

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	3
<b>1 НАУКОВА І ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ</b> .....	5
1.1 Підхід до пошуку нових технічних рішень .....	5
1.2 Рівні творчої діяльності .....	6
1.3 Метод проб та помилок.....	8
1.4 Психологічна активізація творчості .....	9
1.4.1 Психологічні особливості науково-технічної творчості.....	9
1.5 Психологічна інерція.....	11
1.6 Творча уява, фантазія, абстрактне і логічне .....	12
мислення .....	12
1.6.1 Інверсія.....	13
1.6.2 Аналогія .....	13
1.6.3 Емпатія .....	14
<b>2 МЕТОДИ ПОШУКУ НОВИХ ТВОРЧИХ РІШЕНЬ</b> .....	14
2.1 Евристика та її сутність.....	14
2.2 Метод контрольних запитань.....	15
2.3 Мозковий штурм .....	17
2.4 Синектика.....	19
2.5 Морфологічний аналіз .....	22
<b>3 АСОЦІАТИВНІ МЕТОДИ ПОШУКУ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ</b>	
<b>РІШЕНЬ</b> .....	24
<b>4 ІНТЕНСИВНІ МЕТОДИ ПОШУКУ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ</b>	
<b>РІШЕНЬ</b> .....	26
<b>ТРВЗ І АРВЗ</b> .....	26
4.1 Концепція методів активізації творчості .....	26
4.2 Теоретична основа ТВРЗ .....	28
4.3 Рекомендації для оволодіння ТРВЗ .....	30
<b>5 СТАНДАРТИ НА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВІНАХІДНИЦЬКИХ</b>	
<b>ЗАДАЧ</b> .....	32
5.1 Система стандартів.....	32
<b>6 ПРИЙОМИ УСУНЕННЯ ТЕХНІЧНИХ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ</b> .....	33
<b>7 ПРИНЦИП РЕПОЛЬНОГО АНАЛІЗУ</b> .....	47
7.1 Реполь – мінімальна технічна система .....	47
7.2 Основні правила репольного аналізу .....	51
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	52

## ВСТУП

Вимоги підвищити ефективність праці наукових та інженерно-технічних працівників ставить перед вищою школою завдання не просто передати майбутньому спеціалісту певний обсяг знань, але й навчити творчого їх використання для розв'язання нових практичних задач, підготувати для народного господарства інженерів, які володіють навиками творчої науково-технічної діяльності.

Для цього потрібно вміти розв'язувати не просто інженерні задачі, в яких часто використовуються вже існуючі досягнення і розрахунки, що відомі із інженерних і спеціальних курсів у вузі, а вміти розв'язувати винахідницькі задачі високих рівнів, які мають світову новизну. Уміння вирішувати складні винахідницькі задачі відноситься за сучасними поняттями до науково-технічної творчості, дисципліни, яка вивчається у всіх технічних вузах.

Як показує багаторічний досвід, ефективність розв'язання винахідницьких задач підвищується при використанні порівняно простих прийомів і методів творчого пошуку, які розроблені винахідниками - практиками. А для уміння вирішувати складні винахідницькі задачі краще всього користуватися сучасними методами пошуку рішень, але також треба знати та уявляти більшість прийомів і правил для розуміння та розв'язання творчих задач.

Тому у вузі майбутнього фахівця необхідно навчати винахідницькому підходу, щоб озброїти його навичками пошуку нових творчих рішень високих рівнів, не зв'язуючи його конкретними умовами конкретного підприємства. Тільки так можливо вирватися із хронічного відставання у створенні нової техніки та технологій.

# 1 НАУКОВА І ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ

## 1.1 Підхід до пошуку нових технічних рішень

Розв'язування технічних задач передбачає використання відомих знань з підручників, довідників, монографій, статей та іншої технічної літератури при створенні тих або інших технічних систем. Іншими словами вирішення технічних задач допомагає кількісному змінюванню техніки.

Для якісного змінювання техніки необхідне розв'язування винахідницьких задач, тобто таких задач, вирішення яких ще не зафіксовано в технічній літературі, не втілених у відомих кваліфікованому спеціалісту правилах, рекомендаціях, засобах.

Існує два підходи до пошуку нових технічних рішень:

1) *винахідницький*, метою котрого є отримання патентоздатних рішень на високому рівні, які відповідають прогресивним тенденціям розвитку техніки;

2) *інженерний*, метою котрого є розробка з оптимальними умовами його впровадження на конкретних підприємствах, при якому пошук патентоздатних рішень хоча і передбачається, але зовсім не обов'язковий.

Різниця у постановці мети призводить до окремої побудови самого процесу пошуку.

При винахідницькому підході необхідно у відповідності до законів розвитку науки та техніки і з урахуванням економічних показників отримати рішення на якісно високому (світовому) рівні.

При інженерному підході необхідне врахування кількісних показників, часу, місця та умов запровадження рішень, а не отримання рішень якомога вищого рівня.

## 1.2 Рівні творчої діяльності

Творчі задачі бувають різними і їх потрібно відрізнити за ступенем труднощів. У відповідності з цим винахідницькі задачі умовно розділяють на 5 рівнів (класів), а творчий процес розв'язання задач поділяється на 6 стадій, кожна з яких може бути пройдена на одному із 5 рівнів.

*Перший рівень* складають незначні удосконалення вже відомих технічних систем. На першому рівні задача і засоби її розв'язування лежать в межах однієї професії (одного розділу галузі). Наприклад, в а. с. 1116239 для надійної фіксації кінця пружини запропоновано заливати його в місці кріплення легкоплавким металом.

*Другий рівень* – це винаходи, в яких проста технічна суперечність усувається відомими в даній галузі техніки способами. Наприклад, машинобудівна задача розв'язується способом, вже відомим у машинобудуванні, але в іншій галузі. При цьому частково змінюється один з елементів системи.

В а. с. 715406 запропоновано робити дно в приймальній камері овоче-сховища на пружинах змінної жорсткості. Картопля тепер не буде падати з висоти, а буде плавно опускатись разом з дном в міру заповнення камери.

В задачі спостерігалась суперечність: щоб картопля не билася, сховище потрібно робити мілким, але при цьому воно маломістке. Зробили рухливе дно – і суперечність зникла.

Задачі другого рівня звичайно вимагають переробку декількох десятків варіантів. І зробити це під силу будь-якому грамотному спеціалісту. Таких винаходів – 45%.

Винаходи перших двох рівнів найбільш численні – вони складають приблизно 77% патентного фонду.

*Третій рівень* складають винаходи, в яких суперечність усувається шляхом повної заміни одного з елементів системи способом, відомим в межах однієї науки, хоча і в різних галузях техніки (механічна задача розв'язується механічно). Ціна такого винаходу – сотні варіантів розв'язків,

сотні порожніх спроб. Наприклад, заміна чорнила в авторучках на густу пасту усунула небезпеку чорнильних плям, які, як відомо, потрапляють на найважливіші папери і в найбільш невдалий час. Кулькова ручка – типовий винахід третього рівня.

Винаходів третього рівня – 19%, а число спроб при розв’язанні – декілька сотень.

*Четвертий рівень* винаходів – це крупні ідеї, на основі яких створюються нові технічні системи. Причому, розв’язок слід шукати не в техніці, а в науці, використовуючи фізичні ефекти і явища

В легкій промисловості до винаходів четвертого рівня можна віднести використання лазерного променя, мікро плазмового струменя і тонкого водяного струменя високого тиску для розкрою матеріалів, так званий манекенний спосіб виготовлення одягу напиленням матеріалу та ін.

Винаходи четвертого рівня складають 3,7%, а число спроб може досягти кількох тисяч.

*П’ятий рівень* – це винаходи, які виникають безпосередньо за новими відкриттями. При цьому, як правило, створюється нова галузь техніки. Таких винаходів всього 0,3%, а число спроб може досягати десятків тисяч (до 100 тисяч).

Передача О.С. Поповим 6 травня 1895 року першої у світі радіограми «Генріх Герц» була першим кроком новонародженого винаходу п’ятого рівня.

