різних варіантів для ротора і стільки для статора, а для електродвигуна – 36 (табл. 1.2). Однак якщо розглянути кожен з них, то виявиться, що тільки 12 варіантів рішення (поєднань) дозволяють отримати відмінний від нуля момент, що крутить.

Однією з найцікавіших позицій у табл. 1.2 є "уніполярний" електродвигун змінного струму (такий варіант виявлений тільки в результаті використання морфологічного підходу). Він матиме ту перевагу перед більш відомою конструкцією двигуна постійного струму (або фарадіївським диском), що необхідні для його роботи великі струми при низьких напругах можна буде отримувати за допомогою звичайного трансформатора.

Створюючи морфологічний аналіз, Ф. Цвіккі основну увагу приділяв не стільки вдосконаленню вже створених ним методів, скільки розробці нових, які забезпечать їх різні практичні додатки.

З метою підвищення ефективності та розширення можливості застосування морфологічного методу і в нашій країні ведеться його подальше вивчення та доопрацювання. Так, В. М. Одрінім та С.С. Картавовим проведено глибокий теоретичний аналіз методу, сформульовані основні поняття та терміни, запропоновані нові принципи та підходи до аналізу та синтезу технічних систем.

2 ТЕМА 2. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ВИРІШЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПРОТИРІЧ

2.1 Вибір технічного завдання

Коли можливості будь-якої технічної системи не відповідають (або не стануть у майбутньому відповідати) суспільним потребам, то вона стає потенційним об'єктом вирішення технічного завдання, мета якої - усунення виявленого недоліку.

При виявленні технічних недоліків зростаючу роль відіграють методи науково-технічного прогнозування, що дозволяють передбачити потреби суспільства, технічні можливості системи та невідповідність між ними в більш-менш віддаленому майбутньому, з «поправкою на час». Прогнозування - форма творчої діяльності, що дозволяє своєчасно (з упередженням) поставити нові завдання і вирішити їх до моменту прояву нестачі.

Прикладом видатного технічного прогнозу високого творчого рівня став винахід К.Е. Цюлковським реактивного двигуна для космічного корабля.

Слід зазначити, що успішний прогноз завдань, які ще не мають практичної важливості сьогодні, забезпечує, як правило, і новизну рішень та полегшує їхній правовий захист.

Визначаючи потреби суспільства, слід пам'ятати, що технічні недоліки є результатом дії як об'єктивних, так і суб'єктивних факторів.

У зв'язку з існуванням певної структури технічної системи, їх сукупності та ієрархії, а також параметрів, що характеризують технічну та суспільну системи, виникає ряд пов'язаних з ними і похідних від них систем: технічних недоліків та їх причин, завдань та цілей. Вони також володіють відповідною технічним системам структурою (елементами і зв'язками між ними) та ієрархією: якісь технічні недоліки та завдання є приватними по відношенню до одного або кількох загальніших, але є ще більш загальні, і ще більш приватні.

Вибір технічної задачі передбачає попередній аналіз системи задач й у такій формі стає творчим етапом, від успіхів якого суттєво залежить і кінцевий результат. Про можливість такого аналізу необхідно постійно пам'ятати, ніколи їм не нехтувати і завжди перевіряти завдання, сформульовані не самостійно (ставитися до них з недовірою).

Іноді вони пропонуються у варіанті вже обраному кимось (як правило, цей варіант хтось намагався вирішити і лише після цього пропонує іншому). У такій формі часто формулюють на виробництві темники для винахідників і раціоналізаторів. Ось одне із завдань: «Дахи від снігу очищають вручну лопатами, що трудомістко і небезпечно. Необхідно запропонувати механізм для очищення дахів від снігу». При уважному аналізі виявляється, що це завдання відбулося не від недоліку, пов'язаного з ручною працею з очищення (це один з невдалих варіантів її вирішення), а від вихідного недоліку, властивого системі: по краях даху при таненні снігу

утворюється наледь (бурульки), яка є небезпекою для людей, що знаходяться внизу, а тала вода псує стіни під карнизом.

При цьому технічна задача про запобігання льоду по краях даху є більш загальною по відношенню до спочатку сформульованої і породжує обхідні варіанти.

Перевірка обхідних варіантів узагальненням, розглядом сукупності завдань у надсистемі дозволяє усунути помилки, що здійснюються при формулюванні приватних завдань, і знаходити ефективні шляхи вирішення більш загальних проблем.

У згаданому випадку одним з правильних і вдалих рішень став спосіб видалення снігу з даху (авт. св. № 750013), за яким пропонується тепломережу в будівлях з верхнім розведенням використовувати для обігріву даху (при цьому дах повинен бути похилим і з лійкою для відведення води).

Тут ми стикаємося з поняттям «обхідне завдання» – тобто таке, яке впливає не з вихідного, спочатку сформульованого, а з більш загального завдання, стосовно якого вони є приватними (паралельними).

2.2 Ідеальний кінцевий результат

Технічна задача, не вирішена за допомогою традиційних, стандартних інженерно-конструкторських прийомів, підлягає переведенню до класу винахідницьких завдань та подальшої обробки: формулюванню умов задачі та пошуку ідеї розв'язання.

Умови винахідницької задачі повинні складатися з трьох елементів: короткого опису (моделі) реальної технічної системи та її нестачі, ідеального кінцевого результату (ІКР) та технічного протиріччя, виявленого внаслідок порівняння цих двох елементів.

Сенс формулювання ІКР полягає в тому, щоб отримати орієнтир для руху до сильних технічних рішень високого рівня. Ідеальне рішення - найбільш сильне з усіх мислимим й немислимим рішень даної задачі. Дуже важливо освоїти поняття про ідеальну машину (машини немає, але необхідна дія виконується), ідеальний спосіб (витрати енергії і часу немає, але необхідна дія виконується, причому саморегульовано), ідеальну речовину (речовини немає, але його функція виконується).

При вирішенні винахідницького завдання необхідно максимально наблизитися до ІКР, різко покращити якісь якихось показників, не погіршивши інших. Ідеальність рішення досягається тим, що необхідний ефект досягається «дарма», без використання будь-яких коштів. Наприклад, ідеальний корабель: корабля немає, а вантаж сам транспортується. Такі рішення існують - це плоти, повністю складені з вантажу. Близьким до ІКР рішенням є змієвидний корабель (англ. пат. № 1403191): невелика моторна секція (голова) тягне довгий гнучкий склад з контейнерів (тулуб).

От формулювання ІКР залежить вибор далішого напрямлення пошуку, и следовательно, это один из творческих этапов, определяющих успех всего решения.

Від формулювання ІКР залежить вибір подальшого напрямку пошуків, і, отже, це один з творчих етапів, визначальних успіх всього рішення.

Формулювання ІКР полягає у закріпленні бажаної властивості, функції, дії (результату) за будь-яким елементом. Її можна проводити за формулою, запропонованою АРІЗом, визначаючи елемент, який найбільшою мірою піддається змінам, і приписуючи йому бажаний результат – таке формулювання ІКР значно звужує напрямок подальшого пошуку та обмежує його рядом конструктивних змін.

Якщо ж в якості такого елемента завжди брати «зовнішнє середовище» (у подальшому просто «середовище»), то поле пошуку розширюється і серед варіантів розв'язання задачі залишаються не тільки конструктивні, а й «тонкі» технологічні рішення, пов'язані зі зміною значення однієї з властивостей (параметрів) елементів системи. Необхідно мати на увазі, що можливості зміни значень властивостей «середовища» безмежні, і у зв'язку з цим вона може набувати форми будь-якого елемента, предмета або явища.

Технічні протиріччя розглядатимемо за схемою, запропонованою АРІЗ, умовно поділяючи їх у міру конкретизації на технічні (ТП) і фізичні (ФП).

ТП будемо представляти у вигляді: «якщо покращувати параметр А відомим шляхом, то неприпустимо погіршується параметр В» або «елемент А повинен виконувати дію В (володіти якими-небудь необхідними властивостями), але він не може його виконати (не має необхідних властивостей)». Наприклад, «якщо збільшити міцність конструкції, то неприпустимо зросте її вага» або «трубопровід повинен сам регулювати свій перетин, але його внутрішня частина не може звужуватися та розширюватися».

ФП представлятимемо у вигляді: «елемент А повинен виконувати дію В₁ (володіти якоюсь властивістю) для того, щоб здійснювалося С₁, але елемент А повинен виконувати дію В₂ (володіти протилежною властивістю) для того, щоб здійснювалося С₂» або «елемент А (властивість елемента) повинен (має) бути і не повинен (не повинно) бути». Наприклад, «елемент повинен бути провідником для того, щоб пропускати електричний струм у напрямку 1, і повинен бути діелектриком для того, щоб не пропускати електричний струм у напрямку 2» або «електропровідність повинна бути і не повинна бути».

Після цього здійснюємо пошук ідеї вирішення (принципу) дії, що дозволяє вирішити (подолати) виявлену суперечність.

На рівні ТП пошук ідеї рішення може, зокрема, проводитися із застосуванням таблиці та списків типових прийомів подолання протиріччя та фонду евристичних прийомів, а на рівні ФП – із застосуванням фондів та покажчиків фізичних, фізико-хімічних та інших ефектів та явищ. На обох рівнях формулювання умов винахідницького завдання можуть застосовуватися аналоги з різних галузей техніки та фонд речовинно-польових перетворень.

При конкретизації ідеї рішення (переході від концепції до принципу) обов'язково враховується взаємозв'язок багатьох властивостей елементів

системи та взаємозумовленість їх значень. Наприклад, вага залежить від маси, маса - від розмірів, тиск - від температури тощо. Ці взаємозв'язки можуть бути виявлені при аналізі властивостей, а також шляхом складання матриці взаємозв'язку властивостей елементів, що аналогічна матриці зв'язків елементів системи. Якщо ж ідея рішення не знайдена, то необхідно повернутися до одного з попередніх етапів. Вибрати інше технічне завдання і всі процедури повторити з нею: ще раз проаналізувати, глибше вивчити технічну та фізичну сутність системи; змінити умови винахідницького завдання.

2.3 Фізичні ефекти та явища, їх застосування при вирішенні технічних завдань

Результати пізнання людиною навколишнього світу виражаються зазвичай у вигляді законів і закономірностей природи, правил, прикмет, прикладів, властивостей предметів і явищ тощо. Фізичні ефекти та явища, закони та наукові відкриття – найбільш узагальнене вираження результатів пізнання. Саме вони лежать у глибині, в основі всіх конкретних технічних рішень, формуючи їх ядро - принцип дії або ідею рішення.

Один і той же фізичний ефект може породжувати величезну кількість конкретних технічних рішень, що істотно відрізняються один від одного. Візьмемо для прикладу відомий закон Джоуля-Ленца, який встановлює зв'язок між величиною електричного струму, що проходить через провідник, і кількістю теплоти, що виділяється в ньому. Список технічних рішень заснований на цьому ефекті, важко перерахувати. Це різні типи електронагрівачів, нагрівання та зварювання металів опором, електронні лампи, велика кількість вимірювальних та регулюючих пристроїв та багато інших рішень.

Саме фізичні, фізико-хімічні та інші ефекти та явища (включаючи закони фізики, наукові відкриття тощо) – найбільш ефективні шляхи подолання протиріч при вирішенні того чи іншого технічного завдання. Обсяг знання них визначає потенційну творчу міць винахідника.

Застосуванню арсеналу фізичних ефектів і явищ передують дослідження їхньої сутності, умов виникнення та дії, аналіз корисних та шкідливих проявів ефекту тощо, тобто глибоке попереднє вивчення фізики.

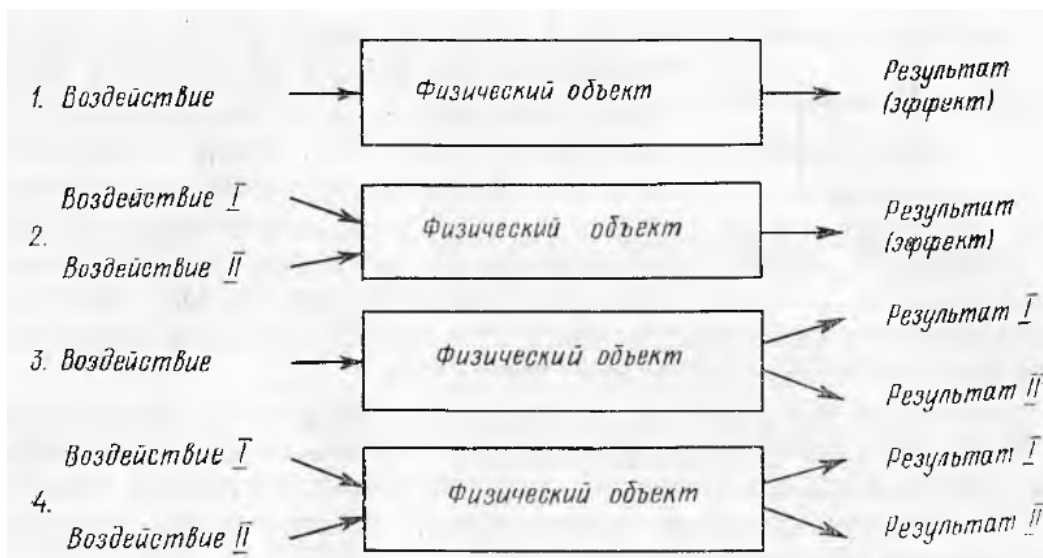
Слід зазначити, що у сучасному підручнику для вузів описано лише близько 150 фізичних ефектів і явищ, тобто близько 3% від ефектів, відомих людству (загальна кількість їх становить орієнтовно 5 тис.).

Роботу зі складання «Покажчика застосування фізичних ефектів та явищ під час вирішення винахідницьких завдань» розпочала з 1969 р. Громадська лабораторія методики винахідництва. Надалі лабораторією математичних методів оптимального проектування Марійського політехнічного інституту було складено фонд фізичних ефектів та явищ, що використовується як інформаційний масив для узагальненого евристичного алгоритму з орієнтацією на машинний пошук. З'явилися повідомлення про аналогічні роботи за кордоном.

Складання фонду, довідника, покажчика фізичних ефектів і явищ – надзвичайно трудомісткий процес, оскільки їх доводиться брати не лише зі спеціальної літератури, але також із конкретних технічних рішень, де вони знаходяться у прихованому, завуальованому вигляді, іноді у поєднанні з іншими ефектами та евристичними прийомами. Але і після цього фонд постійно потребує доповнення і вдосконалення, тому що немає меж розвитку науки.

У зв'язку з цим виникла необхідність у створенні суворої методики виявлення, збору та обробки інформації для подібних фондів.

Структуру різних фізичних ефектів можна представити декількома видами схем (малюнок 3), багато в чому аналогічних і містящих вихідні впливи, фізичний об'єкт і результати (власне ефекти). До впливу відносяться поля (магнітне, електричне, електростатичне, гравітаційне, теплове, силове), а також різного роду зміни, наприклад, вологості, швидкості руху, концентрації і т. д. Воно може бути постійним як у часі, так і у просторі. Вплив вимірюється певними величинами та виражається їх чисельними значеннями.



Малюнок 3 – Структура різних фізичних ефектів

Фізичний об'єкт, що піддається впливу, включає широкий клас матеріальних тіл (тверді, рідкі, газоподібні речовини, їх поєднання, а також елементарні частинки, іони, молекули, атоми і т. д.).

Результат, власне ефект, виходить найрізноманітніший: електричний струм, рух, розщеплення спектральних ліній, електромагнітне поле, зміна псевдощільності рідини, оптична анізотропія і т. д. Взаємозв'язок ефекту та впливу може бути виражений математичною формулою.

Процес збирання інформації розбивають на три основні етапи: виявлення ефекту; встановлення обмежень; вибір фізичної моделі.

Зібрану інформацію про кожен фізичний ефект зручно систематизувати у вигляді таблиці (карти), що містить такі відомості:

назва ефекту та його шифр;

фізичні об'єкти;

тип дії;

характеристика дії;

результат дії (ефект);

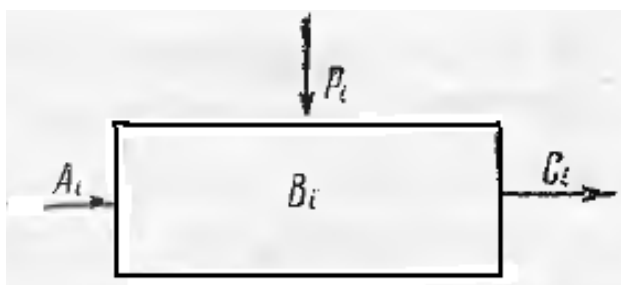
характеристика результату дії;

модель фізичного ефекту;

опис сутності фізичного ефекту (з літературних джерел);

застосування фізичного ефекту (області техніки, де він використовується або можливе його використання);

література.



Малюнок 4 – Схема опису фізичного ефекту

У зазначеній вище формі складено описи для фонду фізичних ефектів узагальненого евристичного алгоритму. Фонд містить понад 700 ефектів, оформлений у вигляді каталогу та забезпечений довідково-пошуковим апаратом як за типами впливу, так і за результатами (ефектами). Завдяки цьому він може бути використаний при пошуку рішень технічних завдань на ЕОМ та безмашинними методами.

Результати впливу фізичних ефектів, що є у фонді, дозволяють сформулювати та скласти список функцій, які можуть бути реалізовані за їх допомогою (функції представлені в узагальненому вигляді: нагрівання, розширення, коливання, електризація, переміщення тощо).

Для застосування в широкому практичному винахідництві (при безмашинному пошуку інформації) зручно мати довідник за ефектами, складений у більш компактній формі. Оптимальним можна вважати опис фізичного ефекту за чотирма параметрами (малюнок 4): A_i - вплив, B_i - фізичний об'єкт, P_i - умови, обмеження, C_i - результат, ефект.

При збігу результату C_1 одного фізичного ефекту з впливом A_2 іншого елементарні ефекти можуть утворювати нові, складніші, що складаються з ланцюга двох і більше послідовно з'єднаних ефектів.

Наприклад, ефект Джоуля - Ленца (A_1 - електричний струм; B_1 - провідник; C_1 - тепло) і ефект термоелектронної емісії (A_2 - тепло; B_2 - оксидна суспензія; C_2 - випромінювання електронів) в послідовному поєднанні дають ефект $A_1 - C_2$ (при проходженні електричного струму через провідник відбувається випромінювання електронів), закладений у принцип дії електровакуумних приладів.

Найбільш простою і зручною формою довідника, що застосовується в якості інструменту в практичному винахідництві, є покажчик, складений у формі таблиці, він містить колонки з назвою необхідної дії (наприклад: зниження температури) і з відповідними йому назвами фізичних ефектів (наприклад: ефект Ранка, магнітокалоричний ефект тощо). Варіант такого покажчика представлений у таблиці 2.1. Успішно використовувати його можна при хорошому знанні фізики, коли за назвою ефекту розуміють його сутність.

Покажчик (таблиця 2.1) дозволяє вирішувати прямі винахідницькі завдання і корисний на етапі пошуку ідеї вирішення після того, як сформульовані умови завдання, ідеальний результат, виявлено технічне і фізичне протиріччя і визначено в загальному дію, яка необхідна для вирішення протиріччя.

Таблиця 2.1

Застосування деяких фізичних та фізико-хімічних ефектів та явищ при вирішенні технічних завдань

№ п/п	Потрібна дія	Фізичне явище, ефект, фактор, спосіб
1	Зміна температури	Теплове розширення та викликане ним зміна власної частоти коливань. Ефект Зеєбека. Ефект Пельтьє. Термоелектричні явища. Спектр випромінювання. Зміни оптичних, електричних, магнітних властивостей речовин. Перехід через точку Кюрі. Ефекти Гопкінса та Баркхаузена.
2	Зниження температури	Фазові переходи. Ефект Джоуля Томсона. Ефект Ранку. Магнітокалоричний ефект. Ефект Риги-Ледюка. Ефект Пельтьє. Термоелектричні явища. Явлення перенесення. Ефект Дюфур. Ендотермічні реакції.
3	Підвищення температури	Фазові переходи. Ефект Джоуля Томсона. Ефект Ранку. Магнітокалоричний ефект. Ефект Риги-Ледюка. Ефект Пельтьє. Термоелектричні явища. Явлення перенесення. Ефект Дюфур. Ендотермічні реакції.
4	Стабілізація температури	Фазові переходи (зокрема перехід через точку Кюрі). Турбулентність.
5	Індикація положення та переміщення об'єкта	Введення міток-речовин, що перетворюють зовнішні поля (люмінофори) або створюють свої поля (ферромагнетики) і тому легко виявляються. Відображення та випромінювання світла. Фотоефект. Деформація. Рентгенівське та радіо-активне випромінювання. Люмінесценція. Зміна електричних і магнітних полів. Електричні розряди. Ефект Доплера.
6	Управління переміщенням об'єктів	Дія магнітним полем на об'єкт або ферромагнетик, з'єднаний з об'єктом. Дія електричного поля на заряджений об'єкт. Передача тиску рідиною та газами. Механічні коливання. Відцентрові сили. Теплове розширення. Світловий тиск.
7	Управління рухом рідини та газу	Капілярність. Осмос. Ефект Томса. Ефект Бернуллі. Хвильовий рух. Відцентрові сили. Ефект Вайссенберг. Ефект Соре.
8	Управління потоками аерозолів (пил, дим, туман)	Електризація. Електричні та магнітні поля. Тиск світла.

родовження таблиці 2.1

№ п/п	Потрібна дія	Фізичне явище, ефект, фактор, спосіб
9	Перемішування сумішей. Утворення розчинів	Ультразвук. Кавітація. Дифузія. Ефект Соре. Електричні поля. Магнітне поле у поєднанні з феромагнітною речовиною. Електрофорез. Солюбілізація.
10	Поділ сумішей	Електро- та магнітосепарація. Зміна щільності рідини-розділника, що здається під дією електричних і магнітних полів. Відцентрові сили. Сорбція. Дифузія. Осмос.
11	Стабілізація положення об'єкта	Електричні та магнітні поля. Фіксація в рідинах, що твердіють у магнітному та електричному полях. Гіроскопічний ефект.
12	Силовий вплив. Регулювання сил.	Реактивний рух. Дія магнітним полем через феромагнітну речовину. Фазові переходи. Теплове розширення. Відцентрові сили. Зміна гідростатичних сил шляхом зміни щільності магнітної або електропровідної рідини в магнітному полі. Використання вибухових речовин. Електрогідравлічний ефект. Оптикогідравлічний ефект. Осмос
13	Створення великих тисків	
14	Зміна тертя	Ефект Джонсона-Рабека. Вплив випромінювань. Явление Крагельського. Коливання.
15	Руйнування об'єкту	Електричні заряди. Електрогідравлічний ефект. Резонанс. Ультразвук. Кавітація. Деформація. Ефект Ребіндера. Індуковане випромінювання. Фазові переходи. Температурний градієнт. Швидкопротікаючі хімічні реакції. Вибух.
16	Акумулявання механічної та теплової енергії	Пружні деформації. Гіроскопічний ефект. Фазові переходи. Енергія хімічних реакцій.
17	Передача енергії: механічної теплової променистої електричної	Деформації. Вагання. Ефект Олександрова. Хвильовий рух, у тому числі ударні хвилі. Випромінювання. Теплопровідність. Ефект Зеєбека. Конвекція. Явище відображення світла (світловоди). Індуковане випромінювання. Електромагнітна індукція. Надпровідність. Енергія хімічних реакцій.

Продовження таблиці 2.1

№ п/п	Потрібна дія	Фізичне явище, ефект, фактор, спосіб
18	Встановлення взаємодії між рухомим (змінним) і нерухомим (змінним) об'єктами	Використання електромагнітних полів. Використання потоків рідин та газів.
19	Зміна розмірів об'єктів	Вимірювання частоти коливань. Нанесення та зчитування магнітних та електричних міток. Вимірювання електричного опору та інших електромагнітних параметрів.
20	Зміна розмірів об'єктів	Теплове розширення. Деформації. Магнітоелектрострикція. П'єзоелектричний ефект. Ефект термічної пам'яті. Гідрування металів. Окислення. Фазові переходи.
21	Контроль стану та властивостей поверхні	Електричні розряди. Відображення світла. Електронна емісія. Муаровий ефект. Випромінювання.
22	Зміна поверхневих властивостей	Тертя. Наклеп. Адсорбція. Дифузія. Ефект Баушінгера. Термообробка. Електричні розряди. Механічні та акустичні коливання. Ультрафіолетове випромінювання. Хімічна та хіміко-термічна обробка.
23	Контроль стану та властивостей в об'єкті	Введення міток-речовин, що перетворюють зовнішні поля (люмінофори) або створюють свої поля (ферромагнетики), що залежать від стану та властивостей досліджуваної речовини. Зміна питомого електричного опору в залежності від зміни структури та властивостей об'єкта. Взаємодія зі світлом. Електро- та магнітооптичні явища. Поляризоване світло. Рентгенівські радіоактивні випромінювання. Електронний парамагнітний та ядерний магнітний резонанси. Магнітопружний ефект. Перехід через точку Кюрі. Ефекти Гопкінса та Баркхаузена. Вимірювання власної частоти коливань об'єкта. Ультразвук. Ефект Мессбауера. Ефект Холла

Продовження таблиці 2.1

№ п/п	Потрібна дія	Фізичне явище, ефект, фактор, спосіб
24	Зміна об'ємних властивостей об'єкту	Зміна властивостей рідини (здається щільності, в'язкості) під дією електричних та магнітних полів. Введення феромагнітної речовини та дія магнітним полем. Тепловий вплив. Фазові переходи. Іонізація під впливом електричного поля. Ультрафіолетове, рентгенівське, радіоактивне випромінювання. Деформація. Дифузія. Електричні та магнітні поля. Ефект Баушінгера. Термоелектричні, термомагнітні та магнітно-оптичні ефекти. Кавітація. Фотохромний ефект. Внутрішній фотоэффект.
25	Створення заданої структури	Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі. Муаровий ефект. Магнітні поля. Фазові переходи. Механічні та акустичні коливання. Кавітація.
26	Індикація електричних та магнітних полів	Осмоз. Електризація тел. Електричні розряди. П'єзо- та сегнетоелектричні ефекти. Електрети. Електронна емісія. Електрооптичні явища. Ефекти Гопкінса та Баркхаузена. Ефект Холла. Ядерний магнітний резонанс. Гіромагнітні та магнітооптичні явища.
27	Індикація випромінювання	Оптикоакустичний ефект. Теплове розширення. Фотоэффект. Люмінесценція. Фотопластичний ефект.
28	Генерація електромагнітного випромінювання	Ефект Джозефсона. Явище індукованого випромінювання. Тунельний ефект. Люмінесценція. Ефект Ганна. Ефект Черенкова. Ефект Зеемана.
29	Управління електромагнітними полями	Екранування. Зміна стану середовища, наприклад, збільшення або зменшення його електропровідності. Зміна форми поверхонь тіл, що взаємодіють із полями. Пінч-ефект.
30	Управління потоками світла. Модуляція світла	Заломлення та відображення світла. Електро- та магнітооптичні явища. Фотопружність. Ефекти Керра та Фарадея. Ефект Ганна. Ефект Франца-Келдиша.
31	Ініціювання та інтенсифікація хімічних перетворень	Ультрафіолетове, рентгенівське, радіоактивне випромінювання. Електричні розряди. Ударні хвилі. Нагрів. Міцелярний каталіз.

Можна вирішувати і обернену задачу («застосування»): для конкретного фізичного ефекту знаходять технічну задачу, в якій з його допомогою усувається якийсь недолік, дозволяється технічне протиріччя.

Наприклад, автор електрогідравлічного ефекту Л.А. Юткін значну частину свого творчого життя присвятив пошуку технічних завдань, які вирішуються на основі цього відкриття. В даний час є величезна кількість винаходів, заснованих на ефекті Юткіна, створених як самим автором, так і іншими дослідниками (zareєстровано більше тисячі авторських свідоцтв).

При вирішенні завдань такого типу зручно користуватися покажчиком ефектів, складеним у формі: "фізичний ефект - можливе застосування, дія, що отримується".

Практичне використання фізичних ефектів проілюструємо, наприклад, фрагментом розв'язання однієї винахідницької задачі. Недолік, що часто виявляється при експлуатації ліній електропередач (ЛЕП) та електричних підстанцій, - зледенілі дроти, рубильники відкритого типу і т. д. Бороться з ним, нагріваючи апаратуру та ЛЕП струмом від спеціальних сильноточних трансформаторів при знятому робочому напрузі. Такий метод вимагає відключення ЛЕП, додаткове обладнання тощо.

Зледеніння може відбуватися під час снігопаду, коли змерзає сніг, і в відносно хорошу погоду - конденсацією вологи з повітря. При цьому часто невідомо, де і скільки налипло на дроті снігу. Застосування антиобледенителів або вібрації не вирішує проблему.

Припустимо, що технічна задача обрана: потрібно знайти спосіб захисту проводів ЛЕП (і іншого обладнання) від зледеніння без зняття робочої напруги і зміни режимів нормальної роботи.

Р і ш е н н я

Дана система з металевих проводів зі змінним струмом, що знаходяться під високою напругою, і вологого повітря зі змінною температурою. Провід при зниженні температури покривається льодом.

Сформулюємо ідеальний кінцевий результат: «Середовище саме перешкоджає утворенню льоду на поверхні стрижня при зниженні температури».

Частина середовища навколо поверхні проводів не може виконати необхідної дії. Вона складається з шару вологого повітря, змінного електричного поля (висока напруга) та змінного магнітного поля (електричний струм). Зазначені елементи утворюють фізичну систему, що володіє певною енергією (енергія полів), але її поки неможливо використовувати для боротьби з льодом (змінювати величину цієї енергії за рахунок параметрів електричного і магнітного полів теж не можна).

Ми хочемо, щоб частина середовища, що оточує дроти, сама перешкоджала б конденсації пар або нагрівалася при зниженні температури. Але вона не має таких властивостей (варіант фізичного протиріччя).

Завдання може бути вирішено, якщо енергію слабких електромагнітних полів перевести в енергію нагрівання частини зовнішнього середовища, що прилягає до проводів (варіант ідеї розв'язання). Це можливо за ная-

вності в полі біля дроту короткозамкнутого витка, наприклад, з алюмінію. Цю ідею підказує і вказівник фізичних ефектів: необхідна дія – підвищення температури, фізичний ефект – електромагнітна індукція. Але в нашій системі відсутній короткозамкнутий провідник, необхідний для реалізації ефекту. Отже, його треба запровадити. Тоді частина середовища набуває вигляду (стану) короткозамкнутого витка провідника.

Однак, через те, що робочі струми у проводах ЛЕП невеликі і магнітні поля незначні, нагрівання буде слабким. Потрібно посилити магнітні поля. Це теж може зробити середовище при зміні стану короткозамкнутого витка: якщо він виконаний з феромагнітного матеріалу, то наявне магнітне нулі можна сконцентрувати.

Тепер варіант рішення відповідає контрольній відповіді (авт. св. № 288074): «Спосіб захисту електротехнічного обладнання, наприклад роз'єднувачів, від зледеніння шляхом електричного обігріву об'єкта, що захищається за допомогою зміцнюваних на його поверхні електронагрівальних елементів, що відрізняється тим, що, з метою підвищення ефективності боротьби з ожеледицею, у якості зазначених елементів використовують феромагнітні тіла, наприклад, надягаєміє на захисний об'єкт кільця, що нагріваються змінним магнітним полем, створюваним протікаючим по захисному об'єкту струмом навантаження».

Це рішення теж має недолік (кільця гріються в будь-яку погоду). Він виявляється при порівнянні варіанта розв'язання задачі з ідеальним кінцевим результатом (виділятися тепло має при зниженні температури).

Цей недолік породжує нове технічне завдання.

Дана система з металевих проводів із змінним струмом під високою напругою та надітих на стрижень феромагнітних кілець. Кільця нагріваються у всьому інтервалі зміни температури навколишнього середовища.

Властивість кільця нагріватися або не нагріватися (нагріватись слабше) пов'язано з характеристикою матеріалу (феромагнітний або неферомагнітний). Феромагнітні властивості об'єкта можна змінювати складом матеріалу або температурою (перехід через точку Кюрі).

Сформулюємо новий ідеальний кінцевий результат. Середина сама перестає нагріватися (нагрівати кільце) при підвищенні температури вище 0°C .

Фізична суперечність: середовище має одночасно повідомляти кільцю феромагнітні властивості, щоб нагрівати його в змінному магнітному полі при низьких температурах, і не повинно їх повідомляти, щоб не нагрівати за високих.

Контрольна відповідь: матеріал кільця підібраний так, що його точка Кюрі лежить трохи вище 0°C (див. ж. «Винахідник і раціоналізатор» № 2, 1967, с. 23).

Розглянемо деякі технічні рішення, засновані на застосуванні фізичних ефектів та явищ:

1. Енергія, що поглинається матеріалом, на який впливає імпульсне ядерне випромінювання, вимірюється шляхом детектуван-

- ня теплового розширення цього матеріалу тензодатчиками (пат. США № 3569707). У цьому пристрої використано ефект теплового розширення;
2. Спосіб лабораторного зневоднення нафтових продуктів, при якому, з метою прискорення процесу, в нафтопродукт поміщають папір, по її капілярах вода піднімається і випаровується з поверхні (авт. св. № 118936). Заснований на використанні капілярних явищ;
 3. Спосіб сушіння ізоляції кабелів у шахтних електромережах з ізолюваною нейтраллю (авт. св. № 240825), який відрізняється тим, що з метою спрощення процесу, струмопровідні жили кабелів під'єднують до позитивного полюса джерела струму, негативний полюс із землею, для здійснення сушіння за рахунок використання явища електроосмосу;
 4. Спосіб зниження втрат напору при переміщенні рідини трубопроводом полягає в тому, що, з метою досягнення рідиною властивості псевдопластичності, в неї вводять довголанцюговий полімер, наприклад поліакриламід, в кількості 0,01-0,2% за масою (авт.св.№ 244032). Заснований на ефект Томса;
 5. Спосіб вимірювання опорних реакцій машин і верстатів в експлуатаційних умовах, який відрізняється тим, що, з метою визначення реакцій в опорах з гумовим пружним елементом, вимірюють величину деформації вільної поверхні гумового пружного елемента, за якою судять про величину опорної реакції (авт (св. № 232571). Винахід використовує явища, що виникають під час деформації;
 6. Спосіб штампування, витяжки, згинання листових пластичних матеріалів. Характерний тим, що зазначені операції здійснюють дією електрогідролічних ударів, що виникають у відкритій або закритій посудині, днищем, стінкою або кришкою яких служить оброблюваний матеріал (авт. св. № 147162). Заснований на електрогідролічному ефекті;
 7. Осадження пилу на відбивачі, відкритому для навколишньої атмосфери, запобігають установці його на позитивно зарядженій металевій пластині (пат. США № 3562509). Винахід базується на тому, що електричне поле позитивного заряду відштовхує частинки пилу, заряджені переважно позитивно;
 8. Спосіб діагностики плазмових струменів, що полягає в пропусненні зондуючого випромінювання через плазму. Відрізняється тим, що для визначення параметрів плазми по перерізу струменів плазмовий струмінь зміщують у поперечному напрямку за допомогою магнітного поля (авт. св. № 322706). Використані властивості магнітних полів;
 9. Вимірюють та записують температуру матеріалу з парамагнітною сприйнятливістю (наприклад, сталі під час гарячої прокат-

ки) при проходженні через магнітне поле (пат. США № 3568050). Зміна напруженості магнітного поля, пропорційного парамагнітної сприйнятливості матеріалу, вимірюють за допомогою напівпровідникового датчика і реєструють як температуру матеріалу;

10. Магнітна муфта ковзання, що містить корпус і багатополосний ротор з постійними магнітами, відрізняється тим, що для автоматичного включення і вимкнення при заданій температурі вона забезпечена шунтами, встановленими між полісами ротора і виконаними з термореактивного матеріалу, що має характеристику магнітної проникності з точкою Кюрі, що відповідає заданій температурі. Корпус же виготовлений з матеріалу з точкою Кюрі, що відповідає температурі вище заданої (авт. св. № 266029).

Це і попереднє винаходи засновані на магнітних властивостях речовин.

11. Пристрій встановлення заданих проміжків часу. Відрізняється тим, що, з метою підвищення точності вимірювань під час запису сейсмограм, воно виконане у вигляді стрижня з розташованим на ньому вантажем, що замикає під час вільного падіння контакти, з'єднані з електродетонаторами (авт. св. № 189597). Засноване на русі тіл під дією сил тяжіння;
12. У пристрої для електромеханічної обробки (пат. США № 3567604) інструмент здійснює резонансні коливання, які у певній послідовності через торець інструменту та робочу рідину передаються оброблюваній заготівлі. Використані явища, що виникають при механічних коливаннях;
13. Спосіб вакуумування рідкого металу методом циркуляції через вакуумну камеру. Відрізняється тим, що, з метою підвищення ступеня рафінування і дегазації, струмінь металу у трубі, що всмоктує, піддають обробці ультразвуковими коливаннями (авт. св. № 345210). Заснований на властивостях ультразвуку;
14. Спосіб видалення осаду з перегородок, що фільтрують. З метою інтенсифікації процесу в зоні видалення осаду створюють потік кавітації за допомогою бульбашок газу (авт. св. № 260618). Використаний ефект кавітації;
15. Втулка підшипника виконана з п'єзоелектричного матеріалу та покрита електропровідною фольгою (пат. США № 3239283). Пропускаючи змінний електричний струм, під дією якого п'єзоелектрик вібрує ліквідують тертя спокою;
16. Вал гальма покритий напівпровідниковим матеріалом та охоплений металевією стрічкою (пат. США № 3343635). Гальмівний момент залежить від температури напівпровідникового шару і регулюється шляхом пропускання електричного струму через

- вал і стрічку, що охоплює його. Винахід заснований на ефекті Джонсона-Рабека;
17. У мікровагах для врівноваження невеликих змін маси та сили використано тиск світла на противагу (пат. США № 3590932);
 18. Застосування імпульсного потоку випромінювання лазера для порушення механічних коливань в об'єктах сейсмічного моделювання (авт. св. № 239694);
 19. У системі отримання малощумного електронного променя для ламп прогонового типу охолоджують катод пристроєм, що працює на принципі ефекту Пельтьє (пат. ФРН № 1299510). Тут використано одне із термоелектричних явищ;
 20. Спосіб компенсації температурної похибки вібраційно-частотних датчиків. Полягає в тому, що, з метою підвищення точності та стабільності їх роботи, створюють магнітострикційні напруги в чутливому елементі датчика, протилежно спрямовані напруги (авт. св. № 224120);
 21. Спосіб випаровування матеріалів у вакуумі шляхом високочастотного нагрівання. Відрізняється тим, що для здійснення процесу з кільцевого джерела випаровують матеріал у формі диска при частоті поля, що забезпечує поява скінефекту на бічній поверхні диска (авт. св. № 281997);
 22. Спосіб оцінки розподілу контактних напруг за величиною деформації пластичної прокладки, що розташовується в зоні контакту між дотичними поверхнями, відрізняється тим, що, з метою підвищення точності, в якості пластичної прокладки використовують плівку з оптично чутливого матеріалу, яку потім просвічують поляризованим світлом в напрямку контактних сил, і за картиною смуг судять про розподіл контактної напруги (авт. св. № 249025), спосіб заснований на явищі фотопружності.

2.4 Фонд технічних рішень

Існуючі технічні рішення є формою та результатом втілення наукових ідей у конкретні об'єкти, конструкції, процеси, речовини. Але вони водночас і матеріальна основа розвитку нової техніки, створення винаходів.

Аналіз та виділення наукової основи технічних рішень, ідей, закладених у них, дозволяють вирішувати за аналогією широке коло інших технічних завдань.

Фонд технічних рішень можна можливо розглядати як фонд конкретних прикладів, ілюстрацію застосування фізичних ефектів і явищ. Але в той же час існує ряд рішень, (що включає так звані піонерні винаходи), які самі по собі настільки універсальні, виражають наукову ідею в настільки загальній технічній формі, що стає можливим їх безпосереднє використання в нових технічних завданнях, пряме включення в нові технічні рішення без попереднього узагальнення.