В історії техніки не багато великих винаходів революційного характеру: дослідники називають всього 150-200 таких винаходів. Це зв’язано з високою трудомісткістю задач високих рівнів, ціна яких може складати десятки і сотні тисяч спроб. Немає одного винаходу трудомісткістю 100 тисяч спроб, але винаходи, які вимагають такої кількості спроб, тим менш, робляться [2].

### 1.3 Метод проб та помилок

Необхідно відзначити, що на протязі практично всієї багатовікової історії технічної творчості винахідники йшли до мети старим малопродуктивним методом «спроб і помилок», суть якого полягає в переборі (часто в безсистемному, випадковому) можливих варіантів розв'язків. Винахідник уявно задавав собі запитання: «А що, якщо зробити так? Або так?» і т. д. При чому, складніша задача, тим більше можливих варіантів її розв'язків, тим більше спроб потрібно здійснити.

Головні недоліки методу спроб та помилок:

- 1) повільне генерування нових ідей;
- 2) відсутність захисту від психологічної інерції.

Іншими словами, задачі вищих рівнів розв'язуються послідовними зусиллями багатьох людей, тобто методом «естафети». І як не парадоксально, але розв'язати задачу тим легше, чим більша кількість людей безуспішно намагалися це зробити. Бо кожна невдала спроба – це додаткова інформація, яка допомагає краще зрозуміти задачу й звужити поле пошуків. Тут важливий ступінь підготовки й широта ерудиції інженера. На фініші хтось робить останній ривок, тим же методом спроб і помилок і знаходить вирішення.

Але метод спроб і помилок й побудована на ньому організація творчої праці прийшли у суперечність з вимогами науково-технічної революції, оскільки вона вимагає розв'язання задач вищих рівнів у короткі строки. При цьому важливо вміти швидко звужувати пошукове поле, перетворюючи «важку» задачу в «легку». При цьому результат розв'язування задачі (винахід) оцінюються суспільством як творче рішення високого рівня, в саме процес вирішення фактично проходить на нижчому рівні, як розв'язання задачі за стандартною формулою. Знання сучасних методик науково-технічної творчості озброює винахідника, за допомогою яких можна отримати нові оригінальні сильні технічні рішення.

## 1.4 Психологічна активізація творчості

### 1.4.1 Психологічні особливості науково-технічної творчості

Психологи вважають специфічним для інтелектуальної творчості явище *інсайту*, тобто миттєвого осяяння, схоплення елементів ситуації у тих зв'язках і відносинах, які гарантують розв'язок задач. Але це тільки уявна, видима сторона процесу творчості. Наполеон, наприклад, казав, що «на-тхнення – це швидко зроблений розрахунок».

Мислення людини можна умовно розділити на *логічне* та *інтуїтивно-практичне*. За сучасними науковими дослідженнями, за творчість відповідає права півкулі мозку, яка відає підсвідомістю, образами, формами й структурами, орієнтацією в просторі. А ліва півкуля мозку дає завдання правій, а вже потім, після творчої роботи підсвідомості, відбирає, оцінює, та оформлює ідеї свідомо. В реальному творчому процесі обидва види мислення завжди взаємодіють в діалектичному єднанні. Інтуїція винахідника не виявляється, поки в нього в мозку не утворилась модель проблемної ситуації. Їй передують нерідко довгі й напружені роздуми, пошуки та спроби. *Інтуїція* – це нагорода за невтомне усвідомлено-логічне і підсвідоме мислення. Розв'язання будь-якої творчої задачі полягає в тому, що перед нашим розумом виникають запитання. Відповідь на кожне запитання служить відправною точкою для наступного. Нерідко ці запитання сприймаються людиною як найбільш плідний метод мислення.

Сумніватися у самому собі – найвище мистецтво й сила. Цього мистецтва досягає будь-який винахідник нових цінностей, бо він відчуває інстинктивно, що в діалозі, у протиборстві з самим собою народжується істина.

Нерідко буває так, що вчений чи винахідник, ледве розпочавши розповідати колезі про свою ідею, не почувши думку співрозмовника про цю проблему, вже знає, чи правий він сам, чи помилився: подана в словах невиразна ідея приймає яскравий обрис.

Правило перше: *немає кращого засобу знайти оцінку думки, ніж вислухати самого себе, свою мову, звернену до співрозмовника.*

Правило друге: *дуже полегшити роботу підсвідомості у правій півкулі мозку, необхідно здійснювану роботу виконувати у вигляді схем, малюнків, образів.*

Так говорить сучасна наука. Коли ви думаєте про ту чи іншу конструкцію, про зміну технологічного процесу, намагайтесь уявити їх собі просторово або у відповідних графічних формах. Невміння просторово чи графічно уявляти собі задуманий винахід звичайно приводить до невдачі. Уява про конструкцію чи механізм, які ви робите, у багатьох випадках є недопрацьовану, не до кінця зрозумілою. Зафіксувавши їх на папері, ви зможете побачити свої помилки, слабкі місця. Конструктор думає олівцем, а працює гумкою.

Графічне зображення предмета вимагає побачити його таким, яким він є в дійсності. А це сильно розвиває сприйняття. Багато людей, дуже далеких від мистецтва, розповідають, що уроки малювання допомагали їм розширити свої знання про навколишній світ.

Творчі здібності людини можуть умовно розділені на три групи, які пов'язані відповідно:

- з особистою мотивацією (інтереси та покликання);
- з темпераментом (емоційністю);
- з власне розумовими здібностями.

Характеристика останніх викликає особливий інтерес, оскільки вони типові для всіх.

*Здатність до нового погляду* характеризує вміння побачити незручне в зручному, чи навпаки, відоме в новому. Така свіжість погляду, пильність у пошуках проблем виражена, очевидно, в якості мислення вчених, винахідників, дослідників та художників.

*Здатність до згортання інформації*, тобто до заміни декількох понять одним узагальненим, згортання ланцюга роздумів в одну розумову операцію, здатність бачити дійсність цілком, а не дробити її на окремі частини, вміння



відокремлювати схожі образи в цілому, не звертаючи уваги на їх індивідуальні відмінності., - одна з важливих властивостей творчої особистості.

*Гнучкість мислення* – це здатність легко й швидко переходити уявно від одних явищ до інших, далеких за змістом. Гнучкість мислення формує вміння вчасно відмовитись від невірної гіпотези.

*Бокове мислення* (як і бокове бачення водія) – здатність до широкого розподілу уваги, у тому числі мислення «навколо» проблеми [1].

### 1.5 Психологічна інерція

У кожного творця є багато ворогів. Один з найгрізніших – психологічна інерція. *Психологічна інерція – це схильність до якогось конкретного методу і образу мислення при вирішенні задачі, ігнорування усіх можливостей, окрім єдиної, яка зустрілась на самому початку.*

Психологічна інерція гальмує творчій процес, є протилежністю творчого уявлення, фантазії, і включає в себе відсутність гнучкості, силу звички, вузькопрактичний підхід, боязнь критики, вплив авторитетів та інших факторів, які заважають творчому мисленню.

Психологічна інерція наносить великої шкоди розвитку техніки. Тому розглянемо деякі її види і форми, з якими необхідно активно боротися.

*Повне неприйняття нової ідеї* – перший і найбільш шкідливий прояв психологічної інерції.

*Прийняття на віру положень, запропонованих авторитетними людьми,* - друга форма прояву психологічної інерції.

Тенденція до використання певного методу (чи розв'язку) виробляється звичкою або визначається характером. Кожний з нас випробує небажання відмовитися від улюбленої ідеї. І якщо хтось ставить за мету, не дивлячись ні на що, реалізувати якийсь конкретний метод, замість того, щоб знайти найкращий, то в цьому випадку в наявності психологічна інерція.

Конкретні обставини посилюють психологічну інерцію, або сприяють її прояву. Так, при нетерпінні, в стані напруги, або при хвилюванні люди набагато упертіше тримаються своїх попередніх рішень, методів чи звичок. Тому в армії виховують автоматизм володіння зброєю. Обізнаність з питанням також посилює психологічну інерцію. Знайомі нам об'єкти, процеси чи ідеї рідко використовуються у новій якості. Наприклад, шматок мотузки, який лежить на столі, можна використати для розв'язання багатьох конкретних задач. А шматок мотузки, що утримує висячу на стіні картину, використовується для цих цілей дуже рідко і т. д.

Але психологічну інерцію все ж можна перебороти. З нею відносно легко справитися, якщо просто не забувати про неї і постійно пам'ятати. Але це не легко! І взагалі, потрібні тренування для перероблення психологічної інерції. Це й різноманітні методи розвитку уявлення, і виклад умов задачі в найширших поняттях, і робота над складним проектом в складі групи та інші методи. Але головне - *пам'ятати постійно про існування психологічної інерції, й тоді легше її перебороти.*

Розглянемо прийоми подолання психологічної інерції і підвищення творчої активності.

## **1.6 Творча уява, фантазія, абстрактне і логічне мислення**

Розвинута уява – один з найважливіших елементів інженерного мислення. Уява часто приводить до фантазування, що пов'язане з бажанням, щоб сталося те, що хочеться. Використання фантазії для стимулювання нових ідей полягає в роздумах над деякими фантастичними рішеннями, в яких використовуються надприродні речі і процеси. Часто буває корисно розглянути ідеальні рішення, навіть з деякою долею фантазії, щоб спробувати знайти потрібний розв'язок. Наприклад, часто при розв'язуванні задач приймають коефіцієнт корисної дії, який дорівнює одиниці, нехтують тертям, інерцією і

т.д. Ця уява повинна бути керованою, такою, що включається або виключається при необхідності, тобто повинна відрізнятися від невгамовної фантазії ненормальних у психологічному відношенні людей.

Прекрасним джерелом розвитку уявлення є науково-фантастична література. Зрозуміло, наукова фантастика – перш за все художня література.

В науково-фантастичній літературі є здатність одночасного розвитку уяви, приглушення психологічної інерції, що робить мислення гнучким, готує розум людини до сприймання неадекватних ідей, без яких неможлива сучасна науково-технічна революція.

### **1.6.1 Інверсія**

Інверсія є одним із засобів отримання нової точки зору. Цей метод вимагає свідомого переборення психологічної інерції, відмову від колишніх поглядів на задачу, з тим, щоб подивитись на неї з іншого боку чи позиції. Інверсія в перекладі з латинської перевертання, переставлення. Тому, *об'єкт перевернути вверх дном, вивернути навиворіт, поміняти місцями, з горизонтального зробити вертикальним, з вертикального зробити горизонтальним чи поставити під деяким кутом, зупинити рухомі частини й рухати нерухомі – ось суть інверсії*, яку використовують для отримання нових ідей.

### **1.6.2 Аналогія**

Велика кількість оригінальних думок народжується за аналогією, і цей процес можна з успіхом застосувати для стимулювання нових ідей. Часто розв'язок підказується аналогічними ситуаціями, які зустрічаються в інших задачах, у природі чи в художній літературі.

Одержання ідей за аналогією із механізмами живої природи вимагає від спеціаліста знання біології, фізіології та анатомії. На жаль, інженери мало знайомі з цими науками, адже природа створила дуже багато механізмів і речей, які можна використати для розробки нових ідей при розв'язуванні інже-

нерних задач. Наприклад, в природі існують буквально сотні різних «насосів», якими є серця різних тварин.

Для використання аналогій необхідно більше читати художньої та технічної літератури, бути спостережливим у житті й вміти аналізувати побачене.

### **1.6.3 Емпатія**

Емпатія означає ототожнення особистості однієї людини з особистістю іншої і проникнення її в почуття іншої особи. Емпатія часто використовується в сфері людських стосунків і характеризує стан, коли доводиться ставити себе на місце іншої людини. Цим терміном можна ототожнювати й людину з розроблюваним предметом, деталлю або процесом. Задача полягає в тому, щоб «стати» деталлю і подивитися з її позиції та її точки зору, що можна зробити, тобто *необхідно увійти в образ і уявити себе у вигляді деталей (підшипника, важеля, поршня) або машини і з їхніх позицій подивитись, що можна зробити для вирішення проблеми.*

Розглянути прийоми не універсальні. Це прийоми переборення психологічної інерції, прийоми для розробки нових ідей. І якщо нова ідея не виникає, то існують й інші, більш складні методи, які ми будемо розглядати далі [5].

## **2 МЕТОДИ ПОШУКУ НОВИХ ТВОРЧИХ РІШЕНЬ**

### **2.1 Евристика та її сутність**

Перші відомі нам спроби пояснити закономірність творчого мислення були розпочаті ще в античний час в працях Архімеда Сіракузького, Аполлона Пергамського, Паппа Александрійського, Сократа та інших. Саме вони виявилися засновниками евристики – науки про методи творчості.

Слово «евристика» вперше з'явилося в працях грецького математика Паппа Олександрійського, який жив у другій половині третього століття нашої ери, і означає – «наука про те, як робити відкриття і винаходи».

Тому з 20-х років ХХ століття стали з'являтися нові методи активізації творчості. Їх метою було підвищення кількості оригінальних ідей у їхньому загальному потоці, тобто інтенсифікація процесу генерування ідей. Розробка нових методів пошуку нових технічних рішень продовжується і сьогодні. В останній чверті ХХ століття намітився новий напрямок – методизація творчості, що означає процес методичного озброєння творчої праці вченого, новатора і інженера. Зміст цього терміна охоплює комплекс заходів з дослідження, широкого вивчення і, головне, практичного використання найефективніших методів творчості, а також оцінки результатів їх використання. Методизація творчості розвивається і стає обов'язковою умовою подальшого прогресу науки і техніки.

Усі методи можна розділити на раціональні та ірраціональні. *Раціональні методи* використовують логіку аналізу технічних систем, закономірності їхнього розвитку. Це морфологічний аналіз, функціонально-фізичний метод конструювання, алгоритм розв'язування винахідницьких задач, функціонально-вартісний аналіз та ін.

*Ірраціональні методи* спираються головним чином на активізацію творчих здібностей винахідника, його інтуїцію, фантазію, здатність до аналогій. Це метод контрольних запитань, мозковий штурм, синектика, асоціативні методи та ін. Розглянемо деякі найпоширеніші методи.

## **2.2 Метод контрольних запитань**

Як відомо, стародавні греки вважали наймудрішою людиною на світі Сократа, а той вважав, що вміє в житті робити добре тільки одне – ставити запитання. За їхньою допомогою співрозмовники самі знаходили істину. Можливо, відсутність під рукою у кожного винахідника свого Сократа спо-

нукало ряд винахідників пошукової діяльності замінити співрозмовника-мудреця на списки контрольних запитань.

Метод контрольних запитань (МКЗ) – один із методів психологічної активізації творчого мислення. Його *мета* – *за допомогою навідних питань підвести до розв'язку задачі*. Списки таких запитань пропонувалися з 20-х років нашого століття.

МКЗ може застосовуватись у вигляді монологу винахідника, у вигляді промови, зверненої до самого себе, наодинці з собою, або у вигляді діалогу винахідників, наприклад, в серії запитань, що здаються керівником мозково-го штурму членами групи «генераторів ідей». Широко відомі списки контрольних запитань, які запропонували А. Осборн, Д. Пірсон, Е. Раудзенц, Г. Буш та ін.

Одним з кращих можна вважати список запитань, складений англійським винахідником Т. Ейлоартом. Це свого роду програма роботи талановитого винахідника, який з фантастичною наполегливістю намагається розв'язати задачу методом спроб і помилок. Деякі запитання потребують розвинутої уяви, інші – глибоких і різнобічних знань.