До таких відносяться, наприклад, перший винахід із застосуванням електрогідравлічного ефекту «Спосіб отримання високих та надвисоких тисків» (авт. св. № 105011). Або авт. св. № 70000: «Спосіб отримання металів, сплавів та інших струмопровідних матеріалів, який відрізняється тим, що, з метою використання при замиканні ланцюга електродинамічних сил для виривання з електродів порцій диспергованого матеріалу і викидання їх в навколишнє середовище, що підлягають диспергуванню матеріали включені в якості електродів електричного коливального (розрядного) контуру, який налаштований так, що він працює в області іскрового розряду (нестационарного електричного розряду)». Цим винаходом було започатковано електроіскрової обробки матеріалів. До піонерних винаходів можна віднести і інший вид електроерозійної обробки – електроімпульсну.

Хорошою ілюстрацією рішень загальнотехнічного значення, метою яких є виконання будь-якої узагальненої функції, може служити генератор автоматичних автоколивань рідини (ред. Св. № 505444). Суть винаходу полягає в тому, що коли рідина проходить через двоконусну трубку, яка має звужену частину - горловину, через кавітаційні явища тиск у рідині на виході трубки починає скачкообразно змінюватися, пульсувати, перевищувати в кілька разів тиск на вході. Подали, наприклад, до трубки воду під тиском 1 МПа, а на виході отримали пульсуючий потік з максиматичним тиском 3 МПа, при цьому тиск збільшується «само». Змінюючи параметри трубки, кути розкриття дифузора та конфузора (вихідного та вхідного конуса), тиск та споживання рідини, можливо регулювати частоту та амплітуду коливань рідини. Але такий ефект потрібен у багатьох галузях техніки - саме тому винахід послужив основою для створення ряду нових технічних рішень, включаючи гідромонітори з пульсуючим потоком води, пристроїв для обив, окаліни та очистки поверхні виробів, тощо.

Широкого поширення набули різні машини та механізми, що використовують універсальне технічне рішення – створення повітряної подушки, тобто області підвищеного тиску повітря між основою будь-якого предмета або машини та опорною поверхнею (наприклад, судна на повітряній подушці), між рухомими і нерухомими елементами механізмів (наприклад, повітряний підшипник) і т. д. У прохідних секційних печах для швидкісного нагріву потоки гарячого газу використовують для підтримки на газовій подушці, обертання та осьового переміщення труб, що нагріваються (авт. св. № 675075).

Інтерес представляють багато рішень в галузі оптики. Вже понад двадцять років застосовують волоконну оптику передачі світла по оптичним скловолокнам у важкодоступні для інших джерел світла місця, наприклад, у медицині, точному машинобудуванні, приладобудуванні тощо.

Ще більш простими світлопроводами є труби із дзеркальною внутрішньою поверхнею (пластикова оболонка всередині покрита амальгамою). За такими трубами світло можна передавати в будь-яких напрямках на відстані до 100 метрів і більше. Якщо в такому світловоді-трубопроводі зробити поздовжню щілину з кутовим розміром близько 90°, він стає зручним

світильником. Дане технічне рішення стало основою низки винаходів (авт. св. № 269302, № 468057). Нові світильники можуть освітлювати яскравим сонячним світлом (або світлом від іншого джерела), що передається трубами, підземні споруди, цехи заводів, вибухонебезпечні приміщення тощо.

Універсальну групу, що знаходить конкретний вираз у технічних об'єктах, утворюють рішення в галузі геометрії, які можуть скласти фонд «геометричних ефектів». Так, на оригінальному геометричному рішенні – листі Мебіуса (одностороння поверхня) базується ряд винаходів: нескінченна шліфувальна стрічка (авт. св. № 236278, № 324137), магнітофонні касети, фільтр, що самоочищається, електричний опір з нульовою реактивністю, тощо.

Властивість еліпса змінювати висоту своєї проекції при обертанні навколо центру використано, наприклад, у капілярі рапідографа (авт. св. № 701841) для зміни ширини лінії, що викреслюється. Цього досягають поворотом капіляра, що має еліптичний поперечний переріз.

Особливе місце серед відомих технічних рішень займають нові матеріали, що мають незвичайні властивості (деякі вказані в таблиці 2.2). Застосування їх для виготовлення окремих елементів технічних систем дозволяє цим елементам виконувати досить складні функції при порівняльній простоті самого рішення.

Таблиця 2.2

Властивості деяких матеріалів, що застосовуються
при вирішенні технічних завдань

Найменування матеріалу	Вплив на матеріал	Отримуваний результат, властивість
Біметалеві матеріали	Зміна температури	Пружна деформація (вигин, кручення і т. д.), створення внутрішніх напруг
	Вплив агресивного середовища	Підвищена стійкість
Постійні магніти	Одноразове намагнічування	Притягнення феромагнітних матеріалів, створення постійних магнітних полів
Тонкі напівпровідникові плівки, афінплівки	Освітлення	Електрична поляризація
Матеріали з термічною пам'яттю форми («ефект пам'яті»)	Пластична деформація та подальший нагрівання	Відновлення первісної форми
Оптичне скловолокно	Світловий сигнал	Передача світлового сигналу світловодом

Продовження таблиці 2.2

Найменування матеріалу	Вплив на матеріал	Отримуваний результат, властивість
Магнітострикційні матеріали	Періодичне намагнічування	Механічні коливання, періодична зміна лінійних розмірів
	Механічні коливання, пружна деформація	Зміна намагніченості
Люмінофори	Опромінення ультрафіолетовими, інфрачервоними, рентгенівськими, α , β , або γ -променями	Випускання видимого світла
П'єзокерамічні матеріали	Механічні коливання кристала Знакозмінне електричне поле	Знакоперемінна електрична поляризація Механічні коливання кристала
Фотохромні матеріали	Зміна освітленості	Оборотна зміна фарбування матеріалу
Колоїдні розчини феромагнітних частинок, «феромагнітні рідини»	Магнітне поле	Оборотна зміна в'язкості, затвердіння
Колоїдні розчини, суспензія діелектричних частинок в маслі	Електричне поле	Оборотна зміна в'язкості, затвердіння
Рідкі кристали	Електричне поле, намагнічування, механічна напруга, нагрівання	Зміна оптичних властивостей, поворот площини поляризації
«Розбухаючі метали»	Гідрування, окиснення, кристалізація	Збільшення обсягу
Сегнетоелектричні матеріали	Нагрів	Зміна діелектричної проникності
Піроелектричні матеріали	Нагрів	Зміна електричної поляризації
Пірофорні матеріали	Удар, тертя	Іскріння, запалення
Композиційні матеріали	Різні дії на комбінацію вихідних матеріалів	Задані властивості готових виробів (легкість, жорсткість, міцність тощо)

Наприклад, пружна деформація біметалічних пластин при нагріванні в багато разів перевищує збільшення їх лінійних розмірів. Вироби з біметалів (труби, стрічки і т. д.) поєднують у собі корисні властивості складових їх матеріалів, взаємно компенсуючи недоліки, наприклад, елементи з матеріалу «мідь-сталь» мають високу хімічну стійкість до деяких агресивних середовищ, властивої міді, і високою міцністю, властивою сталі.

Постійні магніти - звичний матеріал для багатьох областей техніки, але в останні роки йому вдалося надати напрочуд високу коерцитивну силу. Нові постійні магніти, виготовлені з магнітоанізотропних порошків, які містять сплави деяких рідкісноземельних елементів, можуть піднімати вантаж, що в тисячі разів перевищує їх власну масу.

Дивовижні властивості мають матеріали з термічною пам'яттю форми або так звані в металознавстві «ефектом пам'яті». Вироби зі сплавів Ni-Ti (нітінол), Au-Cd, Ti-Co, Ti-Fe в результаті нагрівання після пластичної деформації відновлюють свою первісну форму. «Ефект пам'яті» проявляється, наприклад, якщо пластична деформація супроводжувалася мартенситним перетворенням.

Якщо з матеріалу з термічною пам'яттю форми виготовити заклепку з двома капелюшками, а потім деформацією з нагріванням надати їй вигляд звичайної заклепки з одним капелюшком, то, будучи вставленою в отвір, вона сама при зміні температури набуває початкової форми, що дозволяє обійтися без операції клепки.

Ось ще один приклад. Стрічку з нітинолу (54–55% Ni, інше Ti) зігнули S-образно у закритому штампі і, не відкриваючи його, відпалили. Охолодили в штампі до температури трохи нижче 40°C і в іншому штампі нагріли, вигнули у зворотний бік, надали Г-образну форму і охолодили до кімнатної температури. Стрічка після такої обробки «запам'ятала», що вище 60°C їй потрібно мати S-подібну форму, а при температурі нижче 40°C зворотну їй Г-подібну форму. При періодичному нагріванні та охолодженні така стрічка періодично змінює свою форму. Але в момент зміни однієї форми на зворотну вона неминуче розпрямляється, суттєво збільшуючи відстань між її кінцями. Це явище поклало в основу принципу дії нового інструменту ударної дії, наприклад відбійного молотка (авт. св. № 612784).

Такий же матеріал застосовується і для виготовлення пелюсткового підшипника (авт. св. № 658325) зі швидкістю обертання до 100000 об/хв і вище. Пелюстки у гарячому стані вигинають за формою валу, який працюватиме у підшипнику. Після охолодження вони випрямляються і при кімнатній температурі завжди будуть плоскими. У такому вигляді їх закріплюють у корпусі підшипника. Утворюючи багатогранник, у який впишеться вал, пелюстки контактують із ним лише з лінії. У міру прискорення обертання валу вони від тертя розігріваються і після певної температури «згадують» задану форму і згинаються по валу. До цього моменту вал вже набрав обертів, при яких починається підсмоктування повітря під пелюстки. Якби вигнуті пелюстки від валу не відокремлював прошарок повітря, то вони б згоріли – так і відбувалося раніше в підшипниках із пелюстками із

звичайних матеріалів (пелюстки згоряли в період, коли вал ще не набрав потрібну для підсмоктування повітря швидкість).

Нові перспективи для створення нероз'ємних з'єднань відкриває застосування «розбухаючих» металів і сплавів, що істотно збільшують обсяг при насиченні воднем (гідруванні), окисленні або кристалізації (обсяг деяких зростає на 20–25%). Такі метали, як ітрій, титан, цирконій, лантан, ніобій та інші, «розбухають» у середовищі водню при температурах 300–600°C, а сплави титан - залізо, лантан - нікель - при температурах близько 100°C і навіть за кімнатних. Ці властивості і були використані в новому методі нероз'ємного з'єднання (авт. св. № 588080).

Наприклад, в торцях двох втулок однакового розміру (одна з алюмінієвого сплаву, а інша з хромонікелевої нержавіючої сталі) проточили кільцеві канавки і вільно посадили їх на відповідного розміру кільце з цирконію. Потім протягом години витримали їх в атмосфері водню при температурі 450°C. В результаті отримали герметичне з'єднання з міцністю на розтяг майже вдвічі більшою, ніж у литого алюмінію. Таким же чином можна з'єднати труби з різних матеріалів, металів, кераміки, пластмас.

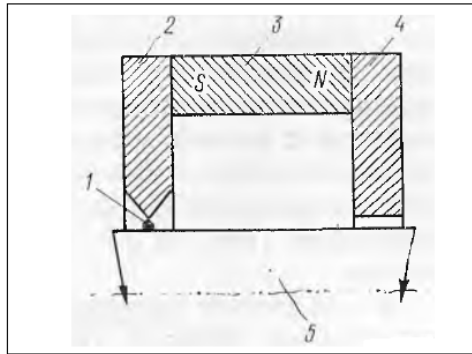
Труби з вольфраму та хромонікелевої сталі з'єднали внахлестку за допомогою проміжного кільця зі сплаву титан – залізо (50% Ti, 50% Fe) і після витримки протягом години у водневому середовищі при температурі 100°C отримали герметичне та міцне з'єднання.

Вдається навіть з'єднати встик листи з графіту і алюмінію (з міцністю з'єднання, що дорівнює міцності алюмінію), помістивши в прорізі в торцях листів пластину зі сплаву лантан - нікель.

Крім того, наприклад, Nb «розбухає» при окисненні і за його допомогою можна з'єднати матеріали на свіжому повітрі.

З можливістю отримувати у великих кількостях дрібнодисперсні матеріали з'явилися колоїдні розчини феромагнітних частинок та діелектричних частинок у рідинах, які при впливі на них електромагнітними полями показали незвичайні властивості. Наприклад, візьмемо феромагнітні рідини - дрібнодисперсні частинки розміром близько 100Å в маслі, гасі або воді з концентрацією не менше 10¹⁷ частинок на 1 см³. Така рідина, володіючи феромагнітними властивостями, під дією магнітного поля розтікається і набуває форми, що диктується зовнішнім магнітним полем. При підвищенні напруженості поля збільшується її в'язкість (навіть до ступеня затвердіння). Ці властивості феромагнітних рідин використані у низці технічних рішень.

Дещо видозмінивши підшипниковий вузол механізму, з магнітної рідини можна зробити сальник, який зберігає навіть у глибокому вакуумі працездатність при швидкостях обертання валу до 12000 рад/с при температурах до 120°C і не вимагає шліфування посадкових місць на шийках валів (досить грубою обробки). Корпус сальника (малюнок 5) виконують з кільцевого магніту, діаметром набагато більше, ніж діаметр валу.



Малюнок 5 – Схема корпусу сальника підшипника
 (1 – феромагнітна рідина; 2 і 4 – сталеві шайби;
 3 – кільцевий постійний магніт; 5 – вал, що обертається).

Його закривають з двох сторін сталевими шайбами так, щоб зазор між отвором у шайбі і валом, що проходить всередині, становив 0,05-0,1 мм. Після того як у корпус заливають трохи магнітної рідини, шайби, що стали полюсами, притягують її і не дають витекти. Обслуговування такого сальника зводиться до добавки до зазору декількох крапель свіжої магнітної рідини.

У пристроях для утримання оправки трубопрокатного стану (авт. св. № 499908, № 553018) феромагнітна рідина виконує роль затиску, що хвастає хвостовик оправки і твердіє під дією електромагнітного поля. Вона надійно з'єднує оправлення з механізмом її переміщення і в той же час має здатність миттєво відпустити оправлення при відключенні електромагніту.

В інших технічних рішеннях (авт. св. № 497489 № 582017) феромагнітна рідина використовується як елемент пристроїв для вимірювання зусиль деформації.

Подібними властивостями володіють суспензії і колоїдні розчини діелектричних частинок в маслі - при впливі на них зовнішнього електричного поля вони збільшують в'язкість і тверднуть. Ця їхня властивість використана, наприклад, в амортизаторі транспортного засобу (авт. св. № 495467), корпус якого поміщений в соленоїд, а в якості робочої рідини взята завись діелектричних частинок в толуолі. Зі збільшенням напруженості електромагнітного поля соленоїда змінюється в'язкість робочого тіла.

Успіхи порошкової металургії визначили широке використання різних виробів з пористих матеріалів, що поєднують міцність суцільних тіл і проникність сипких матеріалів. Добре зарекомендували себе при експлуатації в різних механізмах фільтри з пористих матеріалів, кільця підшипників, просочені антифрикційними матеріалами тощо. Наприклад, стрічковий антифрикційний матеріал, просочений сумішшю фторопласту та дисульфиду молібдену товщиною менше 1 мм, за півтора роки безперервної роботи зношується менш ніж на половину. Рідини і гази, випаровуючись з робочої поверхні елементів з пористого матеріалу, крізь які вони проходять, інтенсивно охолоджують поверхню і весь об'єм елемента. За аналогією зі шкірою тварин і людини такі матеріали називають «потіючими». Цю власти-

вість пористих матеріалів використовують, для охолодження та змащування інструменту при обробці металів тиском (авт. св. № 710684, № 741983, № 698229) та інших елементів.

В останні десятиліття як самостійна наука успішно розвивається біоніка (один із напрямків кібернетики), що вивчає принципи дії «технічних рішень» живої природи з метою створення за аналогією нових рішень. Девіз фахівців із біоніки: живі прототипи – ключ до нової техніки. Їх значний інтерес представляє «патентний фонд» природи, багато в чому випередивший творчу думку людини.

Найбільш перспективними напрямками у цій науці є вивчення нервової системи людини і тварин, органів чуття, принципів навігації, орієнтації, локації та руху, що використовуються тваринами – результати таких досліджень знаходять пряме застосування при вдосконаленні обчислювальної техніки, розробці нових датчиків та систем виявлення, і рушників і робочих органів різних машин і т. д. Наприклад, перистальтика, тобто хвилеподібне скорочення стінок порожнистих трубчастих органів живих організмів (кишок, шлунка, сечоводів тощо), знаходить продовження в транспортерах, конвеєрах (авт. св. № 589461; пат. США № 2864341), перистальтичних насосах і т. д. Щупальці восьминога або хобот слона можуть бути прототипом еластичного силового механізму (авт. св. № 625079) з пневмогідравлічним приводом, що моделює м'язи тварин. Можливо, він стане родоначальником принципово нових будівельних, вантажопідйомних та транспортних машин.

Повний фонд технічних рішень, створених людством, величезний, і опис навіть найефективніших і оригінальних їх дуже трудомісткий процес, пов'язаний іноді з аналізом мільйонів одиниць інформаційних джерел.

Але технічна творчість, як системахічна діяльність сучасного інженера, вимагає постійного розширення знань про конкретні рішення. Фонд технічних рішень може бути використаний інженером за різним призначенням: при аналізі та виборі завдань, пошуку ідей рішення, синтезі нових технічних об'єктів, аналізі техніко-економічної ефективності знайденого рішення в порівнянні з відомими, прогнозуванні розвитку науки і техніки, складанні заявки на винахід і перевірі його патентоспроможності і т. д.

У винахідницькій практиці добре зарекомендували себе особисті фонди технічних рішень, картотеки патентів, науково-технічних статей та монографій. Створення та постійне поповнення картотеки – це систематична праця з аналізу багатьох джерел інформації. До найбільш універсальних і доступних кожному, на наш погляд, джерел можна віднести реферативні журнали та бюлетень винаходів, реферативне видання «Винаходи за кордоном», а також науково-популярні журнали «Винахідник і раціоналізатор», «Техніка та наука» та ін. Самостійне поповнення фонду – ефективний шлях підвищення творчого потенціалу та кваліфікації науково-технічного працівника.

2.5 Характерні технічні прийоми

Нижче розглянуто основні прийоми усунення технічних протиріч та деякі технічні рішення, що на них базуються:

1. Принцип дроблення.
2. Принцип винесення.
3. Принцип місцевої якості.
4. Принцип асиметрії.
5. Принцип об'єднання.
6. Принцип універсальності.
7. Принцип «матрьошки».
8. Принцип антиваги.
9. Принцип попередньої напруги.
10. Принцип попереднього виконання.
11. Принцип «заздалегідь підкладеної подушки».
12. Принцип еквіпотенційності.
13. Принцип "навпаки".
14. Принцип сфероїдальності.
15. Принцип динамічності.
16. Принцип часткового чи надлишкового рішення.
17. Принцип переходу до іншого виміру.
18. Принцип використання механічних коливань.
19. Принцип періодичної дії.
20. Принцип безперервності корисної дії.
21. Принцип «проскоку».
22. Принцип «звернути шкоду на користь».
23. Принцип зворотний зв'язок.
24. Принцип "посередника".
25. Принцип самообслуговування.
26. Принцип копіювання.
27. Принцип заміни дорогої довговічності на дешеву недовговічність.
28. Принцип заміни механічної схеми.
29. Принцип використання пневмо-і гідроконструкцій.
30. Принцип використання гнучких оболонок та тонких плівок.
31. Принцип використання пористих матеріалів.
32. Принцип зміни фарбування.

33. Принцип однорідності.
34. Принцип відкидання чи регенерації частин.
35. Принцип зміни фізико-хімічних властивостей об'єкта.
36. Принцип використання фазових переходів.
37. Принцип використання термічного розширення.
38. Принцип використання сильних окисників.
39. Принцип зміни ступеня інертності.
40. Принцип використання композиційних матеріалів. Перейти від однорідних матеріалів до композиційних.
41. Використання пауз.
42. Принцип багатоступінчастої дії.
43. Застосування піни.
44. Застосування вставних елементів
45. Бі-принцип.
46. Застосування ВВ та порохів.
47. Складання на воді, тобто якісь технологічні дії проводяться на воді.
48. Мішок із вакуумом.
49. Дисоціація - Асоціація (поділ - об'єднання на молекулярному рівні) - прийом парний.
50. Принцип самоорганізації.

3 ТЕМА 3. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІВНИЙ АНАЛІЗ

3 Функціонально-вартівний аналіз

3.1 Загальні положення

Функціонально-вартівний аналіз (ФВА) - це метод системного дослідження об'єкта (процесу), спрямованого на зменшення витрат у галузі проектування, виробництва та експлуатації при збереженні якості та корисності об'єкта для споживача.

В даний час в економічно розвинених країнах майже кожне підприємство чи компанія використовує методологію функціонального-вартівного аналізу як практичну частину системи менеджмента якості, яка найбільше задовольняє принципи стандартів серії ISO 9000.

Класичний ФВА має три англійські найменування-синоніми - Value Engineering, Value Management, Value Analysis.

ФВА - це метод, що поєднує технічний та економічний принцип в єдиному творчому процесі створення нової техніки, заснованої на багатозоровому дослідженні інженерних рішень.

Завдання та цілі ФВА. Функціонально-вартівний аналіз - методологія постійного вдосконалення продуктів, виробничих технологій, організаційних структур. Завдання ФВА - досягти найвищих споживчих властивостей продукції при одночасному зменшенні всіх видів виробничих витрат.

Мета ФВА у розробці корисних функцій об'єкта з мінімальними витратами, а також усунення непотрібних функцій об'єкта в інтересах як виробника, так і споживача.

Математично, мету ФВА можна записати так:

$$Z/PC=\min \text{ или } PC/Z=\max,$$

де Z – витрати на досягнення необхідних споживчих властивостей;

PC – сукупність споживчих властивостей об'єкта.

Існують такі варіанти класифікації ФВА

за предметом використання:

- ФВА продуктів;
- ФВА процесів.

за моментом проведення дослідження:

- об'єкти, що знаходяться на стадії розробки. Мета ФВА – формування вартісних характеристик об'єкта;
- об'єкти вже створені або введені в дію. Мета ФВА – покращення вартісної якості об'єкта.

Історія ФВА. Історія методу корениться у 40 - х роках ХХ століття. Потім ФВА використовували для поліпшення технічних виробів. Він отримав різні назви в різних країнах: у США - «інженерно-вартівний аналіз»; У Німеччині - "аналіз витрат на основі вартості використання"; у Росії- "метод економічного аналізу та поелементного відпрацювання конструкцій".

У 30 -х роках ХХ століття радянський авіаконструктор італійського походження Бартіні Б.Л. розробив метод, базовими поняттями якого були функціональна модель (ідеальний кінцевий результат) та протиріччя. Функціональний підхід Бартіні Б.Л. став основою функціонально-вартівного аналізу. Поняття суперечності увійшло в основу алгоритму рішення винахідливих задач (АРВЗ), головного інструменту теорії рішення винахідливих проблем (ТРВЗ), розробленого бакінським інженером Альтшуллером Г.С.

В кінці 40-х років ХХ століття Соболев Ю.М., інженер-конструктор Пермського телефонного заводу пристосував системний аналіз та поелементне відпрацювання виробів. Він розглядав кожен конструктивний елемент як незалежну частину конструкції, сформулював його функціональне призначення та включив до групи основних або допоміжних.

До конструктивних елементів Соболев Ю.М. відносив:

- матеріал;
- розмір;
- допуски;
- різьбу;
- дірки;
- стан поверхні.

Такий аналіз допоміг виявити завищені витрати на виготовлення допоміжних елементів та скоротити їх без шкоди для якості виробу.

У 1948-1952 р. Соболев Ю.М. опублікував ряд робіт, присвячених розробленим методом.

На підприємствах Німеччини на основі ідей Соболева було створено поелементно-економічний аналіз (ПЕА).

Під час Другої Світової війни американська компанія «Дженерал електрик» змушена була шукати заміну дефіцитним матеріалам, що використовувалися у виробництві. Після війни інженер компанії Лоуренс Д. Майлс, співробітник відділу постачання, який знав про роботи Соболева, проаналізував дані про роботу виробів і переконався в тому, що заміна матеріалу на більш дешевий іноді призводила до поліпшення якості.

На основі цього аналізу у 1947 році було розроблено функціональний – економічний підхід.

У 1952 році Л. Майлс розробив метод, який отримав назву вартісного аналізу. Майлс називав свій метод прикладною філософією.

Практика застосування вартісного аналізу привернула увагу спеціалістів, які працювали на підприємствах – постачальниках, конкурентах та замовниках компанії «Дженерал електрик».

Пізніше цим способом зацікавилися і державні організації. Першою було управління з кораблебудування (Navy's Bureau of Ships).

Тут метод вперше був застосований на стадії проектування і став називатися вартісним проектуванням (value engineering (VE))

У 1958-1960 роках японський інженер-консультант доктор Ген'їті Тагуті створив ряд методів, що дозволяють підвищувати якість продукції без підвищення витрат (методи Тагуті). Мета методів - підвищення якості шляхом підвищення точності. Будь-яке відхилення від оптимального значення сприймається як джерело матеріальних втрат суспільства (як виробника, так і споживача). Тагуті довів, що втрати зростають пропорційно квадрату відхилення від оптимального значення і ввів поняття «функції втрат якості» та відношення «сигнал/шум» для позначення відношення номінального значення та відхилень.

У 1959 році було організовано Товариство американських інженерів-фахівців із ФСА (Society of American Value Engineering – SAVE). Першим президентом товариства з 1960 по 1962 рік був Л. Майлс. Суспільство мало на меті координацію робіт з ФСА та обміну досвідом між компаніями. З 1962 р. військове відомство США зажадало від своїх клієнтів - фірм обов'язкового застосування ФСА при створенні військової техніки, що замовляється.

На початку 60-х років ФСА починають використовувати в інших капіталістичних країнах і насамперед в Англії, Німеччині, і Японії.

У 1962 р. професор токійського університету Каору Ісікава запропонував концепцію гуртків якості, в основу яких поклав психологічні ефекти – ефект соціальної фасилітації та ефект Рінгельмана.

З середини 60-х ФСА починають застосовувати підприємства соціалістичних країн. У більшості цих країн проводяться загальнонаціональні та міжнародні конференції фахівців з ФСА, визначені відомства та організації, що координують застосування ФСА у масштабах держави. У ряді країн впровадження ФСА в практику господарської діяльності регламентовано законодавчими документами.

У 1965 році було засновано Товариство японських інженерів-фахівців з ФСА (Society of Japanese Value Engineering SJVE), яке активно зайнялося пропагандою цього методу, проводячи щорічні конференції за участю представників найбільших фірм та державних організацій.

Систематичні та цілеспрямовані роботи з ФСА в СРСР були розпочаті в 1973-1974 рр.. в електротехнічній промисловості (ВПЕ «Союзелектроапарат», ВО «Електропроміль» та ін.)

У 1975 році міжнародне товариство SAVE заснувало премію імені Л. Майлса «За створення та сприяння у справі просування методів ФСА».

У 1977 році в Мінелектропромі було прийнято рішення про створення підрозділів ФСА у всіх об'єднаннях та організаціях галузі, а роботи з

ФСА стають обов'язковою частиною плану нової техніки. У 1978-1980 роках на підприємствах електротехнічної промисловості за допомогою ФСА було зекономлено:

- 14000 т прокату чорних та кольорових металів;
- 3000 т свинцю;
- 20 т срібла.

Вивільнено 1500 осіб.

Сумарний економічний ефект становив 16 000 000 рублів.

У 1982 р. в Японії засновують премію імені Майлса, яку присуджують компаніям, які досягають великих успіхів завдяки застосуванню ФСА.

У Японії застосовують ФСА у 90% випадків при проектуванні нової продукції та у 50–85% випадків при модернізації продукції.

В даний час найбільшого поширення набула методика FAST (Function Analysis System Techneque), основи якої були розроблені в 1964 Ч. Байтуеєм (корпорація Сперрі Ренд). На відміну від вартісного аналізу Майлса, FAST вимагає відшукування взаємної залежності між функціями.

У Росії її з початку 90-х різко знизилася кількість публікацій з ФВА, припинилася підготовка і перепідготовка фахівців, ФВА перестали застосовувати на виробництвах. Фахівці виявилися не затребуваними на батьківщині, і частина з них працює за кордоном – в Ізраїлі, Канаді, США, Фінляндії, Кореї.

Засновниками ФВА стали:

Лоуренс Д. Майлс (США, 1947 р.) – організація у компанії «Дженерал електрик» групи створення нового методу. 1949 – перша публікація про метод.

Соболев Юрій Михайлович (Росія, 1948 р.) - перший успіх у застосуванні методу поелементного аналізу на Пермському телефонному заводі. 1949 – перша заявка на винахід, в основі якого лежав новий метод.

Спочатку ФВА зайняв особливе місце саме в конструкторській підготовці виробництва технічних виробів. У період свого зародження метод ФВА розглядався тільки як інструмент пошуку зайвих витрат у існуючих виробках. Але в міру його освоєння його стали застосовувати і як попередження виникнення неефективних рішень вже на стадії проектування та виробництва виробів.

3.2 Основні положення ФВА

Сутність ФВА зводиться до наступних принципів:

1. Резервом зниження собівартості продукції є зайві витрати.
2. Зайві витрати пов'язані з недосконалістю конструкції виробів, технологією їх виготовлення, неефективністю використовуваних матеріалів, помилкових рішень, концепцій.

ФСА передбачає розгляд не об'єкта, а функцію, яку вона реалізує.

4. Завдання ФВА – досягнення функціональності об'єкта мінімальними витратами на користь як виробника, так і споживача.

5. Об'єктом ФВА можуть бути виробни, технології, виробничі, організаційні та інформаційні структури, а також окремі їх елементи або групи елементів.

ФВА як практична складова системи менеджмента якістю

Система ФВА повністю відповідає 8-ми принципам менеджменту якості, що є основою всіх стандартів сімейства ISO 9000.

Основні принципи менеджмента якості за ISO 9000

1. Орієнтація на споживачів.

Організації залежать від своїх споживачів, тому вони повинні знати і розуміти їх потреби, які існують в даний момент, а також можуть виникнути в майбутньому, виконувати їх вимоги і прагнути перевершити їх очікування.

2. Роль керівництва.

Керівники домагаються єдності цілей і напрямів розвитку організації. Вони повинні створювати внутрішнє середовище організації, яка дозволяє співробітникам бути повною мірою залученими для досягнення цілей організації.

3. Залучення співробітників.

Співробітники всіх рівнів складають основу кожної організації, їх повне залучення дає можливість організації використовувати їх здібності з максимальною вигодою.

4. Підхід як до процесу.

Бажаний результат досягається найбільш ефективним способом, коли відповідними видами діяльності і необхідними для неї ресурсами керують і керують як процесом.

5. Системний підхід до менеджменту.

Ідентифікація взаємопов'язаних процесів, їх розуміння, керівництво та управління ними як єдиною системою сприяє результативності та ефективності діяльності організації при досягненні нею своїх цілей.

Основні принципи ФВА

1. Орієнтація на користувачів.

Методологія ФВА займається вдосконаленням споживчої вартості продукції - головним показником ступеня її відповідності запитам і очікуванням споживача.

2. Роль керівництва.

Загальне керівництво організацією та проведенням ФВА належать вищому керівництву підприємства.

3. Залучення співробітників.

На підприємстві організується багаторівневе навчання персоналу в області ФВА, здійснюється популяризація методу.

4. Підхід як до процесу.

Функціонально-вартісний аналіз сприймається як безперервний процес вдосконалення продукції, виробничих технологій, організаційних структур.

5. Системний підхід до менеджменту.

Функціонально-вартісний аналіз являє собою систему взаємопов'язаних організаційних заходів і методичних засобів, спрямованих на безперервне вдосконалення, як продукції, так і самого підприємства.

6. Постійне покращення.

Незмінною метою організації є безпервне поліпшення всієї її діяльності.

7. Прийняття рішень, що ґрунтується на фактах.

Ефективні рішення базуються на аналізі даних та інформації.

8. Взаємовигідні відносини із постачальниками.

Організація та її постачальники залежать один від одного. Якщо їхні стосунки сприяють взаємній вигоді обох сторін, то їх здатність створювати цінності підвищується.

6. Постійне покращення

Організація та проведення робіт з ФВА на підприємстві є постійним видом діяльності та будуються на основі впровадженої на підприємстві нормативно-технічної документації.

7. Прийняття рішень, що ґрунтується на фактах.

Функціонально-вартісний аналіз базується на сучасних методах та засобах аналізу, пошуку та прийняття рішень.

8. Системний та комплексний підхід до проведення досліджень.

Функціонально-вартісний аналіз у своїх дослідженнях застосовує системний і комплексний підходи.

Для проведення ФВА необхідно створити робочу групу, до складу якої входили б фахівці різних професій: інженери, конструктори, технологи, дизайнери, виробничники, економісти, маркетологи або представники замовників. Групі необхідно представити всю необхідну інформацію про продукт: стандарти, технічні умови, комплект конструкторської та технологічної документації, дані про аналогічну продукцію (проспекти, зразки), дані по рекламаціях та браку, відгуки покупців про якість продукції та ін.

3.3 Досвід застосування ФВА

ФВА у маркетингу. Використання ФВА під час проведення маркетингових досліджень істотно підвищує достовірність отриманих результатів. Методологія ФВА дозволяє визначати найбільш об'єктивний показник конкурентоспроможності продукції - співвідношення ціни та якості, та зіставляти його з показниками конкурентів.

У цілому, ФВА – це системний розгляд функцій удосконалюваних об'єктів і витрат за отримання цих функцій.

Основним критерієм досконалості (конкурентоспроможності) об'єкта з позиції ФВА є його споживча вартість, що визначається співвідношенням корисності (якості) та ціни. До методів та засобів ФВА відносяться:

1. Методи опису та аналізу функцій.
2. Методи аналізу витрат.
3. Методи оцінки споживчої вартості.
4. Методи постановки та розв'язання задач.

5. Методи оцінки одержаних рішень.

ФВА – це робота над помилками підприємства. Технічні системи розвиваються за певними законами. Порухення цих законів неминуче призводить до матеріальних втрат як підприємства - виробника, так і споживача. ФВА дозволяє виявити втрати та усунути їх причини.

За даними американської статистики, кожен долар, вкладений у ФВА, може принести від 7 до 20 доларів економії за рахунок зниження собівартості продукції.

3.4 Організація ФВА

У Японії рух підвищення якості має загальнонаціональний характер.

1. При японській раді вчених та інженерів (ЯСУІ) створено національний комітет з гуртків якості, який координує роботу регіональних секцій та займається пропагандою передових методів через щомісячний журнал «Кружки якості».

2. Комітет має 9 регіональних секцій, кожна з яких очолює представник однієї з провідних фірм регіону.

3. На кожній фірмі діяльністю гуртків якості управляє рада керівників, або штаб гуртків який координує роботу цехових гуртків якості.

4. На деяких фірмах діють поради майстрів, які забезпечують координацію роботи цехових гуртків.

5. У вузах Японії читається курс із загального контролю якості. Керівників фірм навчають у рамках підготовки до конкурсу на премію Демінга та на спеціальних семінарах. Семінари, лекції, курси постійно проводяться для всіх категорій робітників та службовців фірм.

Причини успіхів японської системи забезпечення якості:

1. Жорстка конкуренція між підприємствами.

2. Жорстка субординація у роботі.

3. Шанобливе ставлення до керівництва.

4. Демократичність системи управління виробництвом.

5. Рівноправність всіх працівників підприємства (загальні столові для керівників, службовців та робітників, колективні відпочинки без різниці соціального становища).

6. Можливість зупинення виробничого процесу з ініціативи робітника (при виявленні неполадок).

7. Співробітники фірми наймаються на фірму довічно.

8. Технологічні секрети відомі широкому колу працівників підприємства.

9. Точне відображення якостей товару в назві та рекламі (правдивість).

Організація ФВА на великих підприємствах США

1. Загальне керівництво та координацію всіх робіт здійснює комітет з ФВА, головою якого є генеральний директор або один із його заступників. Постійні члени Комітету – головний конструктор, головний технолог, головний економіст, керівники відділів постачання та збуту.

2. Проведенням ФВА і впровадженням пропозицій займаються постійні групи ФВА, укомплектовані фахівцями, що пройшли відповідну підготовку і звільнені від будь-якої іншої роботи.

3. Тимчасові групи ФВА комплектуються зі спеціалістів, які володіють методикою та представляють основні служби підприємства. Їх керівниками призначаються звільнені фахівці з ФВА.

4. Інженер з вищою освітою, який має 3 роки стажу після 7 – 8 місяців навчання, може стати професійним спеціалістом з ФВА.

3.5 Аналіз причин виникнення зайвих витрат

1. Управлінська помилка

На заводі імені О.М. Тарасова було ухвалено рішення про будівництво нового корпусу, і тут же приступили до копання котловану під фундамент. Міністерство заборонило будівництво, котлован закопали. Тоді ж збудували супутниковий конвеєр для складання автомобільних генераторів. Після двох місяців роботи його зрізали і пустили в переплавку, переконавшись у його неефективності. Там же, слідуючи моді на роботизацію, поставили робота на операцію карбування латунної бирки для генератора. Замість однієї робітниці, яка стала лише заправляти накопичувач латунними пластинами, робоче місце, крім наладчика, стали обслуговувати ще дві людини - електронник та гідравлік.

На заводі «Металіст» після візиту американської делегації, що виявила інтерес до електричного самовару, виготовили величезну партію цих виробів з поправками до конструкції, які внесли гості, без укладання договору. Проте, американці не зробили замовлення, а для нашого покупця самовар виявився занадто дорогим. Склади було завалено нікому не потрібною продукцією.

2. Інерція мислення

Під час проектування освітлювального приладу для «Місячника –16» було вирішено використовувати лампу розжарювання. Найслабшим місцем у лампі було місце кріплення колби до цоколя. Під час випробувань місяцехода на жорстку посадку колба завжди відвалювалася. Перепробували всі можливі засоби кріплення, перш ніж здогадалися взагалі відмовитися від колби. На Місяці нема атмосфери, спіраль не треба захищати.

3. Конструкторська помилка

На заводі «Іскра», що виробляє напівпровідникові прилади, побачивши, що кремнієва пластина німецького аналога транзистора КТ 807 має набагато вужчу розділову смугу, вирішили заощадити кремній і теж зменшили площу пластини. Однак німці для поділу пластин використовували

лазерне скрайбування, яке знімало механічну напругу в кремнії, на відміну від алмазного скрайбування, що застосовувався на нашому заводі. В результаті цих змін відсоток браку пластини транзистора різко зріс, і замість економії були отримані втрати.

4. Конструкторська несумлінність

Під час проектування автомобільного генератора на заводі ім. А.М. Та-расова, конструктор заклав товщину литих алюмінієвих деталей набагато більшу розрахунковій, в надії потім отримати вигоду в результаті використання його ж «раціоналізаторських» пропозицій. Пропозиції були прийняті. Завод зазнав величезних втрат.

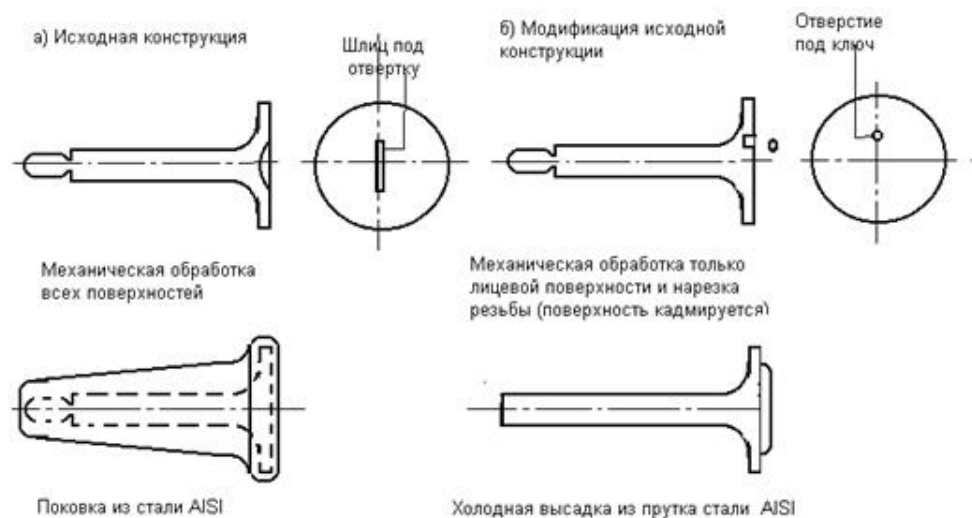
5. Низька точність

Значні відхилення від розрахункового значення параметра навіть у межах допусків, призводять до прискорення руйнування виробу в процесі експлуатації. При цьому збитки зазнає не виробник, а споживач. Зрештою, споживач відмовляється від виробу цієї фірми та збитки зазнає вже фірма, втрачаючи ринок збуту продукції.

Наприклад. Мясорубка МИМ-300 содержит не согласованные шестеренки. После одного-двух лет эксплуатации шестерни полностью разрушаются.

Мясорубка МИМ-600, работает без ремонта более 10 лет, за счет большей согласованности пары шестеренок.

Приклад виконання вартісного аналізу виробу Майлсу (малюнок 8).



Малюнок 8 – Приклад застосування ФВА до виробу «Шпилька»

Таблиця 3.1

Вартість виготовлення конструкції

Вартість, долл.	Заготовка	Обробка	Сумарна
Вихідна конструкція	2,31	5,03	7,34
Нова конструкція	0,59	1,63	2,22
Економія у рахунку на деталь	–	–	5,12
Витрати на внедріння	–	–	1100
Загальна економія під час виробництва 5000 деталей	–	–	24500

3.6 Список контрольних питань функціонального аналізу

1. Яка основна функція вузла (деталі)?
2. Що таке «ідеальний» вузол (деталь)?
3. Що буде, якщо прибрати цей вузол (деталь)?
4. Які і скільки функцій виконує даний вузол (деталь), чи не можна частину їх скоротити?
5. Як інакше можна виконати основну функцію?
6. У якій галузі техніки найкраще виконується дана функція і чи не можна запозичити рішення?
7. Чи можна розділити вузол (деталь) на частини? Чи можна об'єднати кілька деталей (вузлів)? Чи можна розбірні з'єднання зробити нерозбірними і навпаки?
8. Чи можна нерухомі деталі зробити рухомими та навпаки? Чи можна використовувати холості ходи? Чи можна від періодичного руху перейти до безперервного і навпаки?
9. Чи не можна змінити послідовність технологічних операцій? Ввести або виключити попередні зборочні та обробні операції? Виключити відділочні операції?
10. Який елемент вузла (деталі) найслабший, чи не можна його відокремити від діталі (вузла), посилити?
11. Які фактори, функції у роботі вузла (деталі) "найшкідливіші"? Чи не можна їх використовувати? Що буде з виробом, якщо вузол буде виконувати протилежні функції? Як реалізувати роботу «навпаки»?
12. Чи не можна спростити вузол, домагаючись не 100% корисного ефекту, а трохи менше чи більше?
13. Чи можна зменшити допуск, знизити чистоту, спростити форму, удосконалити інші аналогічні елементи вузла (деталі)?

14. Чи можна замінити спеціальні деталі на стандартні?
15. Які додаткові функції може виконувати цей вузол (деталь)?
16. Чи можна змінити матеріал, сортамент?
17. Чи можна зменшити відходи чи використати їх?
18. Чи не можна взяти більш дешевий матеріал і застосувати покриття, біметали і т. д. або вставки з високоякісного матеріалу?
19. Що в деталі (вузлі) насамперед зношується?
20. Де в деталі (вузлі) закладено зайві запаси, чи їх не можна скоротити?

4 СТАНДАРТИ НА РІШЕННЯ ВІНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ

4.1 Загальний зміст стандартів

Клас 1. Побудова і руйнування вепольних систем

1.1. Синтез веполь

- 1.1.1. Спорудження веполь
- 1.1.2. Внутрішній комплексний веполь
- 1.1.3. Зовнішній комплексний веполь
- 1.1.4. Веполь на зовнішньому середовищі
- 1.1.5. Веполь на зовнішньому середовищі з добавками
- 1.1.6. Мінімальний режим
- 1.1.7. Максимальний режим
- 1.1.8. Вибірково-максимальний режим

1.2. Руйнування веполь

- 1.2.1. Усунення шкідливого зв'язку введенням В3
- 1.2.2. Усунення шкідливого зв'язку введенням видозмінених В1 і (або)

В2

- 1.2.3. "Відтягування" шкідливої дії
- 1.2.4. Протидія шкідливим зв'язкам за допомогою П2
- 1.2.5. "Відключення" магнітних зв'язків

Клас 2. Розвиток вепольних систем

2.1. Перехід до складних веполь

- 2.1.1. Ланцюгові веполь
- 2.1.2. Подвійні веполь

2.2. Форсування веполь

- 2.2.1. Перехід до більше керованих полів
- 2.2.2. Дроблення В2
- 2.2.3. Перехід до капілярно-пористих речовин
- 2.2.4. Динамізація
- 2.2.5. Структуризація полів
- 2.2.6. Структуризація речовин

2.3. Форсування узгодженням ритміки

- 2.3.1. Узгодження ритміки П і В1 (чи В2)
- 2.3.2. Узгодження ритміки П1 і П2
- 2.3.3. Узгодження несумісних або раніше незалежних дій

2.4. Феполи (комплексно форсовані веполь)

- 2.4.1. "Протофеполь"
- 2.4.2. Феполи
- 2.4.3. Магнітна рідина
- 2.4.4. Використання капілярно-пористих структур у феполях
- 2.4.5. Комплексні феполи
- 2.4.6. Феполи на зовнішньому середовищі
- 2.4.7. Використання фізэффектов

- 2.4.8. Динамизация
- 2.4.9. Структуризація
- 2.4.10. Узгодження ритміки у фепольях
- 2.4.11. Эполи
- 2.4.12. Реологічні рідини

Клас 3. Перехід до надсистеми і на мікрорівень

3.1. Перехід до бісистем і полісистем

- 3.1.1. Системний перехід 1-а: утворення бісистем і полісистем
- 3.1.2. Розвиток зв'язків в бісистемах і полісистемах
- 3.1.3. Системний перехід 1-б: збільшення відмінності між елементами
- 3.1.4. Згортання бісистем і полісистем
- 3.1.5. Системний перехід 1-в: протилежні властивості цілого і частин

3.2. Перехід на мікрорівень

- 3.2.1. Системний перехід 2: перехід на мікрорівень

Клас 4. Стандарти на виявлення і вимір систем

4.1. Обхідні шляхи

- 4.1.1. Замість виявлення або виміру - зміна систем
- 4.1.2. Використання копій
- 4.1.3. Вимір - два послідовні виявлення

4.2. Синтез вимірювальних систем

- 4.2.1. "Вимірювальний" веполь
- 4.2.2. Комплексний "вимірювальний" веполь
- 4.2.3. "Вимірювальний" веполь на зовнішньому середовищі
- 4.2.4. Отримання добавок в зовнішньому середовищі

4.3. Форсування вимірювальних веполей

- 4.3.1. Використання фізэффектов
- 4.3.2. Використання резонансу контрольованого об'єкту
- 4.3.3. Використання резонансу приєднаного об'єкту

4.4. Перехід до фепольних систем

- 4.4.1. "Вимірювальний протофеполь"
- 4.4.2. "Вимірювальний" феполь
- 4.4.3. Комплексний "вимірювальний" феполь
- 4.4.4. "Вимірювальний" феполь на зовнішньому середовищі
- 4.4.5. Використання фізэффектов

4.5. Напрямок розвитку вимірювальних систем

- 4.5.1. Перехід до бісистем і полісистем
- 4.5.2. Напрямок розвитку

Клас 5. Стандарти на застосування стандартів

5.1. Введення речовин

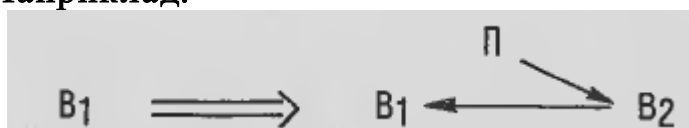
- 5.1.1. Обхідні шляхи

- 5.1.2. "Роздвоєння" речовини
- 5.1.3. Самоусунення відпрацьованих речовин
- 5.1.4. Введення великих кількостей речовини
- 5.2. Введення полів
 - 5.2.1. Використання полів за сумісництвом
 - 5.2.2. Введення полів із зовнішнього середовища
 - 5.2.3. Використання речовин, що можуть стати джерелами полів
- 5.3. Фазові переходи
 - 5.3.1. Фазовий перехід 1: заміна фаз
 - 5.3.2. Фазовий перехід 2: подвійний фазовий стан
 - 5.3.3. Фазовий перехід 3: використання супутніх явищ
 - 5.3.4. Фазовий перехід 4: перехід до двохфазового стану
 - 5.3.5. Взаємодія фаз
- 5.4. Особливості застосування фізэффектов
 - 5.4.1. Самокеруючі переходи
 - 5.4.2. Посилення поля на виході
- 5.5. Експериментальні стандарти
 - 5.5.1. Отримання часток речовини розкладанням
 - 5.5.2. Отримання часток речовини з'єднанням
 - 5.5.3. Застосування стандартів 5.5.1 і 5.5.2.

4.2 Клас 1. Побудова і руйнування вепольних систем

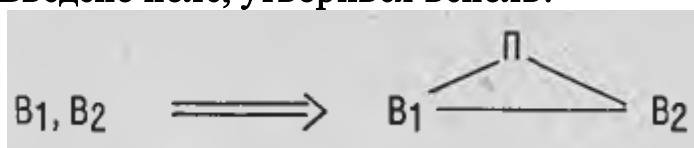
1.1.1. Якщо даний об'єкт, що погано піддається потрібним змінам, і умови задачі не містять обмежень на введення речовин і полів, задачу вирішують синтезом веполя, вводячи бракуючі елементи.

Наприклад:

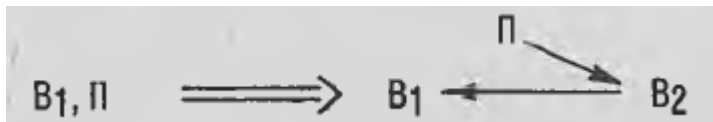


Авт. свід. Спосіб деаерації порошкоподібних речовин, що відрізняється тим, що, з метою інтенсифікації процесу, деаерацію проводять під дією відцентрових сил.

Дано дві речовини - порошок і газ - самі по собі що не взаємодіють. Введено поле, утворився веполь:



Другий приклад. Гравітаційне поле і спиране дерево ще не утворюють вепольної системи - немає другої речовини: тому поле не обробляє дерево. Згідно авт. свід. 461 722, дерево, що падає, зустрічає на своєму шляху ножовий пристрій, який зрізає суччя:



Щоб дозовано подавати і сипкі або рідкі речовини, необхідно нанести їх рівним шаром на легковидаляємий матеріал (наприклад, папір). При підготовці такого "бутирброда" відбувається перехід від однієї речовини до другої, а для видалення основи, веполь добувають введенням поля (наприклад, теплого або механічного).

Авт. свід. Спосіб безперервного дозування сипких матеріалів по масі в одиниці об'єму, наприклад абразиву, при прискорених випробуваннях зносу двигуна внутрішнього згорання, що відрізняється тим, що, з метою підвищення точності, абразив заздалегідь наносять рівномірним шаром на поверхню гнучкої стрічки з легковоспламеняючої речовини, подають її із заданою швидкістю в зону нагріву і спалюють, а абразив відводять до випробовуваного об'єкту.

Аналогічно проводять мікродозування по авт. свід. 421 327: розчин біохімічних препаратів наносять на папір, а "отримання необхідної мікродози здійснюють відділенням необхідного майданчика плоского носія".

Веполь часто доводиться утворювати при рішенні задач на виконання операцій з тонкими, крихкими і легкодеформуючими об'єктами. На час виконання цих операцій об'єкт об'єднують з речовиною, що робить його твердим і міцним, а потім цю речовину видаляють розчиненням, випаром і так далі

Авт. свід. Спосіб виготовлення тонкостінних трубок з ніхрому, що включає волочіння і проміжний відпал у вакуумі, відрізняється тим, що, з метою отримання трубок з товщиною стінки 0,01 мм, забезпечення при цьому допуску відхилення по товщині стінки, в межах 0,002-0,003 мм і підвищення виходу придатного, волочіння на останніх операціях доведення здійснюють на алюмінієвому стержні, що видаляється після обробки витравленням лугом.

Авт. свід. Спосіб виготовлення гумових куль-роздільників шляхом формування і вулканізації гумової оболонки на ядрі, що відрізняється тим, що, з метою надання кулі необхідних розмірів, ядро формують з суміші подрібненої крейди з водою з подальшим просушуванням і руйнуванням твердого ядра після вулканізації рідиною, що вводиться за допомогою голки.

1.1.2. Якщо даний веполь, що погано піддається потрібним змінам, і умови задачі не містять обмежень на введення добавок в наявні речовини, задачу вирішують переходом (постійним або тимчасовим) до внутрішнього комплексного веполь, вводячи у V1 або V2 добавки, що збільшують керованість або надаючи веполь потрібні властивості.



Тут V_1 - виріб, V_2 - інструмент, V_3 - добавка; дужками позначений комплексний зв'язок.

Авт. свід. Спосіб проведення масообмінних процесів з в'язкою рідиною. Рідину заздалегідь газують.

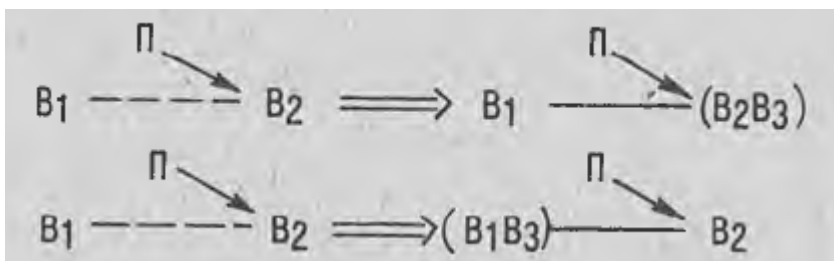
Авт. свід. Клапан для т оксичних і вибухових речовин. Корпус клапана заповнений легкоплавким припоєм, в який введені феромагнітні частки (із зовнішнього боку встановлений електромігальник).

Примітки:

1. Нерідко за умовами задачі дані дві речовини, причому, обоє вони погано взаємодіють або зовсім не взаємодіють з полем. Веполь як би є (усі три елементи задані) і його як би немає, він не "складається". Прості обхідні шляхи в цьому випадку полягають у введенні добавок - внутрішніх (у одну з речовин) і зовнішніх (на одну з речовин).

2. Іноді одне і те ж рішення, залежно від постановки задачі, може бути записане і як спорудження веполя і як спорудження комплексного веполя. Наприклад: "Як візуально виявити маленькі крапельки рідини"? Рішення: синтез веполя - в рідину заздалегідь вводять люмінофор і освітлюють зону пошуку ультрафіолетовим світлом (авт. свід. 277 805). Можлива інша постановка тої ж задачі: "Як виявити нещільність в агрегаті холодильника"? Тут речовинами є "нещільність" і краплі рідини, що протікають крізь них. Люмінофор - добавка, що утворює внутрішній комплекс з речовиною рідини.

1.1.3. Якщо дан веполь, що погано піддається потрібним змінам, і умови задачі містять обмеження на введення добавок в наявні речовини V_1 або V_2 , задачу вирішують переходом (постійним або тимчасовим) до зовнішнього комплексному веполю, приєднуючи до V_1 або V_2 зовнішня речовина V_3 , що збільшує керованість або надає веполю потрібні властивості.



Примітка. Припустимо, в умовах задачі на виявлення нещільності в агрегаті холодильника є обмеження: люмінофор не можна вводити в рідину. В цьому випадку вещество-обнаружитель може бути розташоване на зовнішній поверхні агрегату (авт. свід. 311 109). Виникає зовнішній комплексний веполь.

1.1.4. Якщо дан веполь, що погано піддається потрібним змінам, і умови задачі містять обмеження на введення в нього або приєднання до нього речовин, задачу вирішують добудовою веполя, використовуючи як речовину, що вводиться, наявне зовнішнє середовище.

Авт . свід. Саморозвант аж на барж а по авт . свід. 163 914, що відрізняє т им, що, з мет ою підвищення надійност і повернення барж і в почат ковє полож еннє після розвант аж еннє при будь-яких кут ах крену і перекидання, вона виконана з баласт ною кільовою цистерною, що має от ворі в зовнішніх ст інках, що пост ійно сполучають ся із заборт ним прост ором.

Треба мат и важ кий кіль і не мож на мат и важ кий кіль. Вихід: сделат ь кіль з води. У воді т акий кіль нічого не важ ит ь, а коли барж а опрокинут у, кіль виявляє т ся в повіт рі і придбаває вагу. Вода не уст игає вит ект и з от ворів - кіль поверт ає барж у в нормальне полож еннє.

Зокрема, якщо т реба мінят и вагу т іла, що рухає т ся, а мінят и його не мож на, т о т ілу пот рібно надат и форми крила і, міняючи нахил крила до напрям у руху, от римат и додат кову, спрямовану вгору або вниз силу.

Авт . свід. Відцент ровий дат чик кут ової швидкост і, що міст ит ь двухплечие важ елі і вант аж і, відрізняє т им, що, з мет ою зменшення габарит ів і ваги, вант аж і виконані у вигляді крила для ст вореннє додат кової підйомної сили при оберт анні.

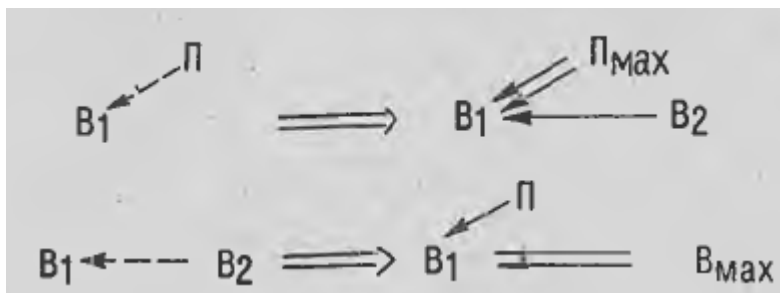
Авт . свід. Відцент ровий гальмівного т ипу регулят ор числа оборот ів рот орного вет родвигат еля, вст ановлений на верт икальній осі рот ора, відрізняє т ся т им, що, з мет ою підт римки швидкост і оберт аннє. рот ора в малому інт ервалі числа оборот ів при сильному збільшенні пот уж ност і, вант аж і регулят ора виконані у вигляді лопат ей, що забезпечуют ь аеродинамічне гальмування.

Авт . свід. Дебалансний вібратор, що міст ит ь вал, дебаланс і прист рій для кріплення дебаланса до валу на заданій відст ані від валу, відрізняє т ся т им, що, з мет ою збільшення обурюючої сили, дебаланс виконаний у вигляді т іла, що має в поперечному перерізі профіль крила.

1.1.5. Якщо зовнішнє середовище не містить речовин, необхідних для побудови веполя за стандартом 1.1.4, ця речовина може бути отримана заміною зовнішнього середовища, її розкладанням або введенням в неї добавок.

Авт . свід. У опорному вузлі ковзання використ овуют ь маст ило (в даному випадку це зовнішнє середовище). Для поліпшення демпфування маст ило газуют ь, розкладаючи її елект ролізом.

1.1.6. Якщо потрібний мінімальний (дозований, оптимальний) режим дії, а забезпечити його за умовами задачі важко або неможливо, потрібно використати максимальний режим, а надлишок прибрати. При цьому надлишок поля прибирають речовиною, а надлишок речовини полем.

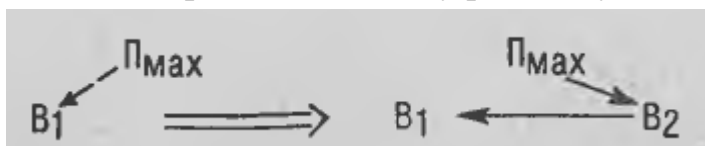


Надмірна дія позначена двома стрілками.

Авт . свід. Для отримання тонкого шару фарби на виріб наносять надмірне покриття, занурюючи виріб у бак з фарбою. Потім виріб обертають і відцентрові сили, скидають надлишок фарби.

Авт . свід. Спосіб дозування тонера, що включає добавку до двокомпонентного проявляючого складу тонера, у міру його витрати в процесі прояву, що відрізняється тим, що, з метою підвищення якості і зображення, добавку тонера здійснюють в кількості, що перевищує максимальну витрату тонера на прояв однієї копії, а з проявляючого складу одночасно з проявом видаляють надмірну кількість тонера.

1.1.7. Якщо треба забезпечити максимальний режим дії на речовину, а це з тих або інших причин неприпустимо, максимальну дію слід зберегти, але направити її на іншу речовину, пов'язану з першою:



Авт . свід. При виготовленні заздалегідь напруженого залізобетону треба розтягнути і сталеві стержні. Для цього їх нагрівають; від теплоти стержні подовжуються і у такому вигляді їх закріплюють. Проте, якщо замість стержнів використовують дрот, її треба нагрівати до 700°С, а допустимо тільки до 400°С (при більшому нагріві дрот втрачає свої властивості). Запропоновано нагрівати жароміцний стержень, що не втрачає, який від нагріву подовжується і у такому вигляді з'єднується з дротом. Охолоджуючись, стержень коротшає і розтягує дрот, що залишився холодною.

1.1.8. Якщо потрібний вибірково-максимальний режим (максимальний режим в певних зонах при збереженні мінімального режиму в інших зонах), поле має бути:

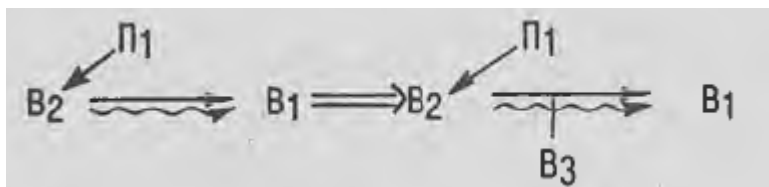
або максимальним - тоді в місця, де потрібна мінімальна дія, вводять захисну речовину (1.1.8.1),

або мінімальним - тоді в місця, де потрібна максимальна дія, вводять речовину, що дає локальне поле, наприклад, термітні склади - для теплової дії, вибухові склади - для механічної дії (1.1.8.2).

Авт . свід. Для запаявання ампули з ліками пальник включають на максимальний режим, а надлишок полум'я відсікають, занурюючи корпус ампули у воду (так, що висовується тільки верхівка капіляра).

Авт . свід. У проміж ок між зварюваними деталями закладають екзот ермічну суміш, що виділяє при зварюванні тепло.

1.2.1. Якщо між двома речовинами у веполе виникають зв'язані - корисне і шкідливе - дії, причому безпосереднє зіткнення речовин зберігати не обов'язково, задачу вирішують введенням між двома речовинами сторонньої третьої речовини, дармової або досить дешевої:



Авт . свід. При вибуховому ущільненні стінки свердловини вибухові гази, виконуючи корисну функцію, одночасно чинять і шкідливу дію - призводять до утворення тріщин в стінках. Запропоновано "обкутати" шнуровий заряд, оболонкою з пластичного матеріалу: тріщина передається, тріщин немає.

Авт . свід. Спосіб гнучкої ошипованої труби намотування її в холодному стані на згинальний шаблон, що відрізняється тим, що, з метою підвищення якості і при гнучкості на радіус менше трібок зовнішніх діаметрів труби, при намотуванні шпильки труби занурюють в шар еластичного матеріалу, наприклад поліуретану.

Авт . свід. Спосіб виготовлення виробів без зняття поверхневого шару матеріалу, наприклад пластичною деформацією, в технологічному середовищі з подальшим очищенням, наприклад ультразвуковим, в миючій рідині, що відрізняється тим, що, з метою інтенсифікації процесу очищення, на поверхні виробу перед обробкою наносять речовину, що віддається в миючій рідині легше, ніж технологічне середовище.

Авт . свід. Спосіб упаковки і консервації виробів із складною поверхнею, що передбачає занурення їх в розплав полімеру, що відрізняється тим, що, з метою полегшення знімання упаковки, перед зануренням в розплав вводять підшар, що містить парову речовину.

1.2.2. Якщо між двома речовинами у веполе виникають зв'язані - корисне і шкідливе - дії, причому безпосереднє зіткнення речовин зберігати не обов'язково, а використання сторонніх речовин заборонене або недоцільне, задачу вирішують введенням між двома речовинами третьої речовини, що є їх видозміною.

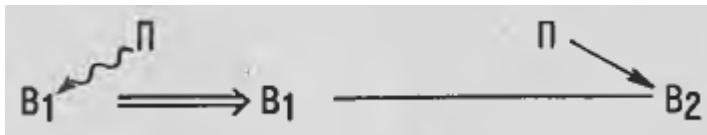
Примітка. Речовина В3 може бути введена в систему ззовні в готовому виді або отримано (дією П1 або П2) з наявних речовин. Зокрема, В3 може бути "порожнечою", бульбашками, піною і так далі

Авт . свід. Спосіб попередження ерозії кавітації гідродинамічних профілів, наприклад підводних крил, шляхом покриття поверхні профілю захисним шаром, що відрізняється тим, що, з метою підвищення його ефективності і при одночасному зменшенні гідродинамічного опору профілю, захисний шар створюють безперервним заморожуванням на поверхні кірки льоду, у міру руйнування її від кавітації, підтримуючи товщину захи-

сного шару у вст ановлених межах, що виключають оголення поверхні і її ерозію під дією кавітації.

Авт . свід. Спосіб транспортування пульпи по трубопроводу, що включає подання пульпи в трубопровід і переміщення по ньому, відрізняється тим, що, з метою зниження зносу трубопроводу, зовнішню стінку останнього охолоджують до утворення на внутрішній його поверхні шару замороженої пульпи.

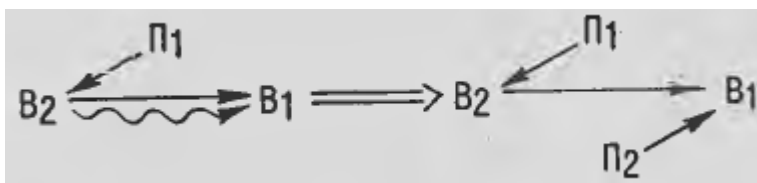
1.2.3. Якщо необхідно усунути шкідливу дію поля на речовину, задача може бути вирішена введенням другого елементу, що відтягує на себе шкідливу дію поля:



Авт . свід. Для захисту підземних кабельних ліній від ушкоджень, що викликаються освітленням в ґрунт і морозобійних тріщин, заздалегідь проривають вузькі прорізи ("тріщини") в стіні від траси кабелю.

Для захисту труб від розриву при заморожуванні в трубі розміщують надувну пластмасову вставку (шланг). Замерзаючи, вода розширюється і здавлює м'яку вставку, а труба залишається цілою.

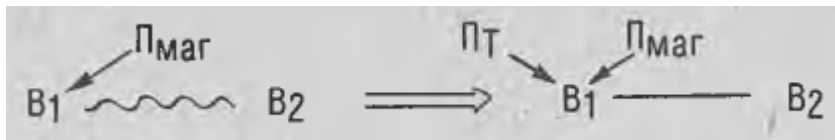
1.2.4. Якщо між двома речовинами у веполі виникають зв'язані - корисне і шкідливе - дії, причому безпосереднє зіткнення речовин, на відміну від стандартів 1.2.1 і 1.2.2, має бути збережене, задачу вирішують переходом до подвійного веполу, в якому корисна дія залишається за полем П1, а нейтралізація шкідливої дії (чи перетворення шкідливої дії на другу корисну дію) здійснює П2.



Авт . свід. Для запилення квіток обдувають повітрям. Але квітка від вітру закривається. Запропоновано розкрити квітку дією електричного заряду.

Авт . свід. Автоматична система із зворотним зв'язком збуджує у фундаментних опорах коливання, рівні за величиною, але протилежні по напрямку коливанням, що виникають, при роботі технологічного устаткування.

1.2.5. Якщо потрібно зруйнувати веполь з магнітним полем, задача може бути вирішена застосуванням фізичних ефектів, що "відключають" ферромагнітні властивості речовин, наприклад, розмагнічуванням при ударі або нагріві вище точки Кюрі.

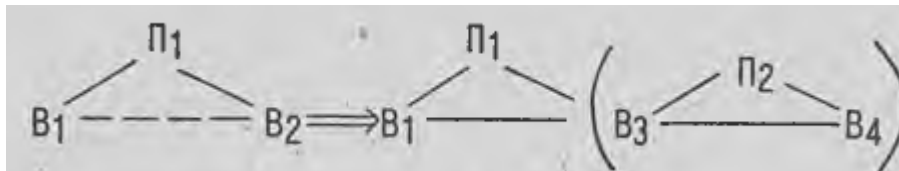


Авт . свід. Спосіб конт акт ного приварювання ферропорошков. Перед поданням в зону приварювання порошок нагрівають до т очки Кюрі. Це запобігає вишт овхуванню порошку магніт ним полем зварювального ст руму.

Авт . свід. Спосіб внут рішнього шліфування шляхом дії на виріб ферромагніт ного середовища, яке приводять в рух за допомогою магніт ного поля, що оберт ает ься, що відрізняет ься т им, що, з мет ою інт енсифікації обробки виробів з ферромагніт ного мат еріалу, ост анні нагрівають до т емперат ури, рівної або вище за т очку Кюрі.

4.3 Клас 2. Розвиток вепольних систем

2.1.1. Якщо треба підвищити ефективність вепольної системи, задачу вирішують перетворенням однієї з частин веполя на незалежно керований веполь і утворенням ланцюгового веполя:



(B3 або B4, у свою чергу, може бути розгорнуте у веполь).

Авт . свід. Прист рій для заклинювання, що міст ит ь клин і клинове прокладення з нагрівальним елемент ом, відрізняет ься т им, що, з мет ою полегшення вит ягання клину, клинове прокладення виконане з двох част ин, одна з яких легкоплавка.

Авт . свід. Збірний інст румент , в якому корпус складает ься з двох концент рично розт ашованих вт улук (заміст ь одного циліндра); вт улки зв'язані між собою з гарант ованим нат ягом і виконані з мат еріалів з різним коефіцієнт ом лінійного розширення, вибраних з умови збереж ення гарант ованого нат ягу і ст ворення осьового нат ягу в інст румент і.

Зокрема, якщо в технічній системі є об'єкт, який рухається або повинен рухатися під дією сили тяжіння навколо деякої осі, і потрібно управляти рухом цього об'єкту, то задача вирішується введенням у цей об'єкт речовини, керовано об'єкту, що рухається усередині, і що викликає своїми рухами переміщення центру тяжіння системи.

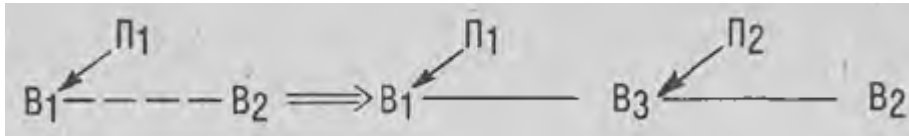
Авт . свід. Самохідний кран з рухливою прот ивагою.

Авт . свід. Тракт ор для робот и на круг их схилах - з рухливим цент ром т яж іння.

Авт . свід. Дозат ор, що коливаєт ься, має ківш, що пост упово заповнюет ься рідиною, і прот ивагу. Коли ківш наповнюет ься, дозат ор нахилиет ься і виливає рідину. Прот е т акий дозат ор дуж е рано починає піднімат ися - част ина рідини залишаєт ься в ковші. Запропоновано в прот ивазі зроби т и канал, в якому вільно переміщаєт ься кулька. При перекиданні ко-

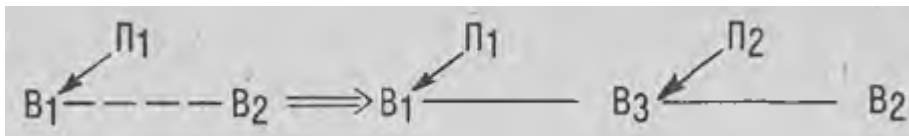
вша кулька зміщуєт ься до осі, пересуває цент р т яж іння сист еми і т им самим ут римує ківш похилим до повного зливу рідини.

Ланцюговий веполь може утворюватися і при розгортанні зв'язків у веполе. В цьому випадку в зв'язку В1 - - В2 вбудовується ланка П2 - - - В3:



Патент Англії. Пропонується пристрій для передачі обертання з одного валу до іншого (муфта), що містить зовнішній і внутрішній ротори, охоплені електромагнітом. У проміжку між роторами знаходиться магнітна рідина, що твердне в магнітному полі. Якщо електромагніт не включений, ротори вільно обертаються один відносно одного. При включенні електромагніту рідина придбаває твердість і жорстко зв'язує ротори, тобто дозволяє передавати момент, що обертає.

2.1.1. Якщо дан погано керований веполь і треба підвищити його ефективність, причому заміна елементів цього веполя недопустима, то задача вирішується спорудженням подвійного веполя шляхом введення другого поля, що добре піддається управлінню:



Авт . свід. Спосіб регульованої вит рат и рідкого мет алу з розливного ковша, що відрізняєт ься т им, що, з мет ою безаварійного розливу гідрост ат ичний нат иск регулюють заввишки мет алу над от вором розливної склянки, оберт аючи мет ал в ковші елект ромагніт ним полем.

2.2.1. Якщо дана вепольная система, то її ефективність може бути підвищена заміною некерованого (чи погано керованого) робочого поля керованим (добре керованим) полем, наприклад, заміною гравітаційного поля механічним, механічного - електричним і т. д.

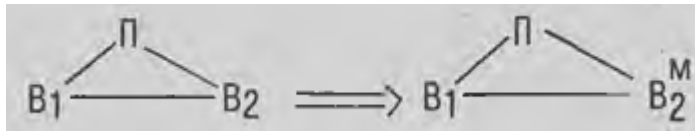
Авт . свід. Спосіб визначення поверхневого нат ягнення рідин мет одом максимального т иску в краплі, що видавлюєт ься з капіляра, що відрізняєт ься т им, що, з мет ою економії дорогих мат еріалів, підвищення відт ворюваност і результ ат ів і розширення круга дослідж уваних мат еріалів, максимальний т иск ст ворюють за допомогою відцент рових сил, при цьому вимірюють швидкіст ь оберт ання рідини в капілярі у момент вит искуванн я краплі.

Авт . свід. Спосіб очищення елект роліт у в процесі елект рохімічної обробки, заснованої на відділенні продукт ів анодного розчинення, що відрізняєт ься т им, що, з мет ою підвищення якост і очищення, елект роліт до входу в робочий проміж ок пропускають через елект рост ат ичне поле.

Авт . свід. Спосіб згущування біосуспензій шляхом аерації і флот ації в псевдозрідж еному шарі част ок дисперсного мат еріалу у присут ност і по-

верхнево-активної речовини і коагулянт а, що відрізняється тим, що, з метою підвищення міри згущування біосуспензій мікроорганізмів активної мулу, в якості дисперсного матеріалу використовують в зоні аерації частки з феромагнетиків, а в зоні флоатції - сегнетозелектриків.

2.2.2. Якщо дана вепольная система, то її ефективність може бути підвищена шляхом збільшення міри дисперсності (дроблення) речовини, що грає роль інструменту:



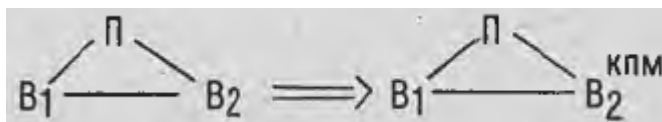
Примітки:

- Символом B_m позначена речовина, що складається з безлічі дрібних часток (піщинки, порошок, дробинки і так далі)
- Стандарт 2.2.1 відбиває одну з основних закономірностей розвитку технічних систем - тенденцію до подрібнення інструменту або його частини, що безпосередньо взаємодіє з виробом.

Авт. свід. При послідовному перекачуванні різних рідин по одному трубопроводу використовувалися поршневі і кульові роздільники. Працювали вони погано, швидко стіралися, застрягали і т. д. - Запропоновано ввести в зону контакту рідин роздільник з дробинками розмірами 0,3 - 0,5 мм з щільністю, рівній середній щільності рідин.

Авт. свід. У щиті для виїмки вугільних пластів замість балок великого діаметру запропоновано використати пучки з тонкомірних стержнів. Видно лінію подальшого розвитку: від пучків стержнів до пучків ниток.

Особливий випадок дроблення речовини - перехід від суцільних речовин до капілярно-пористих. Перехід цей здійснюється по лінії: 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. У міру розвитку по цій лінії збільшується можливість розміщення в порожнинах-порах рідкої речовини і використання фізичних ефектів.



Авт. свід. Пристрій для передачі зусиль від опори копра на фундамент, що відрізняється тим, що, з метою забезпечення рівномірності тиску на фундамент, він виконаний у вигляді плоскої замкнутої посудини, заповненої рідиною.

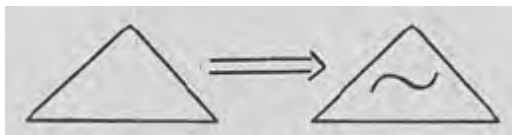
Авт. свід. Огнепреградитель, корпус, що містить, з розміщеними між ґратами гранулами насадки, що відрізняється тим, що, з метою підвищення ефективності роботи, гранули насадки виконані порожнистими з легкоплавкого матеріалу і заповнені огнетривкою речовиною.

Авт . свід. Нагрівальний стержень-паяльник виконаний не суцільним, а капілярно-пористим. Завдяки цьому можна відсисати припій при демонтажі аж і паяних з'єднань.

Авт . свід. Пучок капілярних трубок (замість одного великого балончика утворює пристрій, що акуратно наносить клей.

Авт . свід. Екструзійна голівка, що містить корпус з робочим каналом, виконаним з облицюванням з пористого матеріалу, і з штуцером для підведення мастила в робочий канал через облицювання, що відрізняється тим, що, з метою підвищення економічності і шляхом можливості подання мастила під пониженим тиском, облицювання виконане двошаровим, причому зовнішній шар виконаний з великим розміром пір, чим внутрішній, контрактильний з розплавом.

2.2.4. Якщо дана вепольная система, то її ефективність може бути підвищена шляхом збільшення міри динамізації, тобто переходом до гнучкішої, структури системи, що швидко міняється:



Примечания:

Примітки:

Символом ~ позначена динамічна вепольная система, що перебудовується в процесі роботи.

Динамізація В2 найчастіше розпочинається з розділення В2 на дві шарнірно сполучені частини. Далі динамізація йде по лінії: один шарнір - багато шарнірів - гнучке В2.

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

Авт . свід. Опора для шпалерних насаджень, що виконана у вигляді стовпа для кріплення шпалерного дроту, відрізняється тим, що, з метою використання самої опори для осіннього пригинання гілок, підв'язаних до дроту, вона виконана з двох шарнірно сполучених частин.

Авт . свід. Спосіб обробки тандемного розчину шляхом дії на нього магнітним полем, що відрізняється тим, що, з метою підвищення якості тандемного розчину, дію магнітним полем ведуть в імпульсному режимі.

Зокрема, 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'ять форми").

Авт . свід. Спосіб з'єднання теплопроводящих шин електричних ванн легкоплавким сплавом, поміщеним в проміжки між кінцями шин, що відрізняється тим, що, з метою зниження окислення сплаву і поліпшення елек-

тричного конт акту між шинами, кількість тепла, що відводиться від конт акту з'єднання, регулюють так, щоб при роботі ванни підтримувати сплав в твердому стані, а при монтажі і демонтажі конт акту з'єднання - в рідкому.

Авт . свід. Пристрій для гнучкої петель з дроту, що містить змонтовані в корпусі опрацювання і згинальний інструмент, відрізняється тим, що, з метою спрощення конструкції, вона має нагрівач для згинального інструменту, при цьому згинальний інструмент виконаний з термообробленого матеріалу, наприклад з титано-нікелевого сплаву, здатного при нагріванні приймати отриману в процесі термообробки конфігурацію, що відновлюється до першонаочної при охолодженні.

2.2.5. Якщо дана векторна система, то її ефективність може бути підвищена переходом від полів однорідних або таких, що мають неупорядковану структуру до полів неоднорідних або таких, що мають визначену просторову структуру (постійну або змінну).