В сучасних умовах МКЗ може бути використаний лише на початкових стадіях постановки або розв'язування технічно нескладних задач. Справа в тому, що будь-яке формулювання запитання звичайно має на увазі можливі одноразові зміни об'єкта. Розв'язування складних задач вимагає комбінації змін. І хоча в питаннях пропонується розглянути такі комбінації, але не пропонуються методичні рекомендації, як це зробити і як оцінити отримані результати. Однак фрагменти із списків контрольних запитань і навіть цілі списки входять до складу низки сучасних складніших і ефективніших методів пошуку.

Тому застосування списків іноді відносять до методів ліквідації безвихідних ситуацій [3].

## 2.3 Мозковий штурм

Мозковий штурм (МШ) відомий і під такими назвами, як мозкова атака, брейнстормінг, брейн-ринг, облога мозку, метод обміну думками тощо, застосовується для отримання нових ідей в науці, в техніці, в адміністративній і торговельній діяльності.

МШ, як один із популярних методів психологічної активізації колективної творчої діяльності, запропонований американським підприємцем і винахідником А. Осборном у 1951 році, хоча він почав розроблятися на рубежі 30-х – 40-х років. Метод мозкового штурму застосовувати не дуже важко. Для цього потрібне невелике тренування. Але цей метод ні до чого не приводить.

В основі МШ лежить припущення, що розв'язок завдання можна отримати, даючи вихід з відомості направленого потоку ідей. А. Осборн розумів, що лише невеликий відсоток людей здатний висловити нові, ще сирі, не сформульовані думки. І тут з'являється парадокс: щоб зменшити упорядкованість мислення, пануючу в свідомості, яка спрямовується психологічною інерцією, і допомогти новим ідеям прорватися із підсвідомості в свідомість, необхідно внести порядок в саму процедуру МШ, ввівши деякі правила.

*Перше правило. Ніяка критика й винесення суджень, сприятливих або несприятливих, в процесі генерування ідей не допускаються. Коли критика не допускається, будь-яка ідея добра і її легше висловити.*

*Друге правило. При МШ потрібно якомога більше ідей. Потрібні різноманітні ідеї і думки, які необхідно висловлювати вільно, не скуто, не задумуючись. В одному американському посібнику з мозкового штурму говориться: «99% ваших конструктивних ідей виникають подібно електричній іскрі при контакті з думками інших людей.*

*Третє правило. Члени групи не повинні бути дуже глибоко пов'язані один з одним і особисто зацікавлені у завданні, що розглядається. Вони по-*

винні мати уявлення про завдання, знати й розуміти його, але не зобов'язані бути фахівцями у цьому напрямку, хоч і не повинні бути невігласами.

Завдання послідовно розв'язують дві групи людей по 4-15 чоловік в кожній. Допускається й менше, й більше число учасників.

Перша група тільки висуває різноманітні ідеї – це група «генераторів ідей». В ній бажано мати людей, схильних до абстракції і з буйною фантазією (екстравертів). Сюди потрібно включати й суміжників (конструктора, технолога, економіста і постачальника) і одного-двох чоловік «зі сторони», що не мають ніякого відношення до завдання (лікаря, перукаря, поштового працівника). Ця група «штурмує» завдання на протязі 20-50 хвилин з регламентом 2 хвилини на ідею, які фіксуються в протоколі, або записуються на магнітофон.

Друга група після закінчення «штурму» виносить думку про цінність висунутих ідей. Це група «експертів», сюди краще включати людей з аналітичним, критичним складом розуму (інтровертів).

У завдання експертів входить не тільки оцінка ідей, але й аналіз прихованих можливостей в кожній пропозиції.

Тому фахівці-експерти повинні дати свої висновки з висунутих ідей і детально розібрати їх, обов'язково вишукуючи в них раціональні зерна, що містить будь-яка ідея, якою б парадоксальною вона не була.

Процесом розв'язання завдання управляє керівник, який ставить запитання, інколи підказує, направляє дискусію в потрібному напрямку, слідкуючи за тим, щоб висловлювалися не тільки практичні ідеї, а й фантастичні, які можуть дати поштовх іншим ідеям.

Якщо завдання не розв'язане в процесі «штурму», то його можна повторити, але краще з іншим колективом.

Для активізації процесу генерації ідей в процесі «штурму» рекомендується використовувати розглянуті вище прийоми, які з успіхом використовуються винахідниками (інверсія, емпатія, аналогія, уява та фантазія).

На перший погляд може здатись, що мозкова атака – інструмент не дуже серйозний, екзотичний і не дуже прийнятний для земних винахідницьких і



раціоналізаторських задач. Але це не так. З її допомогою можуть розв'язуватись досить різноманітні, в тому числі й досить складні завдання. Більш того, деякі керівники науково-технічних колективів стихійно використовують правила мозкової атаки у своїй роботі, не будучи знайомими з ідеями Осборна, влаштовують «неофіційні» наради в домашній атмосфері, за чашкою чаю і доброзичливо розглядають будь-яку висунуту ідею при розв'язуванні гострих науково-технічних питань.

В 50...60-х роках ХХ століття МШ вважався досить ефективним і перспективним методом пошуку нових технічних рішень. Поступово виянилось, що складні винахідницькі задачі цим методом розв'язати не вдається. Нині вважається, що МШ – це легкий і надзвичайно швидкий спосіб колективного пошуку різноманітних ідей при вирішенні не особливо складних технічних, наукових і організаційних завдань.

Метод МШ краще всього використовувати для розв'язування завдань, які не є точними або спеціальними, і взагалі, нескладних задач.

Нині, коли появились десятки інших більш складних і детально розроблених методів і прийомів пошуку нових технічних рішень, «мозковий штурм» в його початковому чистому вигляді для розв'язування винахідницьких задач використовується не дуже широко. Але цей метод вивчається, як і колись, в числі перших при підготовці фахівців із сучасної технології винахідництва.

## **2.4 Синектика**

Синектика – найсильніша із створених за рубежом методик психологічної активізації творчості. Вона є подальшим розвитком і удосконаленням мозкового штурму.

Синектика запропонована в 1952-59 роках американським винахідником і дослідником В. Дж. Гордоном, який почав працювати в цьому напрямку в 1944 році. В 1960 р. Вільям Дж. Гордон організував фірму з навчання твор-

чому мисленню «Синектикс інкорпорейтед», яка до 1970 року навчила понад 2000 чоловік.

Слово синектика у перекладі з грецької означає «сполучення» різнорідних елементів. В основу синектика покладено мозковий штурм, але цей штурм веде професійна або напівпрофесійна група, яка від штурму до штурму нагромаджує досвід розв'язування задач. При синектичному штурмі допускаються елементи критики і відбору ідей.

Синектори навчаються застосуванню чотирьох видів аналогій при пошуку нових ідей.

Перший вид аналогії – *пряма аналогія*. Її широко використовують всі інженери й винахідники, коли порівнюють об'єкт або процес, що розглядається, із аналогічним об'єктом або процесом в іншій галузі техніки. Подивимось на конкретному прикладі, чим відрізняється використання цього виду аналогії синекторами.

Другий вид аналогії – *особиста або емпатія*. Синектор порівнює себе з технічним об'єктом, уявляє собі, що б він робив сам, якби був на місці цього об'єкта.

Третій вид аналогії – *фантастична*. Застосовуючи її, синектори при пошуку нових ідей звертаються за допомогою до золоті рибки, чарівної палички, навчених тварин тощо. Або, як вказує у книзі В. Гордон, можна поставити запитання: «Як зміниться ваша проблема, якщо перестане діяти тяжіння» і т. д.

Четвертий вид аналогії – *символічна*, яка вимагає, буквально в двох словах, відобразити суть явища, причому слова повинні утримувати в собі дещо неймовірне, дивовижне. Літератори й журналісти часто використовують цей прийом для того, щоб у назві твору або книги яскраво розкрити суперечливу суть персонажів або явищ: «Без вини винуваті», «Живий труп», «Квіти зла», «Гарячий сніг», «Очевидне й неймовірне». Такий прийом знаходження «назви книги» по ключовому слову корисно давати й технічному об'єкту так, щоб обов'язково утримувало парадокс. Знайти найкращий варі-

ант «назви книги» навіть тренованому колективу вдається не відразу. Тому варіанти підправляють і уточнюють, бажаний результат знаходять, звичайно, після 5-10 спроб.