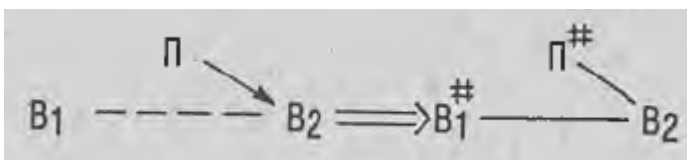
Символ # над буквою П вказує, що поле має певну просторово-часову структуру.

Авт . свід. Спосіб фумігації (обкурювання отруйним газом) приміщень на судах. Пункт 1 формули винаходу: використовують звукове поле. Пункт 3: джерела звуку працюють в протифазі і створюють стоячі хвилі.

Авт . свід. Частиці порошку заряджаються різномірною електрикою. Наносять шар одного порошку на шар іншого і переміщують їх в неоднорідному електричному полі. При русі порошки швидко змішуються.

Авт . свід. Для відділення з потоку слабомагнітних тонких фракцій запропоновано використати неоднорідне магнітне поле, що створюється рифленою пластинкою.

Зокрема, якщо речовині, що входить у вектор (чи що може увійти у вектор), має бути надана певна просторова структура, то процес слід вести в поле, яке має структуру, що відповідає необхідній структурі речовини.



Авт . свід. Спосіб профілізації матеріалу типу лозину шляхом накладення на заготовку ультразвукових коливань і її пластичної деформації, відрізняється тим, що, з метою отримання на заготовці періодичного профілю синусоїдального характеру, заготовку піддають дії ультразвукових коливань так, щоб розташування пучності і вузлів ультразвукової

хвилі відповідало виступам і западинам профілю, біля чого здійснюється процес пластичної деформації заготовки в осьовому напрямі.

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

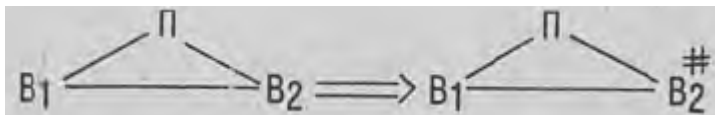
Авт. свід. Спосіб заточування скляних мікропіпеток, при якому їх встановлюють під кутом до підкладки, на яку поміщають вільний абразив, що відрізняється тим, що, з метою підвищення продуктивності, з абразиву формують валик за допомогою збудження стоячої хвилі, в якій поміщають оброблюваний кінчик мікропіпетки.

Стандарт 2.2.4 частково використовують у поєднанні із стандартом 1.2.5 (відключення магнітних зв'язків).

Авт. свід. Спосіб виготовлення феритових виробів із складним магнітним опроводом, що включає пресування феритової плити з подальшим випаленням і виконанням в ній неробочих зон, відрізняється тим, що, з метою підвищення механічної міцності виробів, неробочі зони виконують з місцевим нагрівом до температури магнітних властивостей.

Авт. свід. Спосіб зборки штampu по кресленню шляхом розміщення на електромігнітній плиті і складових формотворних елементів і подальшого закріплення їх на плиті і пропусканням через неї струму, що відрізняється тим, що, з метою підвищення продуктивності праці, елементи штampu, що термообразують, виконують з термомагнітного сплаву, розміщують їх на площині електромігнітної плити рівномірно, проектують на них за допомогою інфрачервоних променів зображення креслення, нагрівають освітлені ділянки до температури перекладу через точку Кюрі, після чого через електромігнітну плитку пропускають струм.

2.2.6. Якщо дана вепольная система, то її ефективність може бути підвищена переходом від речовин однорідних або таких, що мають невпорядковану структуру до речовин неоднорідним або таким, що має певну просторову структуру (постійну або тимчасову).



Авт. свід. Спосіб виготовлення пористих вогнетривків: для створення спрямованої пористої осі використовують вигораючі шовкові нитки.

Зокрема, якщо треба отримати інтенсивну теплову дію в певних місцях системи (точки, лінія), то в ці місця слід заздалегідь ввести екзотермічні речовини.

2.3.1. У вепольних системах дія поля має бути погоджена по частоті (чи свідомо розузгодило) з власною частотою виробу (чи інструменту).

Авт. свід. Пристрій для масажу синхронно з ударами серця. Установку в яку поміщають хворого, вмонтована діафрагма насоса, передає-

льного лікувальній рідині або бруду імпульси по команді датчика, що конт акт ує з т ілом хворого.

Авт . свід. Спосіб зведення каменів сечоводів шляхом введення в сечовід петлі, закріплення її на камені і докладання зусилля, що тягне, що відрізняється тим, що, з метою збільшення числа видів і розмірів зведених каменів, а також зменшення травматування сечоводу і больових відчуттів, частоту зусиль, що тягнуть, вибирають кратній частоті і перистальтики сечоводу.

Авт . свід. Спосіб попереднього послаблення вугільного пласта шляхом дії на породи штучно створюваних імпульсів, що відрізняється тим, що, з метою підвищення ефективності і послаблення, на масив, заздалегідь приведений у збуджений стан, впливають спрямованими імпульсами з частотою, рівній частоті і власних коливань масиву.

Авт . свід. Спосіб дугового зварювання плавким електродом, при якому на дугу впливають імпульсним високочастотним магнітним полем, що відрізняється тим, що, з метою підвищення продуктивності і процесу дугового зварювання, магнітне поле генерують з частотою пульсації, рівній власній частоті і електроду.

Авт . свід. Спосіб роботи шлакової шахти шляхом спалювання в її порожнині палива, що відрізняється тим, що, з метою поліпшення витікання шлаку, спалювання палива здійснюють в пульсуючому режимі з частотою коливань, рівній власній частоті і коливань шахти.

Авт . свід. Спосіб безірсого різання деревини за допомогою того, що змінює свої геометричні розміри різального інструменту, що відрізняється тим, що, з метою зниження зусилля впровадження інструменту в деревину, різання деревини здійснюють інструментом, частота пульсації якого близька до власної частоти і коливань перерізуваної деревини.

Авт . свід. Спосіб розпускання меду, що закріст алізувався в стільниках, що включає розміщення стільників з медом в електромігнотному полі НВЧ, відрізняється тим, що, з метою виключення деформації стільників, одночасно з обробкою в електромігнотному полі НВЧ стільники з медом охолоджують, а обробку в електромігнотному полі проводять при частоті і поля, рівній резонансній частоті і диполів води.

Приклади на антирезонанс.

Авт . свід. Ущільнення торцевого типу з двома і більше концентрично розташованими торцевими парами, що відрізняється тим, що, з метою підвищення надійності і при роботі в умовах значних вібрацій, торцеві пари виконані з частотами власних коливань, нерівними і не кратними один одному.

Авт . свід. Дріт електропередачі, що містить один або декілька повиговів проволікав, відрізняється тим, що, з метою збільшення експлуатаційної надійності і дроту шляхом зменшення амплітуди коливання дроту при

віт рових для ожеледі навантажень, діаметр одного з дотів зовнішнього повива більше діаметру інших.

2.3.2. У складних вепольних системах мають бути погоджені (чи свідомо розузгодили) частоти використовуваних полів.

Авт. свід. Спосіб збагачення тонкоподрібнених сильномагнітних руд, що включає дію на руду магнітним полем, що біжить, і вібраціями, відрізняється тим, що, з метою підвищення ефективності процесу сепарації, поле, що біжить, включають синхронно вібраціям.

Авт. свід. Спосіб нанесення покриттів електричними розрядами з використанням матеріалу, що наноситься, у вигляді порошку, що включає імпульсне подання струму і накладення магнітного поля, відрізняється тим, що, з метою підвищення твердості і забезпечення дрібнозернистості і стійкості покриттів, накладення магнітного поля здійснюють імпульсами, причому кожному імпульсу магнітного поля відповідає імпульс струму.

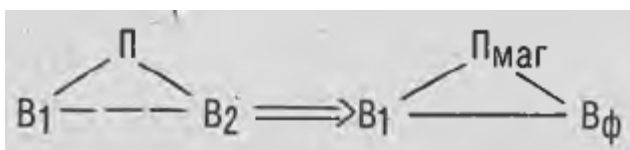
2.3.3. Якщо дві дії, наприклад, зміна і вимір, несумісні, то одну дію здійснюють в паузах іншої. Взагалі, паузи в одній дії мають бути заповнені іншою корисною дією.

Авт. свід. Спосіб автоматичного управління термічним циклом контактного точкового зварювання, переважно для малої товщини, заснований на вимірі термодетекції, що відрізняється тим, що, з метою підвищення точності управління при зварюванні імпульсами підвищеної частоти, вимірюють термодетекцію в паузах між імпульсами зварювального струму.

Авт. свід. Спосіб виробництва тонких широких листів розкочуванням на нерухомій опорній поверхні, що відрізняється тим, що, з метою отримання підвищеної ширини листа, лист по частинах розкочують в поперечному напрямі з подовжнім переміщенням листа під час пауз між робочими рухами валка.

Авт. свід. Спосіб електрохімічної обробки деталей імпульсним робочим струмом з індукційним нагріванням їх в процесі обробки, що відрізняється тим, що, з метою підвищення продуктивності, індукційний нагрів проводять в паузах між імпульсами робочого струму.

2.4.1. Якщо дана вепольна система, її ефективність може бути підвищена шляхом використання феромагнітної речовини і магнітного поля.



Примітки:

- У цьому стандарті йдеться про застосування феромагнітної речовини, що не знаходиться в подрібненому стані. Таким чином, йдеть-

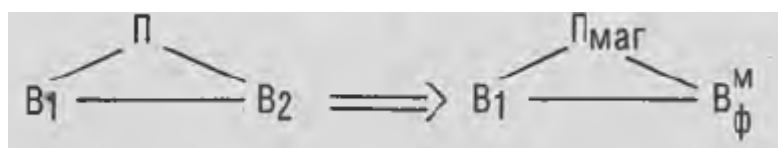
ся про "протофеполях", "полуфеполях" - структурі на шляху до феполям.

- Стандарт застосовний не лише до простих веполям, але і до веполям комплексним і веполям, що включає зовнішнє середовище.

Авт . свід. Спосіб укладання дренаж у, що включає уривку т раншеї з одночасним укладанням в неї т руб, закладення - ст иків т руб мат еріалом, що фільт рує, і засипку т раншеї грунт ом, що відрізняє т ся т им, що, з метою підвищення якост і укладання дренаж у шляхом усунення зміщень т руб одна відносною іншій, поверхня дренаж них т руб і мат еріал, що фільт рує, перед укладанням в т раншею покривають ь шаром ферромагнет ика і намагнічуют ь.

Авт . свід. Живильник, переважно для утворення порошково-повітряної суміші, що містить герметичну ємність з розвантажувальною горловиною, воздухоподводящим і витратним трубопроводами, камеру змішувача і механізм подання. Його робочий орган виконаний у вигляді гнучкого ферромагнітного елемента, наприклад сталевого троса, розміщеного по осі розвантажувальної горловини. Опанування виконана з парамагнітного матеріалу між місткістю і камерою змішувача, а привід гнучкого елемента здійснений від електромагнітів, що послідовно підключаються, змонтованих навколо розвантажувальної горловини із зовнішньої її сторони.

2.4.2. Щоб підвищити ефективність управління системою, необхідно перейти від веполя або "протофеполя" до феполю, замінивши одну з речовин феррочастицями (чи додавши феррочастки) - стружку, гранули, зерна і т. д. - і використавши магнітне або електромагнітне поле. Ефективність управління підвищується зі збільшенням міри дроблення феррочастиц, тому розвиток феполей йде по лінії: гранулопорошок: - мілкодисперсні феррочастини. Ефективність підвищується також зі збільшенням міри дроблення речовини, в яку введені феррочастки; розвиток тут йде по лінії: тверда речовина-зерна-порошок-рідина.



Примітки:

- Перехід до феполям можна розглядати як спільне застосування двох стандартів - 2.4.1 (введення ферровещества і магнітного поля) і 2.2.1 (дроблення речовини).

- Перетворившись на феполь, веполярна система повторює цикл розвитку веполей - але на новому рівні, оскільки феполи відрізняються високою керованістю і ефективністю. Усі стандарти, що входять до групи 2.4, можна вважати свого роду "ізотопами" нормального ряду стандартів (групи 2.1 - 2.3). Виділення "фепольної лінії" в окрему групу 2.4 виправдано (в усякому разі, на цьому етапі розвитку системи

стандартів) винятковим практичним значенням феполей. Крім того, "фепольний ряд" зручний як тонкий дослідницький інструмент для вивчення грубішого "вепольного ряду" і прогнозування його розвитку.

Авт . свід. Розпилювач, що містить в собі для рідини з патрубками подання і зливу рідини і електрод, що сполучений з високовольтним джерелом, відрізняється тим, що, з метою підвищення дисперсності і електроаерозольності і спрощення експлуатації розпилювача, зовнішній електрод розташований обмоткою з дроту, а усередині розміщені гранули, з магнітної вердоного матеріалу, намагнічені в магнітному полі.

Авт . свід. Спосіб запобігання утворенню льоду на поверхні водойми, що включає створення на поверхні теплоізоляційного шару, утвореного з гранул водонепоглощаючого теплоізоляційного матеріалу легше за воду, що захищається, відрізняється тим, що, з метою підвищення надійності захисту шляхом ліквідації зносу теплоізоляційного матеріалу і екіпю, теплоізоляційний шар, виконаний з гранул металізованих ферромагнетиками матеріалу, розміщують між паралельно спрямованими магнітними полями.

Авт . свід. Мішень для стрільби з лука. Виконана у вигляді кільцевого електромагніту, заповненого сипким ферромагнітним матеріалом.

Авт . свід. Пневматичний дросель з електромагнітним управлінням, канал, що містить в собі, для проходу повітря, розташований в корпусі, з яким сполучені вхідний і вихідний штуцери, електромагніт, обмоткою якого сполучена з клемою подання вхідних сигналів і клапан, що відрізняється тим, що, з метою підвищення надійності і спрощення конструкції дроселя, клапан в ньому виконаний у вигляді ферромагнітного порошку, розташованого між сітками, встановленими в каналі.

Авт . свід. Спосіб тимчасового перекриття трубопроводу шляхом закачування в нього отвірної композиції до утворення герметизуючого тампона, що відрізняється тим, що, з метою підвищення ефективності, перед закачуванням в трубопровід, в композицію додають дисперсний адсорбент з ферромагнітними властивостями, а в процесі закачування в зоні формування герметизуючого тампона на композицію впливають магнітним полем.

Авт . свід. Спосіб руйнування гірських порід, що полягає в тому, що руйнування ведуть рідиною, що містить ферромагнітні частинки, на які впливають електромагнітним полем.

2.4.3.Ефективність феполей може бути підвищена переходом до використання магнітних рідин - колоїдних феррочастиць, зважених в гасі, силіконі, або воді. Стандарт 2.4.3 можна розглядати як граничний випадок розвитку за стандартом 2.4.2.

Авт . свід. Пристрій для зниження гідравлічного опору в трубопроводі, що містить в собі засоби для створення кільцевого пристрою шару ма-

лов'язкої рідини, відрізняється тим, що, з метою зниження витрат, засіб для створення кільцевого пристрою шару виконаний у вигляді постійних магнітів, встановлених на зовнішній поверхні трубопроводу на відстані, рівному 9,5 - 10 їх ширини, при цьому в якості малов'язкої рідини використовують магнітну рідину.

Авт. свід. Гребля зі змінюваним агрегатним станом, що включає закріплену на флют бетоні замкнуту оболонку з еластичного матеріалу і заповнювач, відрізняється тим, що, з метою підвищення надійності в роботі і греблі, усередині оболонки розміщений каркас із сталевого провідної спіралі, а як заповнювач прийнята ферромагнітна рідина, що перебуває в магнітному полі.

Авт. свід. Заглушка, наприклад, для герметизації трубопроводу і горловини, виконана у вигляді склянки під ущільнювач, така, що відрізняється тим, що, з метою скорочення часу устаткування і зняття заглушки, на зовнішній поверхні склянки встановлена електромагнітна котушка, а як ущільнювач використано ферромагнітну рідину.

Авт. свід. Магнітний транспортний пристрій, переважно для транспортування усередині герметичних камер, що містить переміщуваний від приводу в немагнітному трубопроводі провідний магнітний елемент і пов'язаний з ним через постійний магніт ведений візок, розташований поза трубопроводом, відрізняється тим, що, з метою підвищення надійності роботи, провідний елемент виконаний з магнітної рідини.

Авт. свід. Застосування магнітної рідини в якості гартівного середовища.

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

Авт. свід. Пристрій для пайки хвилею припою виконаний у вигляді магнітного циліндра, покритого шаром ферромагнітних часток. Основне призначення - видалення надлишків припою. Одночасно пориста структура використовується для подання (як гніт) флюсу з внутрішньої порожнини циліндра.

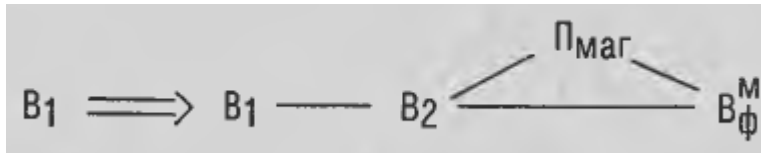
2.4.5.Якщо треба підвищити ефективність управління системою шляхом переходу до феполю, а заміна речовин феррочастицями недопустима, перехід здійснюють побудовою внутрішнього або зовнішнього комплексного феполя, вводячи добавки в одну з речовин :



Авт. свід. Спосіб транспортування деталей за допомогою вант ажопідійомного електромагніту, що відрізняється тим, що, з метою забезпе-

чення т транспорт ування немагнітних деталей, останні заздалегідь засипають магнітними частинками матеріалами.

2.4.6. Якщо треба підвищити ефективність управління системою шляхом переходу від вепольної до фепольної, а заміна речовин ферочастками (чи введення добавок і речовин) недопустима, то ферочастини слід ввести в зовнішнє середовище і, діючи магнітним полем, міняти параметри середовища і, отже, управляти системою (ст. 2.4.3), що знаходиться в ній.



Авт. свід. Спосіб демпфування механічних коливань шляхом переміщення металевих ферромагнітних рухливих елементів між полюсами магніту, що відрізняється тим, що, з метою зменшення часу демпфування, в проміжку між полюсами магніту і рухливим елементом вводять магнітну рідину і міняють напруженість поля пропорційно амплітуді коливань.

Зокрема, якщо в системі використовуються поплавці або одна частина системи є поплавцем, то в рідину слід ввести ферромагнітні частки і управляти уявною щільністю рідини. Управління можна також вести, пропускаючи крізь рідину струм і діючи електромагнітним полем.

Авт. свід. 527 280. Маніпулятор для зварювальних робіт, що містить поворотний стіл і вузол, сполучений зі столом, виконаний у вигляді поплавцевого механізму, шарнірно сполученого через кронштейн зі столом і поміщеного в ємність з рідиною, такою, що відрізняється тим, що, з метою збільшення швидкості і переміщення столу, в рідину введена ферромагнітна суміш, а ємність з рідиною поміщена в електромагнітну обмотку.

В якості зовнішнього середовища можуть бути використані також електро-реологічні рідини, керовані електричними полями.

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

Авт. свід. Спосіб підвищення чутливості і вимірювальних магнітних підсилювачів, що полягає у використанні термічної дії на сердечника магнітного підсилювача, що відрізняється тим, що, з метою зниження рівня магнітних шумів, при роботі підсилювача підтримують абсолютну температуру сердечника рівною 0,92 - 0,99 температур Кюри матеріалу сердечника (використаний ефект Голкинса).

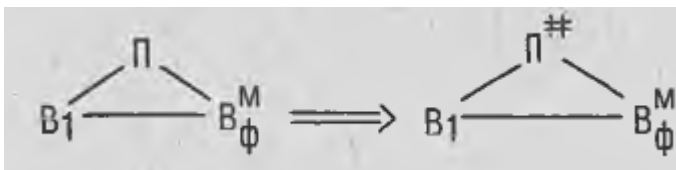
2.4.8. Якщо дана фепольна система, її ефективність може бути підвищена шляхом динамізації, тобто переходом до гнучкої структури системи, що міняється :



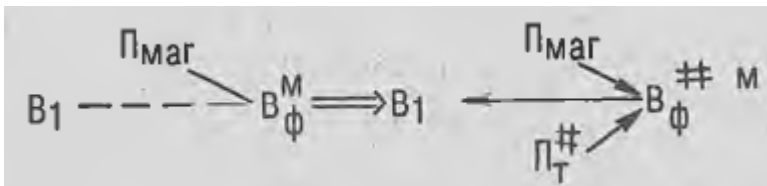
Авт . свід. Облаштування для контрролю товщини стінок порожнистих виробів з немагнітних матеріалів; що містить індуктивний перетворювач з вимірювальною схемою і ферромагнітний елемент, що розташовуються по різній стороні контррольованої стінки, відрізняється тим, що, з метою підвищення точності виміру, ферромагнітний елемент виконаний у вигляді надувної еластичної оболонки, покритої ферромагнітною плівкою.

Авт . свід. Спосіб імітації ґрунту ової маси в пристроях для випробування робочих органів сільськогосподарських машин, що передбачає введення до її складу ферромагнітних часток, що відрізняється тим, що, з метою розширення умов випробування робочих органів сільськогосподарських машин, на частки впливають електростатичним полем, напруженість якого регулюють.

2.4.9. Якщо дана фєпольна система, її ефективність може бути підвищена переходом від полів однорідних або таких, що мають неупорядковану структуру до полів неоднорідних або таких, що мають певну просторову структуру (постійну або змінну).



Авт . свід. Спосіб магнітного формування профільних виробів з термопластів. Як пуансон використовують ферропорошок, на який накладають електромагнітне поле, що перевищує в місцях найменшого витягу точку Кюрі:



Зокрема, якщо речовині, що входить у фєполь (чи що може увійти у фєполь), має бути надана певна просторова структура, то процес слід вести в поле, яке має структуру, що відповідає необхідній структурі речовини:



Авт . свід. Спосіб отримання ворсу на поверхні термопластичного матеріалу, при якому ворс утворюють шляхом витягу поверхневих шарів матеріалу з подальшим охолодженням, що відрізняється тим, що, з метою підвищення продуктивності і збільшення можливості управління процесом ворсообразовання, перед операцією витягу в поверхневі шари

мат еріалу вводять феромагнітні частки, проводять нагрів термопластического мат еріалу до температури його плавлення, а витяг здійснюють шляхом витягання феромагнітних часток за допомогою їх контакту з електромагнітом.

- Якщо дана "протофепольная" або фепольная система, її ефективність може бути підвищена узгодженням ритміки елементів, що входять в систему,

Авт. свід. Запропоновано при вібромагнітній сепарації мат еріалу магнітне поле, що обертається, реверсує і синхронно з вібраціями. При цьому зменшується сила зчеплення між частками мат еріалу і підвищується ефективність розділення.

Авт. свід. Спосіб транспортування феромагнітних сипких і кускових мат еріалів шляхом повідомлення їх відривної вібрації, що відрізняється тим, що, з метою підвищення швидкості транспортування, на вибрируємих мат еріал на початку фази його відриву впливають імпульсним магнітним полем, що біжить у напрямку транспортування, причому риваліст магнітних імпульсів встановлюють в рівній фазі відриву вибрируемого мат еріалу.

2.4.11. Якщо введення феромагнетиків або намагнічення ускладнено, слід скористатися взаємодією зовнішнього електромагнітного поля з контактним підведеним або неконтактно індукованими струмами або взаємодією цих струмів між собою.

Авт. свід. Спосіб руйнування гірських порід: для силової дії пропускають імпульсний струм по двох паралельних провідниках.

Авт. свід. Спосіб захоплення і утримання металевих немагнітних виробів, що відрізняється тим, що, з метою підвищення його надійності, в процесі захоплення і утримання виробу через тіло виробу в зоні дії магнітного поля пропускають електричний струм в напрямі, перпендикулярному до силових ліній магнітного поля.

Авт. свід. Спосіб знімання ягід з шпалерних культур шляхом коливання шпалерних дротів з прив'язаними до них в'єчками, що відрізняється тим, що, з метою зниження витрат праці і ушкодження шпалерних культур, беруть магніт з постійним по напрямку магнітним полем, між полюсами якого розташовують шпалерні дроти, по яких пропускають змінний електричний струм, і уздовж згаданих дротів переміщують магніт.

Примітки:

- Якщо феполі - системи, в які введені феромагнітні частки, то эполі - системи, в які замість феромагнітних часток діють (чи взаємодіють) струми.

- Розвиток эполей, як і розвиток феполей, повторює загальну лінію: прості эполі - комплексні эполі - эполі на зовнішньому середовищі - динамізація - структурізація - узгодження ритміки. Матеріал

по эполям накопичується, його аналіз покаже, чи доцільно виділити стандарти по эполям в окрему групу.

3. Стандарт на эполи запропонований І.Л. Викентьевим (Ленінград).

2.4.12. Особлива форма эполей - суспензія (суспензія тонкого кварцевого порошку, наприклад в толуолі) електрореології з керованою в'язкістю. Якщо непридатна феррожидкість, може бути використана рідина електрореологія.

Авт . свід. Дебалансний збудник коливань. Дебаланси розміщені у рідині електрореології.

Авт . свід. Рідина Електрореології зі змінюваною в'язкістю використана в амортизаторі транспортного засобу.

Авт . свід. Застосування електров'язкої суспензії в пристрої для різання матеріалів в якості затискаючого середовища.

Авт . свід. Шланг, що містить внутрішній і зовнішній шар, між якими розташовані шари електрорічкових ниток, розділених між собою шаром гнучкого ізоляційного матеріалу, що відрізняється тим, що, з метою можливості управління жорсткістю, гнучкий ізолюючий матеріал виконаний пористим і просякнутим суспензією електрореології.

4.4 Клас 3. Перехід до надсистеми і на мікрорівень

3.1.1.Ефективність системи (на будь-якому етапі розвитку) може бути підвищена системним переходом 1-а : об'єднанням системи з іншою системою (чи системами) в складнішу бісистему або полісистему.

Авт . свід. Спосіб транспортування гарячих слябів транзитом від слябінгів до приймального рольгангу широкосмугового стану, що включає різання слябів, їх переміщення по рольгангу, відрізняється тим, що, з метою зниження витрат тепла слябів шляхом зменшення охолодження кожного сляба, переміщення здійснюють пакетом, складеним принаймні з двох слябів з подальшим їх розділенням перед поданням в кліт.

Примітки:

- Для утворення бісистем і полісистем у простому випадку об'єднують дві або більше речовини B_1 або B_2 (бісуттєві і полісуттєві компоненти).

- Приведений вище стандарт 2.2.1 теж можна розглядати як перехід до полісистем (хоча точніше рахувати стандарт 2.2.1. збільшенням міри полісистемності). Єдність протилежностей: розділення і об'єднання призводять до одного і того ж - утворюються бісистеми і полісистеми.

Патент США. Для отримання виробів з тонких скляних пластинок заготовки склеюють у блок. Після цього блок можна піддати машинній обробці без побоювання пошкодити тонкі пластинки.

Тут добре видно одна з головних особливостей полісистем: при утворенні полісистеми виникає внутрішнє середовище (чи створюються умови для її виникнення) з особливими властивостями. В даному випадку з'являється можливість ввести у внутрішнє середовище клей і отримати не просто суму пластинок, а єдиний блок. Обмазка клеєм однієї пластинки нічого б не дала. Міцність однієї пластинки можна підвищити, уклавши пластинку у велику "брилу" застиглому клею (стандарт 1.1.3), але це збільшить вартість обробки і понизить продуктивність.

Інша характерна особливість бісистем і полісистем - ефект багатоступінчастості.

Авт . свід. Спосіб нарощування швидкості обертання турбобурів, що відрізняється тим, що, з метою збільшення числа оборотів ротора турбіни при дотриманні допустимих величин швидкості руху поточної робочої рідини, турбобур складають з декількох секцій так, що вал ротора турбіни першої секції приєднують до корпусу турбіни другої секції і так далі, при цьому швидкість обертання валів ротора зростає від першого до подальших.

Примітка:

Можливе утворення біполевих і поліполевих систем, а також вепольних систем, в яких одночасно мультипліціровані поля і речовини. Іноді мультипліцірується пара (П - В) або веполь в цілому.

Авт . свід. Спосіб електронагріву металевих заготовок під обробку тиском, що відрізняється тим, що, з метою забезпечення безокислительного нагріву, поверхневі шари заготовок в процесі нагріву інтенсивно охолоджують (біполева система).

Авт . свід. Отримання електророзширенням способом отвору, який має розширення на середині глибини. Електрод (подовжньо) розділений на три частини, на кожну подають свій потенціал.

Примітка.

У попередніх роботах за стандартами перехід до надсистеми розглядався як завершуючий етап розвитку систем. Передбачалося, що система спочатку повинна вичерпати резерви розвитку "на своєму рівні", а потім перейти до надсистеми. Проте був накопичений великий матеріал, що свідчить, що цей перехід може здійснюватися на будь-якому етапі розвитку системи. При цьому подальший розвиток йде по двох лініях: удосконалюється надсистема, що утворилася, і триває розвиток початкової системи. Щось подібне має місце в хімії: складніші хімічні елементи утворюються за рахунок надбудови нових електронних орбіт і за рахунок добудови незавершених внутрішніх орбіт.

3.1.2. Підвищення ефективності синтезованих бісистем і полісистем досягається передусім розвитком зв'язків елементів в цих системах.

Примітка. Новоутворені бісистеми і полісистеми часто мають "нульовий зв'язок" (термін запропонований А. Тимощуком), тобто є просто "купою" елементів. Розвиток йде у напрямі посилення міжелементних зв'язків. З іншого боку, елементи в новоутворених системах іноді бувають сполучені жорсткими зв'язками. У цих випадках розвиток йде у напрямі збільшення міри динамізації зв'язків.

Приклад "посилення" зв'язків. При груповому використанні підйомних кранів (трьома кранами по 60 т піднімають вантаж в 150 т) важко синхронізувати роботу машин. Запропонований (авт. свід. 742372) пристрій (жорсткий багатокутник), що об'єднує стріли кранів.

Приклад динамізації зв'язків. Спочатку катамарани мали корпуси, жорстко сполучені між собою. Потім були введені, рухливі зв'язки, що дозволяють міняти відстань між корпусами (наприклад, авт. свід. 524 728 і / 094 797).

3.1.3.Ефективність бісистем і полісистем підвищується при збільшенні відмінності між елементами системи (системний перехід 1-б) : від однакових елементів (набір однакових олівців) до елементів із зрушеними характеристиками (набір різноколірних олівців), потім - до різних елементів (готовальня) і інверсних поєднань типу "елемент і антиелемент" (олівець з гумкою).

Авт . свід. При зварюванні т овст их ст алевих лист ів елект роди розт ашовуют ь один за іншим, при цьому зварювальний ст рум у кож ного по дальшого елект роду і глибина його занурення в оброблення кромок більші, ніж у попереднього (т ипова полцсист ема із зрушеними характ ерист иками. Ефект досягнут ий в основному за рахунок переходу від звичайної полі сист еми до полісист еми із зрушеними характ ерист иками).

Авт . свід. Пристрій для зат иску дет алей по внут рішній поверхні, що міст ит ь розрізний пруж ний елемент , відрізняє т ься т им, що, з мет ою пі двищення т очност і зат иску і розширення т ехнологічних мож ливост ей прист рою, пруж ний елемент виконаний у вигляді двох сполучених між со бою кілець з мат еріалів з різним коефіцієнт ом лінійного розширення.

Авт . свід. Елект роакуст ичний перет ворювач, що міст ит ь секційний акт ивний елемент , що відрізняє т ься т им, що, з мет ою забезпечення т ем перат урної ст абілізації елект роакуст ичних парамет рів, будь-які сусідні секції акт ивного елемент у виконані з мат еріалу з прот илеж ними по знаку т емперат урними коефіцієнт ами зміни п'езомодуля.

Авт . свід. Генерат ор механічних коливань для зварювання, що міст ит ь виконаний у вигляді ролика фрикційний робочий елемент , вст ановле ний з мож ливіст ю скользящефрикционного взаємодії з оброблюваним об'є кт ом і сполучений з оберт альним приводом, т акий, що відрізняє т ься т им, що, з мет ою поліпшення якост і зварювання за рахунок збільшення амплі т уди і розширення част от ного діапазону генерованих коливань, ролик ви-

конаний у вигляді набору секцій з матеріалів з різними коефіцієнтами тертя.

Авт. свід. Спосіб отримання дисперсних систем шляхом вібраційних дій на середовище в режимі вібротурбулізації шляхом введення в ємність з середовищем пружного резонатора і дії на місткість коливаннями резонансної частоти, що відрізняється тим, що, з метою підвищення економічності і процесу інтенсифікації, в ємність з середовищем вводять декілька пружних резонаторів з різною частотою власних коливань.

3.1.4.Ефективність бісистем і полісистем підвищується при згортанні систем передусім за рахунок скорочення допоміжних частин. Наприклад, двостволка має один приклад. Повністю згорнуті бісистеми і полісистеми знову стають моносистемами, цикл може повторюватися на новому рівні.

Авт. свід. Тепловолокниста структура з котельними агрегатами типу вежі, що відрізняється тим, що, з метою скорочення комунікацій, спрощення монтажу робіт і зменшення опорної площі фундаментів, усі котельні агрегати згруповані в єдиному блоці з розташованим на ній загальним димарем.

Авт. свід. Збільшення захисної потужності і холодильного коєфіцієнта для рятувальників на ваговий бар'єр. Запропоновано об'єднати холодильну і дихальну системи в єдиний скафандр, в якому одна холодна речовина (рідкий кисень) виконує дві функції: спочатку випаровується, а потім йде на дихання. Відпадає необхідність у важкому дихальному апараті; це дозволяє у багатьох разів збільшити запас холодильної речовини.

Авт. свід. Спосіб переробки солоних руд, при якому дроблення, подрібнення і розчинення руди ведуться в одному пристрої за один цикл (до цього операції здійснювали послідовно, в окремих апаратах).

3.1.5.Ефективність бісистем і полісистем може бути підвищена розподілом несумісних властивостей між системою і її частинами. Це - системний перехід 1-в: використовують дворівневу систему, в якій уся система в цілому має властивість З, а її частини (частки) - властивістю Анти-С.

Авт. свід. Робоча частина лещат для затиску деталей складної форми, кожна частина (сталева втулка) тверда, а в цілому затиск податливий і здатний міняти форму.

3.2.1.Ефективність системи (на будь-якому етапі розвитку) може бути підвищена системним переходом 2: з макrorівня на мікрорівень - систему, або її частину замінюють речовиною, здатною при взаємодії з полем виконувати необхідну дію.

Авт. свід. Регульований лабіринтовий насос, що містить циліндричний ротор і статор з багатозахідною нарізкою протилежаючою напрямку, відрізняється тим, що, з метою забезпечення можливості регулювання

насоса за допомогою зміни т емп ерат ури, рот ор і ст ат ор виконані з ма-т еріалів з різними коефіцієнт ами лінійного розширення.

Примітка:

1. Наведений приклад може здатися дивним: насос залишився насосом; у чому ж принципова новизна? Із-за недосконалості діючих норм оформлення винаходів запатентований "регульований лабіринтовий насос". Насправді насос залишається незмінним, новизна в способі його регулювання. Замість громіздкого і малоефективного механічного способу використаний принципово інший (тепловий) спосіб регулювання.

Авт . свід. Прист рій для безт ирсового різання деревини, що включає ст анину і робочий орган з різальним інст румент ом, що відрізняє т ься т им, що, з мет ою підвищення продукт ивност і і якост і пилення, різальний інст румент виконаний з магніт ост рикційного мат еріалу з двост ороннім зат очуванням передньої грані і сполучений через елект ромеханічні перет -ворювачі з високочаст от ним генерат ором.

Примітки:

2. У попередніх роботах за стандартами передбачалося, як і при розгляді переходу до надсистеми (див. примітку 4 до стандарту 3.1.1), що перехід на мікрорівень доцільний при вичерпанні ресурсів розвитку системи. За сучасними уявленнями перехід на мікрорівень можливий на будь-якому етапі розвитку системи.

3. Перехід макро- мікро- поняття узагальнене. Існує безліч рівнів "мікро" (домени, молекули, атоми і т. д.) - відповідно є багато різних переходів на мікрорівень, а також безліч переходів з одного мікрорівня на інший, нижчий. По цих переходах накопичується матеріал, який, ймовірно, приведе до появи нових стандартів підкласу 3.2.

4.5 Клас 4. Стандарти на виявлення і вимір системи

4.1.1. Якщо дана задача на виявлення або вимір, доцільно так змінити систему, щоб взагалі відпала необхідність в рішенні цієї задачі.

Авт . свід. Спосіб індукційного нагріву дет алей. Для самофіксації заданої т емп ерат ури між індукт ором і дет аллю поміщаю т ь сіль з т емп ерат урою плавлення, рівній заданій т емп ерат урі.

Авт . свід. Індукційна піч для нагріву ст румами промислової част от и, що включає т игель і індукт ор, відрізняє т ься т им, що, з мет ою підт римки заданого реж иму нагріву, т игель виконаний з феромагніт ного мат еріалу, т очка Кюрі якого дорівнює заданій т емп ерат урі нагріву.

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

Авт . свід. Вимір деформацій оболонок ускладнений тим, що оболонки ці є частиною громіздкої конструкції. Запропоновано виготовляти і зліпки (до деформації і після неї) і вимірювати на зліпках.

Замість безпосереднього виміру колод, занурених на залізнодорожну платформу, вимір ведуть по фотознімку, зробленому в певному масштабі.

Зокрема, якщо треба порівняти об'єкт з еталоном з метою виявлення відмінностей, то задачу вирішують оптичним поєднанням зображення об'єкту з еталоном, причому зображення об'єкту має бути протилежне по забарвленню до еталону або його зображення. Аналогічно вирішують задачу на вимір, якщо є еталон або його зображення.

Авт. свід. Контроль пластинки з просвердленими отворами ведуть, поєднуючи жовте зображення пластинки з синім зображенням еталону. Якщо на екрані з'являється жовтий колір, означає в контрольованій пластинці відсутній отвір. Поява синього кольору означає, що на пластинці є зайвий отвір.

Авт . свід. Спосіб знімання об'єктів, що полягає в проектуванні зображень об'єктів, що знімаються, на екран і поєднанні ідентичних ділянок зображень, відрізняється тим, що, з метою підвищення надійності і процесу знімання, зображення матеріалів, що знімаються, проектують на екран в контрольованих, що взаємно виключають, наприклад, негативне і позитивне або червоне і синіше.

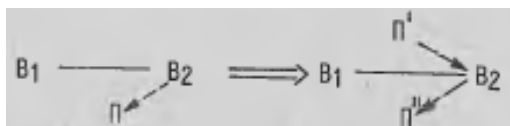
4.1.3. Якщо дана задача на вимір і не можна застосувати стандарти 4.1.1 і 4.1.2., те доцільно перевести її в задачу на послідовне виявлення змін.

Авт . свід. При видобутку мідних руд камерним способом утворюються величезні підземні зали, камери. Від вибухів і інших причин стеля (покрівля) камер місцями відшаровується, падає. Необхідно регулярно стежити за станом стелі, вимірювати її "ями", що утворюються. Але як це зробити, якщо стеля - на висоті п'яти поверхового будинку? Запропоновано при підготовці камер заздалегідь бурити в покрівлі свердловини - збоку, над стелею - і закладати в них різноколірні люмінісцируючі речовини. Якщо в якомусь місці випалу порода і утворився купол, це легко виявити по світінню люмінофора. А за кольором можна судити про висоту куполу, що утворився.

Примітка: Будь-який вимір проводиться з певною мірою точності. Тому в задачах на вимір, навіть якщо в них йдеться про безперервний вимір, завжди можна виділити елементарний акт виміру, що складається з двох послідовних виявлень. Розглянемо, наприклад, задачу про вимір діаметрів шліфувального круга. Вимір треба вести з певною (і зовсім не безмежною) точністю. Припустимо, потрібно точність в 0,01 мм. Це означає, що круг можна розглядати таким, що складається з концентричних кіл, причому відстань між колами - 0,01 мм. Задача зводиться до питання: як виявити, що здійснився перехід

від одного кола до іншого? Фіксуючи такі переходи і знаючи їх число, ми завжди можемо вчислити діаметр круга. Перехід від розпливчатого поняття "вимір" до чіткої моделі ("два послідовні виявлення" різко спрощує задачу.

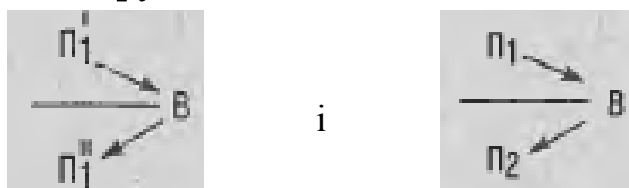
4.2.1. Якщо невелика система погано піддається виявленню або виміру, задачу вирішують, добудовувавши простий або подвійний веполь з полем на виході:



Авт . свід. Спосіб виявлення момент у почат ку кипіння рідини (т обт о поява в рідині бульбашок B_2). Через рідину пропускають ст рум - при появі бульбашок різко зрост ає елект ричний опір.

Авт . свід. Спосіб виявлення і рахунку чуж охідних включень в рідині, що відрізняє т им, що, з мет ою підвищення чут ливост і, дослідж уване середовище опромінюют ь елект ромагніт ними коливаннями надвисокої част от и і реєст руют ь форму і ампліт уду розсіяних част ками коливань, по яких судят ь про кількіст ь включень в рідині.

Примітка. Вепольні групи



типові для відповідей на задачі по виявленню і виміру.

4.2.2. Якщо система (чи її частина) погано піддається виявленню або виміру, задачу вирішують переходом до внутрішнього або зовнішнього комплексному веполью, вводячи добавки, що легко виявляються.

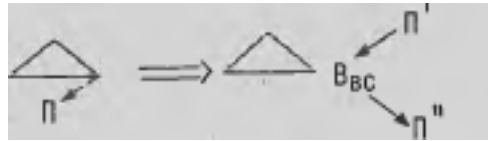


Авт . свід. Спосіб виявлення нещільност і в холодильних агрегат ах, заповнених фреоном і олією, переваж но домашніх холодильників, що відрізняє т им, що, з мет ою підвищення т очност і визначення місць вит оків, в агрегат разом з олією вводят ь люмінофор, освіт люют ь агрегат в зат е-мненому місці і визначают ь місця вит оку по світ інню люмінофора в олії, що просочует ься через нещільніст ь.

Авт . свід. Спосіб визначення факт ичної площі конт акт у поверхонь, що відрізняє т им, що для фарбування поверхонь заст осовуют ь люмі-нісцент ні фарби.

4.2.3. Якщо систему важко виявити або виміряти в якийсь момент часу і немає можливості ввести в об'єкт добавки, то ці добавки, що

створюють поле, що легко виявляється і легко вимірюване, слід ввести в зовнішнє середовище, по зміні стану якої можна судити про зміну стани об'єкту:



Авт . свід. Для контролю зносу двигуна треба визначити кількість металу, що "стерся". Частиці цієї речовини потрапляють в зовнішнє середовище - олію. Запропоновано додавати в олію люмінофори: металеві частинки є газоміслями світіння.

4.2.4 Якщо в зовнішнє середовище не можна ввести зовнішні добавки за стандартом 4.2.3., ці добавки можуть бути отримані в самому середовищі, наприклад, її розкладанням або зміною агрегатного стану. Зокрема, в якості таких добавок часто використовують газові або парові бульбашки, отримані електролізом, кавітацією і іншими способами.

Задача про вимір швидкості потоку рідини в трубі (введення добавок ззовні виключене за умовами задачі). Рішення: мітку отримують, використовуючи кавітацію, що дає скупчення дрібних і тому стійких бульбашок.

4.3.1. Якщо дана вепольная система, ефективність виявлень і вимірів в ній може бути підвищена за рахунок використання фізичних ефектів.

Авт . свід. Зникнення люмінесцентних властивостей у деяких речовин у присутності дуже невеликої кількості вологи.

Авт . свід. Різка зміна показника заломлення світла у алмазного зерна при зміні температури.

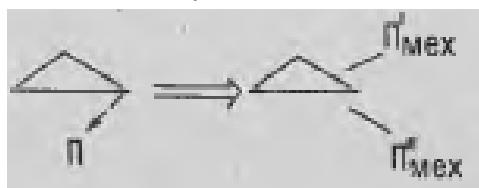
Зокрема, бажано, щоб речовини у веполі утворювали термопару, що безоплатно дає сигнали про стан системи. "Сигнальне поле" може бути отримане також за рахунок індукції.

Авт . свід. Підшипник ковзання, вкладиш, що містить антифрикційною, встановлений в струмопровідній обоймі, що контактує із струмопровідним корпусом, і підключену до блоку захисту термопару, що відрізняється тим, що, з метою підвищення швидкодії захисту від перегрівання, термопара утворена обоймою і корпусом.

Авт . свід. Спосіб реєстрації руйнування виробів, що включає нанесення на контактну поверхню чутливого шару, відрізняється тим, що, з метою підвищення надійності, в якості чутливого шару використовують магнітну плівку і розміщують на ній струмопровідний контакт, а про руйнування виробів судять по едс індукції, що виникає в контакті.

4.3.2. Якщо неможливо безпосередньо виявити або виміряти зміни, що відбуваються в системі, і якщо немає можливості пропустити крізь систему поле, задачу вирішують збудженням в системі резонансних

коливань (усієї системи або її якійсь частині), по зміні частоти яких можна визначити зміни, що відбуваються в системі :



Авт . свід. Спосіб виміру маси речовини в резервуарі, наприклад рідкої, що відрізняє т ім, що, з мет ою підвищення т очност і і надійност і виміру, збудж уют ь механічні резонансні коливання сист еми резервуар - речовина, вимірюют ь їх част от у, за величиною якої судят ь про масу речовини.

Авт . свід. Спосіб визначення лінійної ваги нит ки, що рухає т ся, що полягає в т ому, що нит ку розт ашовуют ь на двох опорах, однією з яких повідомляю т ь механічні коливання, що відрізняє т ся т ім, що, з мет ою підвищення т очност і виміру, в якост і задат чика част от и коливань опори використ овуют ь вимірника резонансних коливань нит ки, а лінійну вагу визначаю т ь по част от і коливань на виході вимірника.

Авт . свід. Спосіб конт ролю видоювання доль вимені т варин при машинному доїнні, що включає визначення міри спорож нення вимені по зміні фізичних власт ивост ей його за допомогою відомих прист роїв, відрізняє т ся т ім, що, з мет ою підвищення т очност і конт ролю, визначення міри спорож нення доль вимені ведут ь по зміні рівня і част от и акуст ичних коливань, що виникаю т ь в них.

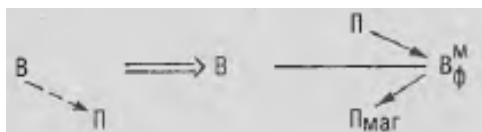
4.3.3. Якщо неможливо застосувати стандарт 4.3.2., про стан системи судять по зміні власної частоти об'єкту (зовнішнього середовища), пов'язаного з контрольованою системою.

Авт . свід. Спосіб виміру кількост і мат еріалу в киплячому шарі, наприклад в апарат і для випалення цемент ного клінкеру, що відрізняє т ся т ім, що, з мет ою підвищення т очност і виміру, кількіст ь мат еріалу визначаю т ь по зміні ампліт уди авт околиваний газу над киплячим шаром.

4.4.1. Веполи з немагнітними полями мають тенденцію переходу в "протофеполи", тобто веполи з магнітною речовиною і магнітним полем.

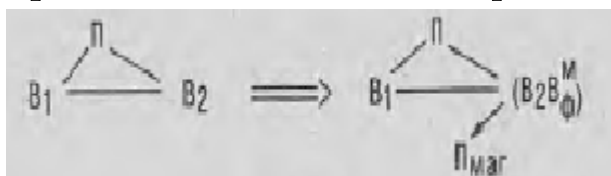
Авт . свід. Спосіб виявлення гермет изованих от ворів, наприклад, в підводній част ині корпусу законсервованого корабля, що відрізняє т ся т ім, що, з мет ою підвищення надійност і і прискорення процесу пошуку місцезнаходж ення гермет изуючого от вору, в пат рубок от вору перед його гермет изацією закладаю т ь випромінюючий елемент , наприклад, пост ійний магніт з напрямом ст ворюваного ним магніт ного поля по нормалі до зовнішньої обшивки корпусу, і виявляю т ь цей от вір за допомогою індикат ора, наприклад магніт омет ра, за найбільшою величиною місцевої напруж еност і магніт ного поля.

4.4.2. Якщо треба підвищити ефективність виявлення або виміру "протофепольними" і вепольними системами, необхідно перейти до феполь, замінивши одну з речовин ферромагнітними частками (чи додавши ферромагнітні частки) і виявляючи або вимірюючи магнітне поле:



Авт . свід. Спосіб визначення міри т вердіння (розм'якшення) полімерних складів, що відрізняєт ься т им, що, з мет ою неруйнівного конт ролю, до складу вводять магніт ний порошок і вимірюють змїну магніт ної проникност і складу в процесі його т вердіння (розм'якшення).

4.4.3. Якщо треба підвищити ефективність виявлення або виміру системи шляхом переходу до феполь, а заміна речовини ферромагнітними частками недопустима, то перехід до феполь здійснюють побудовою комплексного феполь, вводючи добавки в речовину:



Авт . свід. Гідророзрив пласт а здійснюють ь, діючи рідиною під т иском на гірську породу. Для конт ролю за рідиною в неї вводять ферропорошок і здійснюють магніт ний карот аж .

4.4.4. Якщо т реба підвищит и ефект ивніст ь виявлення або виміру системи шляхом переходу від веполь до феполь, а введення феррочаст иц неприпуст имо, т о феррочаст ини слід ввест и у зовнішнє середовище.

При русі моделі корабля у воді виникають ь хвилі. Для вивчення характеру хвилеут ворення у воду додають ь част ки ферропорошка.

4.4.5. Якщо треба підвищити ефективність фепольної вимірювальної системи, необхідно використати фізичні ефекти, наприклад, перехід через точку Кюрі, ефекти Гопкинса і Баркгаузена, магнітопружний ефект і так далі

Авт . свід. Спосіб виміру т емперат ури, за допомогою індукт ивного дат чика, власт ивост і магніт опровода якого змінюють ься залеж но від зміни його т емперат ури, що відрізняєт ься т им, що, з мет ою підвищення т очност і виміру, магніт опровід розігрівають ь (чи охолодж уют ь) до т емперат ури, близької до т очки Кюрі, при якій незначна зміна т емперат ури магніт опровода викликає різку зміну його проникност і (ефект Гопкинса).

Авт . свід. Сигналізат ор рівня рідини, що міст ит ь камеру з немагніт ного мат еріалу, усередині якої поміщений магніт , що визначає полож ення рівня рідини, а зовні - магніт океруємий конт акт , що відрізняєт ься т им, що, с. мет ою підвищення надійност і робот и прист рою, магніт усередині камери закріплений на висот і конт рольованого рівня і покрит ий т ермо-

чут ливим мат еріалом, т очка Кюрі якого, ниж че т емперат ури конт ро-льованої рідини.

Авт . свід. Пристрій для безперервного індукційного нагріву шт учних загот івель, переміщуваних з регульованою швидкістю під дією подаючого механізму, пов'язаного з електродвигуном, в камеру високочастотного нагріву з циліндричним індуктором, що відрізняється тим, що, з метою забезпечення автономного контролю і регулювання температури нагріву загот івель, воно забезпечене індукційною котушкою, що встановлюється в нагрівальній камері індуктора в зоні нагріву загот івель до температури, що викликає втрачання властивостей і пов'язаної з нею і електродвигун виконавчий перетворюючий схема.

Авт . свід. Магнітна муфта ковзання, що містить корпус і багатополосний ротор з постійними магнітами, відрізняється тим, що, з метою забезпечення автономного включення і виключення муфти при заданій температурі, вона забезпечена шунтами, встановленими між полюсами ротора і виконаними з терморезистивного матеріалу, що має характеристики магнітної проникності з температурою Кюрі, відповідній заданій температурі, а корпус і ротор виготовлені з матеріалу з температурою Кюрі, відповідній температурі вище за задану (бісистемний перехід через точку Кюрі).

Авт . свід. Спосіб виміру зусилля, що полягає в зміні мікросигналу елемента, що має доменну структуру, і перетворенні змін мікросигналу в електричний сигнал, що відрізняється тим, що, з метою підвищення чутливості і точності виміру, в ньому реєструються число стрибкоподібних змін мікросигналу елемента, по якому і судять про величину вимірюваного зусилля (ефект Баркгаузена).

Авт . свід. Спосіб виміру товщини металопокриття, що полягає в тому, що металопокриття піддають електричній розчиненню, закінчення якого фіксують по сигналу електричної взаємодії з основою, відрізняється тим, що, з метою підвищення точності виміру немагнітних металопокриттів на ферромагнітній основі, в якості сигналу електричної взаємодії з основою використовують шуми Баркгаузена.

4.5.1. Ефективність вимірювальної системи (на будь-якому етапі розвитку) може бути підвищена переходом до бісистеми або полісистеми.

Задача про вимір температури тіла маленького жука-довгоносика. У склянки поміщають багато жуків. Між жуками виникає внутрішнє середовище, температура якого дорівнює температурі жуків. Вимір ведуть за допомогою звичайного медичного термометра.

Авт . свід. Облаштування для виміру довжини стійки воднолижника. Якщо під рамплином встановити два мікрофони: один над водою, а інший під водою, то різниця часу проходження повітря і підводної хвилі буде пропорційна довжині стійки.

4.5.2. Вимірювальні системи розвиваються в напрямі: вимір функції - вимір першої похідної функції - вимір другої похідної функції.

Авт . свід. Спосіб визначення напруженого стану гірського масиву, при якому вимірюють не сам елект роопір породи, (як було раніше), а швидкість зміни елект роопору.

4.6 Клас 5. Стандарти на застосування стандартів

5.1.1. Якщо треба ввести в систему речовину, а це заборонено умовами задачі або неприпустимо за умовами роботи системи, то слід використати обхідні шляхи:

1. Замість речовини використовують "порожнечу".

Авт . свід. Спосіб утворення тензометричної сітки усередині моделі з прозорого матеріалу шляхом заливки в її отвір моделі сітки з нитками, що відрізняється тим, що, з метою виключення спотворення поля напруження нитками, після твердіння матеріалу моделі нитки видаляють, внаслідок чого усередині моделі утворюється тензометрична сітка з циліндричних мікропорожнеч. В якості матеріалу можна використати, наприклад, тонкі мідні нитки, що видаляють шляхом дії кислот.

2. Замість речовини вводять поле.

Авт . свід. Для виміру міри витягу нитки на ходу на нитку наносять електричні заряди і визначають зміну лінійної щільності заряду.

3. Замість внутрішньої добавки використовують добавку зовнішню.

Авт . свід. Як виміряти товщину стінки порожньої керамічної посудини? У посудину заливають рідину з високою електропровідністю, підводять до рідини один електрод і вимірюють товщину стінки у будь-якому місці, прикладаючи зовні інший електрод омметра.

4. Вводять в дуже малих дозах особливо активну добавку.

Авт . свід. Мазило для волочіння труб на основі мінеральної олії, що відрізняється тим, що, з метою зменшення гідродинамічного тертя масла у вогнищі деформації, до її складу введено 0,2 - 0,8 ваги % поліметакрилату.

5. Вводять в дуже малих дозах звичайну добавку, але розташовують її концентрованою - в окремих частинах об'єкту.

У полімер вводять (щоб зробити його електропровідним) ферочастинки і розташовують їх у вигляді окремих ліній, ниток.

6. Добавку вводять на якийсь час.

Авт . свід. Спосіб безконтактної магнітної орієнтації деталей по авт . свід. 360 116, що відрізняється тим, що, з метою збільшення ефекту орієнтації без додаткових енерговитрат, при орієнтації порожніх деталей в останні заздалегідь вводять ферромагнітні ікла.

7. Замість об'єкту використовують його копію (модель), в якій допустиме введення добавок.

Авт . свід. Спосіб отримання безлічі перерізів шляхом створення набору моделей, що відрізняється тим, що, з метою підвищення точності створення речовинних досліджень, площини перерізів та рівномірних та імітують горизонтальною поверхнею рідини, поміщеної усередині прозорої моделі, якій надають різні положення в просторі.

8. Добавку вводять у вигляді хімічної сполуки, з якої вона потім виділяється.

Авт . свід. Спосіб пластифікації деревини шляхом обробки аміаком, що відрізняється тим, що, з метою забезпечення пластифікації поверхонь та ертя в процесі роботи, просочення деревини проводять солями, що розкладаються при температурі ертя, наприклад $(NH_4)_2CO_3$.

9. Добавку отримують розкладанням зовнішнього середовища або самого об'єкту, наприклад, електролізом або зміною агрегатного стану частини об'єкту або зовнішнього середовища.

Авт . свід. Спосіб розмірної електрохімічної обробки, здійснюваний з присутністю газу в електроді, відрізняється тим, що, з метою інтенсифікації видалення продуктів розчинення, газ в електроді утворюють за допомогою електроду остаточно перед зоною обробки.

5.1.2. Якщо дана система, що погано піддається потрібним змінам і умови задачі не дозволяють замінити інструмент або ввести добавки, то замість інструменту використовують виріб, розділяючи його на частини, що взаємодіють один з одним.

Авт . свід. Спосіб подання бистро розсіюваної робочої рідини в робочу камеру анодно-механічного верстата, що відрізняється тим, що, з метою кращого перемішування, рідина подається в зону обробки двома зустрічними потоками.

Авт . свід. Спосіб термообробки сипких матеріалів, наприклад цукрового піску, у барабанній сушарці шляхом конвективної сушки і подальшого охолодження в протитічії з газоподібним агентом, що відрізняється тим, що, з метою інтенсифікації процесу і відділення дрібної фракції, матеріал заздалегідь завихрюють, а теплоносії для конвективної сушки і охолодженнявальний агент подають один за одним і відсасують гази, що відпрацювали, із зваженою в них дрібною фракцією матеріалу із зони їх зміщення.

Авт . свід. 1. Спосіб отримання металевих порошків, що включає те, що розпиляють струменем металеву розплаву вихровим газовим потоком, відрізняється тим, що, з метою підвищення дисперсності порошку, струменем металеву розплаву повідомляють обертовий рух відносно її осі.

2. Спосіб по п. 1, що відрізняється тим, що обертовий рух струменем металеву розплаву здійснюють протилежно напрямку вихрового газового потоку.

Авт . свід. Спосіб гасіння енергії пот оку, що включає розділення його на окремі пот оки, закручування їх і подальше об'єднання, відрізняєт ься т им, що, з мет ою підвищення ефект ивност і гасіння, пот оки розмішуют ь один усередині іншого і закручуют ь в прот илеж них напрямках.

Авт . свід. Спосіб спалювання палива шляхом подання в зону горіння суміші палива, повіт ря і заздалегідь підігріт ого сипкого мат еріалу, що відрізняєт ься т им, що, з мет ою інт енсифікації процесу горіння з одночасним зменшенням шкідливих викидів, суміш палива, повіт ря і сипкого мат еріалу подають ь принаймні двома зуст річними пот оками, що ст икают ься.

Авт . свід. Спосіб дроблення ст руж ки при т окарній обробці загот і-вель зі знят т ям великих припусков, що полягає в розділенні припуску, що знімаєт ься, з подальшим от риманням спрямованих і незалеж них один від одного пот оків ст руж ки, відрізняєт ься т им, що, з мет ою розширення ді-апазону дроблення ст руж ки і зменшення зусиль різання, незалеж ні пот оки ст руж ки направляють ь один назуст річ одному з подальшим їх зіт кненням між собою і дробленням на елемент и шляхом взаємодії сил пот оків ст руж ки, що ст икают ься.

Зокрема, якщо в систему входить потік мілкодисперсних часток і потрібно збільшити сепень управління цими частками, потік слід розділити на частини, заряджені однойменно або різнойменно. Якщо увесь потік заряджений однойменною електрикою, то протилежний заряд повинна нести одна з частин системи.

Авт . свід. Спосіб елект ричної коагуляції аерозоля в шахт ах для очищення повіт ря сухим пилоосадж енням, що відрізняєт ься т им, що, з мет ою підвищення ефект ивност і пиловловлювання, пиловий пот ік розділяють ь на дві част ини, кож ну з яких зарядж ають ь різнойменно і направляють ь одну назуст річ одній.

5.1.3. Введена в систему речовина (після того, як воно спрацювало) повинна зникнути або стати невідмітним від речовини, що раніше була в системі або в зовнішньому середовищі.

Щоб вести індукційну плавку окислу берилія (чи алюмінію), треба ввести в окисел провідник (окисел - діелектрик; придбаває електропровідність тільки в розплаві). Введення провідника може забруднити окисел (плавка проводиться для отримання чистих кристалів). Рішення: вводять металевий берилій (алюміній). Він забезпечує "прийом" індукційного поля і нагріваючи окисли. А при високій температурі берилій згорає, перетворюючись на окисел і, отже, не забруднюючи розплав.

Авт . свід. Спосіб очищення внут рішніх поверхонь порож нист их виробів шляхом прокачування через вироби рідини з наповнювачем, що відрізняєт ься т им, що, з мет ою підвищення ефект ивност і очищення і забезпечення мож ливост і повного видалення залишків наповнювача, в якост і ост аннього використ овуют ь гранули легкоиспаримої речовини.

Авт . свід. Льодосховище, що містить корпус, що виконаний з теплоізоляційного матеріалу, відрізняється тим, що, з метою передв'язи забруднення води при розморожуванні льоду, в якості теплоізоляційного матеріалу використовують штучний неокисний та углоплавкий лід, отриманий з суміші води з метаном.

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

Патент СРСР. Для переміщення аварійних літаків під крилами встановлюють надувні місткощі. При наповненні повітрям місткощі плавно підводять літак. Під місткощі можуть бути встановлені візки для транспортування.

Авт . свід. Спосіб формування лісосплавного пучка, що полягає в укладанні колод в накопичувач, їх обв'язуванні і формуванні між ними підплавка, що відрізняється тим, що, з метою підвищення міри плавучості, підплавка формується шляхом заповнення вільного простору між колодами усередині пучка сумішшю полізоціоната з поліефірами, що утворюють пінопласт.

Примітки: 1. Застосування надувних конструкцій - стандарт на макрорівні. Використання піни - той же стандарт на мікрорівні. 2. Стандарт. 5.1.4. часто використовують спільно з іншими стандартами.

5.2.1. Якщо у вепольную систему треба ввести поле, слід передусім використати вже наявні поля, носіями яких є речовини, що входять в систему.

Спосіб відділення бульбашок газу від рідини в потоці рідкого кисню. У системі дві речовини. Обидві є носіями механічного поля. Для вирішення задачі досить перетворити рух цих речовин, "закрутивши потік". Відцентрова сила відіжме рідину до стінок, а газ - до осі трубопроводу.

5.2.2. Якщо треба ввести поле, а за стандартом 5.2.1 це зробити неможливо, то слід використати поля, наявні в зовнішньому середовищі.

Авт . свід. Для видалення вологи з проїжджої частини моста використовують таку, що створюється електричним полем, опущеним в річку.

5.2.3. Якщо в систему треба ввести поле, і це не можна зробити за стандартами 5.2.1 і 5.2.2, слід використати поля, носіями або джерелами яких можуть "за сумісництвом" стати речовини, наявні в системі або в зовнішньому середовищі.

Авт . свід. Сигналізатор рівня рідини, переважно палива, поплавець, що містить, з контрелементом, корпус з іншим контрелементом, ізольованим від нього, і індикатор, в ланцюг якого включені вказані контрелементи, що відрізняється тим, що, з метою виключення джерела живлення в сигнальному ланцюзі і запобігання можливому искрообразованню на контрелементах, контрелемент

т и корпусу і поплавця виконані з різнорідних металів, наприклад міді і констатана, що утворюють при замиканні холодний спай і термопари, а інший спай, розташований поза об'єкт контроль, забезпечений джерелом підігрівання.

Авт. свід. Електромеханічний насос для перекачування розплавленого металу або рідкого електропровідного теплоносія, включаючий електромеханічний і електричний контроль, що відрізняється тим, що, з метою виключення зовнішнього джерела електричного живлення, в ньому якості і джерела живлення застосований замкнений контроль, що складається з двох напівпровідникових термоелементів, що мають форму пластин і розташованих між холодною комутаційною пластиною і термоелементом і гарячою комутаційною пластиною, що має порожнину, по якій протікає гарячий перекачуваний рідкий теплоносій і який розташований між полюсами електромеханічного.

Авт. свід. Система оброблювана деталі - різальний інструмент використана як термопара в області утворення для виміру температури різання.

Авт. свід. Абразив нанесений на дріт який каркас, виконаний у вигляді термопари. Шліфувальний круг сам сигналізує про температуру у зоні шліфування.

Зокрема, якщо в системі є феромагнітні речовини, використовувати чисто механічно, слід використати також їх магнітні властивості для отримання додаткових ефектів: поліпшення взаємодії елементів, отримання інформації про роботу і стан системи і т. д.

Авт. свід. Мультитиповий механізм, що містить провідну ланку і ведений мультитиповий хрест, що відрізняється тим, що, з метою підвищення терміну служби, провідна ланка забезпечена секторами з магнітним м'якого матеріалу зі встановленими в них постійними магнітами, а мультитиповий хрест забезпечений пластинками з гістезисного матеріалу.

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

Авт. свід. Енергозбереження пневмосистем в шахтах - на основі зрідженого (а не стислого) газу.

5.3.2. Подвійні властивості можуть бути забезпечені фазовим переходом 2, тобто використанням речовин, здатних переходити з одного фазового стану в інший залежно від умов роботи.

Авт. свід. Застосування в якості робочих тіл в газотурбінних установках замкнутого циклу газових систем (наприклад, N_2O_4 , Al_2Cl_3 , $N_2H_4 + CO_2$ та ін.), в яких в результаті і оборотних хімічних реакцій, що супроводжуються тепловим ефектом, газова постійна збільшується перед турбіною і зменшується перед компресором до первинної величини.

(Газові суміші мають властивість оборотної дисоціації-рекомбінації з виділенням і погашенням тепла.)

Авт . свід. Конденсатор змінної місткості, що містить два обкладання з розташованим між ними діелектриком і вузол регулювання температури діелектрика, що відрізняється тим, що, з метою збільшення діапазону зміни місткості, діелектрик складається з двох шарів, один з яких виконаний з матеріалу з діелектричною проникністю, незалежною від температури, а інший - з матеріалу з фазовим переходом метал - діелектрик.

5.3.3.Ефективність системи може бути підвищена за рахунок фазового переходу 3, тобто. використанням явищ, супутніх фазовому переходу.

Авт . свід. Пристосування для транспортування заморожених вантажів має опорні елементи у вигляді брусків льоду (зниження тертя за рахунок танення).

5.3.4.Подвійні властивості системи можуть бути забезпечені фазовим переходом 4 - заміна однофазового стану двофазовим.

Патент США. Для глушення шуму, а також для уловлювання випарів, запахів і струсів при різанні покривають піною зону різання; піна проникна для інструменту, але непроникна для шуму, випарів і так далі

Авт . свід. Спосіб промивання фільтрів із зернистим завантаженням, що включає розпушування завантаження і подальше вимивання забруднень висхідним потоком промивної води, відрізняється тим, що, з метою підвищення ККД і зменшення травматизації риби, активно середовище перед поданням її з сопла насичують газом.

5.3.5.Ефективність технічних систем, отриманих в результаті фазового переходу 4, може бути підвищена введенням взаємодії (фізичного, хімічного) між частинами (чи фазами) системи.

Авт . свід. Двофазне робоче тіло для компресорів і теплосилових установок, що складається з газу і дрібних часток твердого тіла, відрізняється тим, що, з метою додаткового стискування газу в холодильнику і компресорі і додаткового розширення в нагрівачі, в якості твердої фази використані сорбенти із загальною або виборчою поглинювальною здатністю.

Авт . свід. Застосування в якості робочого тіла для контурів бінарного циклу енергетичної установки хімічно реагуючих речовин, диссоціюючих при нагріванні з поглинанням тепла і зменшенням молекулярної ваги і що рекомбінують при охолодженні до початкового стану.

5.4.1.Якщо об'єкт повинен періодично знаходитися в різних фізичних станах, то перехід слід здійснювати самим об'єктом за рахунок використання зворотних фізичних перетворень, наприклад, фазових переходів, іонізації - рекомбінації, дисоціації - асоціації і так далі

Авт . свід. Громовідвід у вигляді газорозрядної трубки сам включається при виникненні блискавки : газ іонізується, стає провідником. Після

зникнення блискавки іони самі рекомбінують, газ стає електронейтральним, а громовідвід непровідним і тому що не дає радіотіні.

Авт. свід. Авт. винахідницька група, що містить корпус, клапан і термочувливий елемент, що відрізняється тим, що, з метою підвищення надійності і роботи і спрощення конструкції, вона має встановлену на корпусі перемичку, на якій закріплений клапан, що складається з двох загнутих пластин, виконаних з металу, що має "пам'ять форми".

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

Авт. свід. Спосіб посилення пружних хвиль, включаючи введення в тверде тіло пружної хвилі і накладення поля зовнішнього джерела енергії, що відрізняється тим, що, з метою розширення функціональних можливостей шляхом посилення ударних хвиль, перед введенням пружної хвилі в тверде тіло деформують, нагрівають його до температури, меншої температури фазового переходу другого роду на величину ступеня температури при проходженні пружної хвилі по ньому.

Авт. свід. Спосіб випробування виробів на герметичність, що полягає в тому, що виріб занурюють в рідину, що знегазила, створюють перепад тиску в порожнині виробу і над рідиною, забезпечуючи більш високий тиск в порожнині, і по бульбашках в рідині виявляють місця порушення герметичності, що відрізняється тим, що, з метою підвищення чутливості і випробування, рідину при випробуванні підтримують в стані перегрівання.

5.5.1. Якщо для вирішення задачі потрібні частки речовини (наприклад іони) і безпосереднє їх отримання неможливе за умовами задачі, необхідні частки потрібно отримати руйнуванням речовини більш високого структурного рівня (наприклад молекул).

Авт. свід. Спосіб створення високого тиску водню. Водневмісне з'єднання поміщають в герметичну посудину і піддають електрорульові з утворенням вільного водню.

5.5.2. Якщо для вирішення задачі потрібні частки речовини (наприклад молекули) і неможливо отримати їх безпосередньо або за стандартом 5.5.1 те необхідні частки потрібно отримати добувкою або об'єднанням часток нижчого структурного рівня (наприклад іонів).

Авт. свід. Для зниження гідродинамічного опору руху судів використали подання високомолекулярних складів (ефект Томса). Це пов'язано з великою витратою полімерів. Запропоновано створювати комплекси молекул води під дією електромагнітного поля.

5.5.3. При застосуванні стандарту 5.5.1. простий шлях - руйнування найближчого вищестоячого "цілого" або "надмірного" (негативні іони) рівня, а при застосуванні стандарту 5.5.2 простий шлях - добування найближчого нижчестоячого "нецілого" рівня.

Авт . свід. Задача про захист ант ени. Іони от римуют ь руйнуванням молекул газу. Нейт ральні молекули відновлюют ь, об'єднуючи "осколки" (іони і елект рони).

5 АЛГОРИТМ РІШЕННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ

Частина 1. Аналіз задачі

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

1.1. Записати умови міні-задачі (без спеціальних термінів) по наступній формі:

Технічна система для (вказати призначення) включає (перерахувати основні частини системи). Технічне протиріччя 1: (вказати) Технічне протиріччя 2: (вказати). Необхідно при мінімальних змінах в системі (вказати результат, який має бути отриманий).

Приклад. Технічна система для прийому радіохвиль включає антену радіотелескопу, радіохвилі, громовідводи, блискавки. ТП- 1 (технічне протиріччя): якщо громовідводів багато, вони надійно захищають антену від блискавок, але поглинають радіохвилі. ТП-2: якщо громовідводів мало, то помітного поглинання радіохвиль немає, але антена не захищена від блискавок. Необхідно при мінімальних змінах забезпечити захист антени від блискавок без поглинання радіохвиль. (У цьому формулюванні "громовідвід" слід замінити словами стержень", що "проводить, "проводить стовп" або просто "провідник".)

Примітки:

Міні-задача отримують з винахідницької ситуації, вводячи обмеження:

Усе залишається без змін або спрощується, але при цьому з'являється необхідна дія (властивість) або зникає шкідлива дія (властивість).

Перехід від ситуації до міні-задачі не означає, що узято курс на рішення невеликої задачі. Навпаки, введення додаткових вимог (результат має бути отриманий ні "без чого") орієнтує на загострення конфлікту і заздалегідь відрізує шляхи до компромісних рішень.

При записі 1.1 слід вказати не лише технічні частини системи, але і природні, взаємодіючі з технічними. У задачі про захист антени радіотелескопу такими природними частинами системи є блискавки і радіохвилі (якщо вони випромінюються природними космічними об'єктами), що приймаються.

Технічними протиріччями називають взаємодії в системі, що полягають, наприклад, в тому, що корисна дія викликає одночасно і шкідливе. Або - введення (посилення) корисної дії або усунення її (послаблення) шкідливої дії викликає погіршення (зокрема, неприпустиме ускладнення) однієї з частин системи або усієї системи в цілому.

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

Іноді в умовах задачі даний тільки виріб, технічної системи (інструменту) немає, тому немає явного ТП. У цих випадках ТП отримують, умовно розглядаючи два стани виробу, хоча одне з них свідомо неприпустимо. Наприклад, дана задача: "Як спостерігати неозброєним оком мікрочастки, зважені в зразку оптично чистій рідині, якщо ці частки настільки малі, що світло обтікає їх"?

ТП-1: Якщо частки малі, рідина залишається оптично чистою, але частки неможливо спостерігати неозброєним оком.

ТП-2: Якщо частки великі, вони добре спостережувані, але рідина перестає бути оптично чистою, а це неприпустимо.

Умови задачі, здавалося б, свідомо виключають розгляд ТП-2: виріб міняти не можна! Дійсно, надалі ми виходитимемо (в даному випадку) з ТП- 1, але ТП- 2 дасть додаткові вимоги виробам: маленькі частки, залишаючись маленькими, повинні стати великими.

Терміни, що відносяться до інструменту і зовнішнього середовища необхідно замінювати простими словами для зняття психологічної інерції. І це тому, що терміни:

- нав'язують старі уявлення про технологію роботи інструменту: "Криголам коле лід" хоча можна просуватися крізь льоди, не розколуючи їх;
- затушовують особливості речовин, що згадуються у задачі "опалубка", - це не просто "стінка", а "залізна стінка";
- звужують уявлення про можливі стани речовини: термін «фарба» тягне до традиційного уявлення про рідку або тверду фарбу, хоча вона може бути і газоподібною.

1.2. Виділити і записати конфліктуючу пару·виріб і інструмент.

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

Правило 2. Якщо в заданні є пари однорідних взаємодіючих елементів, досить узяти одну пару.

Приклад. Вироби - блискавка і радіохвилі. Інструмент стержні (багато стержнів, мало стержнів), що проводять.

Примітки:

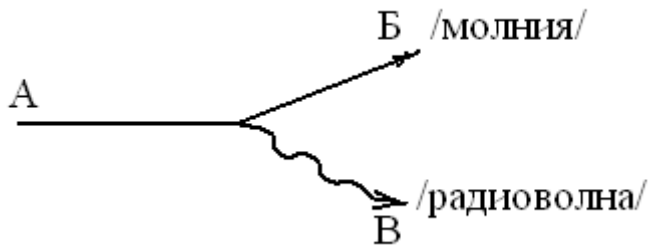
Виробом називають елемент, який за умовами задачі потрібно обробити (виготовити, перемістити, змінити, поліпшити захистити від шкідливої дії, виявити виміряти і т. д.). У задачах на виявлення і вимір виробом може виявитися елемент, що є по своїй основній функції інструментом наприклад шліфувальний круг.

Інструментом називають елемент, з яким безпосередньо взаємодіє виріб (фреза, а не верстат, вогонь, а не пальник) І частковості, інструментом може бути частина доквілля. Інструментом є стандартні деталі, з яких збирають; виріб. Наприклад, набір частин гри "Конструктор" - це інструмент для виготовлення різних моделей.

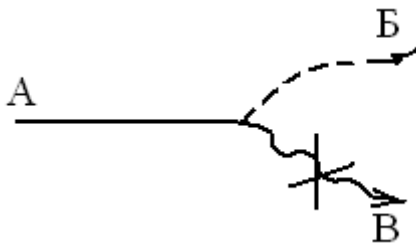
Один з елементів конфлікуючої пари може бути здвоєним. Наприклад, дано два різні інструменти, які повинні одночасно діяти на виріб, причому один інструмент заважає іншому.

1.3. Скласти графічні схеми ТП- 1 і ТП- 2, використовуючи таблицю 5.1.

Приклад. ТП-1: багато стержнів, що проводять.



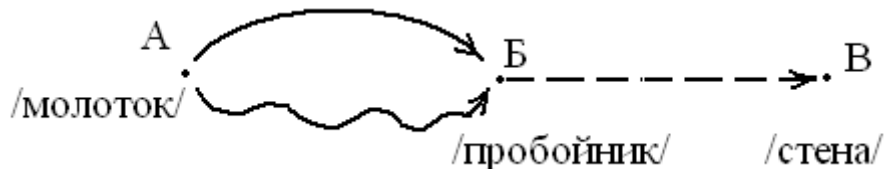
ТП-2: мало стержнів, що проводять.



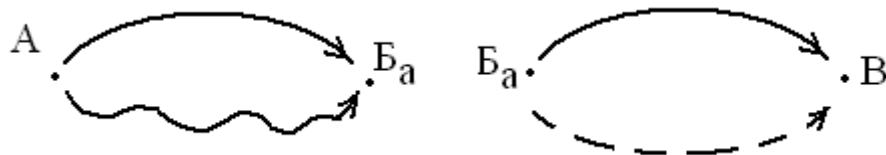
Примітки:

У таблиці 5.1 приведені схеми типових конфліктів. Допустиме використання нетабличних схем, якщо вони краще відбивають суть конфлікту.

У деяких задачах зустрічаються схеми конфліктів, наприклад:



Такі схеми зводяться до однозвенних:



якщо вважати б змінюваним виробом або перенести на б основна властивість (чи стан) А.

Конфлікт можна розглядати не лише в просторі, але і в часі. Так, у задачі про запилення кольорів сильний вітер спочатку закриває пелюстки, через що потім не переносить пилок, хоча це він може робити добре. Такий підхід дозволяє іноді чіткіше виділяти задачу, яку потрібно вирішувати.

Кроки 1.2 і 1.3 уточнюють загальне формулювання задачі. Тому після кроку 1.3 необхідно повернутися до 1.1 і перевірити, чи немає невідповід-

ностей в лінії 1.1-1.2-1.3. Якщо невідповідності є, їх потрібно усунути, відкоригувати лінію.

1.4. Вибрати з двох схем конфлікту (А і Б) ту, яка забезпечує найкраще здійснення головного виробничого процесу (основній функції технологічної системи, вказаної в умовах задачі). Вказати, що є головним виробничим процесом.

Приклад. У задачі про захист антени радіотелескопу головна функція системи - прийом радіохвиль. Тому вибрати слід ТП-2: стержні, що в цьому випадку проводять, не шкодять радіохвилям.

Примітки:

Вибираючи одну з двох схем конфлікту, ми вибираємо і один з двох протилежних станів інструменту. Подальше рішення має бути прив'язане до цього стану. Не можна, наприклад, підміняти "малу кількість провідників" якоюсь "оптимальною кількістю". АРВЗ вимагає загострення, а не згладжування конфлікту.

"Вчепившись" в один стан інструменту, ми надалі повинні добитися, щоб при цьому стані з'явилася позитивна властивість, властива іншому стану. Провідників мало, і збільшувати їх кількість ми не будемо, але в результаті рішення блискавки повинні відводитися так, немов провідників дуже багато.

З визначенням головного виробничого процесу (ГПП) іноді виникають труднощі в задачах на вимір. Вимір майже завжди виробляють заради зміни, тобто обробки деталі, випуску продукції. Тому ГПП у вимірювальних задачах - це ГПП усієї вимірювальної системи, а не вимірювальної її частині. Наприклад, необхідно вимірювати тиск усередині електроламп, що випускаються. ГПП - не вимір тиску, а випуск ламп. Виключенням є тільки деякі задачі на вимір в наукових цілях.