Синектори працюють за певною програмою, в 4 етапи. На першому етапі формулюють і уточнюють «проблему, як вона подана». На другому етапі формулюють «проблему, як її розуміють». На третьому етапі ведеться генерація ідей з використанням усіх вище названих аналогій. На четвертому етапі ідеї переносяться на «проблему, як вона подана» і «як її розуміють». Важливим елементом цього етапу є критична оцінка ідей експертами.

Синектичні засідання, які проходять, декілька годин, складають незначну частину загального часу розв'язування поставленого завдання. Решту часу синектори вивчають і обговорюють одержані результати, консультуються із фахівцями, експериментують, займаються пошуками кращих способів реалізації рішення.

Цей досить складний метод прийшов в 50-60-х роках на зміну відносно простим методам, які вимагають спеціального навчання. Головними перевагами методів активізації пошуку, які були розглянуті вище, є простота й доступність. Такі методи, як мозковий штурм, можуть бути засвоєні після одного-двох занять. Навчання синектиці триває, як правило, всього декілька тижнів. Методи активізації пошуку універсальні, їх можна використовувати для розв'язування універсальних завдань – наукових, технічних, організаційних та інших.

Принциповий недолік розглянутих методів – непридатність при розв'язанні досить важких завдань. Штурм (простий або синектичний) дає на порядок більше ідей, ніж звичайний метод спроб і помилок. Але цього мало, якщо «ціна» задачі 10 тисяч або 100 тисяч спроб. Крім того, розглянуті методи не дають об'єктивних критеріїв оцінки нових технічних ідей, за винятком експертних, і нове завдання, якщо навіть вчасно помічене й швидко розв'язане, піддається насмішкам і його просто не розуміють навіть ті ж експерти.

Методи активізації пошуку творчих рішень зберігають в дещо поліпшеному вигляді стару тактику перебору варіантів. Ці методи не розвиваються, а спроби їх комбінування не дають істотно нового результату.

## 2.5 Морфологічний аналіз

Одним із найважливіших елементів творчої діяльності, будь то наукової чи інженерної, є класифікування. Недаремно багато талановитих діячів науки й техніки люблять все піддавати класифікуванню.

Класифікування дозволяє швидше і точніше орієнтуватись у великій різноманітності понять і фактів. Відмінним прикладом корисності класифікування є відкриття Д.І. Менделєєва періодичної системи елементів, яка була збудована після впорядкування хімічних елементів по атомній вазі і класифікування по валентності.

Не випадково, морфологічний аналіз (МА), один з найбільш поширених методів технічного пошуку, базується на класифікуванні й відноситься до раціональних методів пошуку нових технічних рішень.

Термін «морфологія» (вчення про форму: від грецького *morhe* – форма і *logos* – вчення) увів у 1796 році Гете – основоположник вчення про форму й будову рослин і тварин – морфології організмів. Це не поодинокий випадок, коли словотворчість поета дістала широке визнання й розповсюдження в багатьох науках: в подальшому з'явилась морфологія людини, морфологія ґрунтів тощо.

Вперше МА було використано для розв'язування технічних завдань у 1942 році, коли Фріц Цвіккі почав розробляти ракетні двигуни у фірмі «Аероджент інжинірінг корпорейшен».

*Суть морфологічного аналізу полягає в тому, що у технічній системі, яка проектується або удосконалюється, виділяють декілька характерних для структурних, морфологічних ознак, тобто ознак будови системи. По кожній морфологічній ознаці складають список конкретних варіантів тех-*

*нічних рішень цих ознак. Варіанти морфологічних ознак будують у вигляді таблиці або наносять на систему координат, що дозволяє краще уявити пошукове поле.*

Перебираючи всілякі сполучення варіантів, можна виявити нові розв'язки завдання, які при простому переборі можуть бути втрачені.

Побудована таблиця називається морфологічним ящиком (МЯ), який вивчається, і найбільш цікаві варіанти записуються.

Морфологічний аналіз може бути представленим у вигляді морфологічної матриці, з вигляду схожої із математичною матрицею.

Цей метод дає можливість розглянути сотні й тисячі нових сполучень, які без МЯ можуть бути не враховані, дає можливість охопити всі варіанти одним поглядом і систематично дослідити, а звідси й недалеко до принципово нових рішень.

Але за дивовижну легкість отримання варіантів при використанні МА доводиться розраховуватись трудомісткістю при виборі варіантів. При побудові морфологічної таблиці бажано зробити її якомога повнішою і не втратити цікаві варіанти, але в той же час потрібно добитися її максимальної компактності.

Наприклад, для 20 ознак і 10 варіантів з кожної ознаки ящик буде містити  $10^{20}$  можливих рішень! Перебрати їх не зможе ніяка ЕОМ.

Внаслідок цих причин морфологічний аналіз частіше використовують не для пошуку якогось одного ефективного рішення, а при системному підході до розв'язування творчих завдань загального плану:

- 1) для пошуку компонувальних або схемних рішень машин;
- 2) для дослідження галузі можливого застосування технічних систем;
- 3) для виявлення простих винаходів, які до цього часу ніким не помічались;
- 4) для прогнозування розвитку технічних систем;

- 5) при визначенні можливості патентування комбінацій основних морфологічних ознак з метою «блокування можливих майбутніх винаходів»;
- б) при функціонально-вартісному аналізі.

Приклади використання МА за пп. 1)...5) наведені у багатьох підручниках, тому з ними можливо познайомитися самостійно.

### **3 АСОЦІАТИВНІ МЕТОДИ ПОШУКУ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ**

Для того, щоб відвернути увагу винахідника від звичайних йому поглядів і направити пошук розв'язку у нову галузь, часто рекомендують надати об'єкту, що удосконалюється, сторонніх ознак.

Такі шляхи пропонують багато в чому аналогічні: метод каталога (Німеччина, автор Ф. Кунце, рік появи – 1926), метод фокальних об'єктів (США, Ч. Вайтінг, 1958 р.) і метод гірлянд випадковостей (асоціацій) (СРСР, Г. Буш, 1972 р.).

Суть *методу каталога* полягає у спробах пов'язати з об'єктом перше зустрічне слово, довільно взяте з книги, журналу, каталога. Наприклад, якщо об'єкт – «фреза», а випадкове слово – «сніг», то отримаємо сполучення «снігова фреза». А потім асоціативний розвиток цього образу дає: холодна фреза, слизька фреза, льодяна фреза тощо. В якихось випадках наштовхуються на швидкий розв'язок задачі.

*Метод фокальних об'єктів* пропонує вибрати із словника випадковий об'єкт (наприклад, кіно) і виділити у ньому декілька властивостей (наприклад, широкоекранне, звукове, кольорове, об'ємне тощо). Цими властивостями наділити об'єкт, що удосконалюється, наприклад, годинник, який лежить у фокусі переносу: широкоекранний годинник, звуковий годинник, об'ємний годинник тощо.

Отримані сполучення асоціативно розвиваються, що іноді дає вдалі ідеї (широкоекранний годинник – замість вузького циферблата взято широкий або змінний – час, температура, тиск та ін., звуковий годинник – відбиває мелодію кожну годину, півгодини, чверть години і т. д.

У *методі випадковостей та асоціацій* гірлянди випадковостей формуються у вигляді списків синонімів або асоціацій. Потім елементи різних гірлянд попарно з'єднують.

Існує ряд інших методів, менш популярних, але які також мають деякі раціональні сторони. З них можна виділити групу методів, що ґрунтується на комбінаційному підході, серед них метод десяткових матриць пошуку, метод симетричних матриць та ін.