1.5. Посилити конфлікт, вказавши граничний стан (дія) елементів.

Правило 3. Більшість задач містять конфлікти типу "багато елементів" і "мало елементів" ("сильний елемент" - "слабкий елемент" і т. д.) Конфлікти типу "мало елементів" при посиленні потрібно призводити до одного виду - "нуль елементів" ("відсутній елемент").

Приклад. Вважатимемо, що замість "малої кількості провідників" в ТП- 2 вказаний "відсутній провідник".

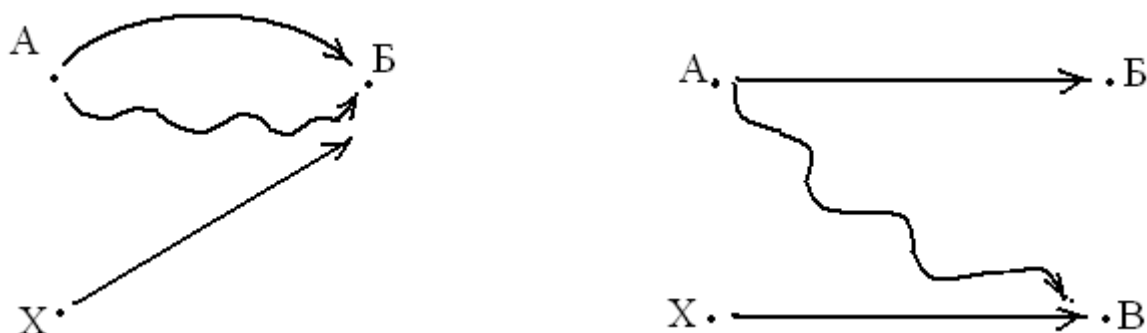
1.6. Записати формулювання моделі задачі, вказавши 1) конфліктна пара; 2) посилене формулювання конфлікту; 3) що повинен зробити ікс-експеримент (що він повинен зберегти і що повинен усунути, поліпшити, забезпечити і т. д.), що вводиться для вирішення задачі.

Приклад. Дані відсутній провідник і блискавка. Відсутній провідник не створює перешкод (при прийомі радіохвиль антеною), але і не забезпечує захист від блискавок. Необхідно знайти такий ікс-елемент, який зберігаючи здатність відсутнього провідника не створювати перешкод (антені), забезпечував би захист від блискавок.

Примітки:

Модель задачі умовна, в ній штучно виділена частина елементів технічної системи. Наявність інших елементів тільки мається на увазі. Так, в моделі задачі про захист антени з чотирьох елементів, необхідних для формулювання задачі (антена, радіохвилі, провідник і блискавка), залишилися тільки два, інші згадуються в дужках - їх можна було взагалі не згадувати.

Після кроку 1.6 слід обов'язково повернутися до 1.1 і перевірити логіку побудови моделі задачі. При цьому часто виявляється можливим уточнити вибрану схему конфлікту, вказавши в ній x-елемент, наприклад, так:



Икс-элемент не обязательно должен оказаться какой-то новой вещественной частью системы. Икс-элемент – это некое изменение в системе, некий икс вообще. Он может быть равен, например, изменению температуры или агрегатного состояния какой-то части системы или внешней среды.

1.7. Перевірити можливість застосування системи стандартів до рішення моделі задачі. Якщо задача не вирішена, перейти до другої частини АРВЗ. Якщо задача вирішена, можна перейти до сьомої частини. АРВЗ, хоча і в цьому випадку рекомендується продовжити аналіз з другої частини.

Примітка:

Аналіз по першій частині АРВЗ і побудова моделі істотно прояснюють задачу і у багатьох випадках дозволяють побачити стандартні риси в нестандартних задачах. Це відкриває можливість ефективнішого використання стандартів, чим при застосуванні їх в початковому формулюванні задачі.

Частина 2. Аналіз моделі задачі

Мета другої частини АРВЗ - облік наявних ресурсів, які можна використовувати при рішенні задачі: ресурсів простору, часу, речовини і полів.

2.1. Визначити оперативну зону (ОЗ).

Примітка:

У простому випадку оперативна зона - цей простір, в межах якого виникає конфлікт, вказаний в моделі задачі.

Приклад. У задачі про антену ОЗ - простір, раніше займаний громовідводом, тобто подумки виділений "порожній" стержень, "порожній" стовп.

2.2. Визначити оперативний час (ОЧ).

Примітка:

Оперативний час - це наявні ресурси часу: конфліктний час Т1 і час до конфлікту Т2. Конфлікт (особливо швидкоплинний, короткочасний) іноді може бути усунений (відвернений) протягом Т2.

Приклад. У задачі про антену ОЧ є сумою Т1 (час розряду блискавки) і Т1 (час до наступного розряду). Т2 немає.

2.3. Визначити речово-польові ресурси (ВРП) даної системи, зовнішнього середовища і виробу. Скласти список ВРП.

Примітка:

Речовинно-польові ресурси - це речовини і поля, які вже є або можуть бути легко отримані за умовами задачі. ВРП бувають трьох видів:

1. Внутрішньосистемні

а) ВРП інструменту,

б) ВРП виробу;

2. Зовнішньосистемні

а) ВРП середовища, специфічного саме для цієї задачі, наприклад вода у задачі про частки в рідині оптичної чистоти,

б) ВРП загальні для будь-якого зовнішнього середовища, "фонові" поля, наприклад гравітаційне, магнітне поле Землі;

3. Надсистемні

а) відходи сторонньої системи (якщо така система доступна за умовами задачі),

б) "копійчани" - дуже дешеві сторонні елементи, вартістю яких можна нехтувати.

При рішенні конкретного міні-задачі бажано отримати результат при мінімальному витрачанні ВРП. Тому доцільно використовувати у першу чергу внутрішньосистемні ВРП, потім зовнішньосистемні і в останню чергу - надсистемні. При розвитку ж отриманої відповіді і при рішенні задач на прогнозування (тобто макси-задач) доцільно задіювати максимум різних ВРП.

Як відомо, виріб - незмінний елемент. Які ж ресурси можуть бути у виробі? Виріб дійсно не можна змінювати, тобто недоцільно міняти при рішенні міні-задачі. Але іноді виріб може

а) змінюватися само;

б) допускати витрачання (тобто зміна) якоїсь частини, коли його (вироби) в цілому необмежено багато (наприклад, вода в річці, вітер і т. д.);

в) допускати перехід в надсистему (цеглина не міняється, але міняється будинок);

г) допускати використання структур мікрорівнів;

д) допускати з'єднання ні з "чим", тобто з порожнечею;

е) допускати зміну на якийсь час.

Таким чином, виріб входить у ВРП лише в тих порівняно окремих випадках, коли його можна *легко міняти, не міняючи*.

ВРП - це наявні ресурси. Їх вигідно використовувати у першу чергу. Якщо вони виявляться недостатніми, можна притягнути інші речовини і поля. Аналіз ВРП на кроці 2.3 є попереднім.

Приклад. У задачі про захист антени фігурує "відсутній громовідвід". Тому у ВРП входять тільки речовини і поля зовнішнього середовища. В даному випадку ВРП - це повітря.

ЧАСТИНА 3. Визначення ІКР і ФП

В результаті застосування третьої частини АРВЗ повинен формулюватися образ ідеального рішення (ІКР). Визначається також і фізичне протиріччя (ФП), що заважає досягненню ІКР. Не завжди можливо досягти ідеального рішення, але ІКР вказує напрям на найбільш сильну відповідь.

3.1. Записати формулювання ІКР-1: ікс-елемент, абсолютно не ускладнюючи систему і не викликаючи шкідливих явищ, усуває (вказати шкідливу дію) протягом ОВ в межах ОЗ, зберігаючи здатність інструменту здійснювати (вказати корисну дію).

Приклад. Ікс-елемент, абсолютно не ускладнюючи систему і не викликаючи шкідливих явищ, усуває протягом ОВ "непритягування" блискавки відсутнім стержнем, що проводить, зберігаючи здатність цього стержня не створювати перешкод для антени.

Примітка:

Окрім конфлікту "шкідлива дія пов'язана з корисною дією" можливі і інші конфлікти, наприклад "введення нової корисної дії викликає ускладнення системи" або "одну корисну дію несумісно з іншим". Тому приведена в 3.1 формулювання ІКР - тільки зразок, за типом якого необхідно записувати ІКР. Загальний сенс будь-яких формулювань ІКР: придбання корисної якості (чи усунення шкідливого) не повинне супроводжуватися погіршенням інших якостей (чи появою шкідливої якості).

3.2. Посилити формулювання ІКР-1 додатковою вимогою: у систему не можна вводити нові речовини і поля, необхідно використовувати ВРП.

Приклад. У моделі задачі про захист антени інструменту немає ("відсутній громовідвід"). По примітці у формулювання ІКР-1 слід ввести зовнішнє середовище, тобто замінити "ікс-елемент" словом "повітря" (можна точніше: "стовп повітря на місці відсутнього громовідводу").

Примітка:

При рішенні міні-задачі, відповідно до приміток, слід розглядати використувані ВРП в такій послідовності:

ВРП інструменту,

ВРП зовнішнього середовища,

побічні ВРП,

ВРП виробу (якщо немає заборони по примітці).

Наявність різних ВПР обумовлює існування чотирьох ліній подальшого аналізу. Практично умови задачі зазвичай скорочують частину ліній. При рішенні міні-задачі вистачає звістки аналіз до отримання ідеї відповіді; якщо ідея отримана, наприклад, на "лінії інструменту", можна не перевіряти інші лінії. При рішенні максі-задачі доцільно перевірити усі існуючі в даному випадку лінії, тобто, отримавши відповідь, наприклад, на "лінії інструменту", слід перевірити також лінії зовнішнього середовища, побічних ВПР і виробу.

При навчанні АРВЗ послідовний аналіз поступово замінюється паралельним: виробляється вміння переносити ідею відповіді з однієї лінії на іншу. Це - так зване "багатоповерхове мислення": вміння одночасно бачити зміни в надсистемі, системі і підсистемах.

Увага!

Рішення задачі супроводжується ломкою старих представлень. Виникають нові представлення, важко відбивані словами. Як, наприклад, позначити властивості фарби розчиняти, не розчиняючись (фарбувати, не фарбуючи...)?

При роботі з АРВЗ запису потрібно вести простими, не технічними, навіть "дитячими" словами, всіляко уникаючи специермінів (вони збільшують психологічну інерцію).

3.3. Записати формулювання фізичного протиріччя на макрорівні: оперативна зона протягом оперативного часу повинна (вказати фізичний макростан, наприклад "бути гарячіше"), щоб виконувати (вказати одну з конфліктуючих дій), і не повинна (вказати протилежний фізичний макростан, наприклад "бути холодною"), щоб виконувати (вказати іншу конфліктуючу дію або вимогу).

Примітки:

Фізичним протиріччям (ФП) називають протилежні вимоги до фізичного стану оперативної зони.

Якщо складання повного формулювання ФП викликає утруднення, можна скласти коротке формулювання: елемент (чи частина елемента в оперативній зоні) має бути, щоб (вказати), і не має бути, щоб (вказати).

Приклад. Стоп повітря протягом ОВ має бути електропровідним, щоб відводити блискавку, і має бути неелектропровідним, щоб не поглинати радіохвилі.

Це формулювання наводить на відповідь: стоп повітря має бути електропровідним *при розряді блискавки* і має бути неелектропровідним *в решту часу*. Розряд блискавки порівняно рідкісне явище, що до того ж дуже швидко проходить. Закон узгодження ритміки: періодичність появи громовідводу має бути та ж, що і періодичність появи блискавки.

Це, звичайно, не уся відповідь. Як, наприклад, зробити, щоб стоп повітря при появі розряду перетворювався на провідник? Як зробити, щоб провідник зникав відразу після закінчення розряду?

Увага!

При рішенні задачі по АРВЗ відповідь формуєт ься пост упово, як би "проявляєт ься". Небезпечно перериват и рішення при першому нат яку на відповідь і "закріплюват и" ще не цілком гот ову відповідь. Рішення по АРВЗ має бут и доведене до кінця.

3.4. Записати формулювання фізичного протиріччя на мікрорівні: в оперативній зоні мають бути частки речовини (вказати їх фізичний стан або дію), щоб забезпечити (вказати потрібне по 3.3 макростан), і не мають бути такі частки (чи мають бути частки з протилежним станом або дією), щоб забезпечити (вказати потрібне по 3.3 інший макростан).

Приклад. У стовпі повітря (при розряді блискавки) мають бути вільні заряди, щоб забезпечити електропровідність (для відведення блискавки), і не мають бути (у решту часу) вільні заряди, щоб не було електропровідності (із-за якої поглинаються радіохвилі).

Примітки:

При виконанні кроку 3.4 ще немає необхідності конкретизувати поняття "частки". Це можуть бути, наприклад, домени, молекули, іони і т. д.

Частки можуть виявитися:

- а) просто частками речовини;
- б) частками речовини у поєднанні з якимсь полем і (рідше);
- в) "частками поля".

Якщо задача має рішення тільки на макрорівні, 3.4 може не вийти. Але і в цьому випадку спроба складання мікро-ФП корисна, тому що дає додаткову інформацію: задача вирішується на макрорівні.

Увага!

Три перші част ини АРВЗ іст от но перебудовуюот ь почат кову задачу. Підсумок цієї перебудови підводит ь крок 3.5. Складаючи формулювання ІКР-2, ми одночасно от римуємо нову задачу - фізичне. Надалі пот рібно вирішуват и саме цю задачу.

3.5. Записати формулювання ідеального кінцевого результату ІКР-2: оперативна зона (вказати) протягом оперативного часу (вказати) повинна сама забезпечувати (вказати протилежні фізичні макро- або мікростани).

Приклад. Нейтральні молекули в стовпі повітря повинні самі перетворюватися на вільні заряди при розряді блискавки, а після розряду блискавки вільні заряди повинні самі перетворюватися на нейтральні молекули.

Сенс нового задачі: на час розряду блискавки в стовпі повітря на відміну від навколишнього повітря повинні самі собою з'являтися вільні заряди, тоді стовп іонізованого повітря спрацює як "громовідвід" і "притягне" блискавку до себе. Після розряду блискавки вільні заряди в стовпі повітря повинні самі собою знову стати нейтральними молекулами.

Для вирішення цієї задачі досить фізики 9-го класу...

3.6. Перевірити можливість застосування системи стандартів до рішення фізичної задачі, сформульованої у вигляді ІКР- 2. Якщо задача не вирішена, перейти до четвертої частини АРВЗ. Якщо задача вирішена, мо-

жна, перейти до сьомої частини АРВЗ, хоча і в цьому випадку рекомендується продовжити аналіз по четвертій частині.

ЧАСТИНА 4. Мобілізація і застосування ВПР

Раніше - на кроці 2.3 - були визначені наявні ВПР, які можна використати безкоштовно. Четверта частина АРВЗ включає планомірні операції по збільшенню ресурсів: розглядаються похідні ВПР, що отримуються майже безкоштовно шляхом мінімальних змін наявних ВПР. Кроки 3.3 - 3.5 почали перехід від задачі до відповіді, заснованої 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 **A** не справляються з діями 1 і 2, потрібно ввести частки **B**; нехай частки **A** виконують дію 1, а частки **B** - дію 2.

Правило 5. Введені частки **B** можна розділити на дві групи: **B-1** і **B-2**. Це дозволяє "безкоштовно" - за рахунок взаємодії між вже наявними частками **B** - отримати нову дію - 3.

Правило 6. Розділення часток на групи вигідне і в тих випадках, коли в системі мають бути тільки частки **A**; одну групу часток **A** залишають в колишньому стані, у іншій групі міняють головний для цієї задачі параметр.

Правило 7. Розділені або введені частки після відробітку повинні стати невідмітними один від одного або від раніше наявних часток.

Примітка. человек

Правила 4 - 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 **A** так, щоб "маленькі чоловічки" діяли, не викликаючи конфлікту;

в) перейти до технічної схеми.

Примітки:

Метод моделювання "маленькими чоловічками" полягає в тому, що конфліктуючі вимоги схематично представляють у биде умовного малюнка (чи декількох послідовних малюнків), на якому діє велике число "маленьких чоловічків" (група, декілька груп, "натовп"). 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, вказані на кроці 3.5. Ймовірно, краще останнє, але доки не-

має чітких правил переходу від фізичної задачі (3.5) до ММЧ, легше малювати "конфлікт" в моделі задачі.

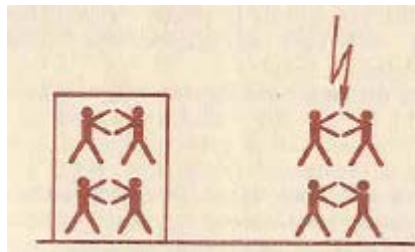
Крок 4.16 часто можна виконати, поєднавши на одному малюнку два зображення: погана дія і хороша дія. Якщо події розвиваються в часі, доцільно зробити декілька послідовних малюнків.

Увага!

Тут частіше здійснюють помилку, обмежуючись збіглими, недбалими малюнками. Хороші малюнки: а) виразні і зрозумілі без слів; б) дають додаткову інформацію про фізпротивореччя, вказуючи в загальному вигляді шляху його усунення.

Крок 4.1 - допоміжний. Він потрібний, щоб перед мобілізацією ВПР наочніше уявити, що, власне, повинні робити частки речовини в оперативній зоні і біля неї. Метод ММЧ дозволяє виразніше побачити ідеальну дію ("що потрібно зробити") без фізики ("як це зробити"). Завдяки цьому знімається психологічна інерція, фокусується робота уяви. Таким чином, ММЧ - метод психологічний. Але моделювання "маленькими чоловічками" здійснюється з урахуванням законів розвитку технічних систем. Тому ММЧ нерідко призводить до технічного рішення задачі. Переривати рішення в цьому випадку не потрібно, мобілізація ВПР обов'язково має бути проведена.

Приклад. а) Чоловічки усередині подумки виділеного стовпа повітря нічим не відрізняються від чоловічків повітря за межами стовпа. Ті і інші однаково нейтральні (на малюнку це показано умовно: чоловічки тримають один одного, руки у них зайняті, чоловічки не хапають блискавку).



б) За правилом 6 потрібно розділити чоловічків на дві групи: чоловічки поза стовпом нехай залишаються без змін (нейтральні пари), а чоловічки в стовпі, залишаючись в парах (т. е. залишаючись нейтральними), нехай вивільнять одну руку, як би символізуючи їх прагнення притягнути блискавку.



(Можливі і інші малюнки. Але у будь-якому випадку ясна необхідність розділити чоловічків на дві групи, змінити стан чоловічків в стовпі.)

в) Молекула повітря (у стовпі), залишаючись нейтральною молекулою, має бути більше схильна до іонізації, розпаду. Простий прийом - зменшення тиску повітря усередині стовпа.

Увага!

Метод мобілізації ресурсів при рішенні міні-задачі не в тому, щоб використати всі ресурси. Метод інша - при мінімальній витраті ресурсів отримати одну максимально сильну відповідь.

4.2. Якщо з умов задачі відомо, якій має бути готова система, і задачі зводиться до визначення способу отримання цієї системи, можна використати метод "крок назад від ІКР". Зображують готову систему, а потім вносять в малюнок мінімальну демонтуючу зміну. Наприклад, якщо в ІКР Дві деталі стикаються, то при мініальному відступі від ІКР між деталями потрібно показати проміжок. Виникає нова задача (мікро-задача): як усунути дефект? Дозвіл такої мікрозадачі зазвичай не викликає утруднень і часто підказує спосіб рішення загальної задачі.

4.3. Визначити, чи вирішується задача застосуванням суміші ресурсних речовин.

Примітки:

Якби для вирішення могли бути використані ресурсні речовини (у тому вигляді, в якому вони дані), задача, швидше за все, не виникла б або була б вирішена автоматично. Зазвичай потрібні нові речовини, але введення їх пов'язане з ускладненням системи, появою побічних шкідливих чинників і т. д. Суть роботи з ВПР в четвертій частині АРВЗ в тому, щоб обійти це протиріччя і ввести нові речовини, не вводячи їх.

Крок 4.3. полягає (у простому випадку) в переході від двох моноречовин до *неоднорідної* біречовини.

Може виникнути питання: чи можливий перехід від моноречовини до *однорідної* біречовини або поліречовини? Аналогічний перехід від системи до однорідної бісистеми або полісистеми застосовується дуже широко (відбитий в стандарті 3.1.1). Але в цьому стандарті йдеться про об'єднання *систем*, а на кроці 4.3 розглядається об'єднання *речовин*. При об'єднанні двох однакових систем виникає нова система. А при об'єднанні двох "шматків" речовини відбувається просте збільшення кількості.

Один з механізмів утворення нової системи при об'єднанні однакових систем полягає в тому, що в об'єднаній системі зберігаються *межі* між системами, що об'єдналися. Так, якщо моносистема - лист, то полісистема - блокнот, а не один дуже товстий лист. Але збереження меж вимагає введення другої (граничної) речовини (нехай це буде порожнеча). Звідси крок 4.4 - створення неоднорідної квазіполісистеми, в якій роль другої - граничної - речовини грає порожнеча. Правда, порожнеча - незвичайний партнер. При змішуванні речовини і порожнечі межі не завжди видні. Але нова речовина з'являється, а саме це і треба.

4.4. Визначити, чи вирішується задача заміною наявних ресурсних речовин порожнечею або сумішшю ресурсних речовин з порожнечею.

Приклад. Суміш повітря і порожнечі - це повітря під зниженим тиском. З курсу фізики 9-го класу відомо, що при зменшенні тиску газу зменшується і напруга, необхідна для виникнення розряду. Тепер відповідь на задачу про антену отримана практично повністю. А.с. 177 497: "Громовідвід, що відрізняється тим, що, з метою надання йому властивості радіопрозорості, він виконаний у вигляді виготовленої з діелектричного матеріалу герметично закритої труби, тиск повітря в якій вибраний з умови найменших газорозрядних градієнтів, що викликаються електричним полем блискавки", що розвивається.

Примітка:

Порожнеча - виключно важливий речовий ресурс. Вона завжди є в обмеженій кількості, гранично дешева, легко змішується з наявними речовинами, утворюючи, наприклад, порожнисті і пористі структури, піну, бульбашки і т. д.

Порожнеча - це не обов'язково вакуум. Якщо речовина тверда, порожнеча в ній може бути заповнена рідиною або газом. Якщо речовина рідка, порожнеча може бути газовою бульбашкою. Для речових структур певного рівня порожнечею є структури нижніх рівнів. Так, для кристалічної решітки порожнечею є окремі молекули, окремі атоми і т. д.

4.5. Визначити, чи вирішується задача застосуванням речовин, похідних від ресурсних (чи застосуванням суміші цих похідних речовин з "порожнечею").

Примітка:

Похідні ресурсні речовини отримують 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 - їх компоненти. Похідними є також речовини, що утворюють при розкладанні або згоранні ресурсні речовини.

Правило 8. Якщо для вирішення задачі потрібні частки речовини (наприклад, іони), а безпосереднє їх отримання неможливе за умовами задачі, необхідні частки потрібно отримати руйнуванням речовини більш високого структурного рівня (наприклад, молекул).

Правило 9. Якщо для вирішення задачі потрібні частки речовини (наприклад, молекули) і неможливо отримати їх безпосередньо або за правилом 8, необхідні частки потрібно отримувати добудовою або об'єднанням часток нижчого структурного рівня (наприклад, іонів).

Правило 10. При застосуванні правила 8 простий шлях - руйнування найближчого вищестоячого "цілого" або "надмірного" (негативні іони) рі-

вня, а при застосуванні правила 9 простий шлях - добудова найближчого нижчестоячого "нецілого" рівня.

Примітка:

Речовина є багаторівневою ієрархічною системою. З достатньою для практичних цілей точністю ієрархію рівнів можна представити так:

мінімально оброблена речовина (просте техновещество, наприклад дріт);

"надмолекули": кристалічні решітки, полімери, асоціація молекул;
складні молекули;

молекули;

частини молекул, групи атомів;

атоми;

частини атомів;

елементарні частки;

поля.

Суть правила 8: нову речовину можна отримати обхідним шляхом - руйнуванням більших структур ресурсних речовин або таких речовин, які можуть бути введені в систему.

Суть правила 9: можливий і інший шлях - добудова менш великих структур.

Суть правила 10: руйнувати вигідніше "цілі" частки (молекули, атоми), оскільки нецілі частки (позитивні іони) вже частково зруйновані і чинять опір подальшому руйнуванню; добудовувати, навпаки, вигідніше нецілі частки, що прагнуть до відновлення.

Правила 8 - 10 вказують ефективні шляхи отримання похідних ресурсних речовин з "надр" вже наявних або легко таких, що вводяться речовин. Правила наводять на фізичний ефект, необхідний в тому або іншому конкретному випадку.

4.6. Визначити, чи вирішується задача введенням замість речовини електричного поля або взаємодією двох електричних полів.

Приклад. Відомий спосіб розриву труб скручуванням (а.с. 182671). При скручуванні труби доводиться механічно затискати, це викликає їх деформацію. Запропоновано збуджувати момент, що крутить, в самій трубі - за рахунок електродинамічних сил (а.с. 342759).

Примітка:

Якщо використання ресурсних речовин - наявних і похідних - неприпустимо за умовами задачі, потрібно використати електрони - рухливі (струм) або нерухомі. Електрони - "речовина", яка завжди є в наявному об'єкті. До того ж електрони - речовина у поєднанні з полем, що забезпечує високу керованість.

4.7. Визначити, чи вирішується задача застосуванням пари "поле - добавка речовини, що відгукується на поле" (наприклад, "магнітне поле - ферровещество", "ультрафіолет - люмінофор", "теплове поле - метал з пам'яттю форми" і т. д.).

Примітка:

На кроці 2.3 розглянуті вже наявні ВПР. Кроки 4.3 - 4.5 відносяться до ВПР, похідним від наявних. Крок 4.6 - частковий відхід від наявних і похідних ВПР: вводять "сторонні" поля. Крок 4.7 - ще один відступ: вводять "сторонні" речовини і поля.

Рішення міні-задачі тим idealee, чим менше витрати ВПР. Проте не кожна задача вирішується при малій витраті ВПР. Іноді доводиться відступати, вводючи "сторонні" речовини і поля. Робити це потрібно тільки при дійсній необхідності, якщо ніяк не можна обійтися готівкою ВПР.

Правила по ММЧ:

1. "Чоловічками" представити можна усе.
2. Бажано "чоловічків" робити з наявних ресурсів.
3. Робіть "чоловічків" за допомогою полів.
4. "Чоловічки" народжуються від полів.
5. "Чоловічки" слухаються прямих начальників і старших начальників. Чужих начальників вони не слухаються. Наприклад, "магнітні чоловічки" не слухаються "світлових чоловічків".
6. "Чоловічки" слухаються полів.
7. У "чоловічків" свої смаки і спеціалізації.
8. "Чоловічки" спеціалізуються. Якщо потрібні "чоловічки універсали", то задача плутана.
9. "Чоловічки" не уміють виконувати складних дій. "Чоловічки" - чорнороби (штовхають, хапають). "Чоловічки" - не інтелектуали. "Чоловічки" можуть перетворюватися один на одного.
10. "Чоловічки" ледачі. Вони стараються по прямій, а не по кривій.
11. У "чоловічків" є свої смаки (якщо трясуть - то при певній частоті). "Чоловічки" - гурмани. Люблять тільки те, що своє.

ЧАСТИНА 5. Застосування інформфонда

У багатьох випадках четверта частина АРВЗ призводить до рішення задачі. У таких випадках можна переходити до сьомої частини. Якщо ж після 4.7 відповіді немає, потрібно пройти п'яту частину. Мета п'ятої частини АРВЗ - використання досвіду, сконцентрованого в інформаційному фонді ТРВЗ. До момента введення в п'яту частину АРВЗ задача істотно вивіряється - стає можливим її пряме рішення за допомогою інформаційного фонду.

5.1. Розглянути можливість рішення задачі (у формулюванні ІКР-2 і з урахуванням ВПР, уточнених в четвертій частині) за стандартами.

Примітка:

Повернення до стандартів відбувається по суті вже на кроках 4.6 і 4.7. До цих кроків головною ідеєю було використання наявних ВПР, по мож-

ливості уникаючи введення нових речовин і полів. Якщо задача не вдається вирішити у рамок наявних і похідних ВПР, доводиться вводити нові речовини і поля. Більшість стандартів і відноситься до техніки введення до-бавок.

5.2. Розглянути можливість рішення задачі (у формулюванні ІКР-2 і з урахуванням ВПР, уточнених в четвертій частині) по аналогії з ще не стандартними задачами, раніше вирішеними по АРВЗ.

Примітка:

При нескінченному різноманітті винахідницьких задач число фізичних протиріч, на яких "тримаються" ці задачі, порівняно невелике. Тому значна частина задач вирішується по аналогії з іншими задачами, що містять аналогічне физпротиворечие. Зовні задачі можуть бути дуже різними, аналогія виявляється тільки після аналізу - на рівні физпротиворечий.

5.3. Розглянути можливість усунення фізичного протиріччя за допомогою типових перетворень (таблиця 2 "Вирішення фізичних протиріч").

Правило 11. Придатні тільки ті рішення, які співпадають з ІКР або практично близькі до нього.

5.4. Застосування "Покажчика физэффектов".

Розглянути можливість усунення физпротиворечия за допомогою "Покажчика застосування фізичних ефектів і явищ".

Примітка:

Розділи "Покажчика застосування фізичних ефектів і явищ" опубліковані в журналі "Техніка і наука" (1981. № 1-9; 1983. № 3-8), а також в книзі "Зухвалі формули творчості" (Петрозаводськ: Карелія, 1987).

ЧАСТИНА 6. Зміна або заміна задач

Прості задачі вирішуються буквальним подоланням ФП, наприклад розділенням суперечливих властивостей в часі або просторі. Рішення складних задач зазвичай пов'язане зі зміною сенсу задачі - зняттям першихпочаткових обмежень, обумовлених психологічною інерцією і до рішення тих, що здаються самоочевидними. Наприклад, збільшення швидкості "криголама" досягається переходом до "ледоНЕколу". Вічна "фарба" виявляється не фарбою у буквальному розумінні слова, а бульбашками газу, що виникають при електролізі. Для правильного розуміння задачі необхідно її спочатку вирішити: винахідницькі задачі не можуть бути відразу поставлені точно. Процес рішення, по суті, є процес коригування задачі.

6.1. Якщо задачі вирішене, 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 являється формулювання 1.1 поєднанням декількох різних задач. В цьому випадку слід змінити 1.1,

виділивши окремі задачі для почергового вирішення (зазвичай досить вирішити одну головну задачу).

Приклад. Задача: "Як запаювати ланки тонких і щонайтонших золотих ланцюжків? Вага одного метра такого ланцюжка всього 1 грам. Потрібний спосіб, що дозволяє запаювати за день десятки і сотні метрів ланцюжка".

Задача розбивається на ряд підзадач: а) як ввести мікродози припою в проміжки ланок? б) як забезпечити нагрів внесених мікродоз припою без шкоди для усього ланцюжка? в) як прибрати надлишки припою, якщо вони є? Головна задача - внесення мікродоз припою в проміжки.

6.3. Якщо відповіді немає, змінити задачу, вибравши на кроці 1.4 інше ТП.

Приклад. При рішенні задачі на вимір і виявлення вибір іншого ТП часто означає відмову від удосконалення вимірювальної частини і зміну усієї системи так, щоб необхідність до вимірі взагалі відпала (стандарт 4.1.1). Характерний приклад - рішення задачі про послідовне перекачування нафтопродуктів по одному нафтопроводу. При застосуванні рідкого роздільника або прямому (без роздільника) транспортуванні задача полягає в можливо точнішому контролі за складом "стикових" ділянок перекачуваних нафтопродуктів. Це вимірювальна задача було перетворене на "изменятельную": як взагалі уникнути змішування нафтопродуктів з розділовою рідиною? Рішення: нехай рідини безконтрольно змішуються, але на кінцевому пункті рідина-роздільник повинна сама перетворюватися на газ і йти з резервуару (детально см: Альтшуллер Г. Алгоритм винаходу. 2-е видавництво М., 1973. С. 207-209, 270-271).

6.4. Якщо відповіді немає, повернутися до кроку 1.1 і заново сформулювати міні-задачу, віднівши її до надсистеми. При необхідності таке повернення здійснюють кілька разів - з переходом до надсистем і т. д.

Приклад. Типовим прикладом є рішення задачі про газо-теплозащитом скафандрі (детально см: Альтшуллер Г. Алгоритм винаходу. с. 105-110). Спочатку була поставлена задача створити холодильний костюм. Але забезпечити необхідну захисну потужність при заданій вазі системи виявилося фізично неможливим. Задача була вирішена переходом до надсистеми. Створений газотеплозахисний скафандр, що одночасно виконує функції холодильного костюма і дихального захисного приладу. Скафандр працює на рідкому кисні, який спочатку випаровується і нагрівається, забезпечуючи тепловідвід, а потім йде на дихання. Перехід до надсистеми дозволив в 2-3 рази збільшити допустиму вагову межу.

ЧАСТИНА 7. Аналіз способу усунення ФП

Головна мета сьомої частини АРВЗ - перевірка якості отриманої відповіді. Фізичне протиріччя має бути усунене майже ідеально, ні "без чого".

Краще витратити два-три години на отримання нового - сильнішого - відповіді, чим потім півжиття боротися за погано впроваджувану слабку ідею.

7.1. Контроль відповіді. Розглянути речовини, що вводяться, і поля. Чи можна не вводити нові речовини і поля, використавши ВПР - наявні і похідні? Чи можна використати саморегулируемые речовини? Ввести відповідні поправки в технічну відповідь.

Примітка:

Саморегулюємі (в умовах цієї задачі) речовини - це такі речовини, які певним чином міняють свої фізичні параметри при зміні зовнішніх умов, наприклад, втрачають магнітні властивості при нагріванні вище точки Кюрі. Застосування саморегулюємих речовин дозволяє міняти стан системи або 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 усунене (і чи усунено) отриманим рішенням?

в) чи містить отримана система хоч би один добре керований елемент? Який саме? Як здійснювати управління?

г) чи годиться рішення, знайдене для "одноциклової" моделі задачі, у реальних умовах з багатьма "циклами"?

Якщо отримане рішення не задовольняє хоч би одному 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.

ЧАСТИНА 8. Застосування отриманої відповіді

Дійсно хороша ідея не лише вирішує конкретну задачу, але і дає універсальний ключ до багатьох інших аналогічних задач. Восьма частина АРВЗ має мету максимально використати ресурси знайденої ідеї.

8.1. Визначити, як має бути змінена надсистема, в яку входить змінена система.

8.2. Перевірити, чи може змінена система (чи надсистема) застосовуватися по-новому.

8.3. Використати отриману відповідь при рішенні інших технічних задач:

а) сформулювати в узагальненому виді отриманий принцип рішення;

б) розглянути можливість прямого застосування отриманого принципу при рішенні інших задач;

в) розглянути можливість використання принципу, зворотного отриманому;

г) побудувати морфологічну таблицю (наприклад, типу "розположення частин - агрегатні стани виробу" або "використані поля - агрегатні стани зовнішнього середовища") і розглянути можливі перебудови відповіді по позиціях цих таблиць;

д) розглянути зміну знайденого принципу при зміні розмірів системи (чи головних її частин): розміри прагнуть до нуля, розміри прагнуть до нескінченності.

Примітка:

Якщо робота ведеться не лише заради рішення конкретної технічної задачі, ретельне виконання кроків 8.3а - 8.3д може стати початком розробки загальної теорії, що виходить з отриманого принципу.

ЧАСТИНА 9. Аналіз ходу рішення

Кожна вирішена по АРВЗ задача повинна підвищувати творчий потенціал людини. Але для цього необхідно ретельно проаналізувати хід рішення. У цьому сенс дев'ятої (що завершує) частини АРВЗ.

9.1. Порівняти реальний хід рішення цієї задачі з теоретичним (по АРВЗ). Якщо є відхилення, записати.

9.2. Порівняти отриману відповідь з даними інформаційного фонду ТРВЗ (стандарт, прийоми, фізоефекти). Якщо в інформаційному фонді немає подібного принципу, записати його в попередній накопичувач.

Увага!


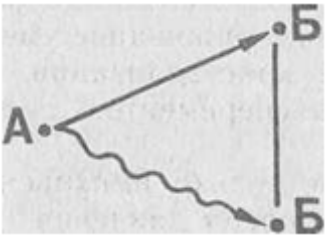
АРВЗ-85-У випробуваний на багатьох задачах - практично на усьому фонді задач, використаному при навчанні ТРВЗ. Забуваючи про це, іноді "з ходу" пропонують удосконалення, засновані на досвіді рішення однієї задачі. Для цієї однієї задачі пропоновані зміни можливі і хороші (припустимо!), але, полегшуючи рішення однієї задачі, вони, як правило, утрудняють рішення усіх інших...

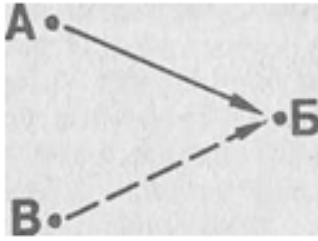
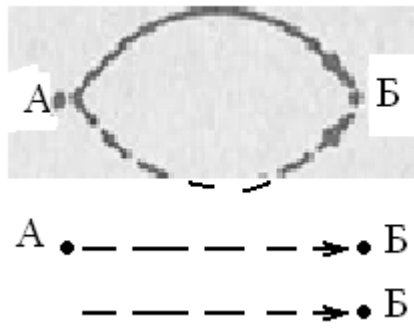
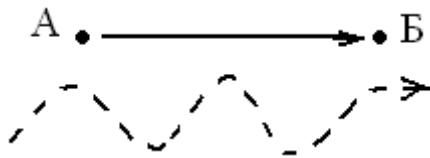
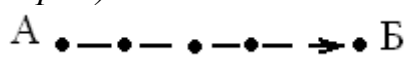
Будь-яка пропозиція бажано спочатку випробувати зовні АРВЗ (так було, наприклад, з методом ММЧ). Після введення в АРВЗ кожна зміна має бути випробувана розбором як мінімум 20 - 25 досить важких задач.

АРВЗ постійно удосконалюється і тому потронує припливу нових ідей, але ці ідеї мають бути спочатку ретельно перевірені.

Таблиця 5.1

Схеми типових конфліктів в моделях задач

<p>1. Протидія</p> 	<p>А діє на Б корисно (суцільна стрілка), але при цьому постійно або на окремих етапах виникає зворотна шкідлива дія (хвиляста стрілка). Вимагається усунути шкідливу дію, зберігши корисну дію.</p> <p><i>Приклади.</i> Задача про відділення опалубки після твердіння бетону (Техніка і наука. 1981. № 5-7); задача про розмикальний (Техніка і наука. 1981. № 3-5); задача про мішалку для розплаву сталі (Техніка і наука. 1981. № 8).</p>
<p>2. Зв'язана дія</p> 	<p>Корисна дія А на Б в чомусь опиняється шкідливою дією на це ж Б (наприклад, на різних етапах роботи одна і та ж дія може бути то корисною, то шкідливою). Вимагається усунути шкідливу дію, зберігши корисну.</p> <p><i>Приклад.</i> Задача про введення порошку в розплав металу (Техніка і наука. 1980. № 8)</p>
<p>3. Зв'язана дія</p> 	<p>Корисна дія А на одну частину Б виявляється шкідливою для іншої частини Б. Вимагається усунути шкідливу дію на Б₂, зберігши корисну дію на Б₁.</p> <p><i>Приклад.</i> Задача про ту, що "Біжить по хвилях" (Техніка і наука. 1981. № 2).</p>
<p>4. Зв'язана дія</p> 	<p>Корисна дія А на Б є шкідливою дією на В (причому А, Б і В утворюють систему). Вимагається усунути шкідливу дію, зберігши корисну і не зруйнувавши систему.</p> <p><i>Приклад.</i> Задача про кабінку стратостата (Техніка і наука. 1980. № 2).</p>
<p>5. Зв'язана дія</p> 	<p>Корисна дія А на Б супроводжується шкідливою дією саме на А (зокрема, викликає ускладнення А). Вимагається усунути шкідливу дію, зберігши корисну.</p> <p><i>Приклад.</i> Задача про паяльник (Техніка і наука. 1980. № 4).</p>

<p>6. Несумісна дія</p> 	<p>Корисна дія A на B несумісна з корисною дією B на B (наприклад, обробка несумісна з виміром). Вимагається забезпечити дію B (пунктирна стрілка), не міняючи дії A на B. Приклади. Задача про вимір діаметру шліфувального круга у процесі роботи (Техніка і наука. 1980. № 7); задача про кіноапарати і гермошлемі (Техніка і наука. 1981. № 9).</p>
<p>7. Неповна дія або бездіяльність</p> 	<p>A робить на B одну дію, а потрібні дві рівні дії. Або A не діє на B. Іноді A взагалі не дано: потрібно змінити B, а яким чином - невідомо. Вимагається забезпечити дію B при мінімально простому A. Приклади. Задача про мастило валків при прокаті (Техніка і наука. 1981. № 7-8). Задача про отримання високого тиску.</p>
<p>8. «Безмовність»</p> 	<p>Немає інформації (хвиляста пунктирна стрілка) про A, B або взаємодії A і B. Іноді дано тільки B. Вимагається отримати необхідну інформацію.</p>
<p>9. Нерегульована (зокрема, надмірна) дія</p> 	<p>A діє на B нерегульовано (наприклад, постійно), а потрібна регульована дія (наприклад, змінна). Вимагається зробити дію A на B регульованим (штрихпунктирна стрілка). Приклади. Задача про злив скла з ковша (Техніка і наука. 1979. № 10). Задача про ампулу (Техніка і наука. 1981. № 9).</p>

Вирішення фізичних протиріч

Принципи	Приклади
1. Розділення противоречливих властивостей в просторі	А.с. 256708: для пилюподавлення при гірських роботах крапельки води мають бути дрібними. Але дрібні краплі утворюють туман. Запропоновано оточувати дрібні краплі конусом з великих крапель
2. Розділення противоречливих властивостей в часі	Стандарт 2.2.3 (у Системі-76 А.с. 258490: ширину стрічкового електроду міняють залежно від ширини зварного шва
3. Системний перехід 1а: об'єднання однорідних або неоднорідних систем в надсистему	Стандарт 3.1.1. А.с. 722624: сляби транспортують по рельгангу упиртул один до іншого, щоб не охолоджувалися торці
4. Системний перехід 1б: від системи до антисистеми або поєднання системи з антисистемою	Стандарт 3.1.3. А. с. 523695: спосіб зупинки кровотечі - прикладають серветку, просочену противогрупною кров'ю
5. Системний перехід 1в : уся система наділяється властивістю 3, а її частини - властивістю Анти-С талів	Стандарт 3.1.5. А. с. 510350: робочі частини лещат для затисків деталей складної форми: кожна частина (сталева втулка) тверда, а в цілому затиск податливий, здатний міняти форму
6. Системний перехід 2: перехід до системи, ращо ботає на мікрорівні	Стандарт 3.2.1. А. с. 179479: замість механічного крану - "термокран" з двох матеріалів з різними коефіцієнтами теплового розширення. При нагріві утворюється проміжок
7. Фазовий перехід 1: заміна фазового стану частини системи або зовнішнього середовища	Стандарт 5.3.1. А. с. 252262: спосіб енергопостачання споживачів стислого газу в шахтах - транспортують зріджений газ
8. Фазовий перехід 2: "подвійний" фазовий стан однієї частини системи (перехід цієї частини з одного стану в інший залежно від умов роботи)	Стандарт 5.3.2. А.с. 958837: теплообмінник забезпечений притиснутими до нього "пелюстками" з нікеліду титану : при підвищенні температури "пелюстки" відгинаються, збільшуючи площу охладжени
9. Фазовий перехід 3: використання явищ, супутніх фазовому переходу	Стандарт 5.3.3. А.с. 601192: пристосування для транспортування морожених вантажів має опорні елементи у вигляді брусків льоду (зниження тертя за раху-

	нок танення)
10. Фазовий перехід 4: заміна однофазової речовини двофазовим	Стандарти 5.3.4. і 5.3.5. А.с. 722740: спосіб полірування виробів. Робоче середовище складається з рідини (розплав свинцю) і феромагнітних абразивних часток
11. Фізико-хімічний перехід: виникнення - зникнення речовини за рахунок розкладання - з'єднання, іонізації - рекомбінації	Стандарти 5.5.1 і 5.5.2. А. с. 342761: для пластифікації деревини аміаком здійснюють просочення деревини солями амонія, що розкладаються при терті

Таблиця 5.3

Застосування деяких хімічних ефектів і явищ при рішенні винахідницьких задач

Необхідні дії, властивість	Хімічна реакція, спосіб
Перетворення речовини	
1. Перенесення в просторі	Транспортні реакції. Термохімічний метод. У стані гідрата. У стислих газах. У гідридах. У вигляді частини майбутнього з'єднання. У адсорбентах. У вигляді вибухових сумішей. Молекулярна самосборка. Комплекси. Рідкі мембрани
2. Зміна маси	Транспортні реакції. Термохімічний метод. Перехід в хімічно пов'язаний вид. Перехід у стан гідрата. Перехід у гідридний стан. Екзотермічні реакції
3. Зміна концентрації	Транспортні реакції. Перехід у хімічно пов'язаний вид і виділення. Перехід у стан гідрата. У стислих газах. У гідридах. Зміщення хімічної рівноваги. Адсорбція - десорбція. Напівпроникні мембрани. Комплекси. Рідкі мембрани
4. Зміна питомої ваги	Перехід у хімічно пов'язаний вид. Перехід у стан гідрата. Гідриди
5. Зміна об'єму	Перехід в хімічно пов'язаний вид. Транспортні реакції. Перехід у стан гідрата, розчинення в стислих газах. Перехід у гідриди. Екзотермічні реакції. Термохімічні реакції. Розчинення

	ня. Вибух
6. Зміна форми	Транспортні реакції. Термохімічна обробка. Газові гідрати. Стислі гази. Гідриди. Плавлення - твердіння
7. Зміна електричних властивостей	Гідрування. Відновлення окислів. Розчинення солей. Самораспространяючийся високотемпературний синтез (СВС). Нейтралізація електричних зарядів. Зміщення хімічної рівноваги. Електризація окисленням. Гази при радіоактивному опроміненні. Електрохромі. Гідрофільний шар. Комплекси
8. Зміна оптичних властивостей	Відновлення окислів. Зміна кольору. Генерація світла. Зміна світлопроникності. У молекулярних шарах
9. Зміна магнітних властивостей	Гідрування. СВС. Зміна окисників. Кластери
10. Зміна біологічних властивостей	Переклад в хімічно пов'язаний вид. Озонування. Гідрофільність - гидрофобність. Комплекси
11. Зміна хімічних властивостей	Гідрування. Відновлення окислів. Екзотермічні реакції. Термохімічні реакції. Плавлення - твердіння. Розчинення солей. СВС. Зміщення хімічної рівноваги. Озонування. Фотохромі. Гідрофільність - гидрофобність. Перехід у мікростан. Комплекси. Рідкі мембрани
12. Зміна фазового стану	Транспортні реакції. Термохімічна обробка. Хімічне зв'язування газів. Газові гідрати. Стислі гази. Гідриди. Плавлення - твердіння. Розчинення солей. Виділення з розчинів. Адсорбція - десорбція. Фотохромі
13. Знешкодження (деструкція)	Перехід у хімічно пов'язаний вид. Перехід у стан гідрата. У стислих газах: Гідрування. Екзотермічні реакції. Термохімічні реакції. Розчинення. Озонування. Комплекси. Рідкі мембрани
14. Стабілізація (тимчасове зменшення активності)	Хімічне зв'язування газів. Перехід у стан гідрата. У стислих газах. У гідридах. Плавлення - твердіння. У адсорбентах. Комплекси
15. Перетворення двох або більше речовин в одне	Транспортні реакції. Термохімічний метод. Хімічне зв'язування газів. Газові гідрати. Стислі гази. Гідриди. Окислення - відновлення. Екзотермічні реакції. Термохімічні реакції.

	Розчинення. З'єднання взаємно активних речовин. Озонування. Фотохромізм. Комплекси
16.Оберігання однієї речовини від проникнення іншої	Шляхом хімічного зв'язування одного з них. Захист гідратами. Розчинення у стислих газах. Захист гідридами. Спалювання. Окислення. Озон. Гідрофільність - гідрофобність. Напівпроникні мембрани. Рідкі мембрани
17.Нанесення однієї речовини на поверхню іншої	Транспортні реакції. У стані гідрата. За допомогою гідридів. Окислення - відновлення. З'єднання взаємноактивних речовин. Фотохроми. Електрохроми. Молекулярна самосборка. Гідрофільність - гідрофобність. Рідкі мембрани
18.З'єднання різнорідних речовин (ущільнення, закупорка)	За допомогою гідратів. За допомогою гідридів. Зварювання. Плавлення - твердіння. Молекулярна самосборка
19.Розділення речовин (виділення однієї з іншої)	Транспортні реакції. Виділення хімічно пов'язаних газів. Із стислих газів. З гідридів. Відновлення з окислів. Зміщення хімічної рівноваги. З адсорбентів. З озонідів. Гідрофільність - гідрофобність. Напівпроникні мембрани. Комплекси. Рідкі мембрани
20.Руйнування речовини	Транспортні реакції. Термохімічний метод. Руйнування хімічно пов'язаних речовин. Виділення із стислих газів. Насичення воднем. Руйнування окислів. Спалювання. Розчинення. Зміщення хімічної рівноваги в сумішах. З'єднання взаємноактивних речовин. Окислення. Вибух. Комплекси
21.Розміщення однієї речовини в іншій	Транспортні реакції. Хімічне зв'язування газів. Газові гідрати. У стислих газах. У гідридах. У адсорбентах. Розчинення. Комплекси. Молекулярна самозборка. Рідкі мембрани
22.Отримання нових речовин (синтез)	Транспортні реакції. Термохімічний метод. Хімічне зв'язування газів. Газові гідрати. Гідриди. Відновлення з окислів. Екзотермічні реакції. Термохімічні реакції. З'єднання взаємноактивних речовин. При зміщенні хімічної рівноваги. Озонування. Окисники. Надокисники. Озоніди. Молекулярна самозборка. Комплекси
23.Організація замкнутого	Транспортні реакції. Хімічне зв'язування - ви-

циклу за речовиною (поглинання – виділення)	ділення газів. Розчинення в стислих газах. Гідриди. Адсорбція - десорбція. Озоніди. Електрохромі. Комплекси. Рідкі мембрани
24.Зборка речовини з атомів	Транспортні реакції. Виділення з хімічно пов'язаного виду. Виділення із стислих газів. З гідридів. Відновлення з окислів. З'єднання взаємноактивних речовин. Молекулярна самозборка. Напівпроникні мембрани. Перехід молекула - агрегат. Комплекси. Рідкі мембрани
25.Отримання речовин з добре організованою структурою (чистих із речовин)	Транспортні реакції. У хімічно пов'язаному виді. Виділення із стислих газів. З гідридів. Молекулярна самозборка. Комплекси. Рідкі мембрани
26.Транспорт однієї речовини іншою	Транспортні реакції. Термохімічний метод. У хімічно пов'язаному виді. У стислих газах. У гідридах. Водень крізь метали. Термохімічні реакції. Фазові переходи. Зміщення хімічної рівноваги. Адсорбція. Напівпроникні мембрани. Комплекси. Рідкі мембрани
Перетворення речовини	
27.Отримання тепла (введення теплової енергії в систему)	Спалювання газових гідратів. Спалювання водню. Гідриди. Енергоємні речовини. Екзотермічні реакції. СВС. Сильні окисники. Розкладання озону
28.Отримання холоду (виведення теплової енергії з системи)	Розкладання газогідратів. Гідриди. Ендотермічні реакції. Розчинення
29.Отримання механічних тисків	Розкладання газогідратів. Розкладання гідридів. Розміщення металів при наводораживанні. Розбухання металів. Розкладання рідкого озону
30.Генерація світлового випромінювання	Хемілюмінесценція
31.Акумуляція тепла	Хімічні реакції. Фазові переходи
32.Акумуляція холоду	Гідриди
33.Акумуляція світлової енергії	Фотохромізм
34.Транспорт теплової енергії	Транспортні реакції. Гідридні акумулятори
35.Транспорт (стік) стати-	Металізація тканин. Обробка озоном. Гідро-

чної електрики	фільне покриття
36.Регулювання світлової енергії	Фотохромізм
37.Енергетичні дії на речовину	Коронний розряд. Радіоактивне випромінювання. Кавітація. Ультрафіолет. Електричне поле. Електричний струм. Електромагнітне поле. Інфраревоне випромінювання. СВЧ-розряд. Видиме світло. Теплова енергія
Перетворення інформації	
38.Індикація поточної інформації про речовину	Хемілюмінесценція. Флуоресценція, Гідрофотографія. Гідродинаміка потоків
39.Індикація інформації про енергію:	
• тепловий	Фазові переходи. Термохромі
• коронного розряду	За освітою озону
• радіоактивного випромінювання	За освітою озону. Радіохромі
• видимого випромінювання	Фотохромі
• ультрафіолета	Фотохромі

5.1 Задача про перевезення шлаку

Ситуація

Доменний шлак (температура розплаву 1000°) перевозять до шлакопереробної установці в ковшах, встановлених на залізничних платформах. Через дію холодного повітря на поверхні розплаву утворюється товста кірка твердого шлаку. Втрачається біля третини рідкого шлаку, що перевозиться. У кірці доводиться пробивати отвори для зливу шлаку, а після видаляти затверділий шлак. Можна запобігти утворенню кірки, застосувавши теплоізолюючу кришку. Але це істотно утруднить роботу: треба буде знімати і надівати громіздку кришку. Як бути?

Рішення

1.1. Міні-задача. МС для перевезення розплавленого доменного шлаку включає залізничну платформу, ківш, розплавлений шлак. ТП-1: якщо ківш має кришку, не утворюється твердої кірки застиглому шлаку, але обслуговування системи сповільнюється. ТП-2: якщо ківш не має кришки, обслуговування не сповільнюється, але утворюється тверда кірка. Необхідно при мінімальних змінах в системі запобігти утворенню твердої кірки шлаку.

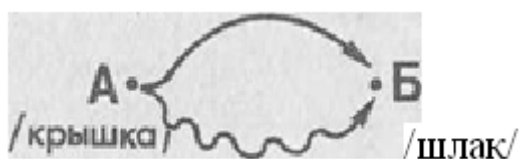
Пояснення 1. По примітці 4 слід замінити термін "кришка". На перший погляд, цей термін здається нешкідливим, але він пов'язаний з уявленням

про жорстке (чи майже жорсткому) покриття, яке необхідно відкривати і закривати. При рішенні задачі може виявитися, що кришка рідка або газо-подібна і що вона служить один раз, потім, наприклад, згораючи... Нам потрібна не "кришка", а "теплоудержалка"... У цьому учбовому розборі ми свідомо залишаємо слово "кришка", щоб не спрощувати надмірно задачу.

1.2. Конфліктуюча пара. Виріб - розплавлений шлак. Інструмент - кришка (відсутній, присутній).

1.3. Схеми ТП :

ТП-1: Кришка є



ТП-2: Кришки немає



1.4. Вибір ТП. Головна мета системи - перевезення шлаку. Вибираємо ТП-2 (шлак перевозиться швидко, але з втратами, оскільки утворюється кірка).

1.5. Посилення ТП. Немає необхідності посилювати ТП, оскільки вже прийнято, що кришка відсутня.

1.6. Модель задачі. Дані розплавлений шлак і відсутня кришка. Відсутня кришка не уповільнює обслуговування, але і не перешкоджає утворенню кірки. Необхідно знайти такий ікс-елемент, який, зберігаючи здатність відсутньої кришки не уповільнювати обслуговування, запобігав би утворенню кірки.

1.7. Застосування стандартів.

Пояснення 2. Задачі чітко вирішується за стандартом 1.2.2 на усунення шкідливого зв'язку введенням видозмінених V_1 і V_2 Але ми розглядаємо аналіз цієї навчальної задачі саме по АРВЗ, тому відсилання до стандартів не беремо до уваги.

2.1. Оперативна зона. Простір, раніше займаний кришкою, т. е. "порожній" шар над рідким шлаком.

2.2. Оперативний час. T_1 - час від початку заливки до закінчення зливу шлаку. T_2 - час до заливки ковша.

2.3. Речово-польові ресурси.

Внутрісистемні ВПР:

- "відсутня кришка", тобто повітря в порожньому шарі над шлаком;
- рідкий шлак, прилеглий до відсутньої кришки;

- теплове поле виробу, тобто рідкого шлаку;

Зовнішньосистемні ВПР :

- повітря над "відсутньою кришкою";
- фонові поля.

Надсистемні ВПР:

- відходів немає,
- "копійчані" - повітря, вода, земля (грунт) і тому подібне.

3.1. ІКР-1. Ікс-елемент, абсолютно не ускладнюючи систему і не викликаючи шкідливих явищ, запобігає впродовж ОВ утворенню кірки, зберігаючи здатність відсутньої кришки вільно пропускати шлак при заповненні і спорожненні ковша.

3.2. Посилений ІКР-1. Для посилення формулювання ІКР-1 потрібно замінити "ікс-елемент" словами "шар повітря".

3.3. Макро-ФП. Шар повітря в ОЗ має бути заповнений нетеплопровідною речовиною, щоб зменшити охолодження шлаку, і не має бути заповнений речовиною, щоб не заважати затоці і зливу шлаку.

3.4. Микро-ФП. Шар повітря в ОЗ має бути заповнений пов'язаними одна з однією частками, щоб не проходило холодне повітря, і не має бути заповнений пов'язаними частками, щоб вільно проходив наливаний і зливаний шлак.

3.5. ІКР-2. Шар повітря в ОЗ при заливці шлаку повинен сам перетворюватися на нетеплопровідну речовину, яка повинна саме ж зникати при зливанні шлаку.

3.6. Застосування стандартів. Див. запис на кроці 1.7 (пояснення 2).

4.1. Метод ММЧ. У цьому записі навчальної задачі крок 4.1 опущений з тих же міркувань, що і кроки 1.7 і 3.6.

4.2. Крок назад від ІКР. Формально в даному випадку крок 4.2 слід пропустити: ми не знаємо, якій має бути готова система. Але цікаво використати і цей крок, хоч би в учбових цілях.

ХОЛОДНЕ ПОВІТРЯ



- 1) ІКР: "готова система" включає якусь "кришку", що ідеально (повністю) відділяє холодне повітря від гарячого шлаку.
- 2) Крок назад від ІКР: з'явився наскрізний отвір.
- 3) Усунення дефекту: простий, очевидний спосіб - використати "пробку".
- 4) Перехід до загального рішення: "кришка" повинна складатися з багатьох "пробок".
- 5) Технічне рішення: "пробки", виконані з ВПР, т. е. з повітря і шлаку, - пористі шлакові гранули, піна. Головний ВПР - повітря, отже, найбільше підходить піна.

4.3. Застосування сумішей. Повітря і шлак дають ряд структур, що мають високі теплоізолюючі властивості: пористі гранули, порожнисті гранули, піна. Найбільше повітря в пені, а ми перевіряємо "лінію повітря". Отже, перша вірогідна відповідь - використання піни як "кришки".

Піну утворюють, додаючи невелику кількість води в ківш під час заливки шлаку. Таким чином, ідею реалізують, не виходячи за рамки наявних ВПР. Це обумовлює високу якість рішення.

4.4. Застосування "порожнечі". Ідея застосування шлакової піни закономірно з'являється і на цьому кроці.

Контрольна відповідь - а.с. 400621: при заливці шлаку створюють покриття шлакової піни - при зливанні шлак вільно проходить через таку "кришку". Задача уперше вирішена викладачем ТРИЗ М.И. Шараповим (Магнітогорськ) і широко впроваджена в металургійній промисловості.

9.1. Для створення кришки використовується шлак. Між тим, шлак - виріб, а не інструмент або зовнішнє середовище. Використання шлаку для створення кришки виявилось можливим тому, що витрата шлаку в даному випадку нікчемна.

У ТРВЗ давно використовується ідея введення добавок - невеликих керованих доз речовини. У задачі про шлак ми стикаємося із застосуванням "антидобавок" - вилучена і використана невелика доза виробу. Мабуть, це допустимо в усіх випадках, коли виріб "безрозмірно" (наприклад, якщо виріб - потік рідини або газу).

5.2 Задача про запилення кольорів

Ситуація

При штучному запиленні рослин потік повітря від повітродувки переносить пилок. Але рослини в процесі еволюції виробили здатність швидко закривати квіти (змикати пелюстки) при сильному вітрі. А слабкий вітер погано переносить пилок. Як бути?

Рішення

1.1. Міні-задача. МС для перенесення пилку включає повітродувку, створюваний нею вітер, квіти (пелюстки і пилок). ТП-1: сильний вітер до-

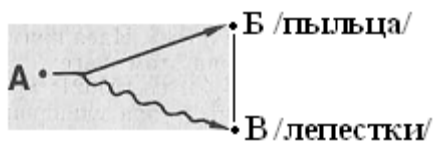
бре переносить пилок, але сполучає пелюстки (і пилок не виходить). ТП-2: слабкий вітер не закриває пелюстки, але і не переносить пилок. Необхідно при мінімальних змінах в системі забезпечити перенесення пилку вітром повітродувки.

Пояснення 1. По примітці 4 слід замінити термін "вітер". Але вітер - природний елемент, що змінюється за умовами задачі. Тому можна зберегти слово "вітер", хоча, строго кажучи, його слід було б замінити словами "потік повітря" або "потік часток повітря".

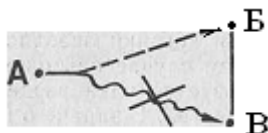
1.2. Конфлікуюча пара. Виріб - пилок і пелюстки. Інструмент - вітер (сильний, слабкий).

1.3. Схеми ТП :

ТП-1: сильний вітер



ТП-2: слабкий вітер



1.4. Вибір ТП. Головна мета системи - перенесення пилку.

Вибираємо ТП-1.

1.5. Посилення ТП. Вважатимемо, що замість "сильного вітру" в ТП-1 діє "дуже сильний вітер".

1.6. Модель задачі. Дані пелюстки, пилок і дуже сильний вітер. Дуже сильний вітер добре переносить пилок, але сполучає пелюстки. Необхідно знайти такий ікс-елемент, який, зберігаючи здатність сильного вітру переносити пилок, забезпечив би роз'єднане положення пелюсток.

1.7. Застосування стандартів.

Пояснення 2. Задача вирішується за стандартом 1.2.4 на усунення шкідливого зв'язку введенням другого поля (механічне поле вітру некероване за умовами задачі, доводиться вводити друге поле; введення третьої речовини неприпустимо за умовами задачі). Оскільки ми розглядаємо аналіз цієї навчальної задачі саме по АРВЗ, стандарти на цьому кроці "відключені".

2.1. Оперативна зона. Прилепестковий простір.

2.2. Оперативний час. T_1 - увесь час дії дуже сильного вітру. T_2 - деякий час до дії вітру.

2.3. Речово-польові ресурси. Повітря в прилепестковом просторі. Механічне поле сильного вітру.

3.1. ІКР-1. Ікс-елемент в ОЗ, абсолютно не ускладнюючи систему і не викликаючи шкідливих явищ, забезпечує впродовж ОВ нез'єднання пелюсток, зберігаючи здатність дуже сильного вітру переносити пилок.

3.2. Посилений ІКР-1. Для посилення ЛИТОК-1 потрібно "ікс-елемент" замінити словами "повітря в ОЗ".

3.3. Макро-ФП. Повітря в ОЗ впродовж усього ОВ має бути "ветро-непроводящим", щоб пелюстки не з'єднувалися, і має бути таким, що "ветро-проводящим", щоб не заважати перенесенню пилку.

3.4. Микро-ФП. Повітря в ОЗ впродовж усього ОВ повинне містити силові частки, щоб не пропускати вітер, і не повинен містити силових часток, щоб пропускати пилок.

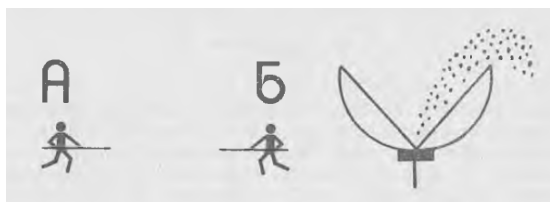
3.5. ІКР-2. Силові частки повітря впродовж усього ОВ повинні самі діяти на пелюстки і не повинні діяти на вітер (т. е. повинні відштовхувати пелюстки один від одного і не повинні відштовхувати вітер).

3.6. Застосування стандартів. Див. запис на кроці 1.7 (пояснення 2).

4.1. а) Суть конфлікту: в ОЗ є тільки чоловічки вітру А, які переносять пилок (це добре), але викликають з'єднання пелюсток (це погано).



б) За правилом 4 потрібно ввести частки Б, які, не заважаючи часткам А переносити пилок, заважатимуть їм сполучати пелюстки. Частки Б повинні знаходитися у пелюсток і не повинні займати решту простору, щоб не заважати перенесенню пилку.



Частки А створюються повітродувкою. А звідки візьмуться частки Б? Узяти їх можна з ВПР, тобто з повітря. Але звідки виникає сила, необхідна для роз'єднання пелюсток? За правилом 6 слід розділити частки Б на Б-1 і Б-2 і отримати роз'єднуючу силу за рахунок взаємодії Б-1 і Б-2. Очевидно, що для цього частки Б-1 і Б-2 мають бути заряджені однойменно.



4.5. Отримання часток. Заряджені частки Б-1 і Б-2 можуть бути отримані (за правилом 8) іонізацією повітря (чи вологи, що міститься в повітрі).

5.4. Застосування "Показника фізоефектів". Зухвалі формули творчості. Петрозаводськ: Карелія, 1987. С. 140. По таблиці: створення сил відштовхування (між пелюстками) - застосування електростатичних сил (розділ 4.2).

Контрольна відповідь - а.с. 755247: перед обдуванням (т. е. під час T2) пелюстки розкривають дією електростатичного заряду.

5.3 Задача про макет парашута

Ситуація

Для вивчення вихороутворення макет парашута (вишки і т. п.) розміщують в скляній трубці, по якій прокачують воду. Спостереження ведуть візуально. Проте безбарвні вихори погано видно на тлі безбарвного потоку. Якщо забарвити потік, спостереження вести ще важче: чорні вихори зовсім не видно на тлі чорної води. Щоб вийти з утруднення, на макет наносять тонкий шар розчинної фарби - виходять кольорові вихори на тлі безбарвної води, на жаль, фарба швидко витрачається. Якщо ж нанести товстий шар фарби, розміри макету спотворюються, спостереження втрачає сенс. Як бути?

Рішення

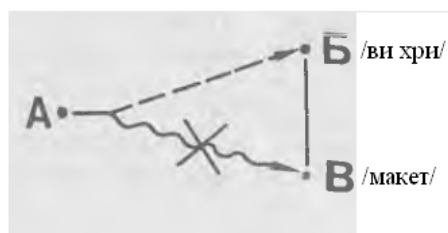
1.1. Міні-задача. МС для спостереження за вихребразованием включає прозору трубу, потік води, вихори в потоці води, макет парашута, шар розчинної фарби на макеті. ТП-1: якщо шар фарби тонкий, він не спотворює макет, але забарвлює вихори короткочасно. ТП-2: якщо шар фарби товстий, він спотворює вихори, але забарвлює їх тривалий час. Необхідно при мінімальних змінах в системі забезпечити тривалі випробування без спотворень.

Пояснення 1. По примітці 4 до кроку 1.1 термін "фарба" має бути замінений словом "речовина, відмінна від води за кольором, прозорості і іншим оптичним властивостями", скорочено - "інша речовина". Здавалося б, це зайва гра в слова. Насправді, замінивши "фарбу" "іншою речовиною", ми полегшуємо шлях до формулювання АГ в поточці води має бути невичерпна кількість іншої речовини і взагалі не повинно бути іншої речовини. Ясно, що функції іншої речовини повинна виконувати "змінена вода".

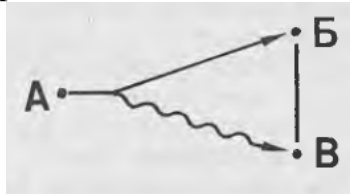
1.2. Конфліктуюча пара Виріб - вихори в макет. Інструмент - шар (товстий, тонкий) фарби на макеті.

1.3. Схеми ТП :

ТП-1: тонкий шар фарби



ТП-2: товстий шар фарби



1.4. Вибір ТП. Головна мета МС (в умовах цього задачі) - спостереження, тому вибираємо ТП-1: немає спотворень спостережуваного об'єкту.

1.5. Посилення ТП. Вважатимемо, що замість "тонкого шару" фарби в ТП-1 вказаний "відсутній шар фарби".

1.6. Модель задачі. Дані вихори в потоці води, макет і відсутній шар фарби (на макеті). Відсутній шар фарби не спотворює макет, але і не забарвлює вихори. Необхідно знайти такий ікс-елемент, який, зберігаючи здатність відсутнього шару фарби не вносити спотворень, забезпечував би тривале забарвлення вихорів.

1.7. Застосування стандартів.

Пояснення 2. Задача вирішується за стандартом 5.1.1.9. Але ми розглядаємо рішення цієї задачі саме по АРВЗ, тому відсилання до стандартів не беремо до уваги.

2.1. Оперативна зона. Примакетное простір.

2.2. Оперативний час. T_1 - увесь час спостережень (необмежено довго). T_2 - ні.

2.3. Речово-польові ресурси. Вода (цей виріб, але води багато).

3.1. ІКР-1. Ікс-елемент, абсолютно не ускладнюючи систему і не викликаючи шкідливих явищ, забезпечує тривале забарвлення вихорів, зберігаючи здатність відсутнього шару фарби не спотворювати макет (і вихори).

3.2. Посилений ІКР-1. Для посилення ІКР-1 необхідно замінити "ікс-елемент" словами "вода в ОЗ".

3.3. Макро-ФП. У ОЗ має бути тільки вода, щоб не витратити фарбу, і не повинно бути води (має бути невода), щоб забарвлювати вихори впродовж ОВ.

3.4. Макро-ФП. У ОЗ мають бути тільки молекули води, щоб фарба не витратилася впродовж ОВ, і не повинно бути молекул води (мають бути молекули неводи), щоб забарвлювати вихори.

3.5. ІКР-2. Молекули води в ОЗ повинні самі перетворюватися на молекули неводи (фарби) і повинні залишатися водою, щоб не витратитися впродовж необмежено довгого часу.

Тут вже видно рішення: нехай молекули води в ОЗ перетворюються на фарбу; витрачені молекули замінюються молекулами води з потоку.

4.4. Суміш води з "порожнечою" - бульбашки. Їх можна використати замість фарби.

4.5. "Порожнеча" (газ) для утворення бульбашок може бути отримана електролізом води (правило 8).

Контрольна відповідь. Електроліз. Замість фарби - дрібні бульбашки газу, що виділяються на макеті-електроді.

6 ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ, РАДИ І ПРИКЛАДИ

6.1 Основи РТУ-розвитку творчої уяви і його засобу

Висока культура мислення винахідника неможлива без регулярного читання науково-фантастичної літератури (НФЛ). Є у НФЛ дивовижна здатність розвивати уяву, приглушати психологічну інерцію, робити мислення гнучкіше, готувати розум людини до сприйняття "диких" ідей, без яких немислима сучасна науково-технічна революція. І що, можливо, найголовніше - НФЛ має воістину чарівну властивість залучати до науково-технічної творчості.

Методика рішення винахідницьких завдань реалізується людиною, тому в ТРВЗ практично з самого початку навчання велика увага приділяється не лише "технічному", але і "людському" напряму, зокрема, питанням боротьби з психологічною інерцією, формування, стимулювання уяви.

Розвинена уява - необхідна якість винахідника. В той же час робота з інженерами показала, що за рідкісними виключеннями рівень уяви, здатність до фантазування у них дуже низькі. На початок століття французький психолог Т. Рибо показав, що уява людини досягає максимуму у віці приблизно 17 років, а потім падає. Сьогодні із-за інформаційного вибуху цей максимум знизився і зрушився до 12-14 років. Таким чином, до моменту початку професійної діяльності інженер, як правило, вже не має уяви, необхідної для створення нового.

Для форсування уяви в курсі навчання винахідництву з'явився розділ розвитку творчої уяви (РТУ), включаючий набір вправ, різних завдань на кмітливість, що розхитували психологічну інерцію, руйнують стереотипи. Спочатку, коли ТРВЗ ще не мала нинішньої ефективності, такі вправи компенсували її слабкі сторони, робили процес навчання живіше, привабливіше. Але у міру посилення ТРВЗ вони прийшли в протиріччя з нею. Виходило, що разом з тренуванням в оволодінні високоорганізованим, цілеспрямованим "тризним" мисленням йшло тренування в переборі варіантів, яка, допомагаючи слухачеві на перших порах навчання, досить швидко ставала гальмом у формуванні творчого мислення, заважала освоєнню ТРВЗ. Тому у міру розвитку ТРВЗ традиційні вправи на кмітливість замінювалися вправами по цілеспрямованому використанню методів подолання психологічної інерції, таких як позбавлення від термінів при формулюванні завдань, уміння викладати складні проблеми просто, так щоб їх міг зрозуміти школяр, використання методу "моделювання маленькими чоловічками" і т. п.

Ще однією хорошою вправою, що допомагає позбавлятися від невидимих обмежень і бар'єрів у власній свідомості являється "оператор РВС" (Розмір, Час, Вартість), як він називався в перших публікаціях по ТРВЗ або, як частіше говорять тепер, "оператор числової осі". Суть його в проведенні серії уявних експериментів, що дозволяють "розмити" чітке уявлення про систему, побачити її як би в тумані - м'якою, нечіткою, змінюваною.

Що буде, якщо основні розміри системи збільшаться в 10, 100, тисячі разів? Якщо вони зменшаться? Якщо система працюватиме в сотні разів швидше або повільніше? При температурі киплячої сталі? На поверхні Сонця? У космосі, при температурі абсолютного нуля? При надвисокому тиску? На планеті, де не діють звичні нам фізичні закони? Якщо системою управлятиме не людина, а...?

До вправ необхідно відноситися серйозно, приділяти кожному досить багато часу, особливо на початку навчання, коли ще немає звички до такої незвичайної роботи.

Іншим способом ефективного тренування уяви являється рішення типово винахідницьких завдань на нетехнічному матеріалі за допомогою апарату ТРВЗ. Зокрема, слухачам пропонувалися завдання, що є тією або іншою фантастичною ситуацією, що містить протиріччя і вимагає дозволу.

Що дає заняття з шкалою "фантазія-1"

1. Привчає до дослідницької роботи, до аналізу.
2. Привчає читати НТФ критично, з розумінням, підвищує культуру мислення.
3. Допомогає прогнозувати

Приклад. Деякий радіоаматор постійно возився зі своїм телевізором, щось в нім міняючи, удосконалюючи і т. д. Одного разу він побачив на екрані зображення літака, що терпить лихо, чому особливого значення не надав. Але через декілька днів ці ж кадри показали в хроніці останніх новин. Коли подібна історія повторилася, винахідник зрозумів, що його телевізор перетворився на хроноскоп - прилад, що показує майбутні події. Зазвичай інтервал між пророцтвом і настанням події складав 5-7 днів. Події були різні: хороші і погані. Попереджені заздалегідь люди намагалися запобігти погані, але це ніколи не вдавалося: адже якби подію вдалося запобігти, то воно не повинне було б з'явитися на екрані хроноскопа. Виходить протиріччя: подія повинна статися, щоб бути показаним на екрані хроноскопа, і не повинно статися, щоб ніхто не постраждав. І ось одного разу винахідник побачив, що через декілька днів повинен статися замах на президента. Невже нічого не можна зробити?

Цікаво, що ця ситуація, досить часто використовувана у фантастиці, досі не мала задовільного рішення. ТРВЗ дозволяє вирішити це протиріччя за допомогою прийому "копіювання": замах імітується в потрібний момент. Тоді воно може бути показане по хроноскопу, але без негативних наслідків.

Інша найважливіша складова курсу РТУ - вивчення, оцінка і самостійне вигадання науково-фантастичних ідей, сюжетів, оповідань. У її основу покладені дослідження в області фантастики Г. Альтова. Ним створений Регістр науково-фантастичних ідей і гіпотез, ситуацій і художніх прийомів, використаних у світовій фантастиці. Об'єм Регістра - близько 2000 машинописних сторінок. Він розбитий на 13 класів: "Космос", "Земля", "Суспільство", "Людина", "Роботи" і т. д. Класи включають підкласи. У класі "Ко-

смос", наприклад, є розділи "Космічні подорожі", "Прибульці", "Контакти" і т. д., всього 92 підкласи, 668 груп, 2980 підгруп.

Аналіз зведених в Регістр ідей дозволив виявити певні закономірності, прийоми генерації фантастичних ідей, які виявилися досить близькими до типових винахідницьких прийомів. На базі цих прийомів була розроблена морфологічна таблиця їх використання, що дістала назву "фантограма". По вертикалі в таблиці записані основні особливості реального об'єкту : речовина (хімічний склад, фізичні властивості), підсистеми, надсистема, енергетика, сфера мешкання, спосіб переміщення, відтворення (виготовлення), напрям розвитку, мета існування; по горизонталі - основні прийоми фантазування : зробити навпаки, збільшення-зменшення, прискорення-уповільнення, динамізація-статика, універсалізація-обмеження, дроблення-об'єднання, квантування-безперервність, внесення-винесення, зміщення в часі, пожвавлення, зміна зв'язків, зміна законів природи.

У кожній клітині таблиці може бути записаний результат - змінена характеристика об'єкту, як правило, до фантастичного стану. Послідовне звернення до різних клітин таблиці дозволяє отримати дуже цікаві фантастичні ситуації.

Приклад. Візьмемо як початковий реальний об'єкт книгу. Виберемо одну з її характеристик, наприклад, спосіб відтворення. Тепер виберемо прийом, наприклад, "зробити безперервним". Як собі уявити безперервне відтворення книги? Можливо, що це ситуація, коли автор постійно перепишує її. Але в цьому немає нічого фантастичного. Внесемо фантастичний елемент: книга вже вийшла, а автор бажає щось в ній змінити. І ось по його волі у вже надрукованій книзі зникає один абзац і замінюється іншим. Ще один варіант: книга поступає до читача в неостаточному виді. Кожна лінія сюжету може розвиватися в декількох напрямках, по вибору читача. Припустимо, читач сам вирішує, чи поїхати д'Артаньяну за підвісками королеви в Лондон або ні. Відповідно, подальші події можуть прийняти зовсім не той оборот, що у Дюма. В принципі, за наявності персональних комп'ютерів такого роду "Динамічна книга", що є в якійсь мірі розвитком комп'ютерних ігор, цілком реальна і може мати виховне значення, не лише захоплюючи читача романтичною дружбою і мужністю мушкетерів, але і показуючи що будь-які інші варіанти - боягузтво, спроби "схитрувати", зрада - є згубними.

Окрім фантограми існують і інші способи генерації фантастичних ідей, засновані на системному переході (Альтів Г. Щоб стати принцесою. У сб. Про літературу для дітей. М.: Дитяча література, 1968).

Вивчення наукової фантастики в курсі РТУ служить не лише для активізації, створення керованої фантазії людини, але і для розвитку навичок об'єктивної оцінки тих або інших явищ, предметів. На базі того ж Регістра Г. Альтовим і П. Амнуэлем була розроблена шкала оцінки науково-фантастичних творів "Фантазия" (Інженер читає фантастику, - Техніка і наука, 1983, № 8). Шкала включає 5 головних показників, по яких читачі зазвичай оцінюють науково-фантастичну ідею, сюжет, твір: новизна, переконливість, человеководческая цінність, художня цінність, а також суб'єктив-

на оцінку, що виставляється читачем з власних інтуїтивних відчуттів. Кожен показник оцінюється у балах, від одного (найнижчий бал) до чотирьох (найвищий). Наприклад, один бал за новизну виставляється, якщо використана ідея відома, а чотири - за абсолютно нову ідею, що не має прототипу навіть в казках і міфах. Найнижчий бал по човеководческой цінності виставляється чисто по науковій або технічній ідеї, що ніяк не зачіпає людське суспільство, а найвищий - за утопії або антиутопії спроби уявної побудови суспільства нового типу. Низька оцінка по одному з показників цілком може поєднуватися з високою за іншим показником. Наприклад, чиста казковість (тобто низька переконливість) оповідань Р. Бредбери, До. Саймака не відбивається на високій художній цінності і, як правило, величезній човеководческой цінності оповідань цих письменників-фантастів.