Суть *методу десяткових матриць* (СРСР, Р. Повілейко, 1972 р.) полягає у побудові матриці пошуку, в рядках якої записано 10 евристичних прийомів (неологія, адаптація, мультиплікація, диференціація, інтеграція, інверсія, імпульсація, динамізація, аналогія, ідеалізація), а в стовпцях – 10 основних показників технічної системи (геометричні, фізико-механічні, енергетичні, конструкційно-технологічні, надійність і довговічність, експлуатаційні, економічні, ступень стандартизації і уніфікації, зручність обслуговування й безпеки, художньо-конструкторські показники). Застосування одного з евристичних прийомів у поєднанні з кожним із показників технічної системи сприяє появі нових асоціацій, які активізують пошук ідей, що приводять до нових технічних вирішень.

Аналіз методів нових творчих рішень, які були розглянуті в цьому розділі, показав, що їх перевагами є:

- *універсальність*, оскільки вони можуть застосовуватися в техніці, науці, управлінні, допомагають при творчому розв'язуванні фізичних, медичних, побутових та інших різних завдань;

- *простота освоєння*, оскільки для цього не потрібно спеціального тривалого навчання (крім синектика);

Загальним недоліком розглянутих методів є *порівняно низька їхня ефективність* і навіть найкращі з них – морфологічний аналіз і мозковий штурм, - як правило, лише *збільшують кількість ідей, але не підвищують їх якості*, треба рівень і швидкість розв’язування. Цей недолік у сучасних умовах дуже суттєвий і підтверджує необхідність наполегливого розвитку методології творчості [2].

## **4 ІНТЕНСИВНІ МЕТОДИ ПОШУКУ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ( ТРВЗ І АРВЗ )**

### **4.1 Концепція методів активізації творчості**

Творці раніше розглянутих та інших методів активізації творчості, намагаючись різними шляхами й прийомами активізувати творчу думку, йшли від процесу, а не від кінцевого результату творчого пошуку – отримання розв’язку задачі високого рівня.

Виходячи із моделі процесу, як серії більш або менш випадкових, усвідомлених або неусвідомлених послідовних спроб, можна виділити дві групи можливостей підвищення його ефективності: *збільшення хаотичності та систематизація перебору варіантів*.

До першої групи належать переважно ірраціональні методи пошуку, які ґрунтуються на психологічній активізації творчих здібностей винахідника, таких, як розглянуті раніше методи: мозкового штурму, синектика, фокальних об’єктів, каталога, гірлянд випадковостей і асоціацій та ін.

До другої групи належать методи, котрі дозволяють систематизувати перебір варіантів, збільшити їх кількість та виключити повтори, використовуючи при цьому логіку аналізу ТС. Сюди належать такі раціональні методи, як морфологічний аналіз, функціонально-фізичний метод та ін., а також ірра-



ціональний – метод контрольних запитань, котрі дещо звужують поле пошуку.

Всі ці методи були створені винахідниками-практиками, хоча вивченням винахідництва й творчості займаються і вчені. Але увага дослідників була зосереджена на психології винахідництва. Вважалося, і навіть нині багато хто вважає, що головне – це розумові процеси, що проходять у мозку винахідника. Досліджуючи їх, сподівалися зрозуміти, як з'являються нові ідеї. Але успіху тут не було досягнуто. Потрібен був інший підхід.

Технічні системи матеріальні, це очевидно. Наскільки ж очевидний і факт розвитку, який підпорядкований, як і усякий розвиток, загальним законом діалектики. Звідси із всією визначеністю випливає, що вивчати потрібно у першу чергу не психіку винахідника, а об'єктивні історико-технічні матеріали, і передусім унікальний, що є тільки у технічній творчості, патентний фонд.

Патентний фонд містить описи мільйонів винаходів і кожний опис є документом, який належить до еволюції техносфери. Вивчення цих документів показує, що життєздатним виявляється тільки такі винаходи, котрі змінюють винахідну систему у напрямку, який визначається законами розвитку технічних систем. Знання закономірностей дає можливість різко звужити зону пошуку, замінити вгадування науковим підходом.

Необхідність цілеспрямованого пошуку рішень високого рівня була обґрунтована дослідником Г.С. Альтшуллером у результаті глибокого вивчення фонду винаходів. Починаючи з 1946 р. він на протязі багатьох років переглянув масив патентної інформації у сотні тисяч одиниць, відібрав і проаналізував 40 тисяч найсильніших рішень. Робота продовжується і нині, тепер уже з багатьма співробітниками. Головним результатом праці є створення теорії розв'язування винахідницьких задач – ТРВЗ, яка одержала всесвітнє визнання.

## 4.2 Теоретична основа ТВРЗ

Теоретичною основою ТВРЗ є закони розвитку ТС, які доступні для пізнання і їх можна використовувати для свідомого – без ліку «пустих» спроб - розв'язування винахідницьких задач.

ТВРЗ є інструментом для тонких, сміливих, високоорганізованих розумових операцій і перетворює виробництво нових технічних ідей в точну науку.

Головним законом розвитку є прагнення до збільшення ступеня ідеальності, тобто до ідеальної технічної системи, коли системи немає, а функції її виконуються. Для підвищення ступеня ідеальності технічної системи звичайними шляхами шукають оптимальні компроміси, за рахунок допустимого погіршення одного показника поліпшують інший.

У ТВРЗ процес розв'язування винахідницьких задач розглядається як виявлення, аналіз і усунення технічної суперечності без компромісів, тобто поліпшення одного показника відбувається без погіршення іншого.

Винахідницькі задачі часто плутають із задачами технічними, інженерними, конструкторськими. Виготовити машину, пристрій, маючи готові креслення і розрахунки – задача технічна.

Розрахувати звичайний міст, користуючись готовими формулами, - задача інженерна.

С проектувати зручний і дешевий верстатний пристрій, знайшовши компроміс між «зручно» і «дешево» - задача конструкторська.

При розв'язанні цих задач не доводиться переборювати суперечність. Задача стає винахідницькою тільки у тому випадку, якщо для її вирішення необхідно перебороти суперечність.

Звідси виникає новий підхід до поняття винаходу: *винахід є засіб (і форма) усунення суперечності в технічній системі*, а методи створення винаходів – це, по суті, методи вияву і усунення технічних суперечностей.

Отже, творчими слід вважати рішення, які розв'язують суперечності, а компромісні рішення, що лише зменшують суперечності, не переборюючи їх, до творчих не належать. Незважаючи на деяку умовність твердження, воно увело визначеність у подальший розвиток методики винахідництва.

Основними робочими інструментами удосконалення та створення нових технічних систем в ТВРЗ служать алгоритми розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ) і система винахідницьких стандартів. Система винахідницьких стандартів дозволяє розв'язувати 10...20% сучасних, хоча й складних, але типових задач за чіткими правилами в один-два ходи. Такі правила, що ґрунтуються на відомих законах розвитку технічних систем, називаються стандартними на розв'язування винахідницьких задач.

Поряд з типовими задачами, що розв'язуються за чіткими правилами в один хід, існують задачі нетипові, багатоходові, котрі розв'язуються за спеціальною програмою, яка називається алгоритмом розв'язання винахідницьких задач.

АРВЗ виник і розвивався одночасно з ТВРЗ. Різні модифікації АРВЗ були надруковані в 1959, 1961, 1964, 1965, 1971, 1977, 1982 і 1985 роках. В нинішній час в ТВРЗ використовується модифікація АРВЗ-85-В.

Розв'язування задач по АРВЗ йде за такою схемою: за чіткими правилами коректують початкове формулювання завдання, будують модель задачі, визначають наявні речовинно-польові ресурси (РПР), складають ідеальний кінцевий результат (ІКР), виявляють та аналізують технічні й фізичні суперечності, застосовують до задачі оператори незвичайних і сміливих перетворень, спеціальними прийомами гасять психологічну інерцію та формують уявлення. При цьому використовують інформаційний фонд, який упорядкований і постійно поповнюється. І так крок за кроком просуваються до відповіді високого рівня.

Завдяки такому підходу важка задача не першого рівня перетворюється на легку задачу першого рівня, хоч для суспільства вона як і раніш залишається важкою задачею не першого рівня [1].

### 4.3 Рекомендації для оволодіння ТРВЗ

Успішному розв'язанню винахідницьких задач часто заважають деякі поширені помилки. Ось найбільш суттєві із них:

1) виконавець вимагає точного формулювання задачі. Але винахідницькі задачі не бувають поставлені точно (у протилежному випадку вони розв'язувалися б автоматично). За ТРВЗ із винахідницької ситуації послідовно виділяється задача, потім модель задачі, нарешті – фізична суперечність, що міститься в обраній моделі. Уточнення і перетворення початкового формування - обов'язок винахідника;

2) виконавці інколи відмовляються розв'язувати задачі, які стосуються сфери їх діяльності. Але сильне рішення завжди виводить винахідника за рамки його спеціальності. Навчитися добре розв'язувати важкі задачі – значить навчитися сміливо виходити за межі вузької спеціалізації. Трудність тут в основному психологічна, оскільки для виявлення принципово нового рішення часто вистачає завдання фізики у обсязі середньої школи;

3) вважають, що для розв'язування задачі необхідно зібрати якомога більше інформації. Це – результат використання традиційного методу спроб та помилок, коли будь-яке, навіть випадково почуте слово, може наштовхнути на ідею розв'язання. При аналізі задачі за ТРВЗ надлишкова інформація швидше шкідлива, ніж корисна. Більше того, весь аналіз ґрунтується на поступовому звільненні від всього зайвого у задачі, щоб в результаті виділити ядро – фізичну суперечність.

Для розв'язання задачі у першу чергу необхідний спеціалізований інформаційний фонд ТРВЗ. Якщо ж якоїсь інформації в умовах задачі дійсно не вистачає, то виявиться у процесі аналізу, і знайти його буде значно простіше, оскільки буде відомо, що саме вимагається;

4) винахідники-початківці часто не наважуються аналізувати задачу інструментами ТРВЗ, якщо не відразу вгадують відповідь. Але немає сенсу по-

тім розбирати задачу тільки для того, щоб вийти на раніш вгадане рішення. Навпаки, ТРВЗ потрібен саме для «глухих» задач, де розв'язання відразу не видно. Але якщо навіть відповідь угадана або отримана з використанням одного інструменту, завжди є сенс продовжити роботу за допомогою інструментів ТРВЗ – задача може мати не одне рішення, і цілком можливо, що краще ще не знайдене.

Ніколи не потрібно намагатися заздалегідь угадувати відповідь. Необхідно чітко і послідовно виконувати кроки, правила, рекомендації ТРВЗ. При сумніві потрібно звертатися до наведених у тексті прикладів і формулювати свої задачі за аналогією з ними. Тільки чіткі формулювання, а не спроби вгадати,, забезпечують високу ймовірність знаходження рішення;

5) необхідно максимально використати кожний крок, взяти з нього всю новизну, яку він може дати. Але не потрібно довго затримуватися на якомусь кроці, а переходити до наступного, якщо нічого нового він не дає. Краще через кілька кроків повернутися назад і знову виконати «важкий крок», використовуючи нову інформацію;

б) обов'язково потрібно записувати детально весь процес аналізу, всі кроки, свої роздуми, рішення, що з'явилися, а також нові задачі, які виникають по ходу справи. Не слід «перебігати» до інших задач у процесі роботи, навіть якщо виявиться, що інша лінія аналізу ефективніша. Необхідно довести до кінця аналізу у вибраному напрямку і потім розпочати новий.

Не слід припиняти аналіз і змінювати його напрямок при вирішенні, що здається неможливим, при зростанні безглуздості, навіть «дикості» формулювань. Така «дикість» свідчить про ефективне перетворення задачі, про можливу появу нових нетривіальних ідей, про близьке розв'язання.

Отримане рішення слід спробувати зробити ідеальнішим, простішим, дешевим тощо, а потім запам'ятати або краще записати для того, щоб використати у якості задачі-аналога високого рівня для розв'язання подібних задач.

Апарат ТРВЗ постійно перевіряється, коректується й вдосконалюється під час практичного застосування, дозволяє розв'язувати не тільки винахідницькі задачі, які є, але й прогнозувати появу нових завдань, що виникають внаслідок еволюції технічних систем. Таким чином, сучасна ТРВЗ перетворюється в ТРТС теорію розвитку технічних систем.

## **5 СТАНДАРТИ НА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ**

### **5.1 Система стандартів**

Аналіз патентного фонду показав, що всі винахідницькі задачі можна розділити на дві групи:

1) *типові* задачі, які розв'язуються прямим застосуванням вже відомих законів розвитку технічних систем або наслідків, що безпосередньо впливають з цих законів;

2) *нетипові* задачі, вирішення яких поки що не піддається повній формалізації.

Типові задачі розв'язуються за чіткими правилами в один хід: правила вказують, як повинна бути перетворена вихідна система. Називають такі правила *стандартними*, а сукупність цих правил певним чином класифікованих, - *системою стандартів*. Вони і становлять четвертий поверх системи прийомів усунення ТСП.

Стандартні задачі стандартні, тобто прості, тільки з позицій ТРВЗ. При вирішенні методом спроб і помилок стандартні задачі можуть виявитися дуже складними. Стандарти же дозволяють відразу й на високому рівні розв'язувати 10...20% складних задач.

Основною особливістю є те, що вони з'єднують найсильніші прийоми й фізичні ефекти за правилами репольного аналізу і направлені на ліквідацію технічних і фізичних суперечностей, типових для даного класу задач.

Сучасна система включає 76 стандартів, розділених на 5 класів:

1) побудова і руйнування репольних систем;

- 2) розвиток репольних систем;
- 3) перехід до над системи і на мікрорівень;
- 4) вимірювання і виявлення;
- 5) методи і прийоми введення в реполі нових елементів ... без введення цих елементів (стандарти на застосування стандартів).

Порядок застосування стандартів такий:

- 1) визначити рід запропонованої задачі: на змінювання або вимірювання (виявлення);
- 2) якщо задача на змінювання, то потрібно побудувати початкову репольну модель за умовами задачі. Якщо початкова модель – неповний реполі, то необхідно звернутися до стандартів підкласу 1.1; якщо шкідливий реполі – до стандартів підкласу 1.2; якщо не ефективний – до стандартів класів 2 і 3;
- 3) якщо задача на вимірювання (виявлення), слід використати стандарти класу 4;
- 4) знайшовши рішення, перевірити, чи можна згорнути отриману модель за допомогою стандартів класу 5. До цього ж класу потрібно звертатися й тоді, коли в умовах задачі заборона на введення речовин або полів.

## **6 ПРИЙОМИ УСУНЕННЯ ТЕХНІЧНИХ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ**

Набір прийомів, подібно до набору інструментів, утворює систему, цінність якої вища від арифметичної суми цінностей, які складають набір інструментів. Але й самі по собі окремі прийоми дають в деяких випадках відмінні результати. Розглянемо 40 основних прийомів усунення технічних суперечностей.

### **1 Принцип дроблення**

- 1.1 Розділити об'єкт на незалежні частини.
- 1.2 Виконати об'єкт розбірним.
- 1.3 Збільшити ступінь дроблення об'єкта.

*Приклад. Вантажний корабель розділено на одні типові секції. При необхідності корабель можна зробити довшим або коротшим.*

## **2 Принцип винесення**

Відділити від об'єкта частину (властивість) «яка заважає», або навпаки, виділити лише одну частину, або потрібну властивість.

На відміну від попереднього способу, в якому мова йшла про ділення об'єкта на однакові частини, тут рекомендується ділити об'єкт на різні частини.

*Приклад. Як правило, на малих суднах і катерах електричний струм для освітлення і інших потреб виробляється генератором, який працює від гребного двигуна. Для одержання електричного струму на стоянці приходить встановлювати допоміжний електрогенератор з приводом від двигуна внутрішнього згорання. Двигун, природно, створює шум і вібрацію. Запропоновано розмістити двигун і генератор в окремі капсулі, розміщені на деякій відстані від катера і з'єднані з ним кабелем.*

## **3 Принцип місцевої якості**

3.1 Перейти від однорідної структури об'єкта або зовнішнього середовища (зовнішнього впливу) до неоднорідної.