Отримані п'ять оцінок у балах перемножуються між собою. Твір визначає клас, в який потрапляє той або інший сюжет, від першого (1 бал) до двадцятого (більше 750 балів).

Робота з шкалою надзвичайно корисна для винахідника. По-перше, кожна розповідь - своєрідна вправа на фантазію; шкала стимулює вдумливе читання. Подруге, кожна оцінка ідеї, сюжету - це мікродослідження, яке, повторене багаторазово, сприяє розвитку системного, аналітичного мислення. А курс РТУ в цілому потрібний для виховання потужної керованої творчої уяви, без якої надзвичайно важко поєднати суворість і точність при формулюванні кроків АРИЗ за заданими правилами і вільну течію думки при розвитку отриманих ідей. Він не лише забезпечує форсування генерації нових ідей, але і знімає психологічні бар'єри, із-за яких утруднюється сприйняття нових оригінальних ідей високого творчого рівня, що отримуються за допомогою ТРВЗ.

Слід зазначити, що потужними засобами розвитку творчої уяви слугують вивчення і впровадження елементів біоніки, проведення моделювання різних систем і процесів з використанням багатьох ефектів: фізичних, хімічних, геометричних, технологічних і інших.

6.2 Основні риси творчої особи

Мозок, добре влаштований, коштує більше, ніж мозок, добре наповнений.

М. Монтель

Достоїнства людини повинні визначатися його справами, а не тим, що про нього говорять

Т. А. Едісон

Вивчення і знання біографій і справ творчих людей завжди було, є і буде джерелом натхнення, еталоном і зразком для будь-якої мислячої сучасної людини. Завжди, причому потрібно мати на увазі, що творчість (та і як наслідок, творча особа) - це комплексне поняття, якась певна система. Але головне, можна сказати, логічно взаємозв'язані її якості можна коротко відмітити таким чином:

- Наявність істотної мети, проблеми, що відповідає актуальним або перспективним інтересам людства або цивілізації в цілому. Це головне, чому повинно підпорядковано усе в людині.

Але мало мати мету, потрібно, як правило, мати алгоритм, для її виконання, тобто.

- Наявність алгоритму (програми дій), спрямованого на послідовне виконання мети, із зворотним зв'язком, т. е. з діалектичним контролем (чи оцінкою) отримуваних результатів.

- Наявність особистих "інструментів" для здійснення мети. Основні їх них:

- Висока працездатність (чи дієва, активна талановитість)
- Високий вольовий настрій аж до самопожертвування, а також уміння відмови від відволікаючих спокус, які занадто крейда по відношенню до великої мети життя.

Недостатньо мати мету і програму її досягнення, необхідно активно її осмілюватися. Але кожен має "свій почерк, інструмент". І для досягнення мети вимагається мати "диплом", володіти технікою рішення цілого комплексу задач, що зустрічаються на шляху.

- Наявність майстрового володіння технікою рішення задачі (для виконання поставленої проблеми), що включає:

- Бути "майстром" високого класу за вибраним профілем задачі, т. е. фахівцем своєї справи.
- Уміння діалектично мислити, оцінювати і аналізувати результати, бачити усе і у минулому, і в сьогоденні і в майбутньому; і в системі і в антисистемі.
- Уміння виділяти головне і систематизувати факти, з веденням картотеки; програмою читання (як найближчою, так і перспективною) володіти методами обробки інформації.
- Уміння робити правильні висновки, і проводити майже адекватно уявні моделюючі експерименти.

Але життєвий шлях тернистий; це не пряма дорога до мети. Вона усіяна різними труднощами і можливими перешкодами; потрібно мати цілеспрямованість.

V. Здатністю "тримати удари" долі у своєму житті, бути твердим на шляху до досягнення і вірності поставленої мети, з урахуванням всяких перешкод, невизнань, осуду і т. п.

Історія знає багато "мучеників" своєї мети. Наприклад, і Циолковский, і ж. Верн, і Чижевский і багато, багато інших.

VI. Ефективні впровадження в життя отриманих результатів; дієвість.

Власне, це і є кінцевою метою вираження творчої особи. Природно, можна назвати і багато інших (як скромність, аскетизм, комунікабельність і т. п.), але вони будуть другорядними, витікаючими з основних.

6.3 Методика складання формули винаходу

1. **ВИБІР ВИДУ ВІНАХОДУ, ЩО ВІДПОВІДАЄ ЗАПРОПОНОВАНОМУ РІШЕННЮ ЗАДАЧІ** (пристрій, спосіб, речовина). Труднощі виникають тоді, коли новизна пропозиції характеризується ознаками, властивими різним видам об'єктів.

Слід пам'ятати, що формула на спосіб завжди ширше за об'ємом, чим на пристрій. Проте, порушення прав винахідника легше простежити на пристрої. Це відбувається тому, що факт використання може бути визначений як в процесі виготовлення пристрою, так і у сфері його продажу і застосування.

Аналогічна речовина-спосіб.

2. **УТОЧНЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЗАДАЧІ І ПОЗИТИВНОГО ЕФЕКТУ**

Уточнення технічної задачі полягає в тому, що потрібно вирішити: слід складати заявку на об'єкт в цілому або на його частину.

Якщо удосконалення внесене в частину об'єкту, яка функціонально самостійна, т. е. може бути використана як в цьому, так і в іншому об'єкті, то доцільно скласти формулу на цю частину.

3. **МЕТА ВІНАХОДУ** великою мірою залежить від кількості видових відмітних ознак. Об'єм поняття винаходу, визначуваний по формулі, залежить від його мети. Чим більше узагальнено сформульована мета винаходу, тим більша кількість для характеристики об'єкту і отже тим менший об'єм винаходу.

4. **АНАЛІЗ РЕЧЕННЯ З ВИДІЛЕННЯМ ОЗНАК**

Ознаки виділяють по групах в порядку убуття значущості, т. е. спочатку - структурні (наявність), потім зв'язки або положення, форми і т. д. Таким чином ознаки повинні розташовуватися в порядку убуття значущості. Бажано усі ознаки записати в таблицю з індексацією кожного буквою.

5. **ВИХОДЯЧИ З ВИРІШУВАНОЇ ЗАДАЧІ І МЕТИ ВІНАХОДУ ОЗНАКИ ДІЛЯТЬ НА СУТТЄВІ І НЕСУТТЄВІ**

6. **НОВІ ОЗНАКИ** виявляють при зіставленні ознак об'єкту з ознаками прототипу. Тут теж зручно користуватися таблицею.

Серед нових ознак також виділяють істотні і несуттєві.

- Щоб виявити усі можливі комбінації ознак об'єкту, властиві різним варіантам його виконання, необхідно з ознак об'єкту виділити групи взаємозв'язаних ознак. Для цього буквені позначення вписують в ряд і відмічають у ряді групи взаємозв'язаних ознак, які характеризують різні модифікації виконання об'єкту винаходу тільки сукупно один з одним.

Основну групу взаємозв'язаних ознак складають істотні ознаки, які характеризують будь-яку можливість модифікацію виконання об'єкту. У цю групу повинен входити принаймні один в порівнянні з ознаками прототипу нова ознака об'єкту. Ця група ознак повинна скласти основу першого (головного) пункту формули винаходу.

8. З нових несуттєвих ознак об'єкту також виділяють групи взаємозв'язаних ознак, які у поєднанні з групою істотних ознак характеризують різні модифікації об'єкту і повинні скласти основу додаткових пунктів формули.

Різні комбінації ознак, різні модифікації об'єкту винаходу, що характеризують в сукупності, можуть бути отримані поєднанням різних груп взаємозв'язаних несуттєвих ознак з групою істотних ознак.

9. КОМБІНАЦІЇ ОЗНАК вписують в таблицю і аналізують, щоб виявити комбінації, що характеризують модифікації об'єкту, які не мають практичного значення і отже, у формулу не включаються.

10. З виділених в результаті аналізу комбінацій ознак складають структурну формулу, в якій схемний представлена формула винаходу з вказівкою групи ознак і зв'язків між ними. Попереднє складання структурної формули дозволяє, не проводячи остаточного редагування, уявити собі загальну структуру і оцінити зміст.

11. Оцінюють отриману структуру відповідно до вимог, що пред'являються до формули винаходу.

12. Розглядають структурну формулу з точки зору спільності, т. е. ознаки мають бути виражені загальними термінами.

13. Расшифровують структурну формулу і редагують її.

6.4 Досягнення сучасних ІТ -технологій і приклади їх застосування

Уся сучасна комп'ютерна техніка, усі методики обробки і використання інформації - практично результат науки під назвою "кібернетика". Це наука, яку створив один з геніїв ХХ століття, - професор математики Ноберт Вінер (1894-1964). Їм написані праці по математичному аналізу, теорії вірогідності, електричним мережам, обчислювальній техніці і так далі але головний вклад Вінера в історію світової науки - дослідження можливостей перенесення принципів поведінки тваринних в систему "навчання" механізмів. Тому його називають "батьком кібернетики" - науки, постулати якої дозволяють сконструювати штучний інтелект і управляти ім. Кібернетика в

уявленні Вінера - наука про управління, зв'язки і обробку інформації в техніці, живих організмах і людському суспільстві. Його основна праця книга "Кібернетика".

Кібернетика - це вчення про пристрої, що управляють, об передачі і переробці в них інформації. Вона використовує деякі результати математичної логіки, теорії вірогідності, електроніки, використовує кількісні аналогії між роботою машини, діяльністю живого організму, а також деякими громадськими явищами. Аналогії ці ґрунтуються на тому, що як у машини (наприклад, рахунковою), так і в організмі і в суспільстві є складові частини, що управляють і керовані, пов'язані передаваними сигналами, зустрічається зворотний зв'язок і так далі. Центральним поняттям тут є "інформація" - послідовність сигналів, що передаються від передавача до приймача, нагромаджуваних в пристрої, що запам'ятовує, оброблюваних і видаваних у вигляді готових результатів.

Кібернетика - цей вищий ступінь автоматизації - разом з ядерною енергією, реактивним двигуном і штучними матеріалами утворює основу нової технічної ери.

Сучасні інформаційні технології - це клас областей діяльності, що відносяться до технологій управління і обробкою величезного потоку інформації із застосуванням обчислювальної техніки.

Інформаційні технології розвиваються швидкими темпами, залучаючи до своєї орбіти усі напрями людської діяльності (політика, економіка, наука, освіта, медицина, будівництво, бізнес, ЗМІ, сфера комунікацій, розваг і так далі).

Універсальним технічним засобом обробки будь-якої інформації є комп'ютер, який грає роль підсилювача інтелектуальних можливостей людини і суспільства в цілому, а комунікаційні засоби, що використовують комп'ютери, служать для зв'язку і передачі інформації. Під інформаційними технологіями найчастіше розуміють комп'ютерні технології.

Основні риси сучасних ІТ -технологій:

- комп'ютерна обробка інформації;
- зберігання великих об'ємів інформації на машинних носіях;
- передача інформації на будь-які відстані в кротчайші терміни.

Сучасні інформаційні технології з їх нестримно зростаючим потенціалом і витратами, що швидко знижуються, відкривають великі можливості для нових форм організації праці і зайнятості у рамках як окремих корпорацій, так і суспільства в цілому. Спектр таких можливостей значно розширюється - нововведення впливають на усі сфери життя людей, сім'ю, освіту, роботу, географічні межі людських спільностей і так далі.

Етапи виникнення і розвитку інформаційних технологій.

На ранніх етапах історії для синхронізації виконуваних дій людині було потрібно кодовані сигнали спілкування. Людський мозок вирішив це завдання без штучно створених інструментів: розвивалася людська мова. Мова була і першим носієм знань. Знання накопичувалися і передавалися від покоління до покоління у вигляді усних оповідань.

Природні можливості людини по накопиченню і передачі знань отримало першу технологічну підтримку із створенням писемності. Процес вдосконалення носіїв інформації ще триває: камінь - кістка - глина - папірус - шовк - папір, магнітні і оптичні носії - кремній - . Писемність стала першим історичним етапом інформаційної технології.

Другий етап інформаційної технології - виникнення книгодрукування. Воно стимулювало розвиток наук, прискорило темпи накопичення професійних знань. Знання, матеріалізовані через технології у верстати, машини, нові технології, ставали джерелами нових ідей. Таким чином, цикл: знання - наука - громадське виробництво - знання, - замкнувся. Спіраль технологічної цивілізації почала розкручуватися з бешенною швидкістю.

Книгодрукування створило інформаційні передумови росту виробничих сил. Але інформаційна революція пов'язана із створенням ЕОМ у кінці 40-х років. З цього ж часу розпочинається **ера розвитку інформаційних технологій**.

У розвиток інформаційних технологій можна виділити етапи. Кожен етап характеризується певною ознакою.

- 1.Початковий етап розвитку ІТ (1950-1960-і роки) характеризується тим, що в основі взаємодії людини і ЕОМ лежать машинні мови. ЕОМ доступна тільки професіоналам;
- 2.Наступний етап (1960-1970-і роки) характеризуються створенням операційних систем. Ведеться обробка декількох завдань, що формулюються різними користувачами; основна мета - найбільше завантаження машинних ресурсів;
- 3.Третій етап ((1970-1980-і роки) характеризується зміною критерію ефективності обробки даних, основними стали людські ресурси по розробці і супроводу програмного забезпечення. До цього відносяться поширення МІНІ-ЕОМ. Здійснюється інтерактивний режим взаємодії декількох користувачів;
- 4.Четвертий етап (1980-1990-і роки) новий якісний стрибок технології розробки програмного забезпечення. Центр тяжіння технологічних рішень переноситься на створення засобів взаємодії користувачів з ЕОМ при створенні програмного продукту. Ключова ланка нової інформаційної технології - представлення і обробка знань. Створюються бази знань, експертні системи. Тотальне поширення персональних ЕОМ.

Таким чином, дано визначення інформаційним технологіям і розглянуті етапи виникнення і розвитку ІТ. Підводячи підсумок, необхідно відмітити ті досягнення, які сталися за десять років їх інтенсивного розвитку.

Основні досягнення інформаційних технологій в 20 столітті.

- **Мережа Інтернет.** Напевно, найзначимішою для суспільства подією з моменту створення персонального комп'ютера стало широке поширення мережі Інтернет і служби World Wide Web (всесвітньої павутини). Принципово відрізняючись від поняття комп'ютерної мережі, інтернет включає не лише засіб передачі інформації. Інтернет - це сховище знань,

засіб спілкування, інструмент ведення бізнесу і багато що інше. Глобальна мережа зв'язує безліч людей, формуючи "нервову систему" організму, що називається людством;

- **Локальні безпроводні мережі.** Межі сучасного офісу значно розширилися завдяки успіхам в розвитку безпроводних технологій. Підключатися до мережі Інтернет можна не прив'язуючись до будинку або роботи;

- **Мультимедіа.** Технології мультимедіа принесли в одноманітний світ тексту звук, відео і мультиплекацію. Тепер основні почуття людини - зір і слух - використовуються максимально ефективно.

- **Розвиток електронного бізнесу.** Активне підключення споживачів спричинило народження нових електронних продуктів. Банки пропонують послуги управління рахунком і платежами реального часу у будь-який час доби. Цілодобово працюють електронні магазини. У мережі укладають угоди. Інтернет став простим і зручним способом зв'язку постачальника і споживача.

- **Постійне функціонування бази даних.** Накопичені людством знання практично по усіх видах діяльності суспільства зберігаються в постійно функціонуючих базах даних. Створені технології, які забезпечують інтерактивний доступ масового користувача до цих інформаційних ресурсів.

- **Зближення ринків побутової і комп'ютерної техніки.** Завдяки зміні форми запису відео і звуку з аналоговою на цифрову, сталося зближення ринків побутової і комп'ютерної техніки. Використовувані раніше тільки в комп'ютерах принцип обробки цифрового сигналу тепер застосовується в побутових пристроях.

- **Розширення функціональних можливостей інформаційних систем.** Сучасні інформаційні системи істотно розширили свою функціональність, і тепер можуть забезпечити паралельну одночасну обробку баз даних з різною структурою цих, мультиоб'єктивних документів, гіперсередовищ.

У ланцюжку революційних перетворень в області інформаційних технологій став розвиток глобальних розподілених обчислень (кластери, суперкомп'ютери, гридтехнології, хмарні обчислення). На рубежі віків виникла концепція GRID - комп'ютерної інфраструктури нового типу, що забезпечує глобальну інтеграцію інформаційних і обчислювальних ресурсів. Суть ініціативи GRID полягає в створенні набору стандартизованих служб для забезпечення надійного, сумісного, дешевого, всепроникного і безпечного доступу до географічно розподілених високотехнологічних інформаційних і обчислювальних ресурсів - окремих комп'ютерів, кластерів, суперкомп'ютерних центрів, сховищ, мереж, наукового інструментарію і так далі

Грид пропонує технологію доступу до загальних ресурсів і служб у рамках віртуальних організацій. Віртуальна організація - сукупність організацій, об'єднаних для вирішення проблем в режимі скоординированного розподілу своїх ресурсів. Спочатку технології грид використовувалися для наукових і інженерних застосувань. Проте тепер вони стають основою для координованого спільного використання ресурсів в динамічних, таких, що

охоплюють багато підприємств віртуальних організаціях в промисловості і у бізнесі. Таким чином, ґрид служить універсальною ефективною інфраструктурою для високопродуктивних розподілених обчислень і обробки даних.

У багатьох розвинених країнах світу створені і ефективно функціонують національні ґрид-інфраструктури, які об'єднуються в глобальні системи розподілених обчислень. Ця інфраструктура активно використовується для моделювання, зберігання, обробки і аналізу цих експериментів. Технологія ґрид розвивається разом з іншими технологіями розподілених і паралельних обчислень. Ґрид ефективний для виконання величезної кількості завдань, оброблювальних великі об'єми інформації.

Поза сумнівом, що усі ці нові технології грають позитивну роль в розвитку цивілізації, допомагають вирішувати складні завдання, які зрештою спрямовані на благо людини. Проте при розвитку цих технологій істотні багато труднощів. Одна з серйозних проблем - підготовка фахівців в області паралельних і розподілених обчислень. Університети не устигають за розвитком інформаційних технологій, тому підготовка кваліфікованих фахівців в області ІТ істотно відстає від потреб ринку. Ґрид-технології активно розвиваються більше 10 років, але жоден університет світу не готує фахівців цього профілю.

Аналогічні питання виникають при розвитку хмарних сервісів, інфраструктури знань, соціальних мереж. Нині на просторах Інтернет зосереджено величезна кількість електронних бібліотек, цифрових архівів, текстів, фотографій, аудіо, відео і багато що інше. Кожна людина має можливість легко створювати інформаційні ресурси і багато хто цими можливостями користується. Це привело до того, що разом з корисною і перевіреною інформацією з'явилася величезна кількість матеріалів, які містять неперевірену, спотворену, низькоякісну інформацію. Це призводить до серйозних негативних наслідків. Інформація - величезна сила, тому з цим "інструментом" потрібно поводитися дбайливо, щоб використати її для творення, просвіти, благих справ.

Велику роль в розвитку інформаційних технологій грають засоби інформаційної безпеки, які дозволяють захистити персональні дані, бази даних, запобігають комп'ютерному шахрайству, вірусам і іншим негативним процесам. У результаті можна зробити висновок, що інформаційні технології грають найважливішу роль в розвитку цивілізації і людини. Проте вони розвиваються такими швидкими темпами, що важко оцінити наслідки і вплив на людину тих або інших чинників.

З одного боку, можливість отримання знань, використовуючи потенціал систем дистанційної освіти, віртуальних лабораторій, комп'ютерних курсів, з іншого боку, відсутність постійного спілкування учитель - учень, передача не лише знань, але і досвіду, спадкоємність поколінь, відсутність спілкування в колективі. Висновок напрашується наступний: для гармонійного розвитку інформаційних технологій потрібне об'єднання учених,

філософів, духовенства для усебічного аналізу усіх досягнень, щоб по можливості запобігти негативним чинникам впливу на розвиток людини.

Нині розробка і розвиток зразків ракетно-космічної техніки нерозривно взаємозв'язано з широким використанням сучасних досягнень ІТ - технологій. Це сучасні прилади систем управління, обробка і зберігання різної інформації, відміна виготовлення спеціальних макетів виробів, випуск креслярсько-конструкторської і технологічної документації, проведення і створення різних розрахункових програмних продуктів і багато що багато що інше. Прогрес в ркт-техніке неможливий без застосування сучасних ІТ -технологій.

6.5 Знаменні "технічні знахідки" і рішення, зроблені колективом ДП "КБ "Південне"

Створене в квітні 1954 р. для розвитку нових шляхів в створенні ракетної техніки КБ "Південне" завжди було виключно живим організмом, впроваджувальним оптимальні коопераційні, кадрові і структурні рішення для досягнення головних цілей.

Разом з ростом КБ "Південне" ріс творчий потенціал фахівців КБ, колектив сміливо йшов на нові, прогресивні рішення, які істотно підвищували льотно-технічні характеристики ракет, їх надійність. Конструктори працювали з великою напругою, виконуючи величезну роботу в стислі терміни.

На принципово новому науково-технічному рівні КБЮ вирішений широкий комплекс взаємозв'язаних проблем, у тому числі:

- здані в експлуатацію 13 типів бойових ракет на основі рідких і твердих ракетних палив, що довго зберігаються, і 10 типів ракет-носіїв, включаючи унікальну ракету космічного призначення "Зеніт" на екологічно чистих компонентах палива;
- розроблені і впроваджені автоматизовані безлюдні технології підготовки і проведення пусків ракет;
- розроблені понад 30 масштабних проектів ракетно-космічної техніки, включаючи надважку ракету-носіє Р-56, модульну частину блоків першого ступеня багаторазової космічної системи "Енергія-буран", блок Е злітно-посадочного місячного корабля системи Н1-ЛЗ;
- впровадження перспективних систем живлення ДУ з ефективними гарячими системами наддування (генераторними і балонними), раціональними огорожними пристроями (працездатними в умовах коливань палива, невагомості, багатократного включення ДУ), газовими демпферами гасіння коливань палива, засобами температурної дестратифікації палива, облаштуваннями введення газу наддування, високотехнологічними титановими балонами високого тиску та ін.;
- реалізація хімічного передпускового наддування бакон (з виключенням балонів і арматури, спрощенням пускової шахтної установки), що

було необхідною умовою для впровадження уперше в практиці світового ракетобудування мінометного старту;

- ампулізація паливних систем, яка забезпечила знаходження рідинних ракет у бойовій готовності із заправленими компонентами палива до 15-20 і більше років;

- установка ракет в транспортно-пускових контейнерах на спеціальних опорах, точні методи і схеми вивірювання і кріплення гіроскопічних приладів з гасінням діючих на них віброперевантажень, оригінальні облаштування розстикування і механічного розрізання різних інтерфейсів і так далі;

- виготовлення "сухих" відсіків паливних баків і відсіків великих об'ємів (габаритів) панельної або вафельної конструкції, працюючих при дії перевантажень, криогенних і високих температур;

- створення і виготовлення різних транспортно-пускових контейнерів для розміщення бойових ракет стратегічного призначення;

- розробка серії головних обтічників оригінальної інструкції (у тому числі зі змінюваною геометрією і високою захищеністю) з унікальними вузлами і системами фіксації, розділення і скидання (відведення);

- створення унікальної системи терморегулювання і забезпечення заданих кліматичних умов для приладів систем управління ракет, що знаходяться на бойовому чергуванні тривалий період часу;

- розробка і впровадження математичного моделювання і методології проведення спеціальних функціональних випробувань, що дозволили підвищити надійність виробів, що розробляються, скоротити кількість ракет для натурних випробувань і тим самим істотно понизити вартість відробітку;

- розробка унікальних агрегатів автоматики і бакових конструкцій;

- розробка різних модифікацій головних частин і бойових блоків.

Так одним з характерних прикладів, за ініціативою М.К. Янгеля одним з помітних і прогресивних кроків в РКТ стало застосування ГРС - газореактивних систем відділення і відведення східців, що відпрацювали. Слід зазначити, що раніше широко вживані для відділення і відведення східців, що відпрацювали, порохові ракетні двигуни (ПРД) мали ряд недоліків : порівняно великою масою, обмеженим терміном зберігання, великим розкидом характеристик залежно від початкової температури заряду. Пружинні і гідропневмотолкатели мали порівняно низькі енергетичні характеристики і надійність.

Поява ГРС була обумовлена такими новими вимогами до ракетних комплексів, як висока надійність, повна відсутність на борту виробів третіх видів паливних компонентів і істотне поліпшення енергетичних характеристик, поліпшення експлуатації ампулізованих виробів.

Робота ГРС заснована на використанні енергії тиску газів наддування паливних баків і енергії невикористаних залишків рідкого ракетного палива (РРТ). З точки зору екології їх впровадження дозволяє утилізувати за-

лишки РРТ і масу газу наддування, що дає помітний вклад у вирішення проблеми боротьби з космічним сміттям.

Так, маса системи ГРС РН "Дніпро" менше маси системи відділення з ПРД в 3-5 разів. Одночасно ця система дозволяє вирішувати і інші завдання, забезпечуючи енергетичні характеристики для здійснення різного роду маневрів (еволюцій) східців, що відділяються.

Відмітними особливостями і новизною ГРС стали:

- раціональне підвищення енергетичних характеристик систем розділення і відведення східців, що відпрацювали, за допомогою утилізації залишків робочих тіл (газу наддування, компонентів палива);
- уперше в РКТ створення і поліпшення енергетичних характеристик систем відведення східців шляхом організації допалювання залишків робочих тіл безпосередньо в паливних баках;
- ефективна стабілізація руху корпусу ступеня (після відділення), що відпрацював, за допомогою установки засобів закучування в заданих напрямках;
- можливість відробітку на землі складних фізико-хімічних процесів ГРС на моделях в лабораторних і стендових умовах.

КБ "Південне" придбало унікальний досвід проектування ГРС, коли був вирішений комплекс проблем, пов'язаних з визначенням районів падіння східців, що відпрацювали, різноманітністю соплів ГРС і їх впливом на точність і дальність стрільби, вибухобезпечністю системи допалювання. При цьому був отриманий великий об'єм експериментальних даних, створені інженерні методи розрахунку і оцінки параметрів ГРС.

На творчі інженерні рішення по ГРС отримані понад 50 авторських свідоцтв на винаходи, частина з яких була впроваджена в розроблених КБЮ виробках.

Висока працездатність і надійність газореактивних систем відділення і відведення східців, що відпрацювали, правильність наукових рекомендацій, закладених в основу при їх проектуванні, підтверджені результатами льотно-конструкторських випробувань цілого ряду ракет-носіїв розробки КБ "Південне".

Враховуючи, що ПГС в цілому - це невичерпне джерело вдосконалення основних характеристик кожної рідинної ракети, в ході розробки і реалізації ПГС було отримано більше 250 винаходів, з яких понад сто були впроваджені. Причому це рішення найширшого спектру технічних питань: принципів схеми різних систем і способів наддування, їх головні складені вузли, конструкції різного роду клапанів і мембранних вузлів, особливості конструювання і розміщення, циклограми роботи і режимів експлуатації.

Про високий науково-технічний потенціал КБЮ говорить той факт, що в КБ в різний час працювали близько 10 академіків АН СРСР і НАНУ, понад 40 докторів і 300 кандидатів технічних наук, більше 400 співробітників мають дипломи винахідників, сотні працівників заслужено відмічені високими урядовими нагородами. Усі творчі і науково-технічні досягнення КБЮ детально описані і відбиті в опублікованій літературі [43-53].

У колективі КБЮ постійно виховувалося і незмінно проявлялося почуття високої відповідальності, розуміння того, що в ракетній техніці головна дійова особа - конструктор, який має бути і проектантом, і розробником, і технологом, і випробувачем. Конструктори КБ спрямовувалися і проектні підрозділи для участі у випуску ескізних проектів, тримали у своїх руках наземний експериментальний відробіток, конструкторський супровід виготовлення деталей і складальних одиниць в цехах заводу, активно брали участь в льотно-конструкторських випробуваннях ракет.

90-і роки стали складним періодом життя КБ, як і усього КБ "Південне", - різке припинення оборонних замовлень, проблеми із заробітною платою, лавинний відтік кваліфікованих кадрів, пошук нових напрямів роботи для багато тисячних колективів і т. д. КБ "Південне" зуміло вистояти, стало об'єднуючим флагманом ракетно-космічної галузі України, активно вийшло на міжнародний ринок космічних послуг, зміцнило своє ім'я в міжнародному космічному співтоваристві.

Нові завдання зажадали від підприємства ухвалення нових проектних, конструкторських, технологічних і методологічних рішень, серед яких :

- розробка цілої серії космічних головних частин, кожна з яких унікальна, для запусків космічних апаратів РН "Дніпро";
- створення системи кріплення і відділення КА бандажного типу, володіння якої збільшує кількість потенційних замовників і забезпечує вступ додаткових фінансових коштів;
- проектна розробка оригінальної системи групового відділення КА з використанням пневмотолкателей, яка ще знайде своє застосування в майбутніх розробках;
- унікальна конструкція паливного відсіку і внутрібакових облаштувань третього ступеня РН "Циклон-4".

Ще в скрутний час початку 90-х років в КБ були здійснені ряд робіт з народногосподарської тематики, у тому числі розробка першого українського тролейбуса. Всього було розроблено і освоєно серійне виробництво трьох типів тролейбусів : ЮМЗ Т1, ЮМЗ Т2 і ЮМЗ Т2.09. Зараз майже тисяча таких тролейбусів перевозять пасажирів у більш ніж 40 містах України і країн ближнього зарубіжжя.

Зараз фахівці КБ практично повністю перейшли на комп'ютерні технології розробки конструкторської документації, розширюють тривимірне моделювання, що дозволяє підняти продуктивність і якість конструкторського купа. Розроблені унікальні методики проведення і аналізу випробувань, розрахунків з використанням пакетів ANSYS, NASTRAN, Solid Works, DINAMICS і інших, серія власних програм.

Але головною умовою ефективної діяльності КБЮ є творча партнерська взаємодія чудових фахівців проектних, конструкторських, розрахунково-теоретичних, експериментальних підрозділів підприємства, результати якого і утілюються у видатні досягнення ГП "КБ "Південне" ім. М.К. Янгеля".

Список літератури

1. А.И. Половинкин. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.
2. Г.С. Альтшуллер, Б.А. Злотин и др. Поиск новых идей: от озарения к технологии (ТРИЗ и практика применения). Кишинев, 1989.
3. Г.С. Альтшуллер. Алгоритм изобретения. изд. Московский рабочий, 1973.
4. Г.С. Альтшуллер. Творчество как точная наука. Советское радио, 1979.
5. Дж. Диксон. Проектирование систем, изобретательство, анализ и принятие решений. Мир, 1969.
6. Основы функционально-стоимостного анализа. под ред. М.Г. Карпушина и др., М. Энергия, 1980.
7. Д. Пойа. Как решить задачу. Учпедгиз, 1961.
8. Д. Пойа. Математическое открытие. Мир, 1971.
9. А.Ф. Эсаулов. Психология решения задач. Высшая школа, 1972.
10. Б. Гильде, К.Д. Штарке. Нужны идеи. Мир, 1973.
11. Г.Х. Попов. Техника личной работы. Московский рабочий, 1971.
12. Е.И. Регирер. Развитие способностей исследователя. Наука, 1969.
13. Б. Ляпунов. В мире мечты, 1970.
14. П. Хилл. Наука и искусство проектирования. Мир, 1973.
15. Г. Буш. Методы технического творчества. Рига, Лиесма, 1972.
16. Э. де Боно. Рождение новой идеи. Прогресс, 1976.
17. Инженеру об изобретении, под ред. Н.М. Зенкина, Атомиздат, 1976.
18. В.Н. Пушкин. Эвристика – наука о творческом мышлении. Политиздат, 1976.
19. В.М. Мухачев. Как рождаются изобретения. Московский рабочий, 1968.
20. Г.С. Альтшуллер, А.Б. Селюцкий. Крылья для Икара. П. Карелия, 1980.
21. А.Б. Селюцкий, Г.И. Слугин. Вдохновение по заказу П. Карелия, 1977.
22. Изобретатель и рационализатор №2 за 1967, №№1, 5 за 1979.
23. Изобретатель и рационализатор №№5, 6,8,9 за 1971; №№10, 11 за 1974; №1, 4 за 1975; 1979-1986г.г.
24. Техника молодежи. №№ 3, 7 за 1973; 1979-1986г.г.
25. Техника и наука. 1979-1984г.г.
26. Б.Г. Прахов, Н.М. Зенкин. Справочное пособие по изобретательству, рационализации, патентному делу. Киев. Вища школа. 1990.
27. Нормативные материалы Украины (Законы, постановления... по охране интеллектуальной собственности) Киев, 1995-2016.
28. А.В. Чус, В.Н. Данченко. Основы технического творчества. К. Высшая школа, 1983.

29. Г.С. Альтшуллер, Б. Злотин, В.И. Филатов. Профессия – поиск нового. Кишинев, 1985.
30. Д. Джоунс. Изобретения Дедала. Мир, 1985.
31. А.А. Силин. На тропе в будущее. Размышления о судьбе изобретений и открытий. Наука, 1984.
32. Г.С. Альтшуллер. Найти идею. Введение в решение изобретательских задач. Н., 1986.
33. АРИЗ – 82, или – 85 А, Б или В (текст).
34. Стандарты решения изобретательских задач, 1985-2000.
35. М. Тринг, Э. Лейтуэт. Как изобретатель. М., 1980.
36. Указатели физических эффектов: геометрических и химических. Баку, 1976-1986.
37. Г.С. Альтов. И тут появился изобретатель. М., 1984.
38. В. Орлов. Трактат о вдохновении, рождающем великие изобретения. М., 1980.
39. Методы поиска новых технических решений. Под ред. А.И. Половинкина, Йошкар-Ола, Марийское изд., 1976.
40. Материалы семинаров по ФСА, ТРИЗу, по техническому творчеству. Днепропетровск, 1985-1986, Пенза – 1985 и др.
41. В.А. Лейтан, И.Б. Бухман. Применение ФСА и ТРИЗ в промышленности Латвии, Рига, 1985.
42. И.Б. Бухман. ФСА – теория и практика проведения. Обзор. Рига, 1982.
43. Будник. Дело всей жизни / Под общ. ред. А.В. Дегтярева. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2013.
44. Головное КБ фирмы Янгеля. История. Достижения. Люди / Под общ. ред. А.Н. Мащенко. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2010.
45. Губанов Б.И. Триумф и трагедия «Энергии»: в 4 т. / Б.И. Губанов. – Н.-Новгород: НИЭР, 2000.
46. Двигатель – сердце ракеты. КБ ракетных двигателей КБЮ 50 лет. – Днепропетровск: КБЮ, 2008.
47. Космическая техника. Ракетное вооружение. – Вып. 2 (к 40-летию КБ-2 КБЮ). – Днепропетровск: КБЮ, 2007.
48. Призваны временем / Под общ. ред. С.Н. Конюхова. – 2-е изд. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2009.
49. Уткин. Звезды Генерального конструктора / Под общ. ред. А.А. Дегтярева. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2013.
50. Янгель. Жизнь, отданная Родине / Под общ. ред. А.В. Дегтярева. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2011.
51. Физтех в КБ «Южное». Люди и судьбы. – Днепропетровск: ИМА-пресс, 2008.
52. Физтех-60. Люди и судьбы. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетровского университета.

53.Смирнов. У истоков ракетостроения. ГП «КБ «Южное» им. М.К. Янгеля / Под общ. ред. А.В. Дегтярева. – Днепропетровск: Спейс-Информ, 2016.

Зразковий перелік тем для опису фізичних ефектів і технічних прийомів

- 1 Застосування ЕПФ-ефекта пам'яті форми сплавів в сучасному машинобудуванні.
- 2 Варіанти вирішення власної технічної проблеми (за допомогою ФВА або АРВЗ).
- 3 Композиційні матеріали в техніці (кр. огляд).
- 4 Приклад (и) законів розвитку технічних систем.
- 5 Геометричні ефекти і приклади їх застосування.
 - 5.1 Різьбові з'єднання
 - 5.2 Пружини
 - 5.3 Спіралі затискні Архімеда
 - 5.4 Гвинтові лінії (форми)
 - 5.5 Шнеки (у контакті з пружинами...)
 - 5.6 Овали.
 - 5.7 Черв'ячні передачі.
- 6 Крутнів і їх застосування в техніці
- 7 Капілярних пристроїв.
- 8 Прикладів використання "біоніки" в техніці
- 9 Винахідництво Єлизарова в медицині
- 10 Електроліз і його застосування
- 11 ФВА-функціонально-вартісний аналіз. Суть, основні етапи, приклади застосування
- 12 Ефект Ранка
- 13 Піна в техніці
- 14 Ефект Джоуля-Томсона
- 15 Космічне сміття і можливі засоби для боротьби з ним
- 16 ВВ і пороху
- 17 Пневмоавтоматика
- 18 Вакуум і його застосування в техніці
- 19 Приклади застосування винахідницьких стандартів
- 20 Магнітні рідини. Основні закономірності і можливі застосування
- 21 Гідроудар і заходи боротьби з ним
- 22 Основні закони технічних систем
- 23 Барботаж і його застосування в техніці
- 24 Теплове розширення
- 25 Резонанс і його роль в житті
- 26 Хімічні ефекти
- 27 Подовжні коливання в ракетній техніці і засоби боротьби з ними
- 28 Стисле повітря

- 29 Теплові труби
- 30 Роль фазових переходів в техніці
- 31 Вихровий ефект і його застосування в техніці
- 32 Ультразвук
- 33 Роль фантастики в створенні нової техніки
- 34 Робототехніка. Суть, основні закони
- 35 Підвищення температури, фазові переходи
- 36 Люмінесценція
- 37 Фотоефект
- 38 Механічні коливання
- 39 Електричні розряди
- 40 Електростатика
- 41 Відцентрові сили
- 42 Електричні і магнітні поля
- 43 Відцентрові сили
- 44 Дифузія
- 45 Розчинність газів
- 46 Світловий тиск
- 47 Електрогідравлічний ефект
- 48 Оптико-гідравлічний ефект
- 49 Кавітація і заходи боротьби з нею
- 50 Електрофорез
- 51 Використання електромагнітних полів
- 52 Використання потоків газів і рідин
- 53 Ежектори
- 54 П'єзоефект
- 55 Випромінювання
- 56 Тертя і його роль в техніці
- 57 Енергія хімічних реакцій
- 58 Теплопровідність
- 59 Конвекція
- 60 Вологість. Точка роси
- 61 Ефект Холу
- 62 Гіроскопічний ефект
- 63 Фотопружна
- 64 Деформація
- 65 Коливання. Ударні хвилі
- 66 Вібрація
- 67 Магнітопружний ефект
- 68 Термообробка
- 69 Дифузія
- 70 Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі
- 71 Екранування
- 72 Пинч-ефект
- 73 Газодинамічні ефекти

- 74 Зварювання, види, приклади інновацій
- 75 Рентгенівське випромінювання
- 76 Радіоактивність
- 77 Ядерний магнітний резонанс
- 78 Кристали і їх застосування в техніці
- 79 Бетон в житті людини
- 80 Світло, відображення світла, світлові ефекти
- 81 Корона - робочий інструмент
- 82 Інформаційна технологія. Сучасні технічні рішення
- 83 Електроніка і її яскраві застосування в житті
- 84 Яскраві технологічні рішення
- 85 Закон Ома
- 86 Закон Джоуля-Ленца
- 87 Закон всесвітнього тяжіння
- 88 Діелектрики, їх поляризація
- 89 Лазери
- 90 Ефект Фарадея
- 91 Закон Архімеда. Гідростатичний тиск
- 92 Поглинання світла
- 93 Шумопоглинання (поглинання звуку)
- 94 Іонізація газів під дією електричного поля
- 95 Вихрові струми (струми Фуко)
- 96 Закон Кулона
- 97 Сила Лоренца
- 98 Електромагнітна індукція
- 99 Самоіндукція
- 100 Електростатична індукція