3.2 Різні частини об'єкта повинні виконувати різні функції.

3.3 Кожна частина об'єкта повинна знаходитися в умовах, найбільш сприятливих для роботи.

*Приклад. Для боротьби з пилом в гірничих виробітках на інструменти (робочі органи бурових і вантажних машин) подають воду у вигляді конуса дрібних крапель. Чим дрібніші краплини, тим краще йде боротьба з пилом, однак дрібні краплини легко утворюють туман, що утруднює роботу. Вирішення: біля конуса дрібних краплин утворюють шар із великих краплин.*

## **4 Принцип асиметрії**

4.1 Перейти від симетричної форми об'єкта до асиметричної.

4.2 Якщо об'єкт вже асиметричний, збільшити ступінь асиметрії.



*Приклад. Протиударна автомобільна шина має одну боковину підвищеної міцності для кращого опору ударам в бордюр ний камінь тротуару.*

## **5 Принцип об'єднання**

Об'єднати в часі однорідні або суміжні операції.

*Приклад. Подвоєний мікроскоп тандем. Роботу з маніпулятором виконує одна людина, а спостереженнями і записами в цілому зайнятий інший.*

## **6 Принцип універсальності**

Об'єкт виконує кілька різних функцій, завдяки чому відпадає необхідність в інших об'єктах.

*Приклад. Ручка для портфеля одночасно служить еспандером (а.с.187964).*

## **7 Принцип матрьошки**

7.1 Один об'єкт розміщений всередині другого, який, в свою чергу, знаходиться всередині третього і т. д.

7.2 Один об'єкт проходить крізь порожнину в іншому об'єкті.

*Приклад. Ультразвуковий концентратор пружних коливань, який складається із звичайних між собою напівхвильових відрізків, відрізняється тим, що для зменшення довжини концентратора і збільшення його стійкості напівхвильові відрізки виконані у вигляді порожнистих конусів, встановлених один в один (а.с.186781). В а.с.462315 абсолютно таке ж вирішення використано для зменшення габаритних розмірів вихідної секції трансформаторного п'єзоелемента. В пристрої для волочіння металу за а.с.304027 «матрьошка» складена із конусних волокон.*

## **8 Принцип анти ваги**

8.1 Компенсувати вагу об'єкта з'єднанням з іншим об'єктом, який володіє підйомною силою.

8.2 Компенсувати вагу об'єкта взаємодією з середовищем (принаймні за рахунок аеро- і гідродинамічних сил).

*Приклад. Відцентрований регулятор числа обертів роторного повітродвигуна, встановлений по вертикальній осі ротора, відрізняється тим, що для підтримки швидкості обертання ротора в малому інтервалі числа обертів при великому збільшенні потужності вантажі регулятора виконані у вигляді лопаті, яка забезпечує аеродинамічне гальмування (а.с.167784).*

Цікаво відмітити, що в формулі винаходу чітко відображена суперечність, яка усунута винаходом. При заданій силі вітру і заданій масі вантажів отримується певне число обертів. Щоб його зменшити (при зростаючій силі вітру), потрібно збільшити масу вантажів. Але вантажі обертаються, до них важко підібратися. Суперечність усунено тим, що вантажам надана форма, яка утворює аеродинамічне гальмування, тобто вантажі виконані у вигляді крила з від'ємним кутом атаки. Загальна ідея очевидна: якщо потрібно змінювати масу рухомого тіла (а масу змінювати не можна згідно з певними міркуваннями), то тілу необхідно надати форму крила і, змінюючи нахил крила до напрямку руху, отримувати додаткову силу, яка направлена в потрібний бік.

## **9 Принцип попередньої анти дії**

Якщо за умовами задачі необхідно виконати якусь дію, потрібно заздалегідь виконати антидію.

*Приклад. Спосіб різання чашковим різцем, який обертається навколо своєї геометричної осі в процесі різання, відрізняється тим, що для запобігання виникненню вібрації чашковий різець попередньо навантажують зусиллям, близьким за величиною і направленими протилежно зусиллям, які виникають в процесі різання (а.с.536866).*

## **10 Принцип попередньої дії**

10.1 Заздалегідь виконати необхідну дію (повністю або хоча б частково).

10.2 Заздалегідь розмістити об'єкти так, щоб вони могли вступати в дію без затрат часу на доставку і з найбільш зручного місця.

*Приклад. Щоб швидко визначити фірму, яка випустила вибухівку, у США запропонували використовувати мітки із феромагнітних матеріалів. Склад міток відрізняється за температурою досягання точки Кюрі. Тепер після вибуху легко можна визначити, звідки взята вибухівка.*

## **11 Принцип «заздалегідь запропонованої подушки»**

Компенсувати відносно невисоку надійність об'єкта заздалегідь підготовленими аварійними засобами.

*Приклад. Спосіб обробки неорганічних матеріалів, наприклад, скловолокна, шляхом дії плазмового струменя відрізняється тим, що для збільшення механічної міцності на неорганічні матеріали попередньо наносять розчин або розплав солей лужних або лужноземельних матеріалів (а.с.522150). Заздалегідь наносить речовини, які заліковують мікро тріщини. Згідно з а.с.456594 на гулку дерева (до зрізання) ставлять кільце, яке стискає гілку. Дерево, почувавши «біль» направляє до цього місця живильні лікувальні речовини. Таким чином, ці речовини накопичуються до зрізання гілки, що сприяє за живленню після зрізання.*

## **12 Принцип еквіпотенційності**

Змінити умови праці так, щоб не приходилось піднімати чи опускати об'єкт.

*Приклад. Запропоновано пристрій, який виключає необхідність піднімання і опускання важкої прес форми. Пристрій виконано у вигляді прикріпленої до столу преса приставки з рольгангом (а.с.264679).*

## **13 Принцип «навпаки»**

13.1 Замість дії, яка диктується умовами задачі, виконати обернену дію.

13.2 Зробити рухому частину об'єкта із зовнішнього середовища нерухомою, а нерухому – рухомою.

13.3 Перевернути об'єкт «догори ногами», вивернути його.

*Приклад. При розгляді задачі про фільтр для пилу використовувалось а.с.156133: фільтр виготовлений із магнітів, між якими розміщений феромагнітний порошок. Через сім років з'явилося а.с.319325: електромагнітний фільтр для механічного очищення рідин і газів, який має джерело магнітного поля і фільтрувальний елемент із зернистого магнітного матеріалу, відрізняється тим, що для зниження питомої витрати електроенергії і збільшення продуктивності фільтруючий елемент розміщений навколо джерела магнітного поля і утворює зовнішній магнітний контур.*

#### **14 Принцип сфероїдальності**

14.1 Перейти від прямолінійних частин до криволінійних, від плоских поверхонь до сферичних, від частин, виконаних у вигляді куба або паралелепіпеда, до кулькових конструкцій.

14.2 Використовувати ролики, кульки, спіралі.

14.3 Перейти від прямолінійного руху до обертового, використовувати відцентрову силу.

*Приклад. Пристрій для зварювання труб у трубну решітку має електроди у вигляді кульок, що перекочуються.*

#### **15 Принцип динамічності**

15.1 Характеристики об'єкта (або зовнішнього середовища) повинні змінюватися так, щоб бути оптимальними на кожному етапі роботи.

15.2 Розділити об'єкт на частини, що здатні переміщуватися одна відносно іншої.

15.3 Якщо об'єкт в цілому нерухомий, зробити його рухомим, таким, що переміщується.

*Приклад. Спосіб автоматичного дугового зварювання стрічковим електродом відрізняється тим, що для широкого регулювання форми і розмірів зварної ванни електрод вигинають уздовж його твірної, надаючи йому криволінійної форми, яку міняють в процесі зварювання (а.с.258400).*

## **16 Принцип часткової або надмірної дії**

Якщо важко одержати 100% потрібного ефекту, необхідно отримати трохи менше або трохи більше. Задача при цьому може суттєво спроститися.

*Приклад. Спосіб дугового різання металу, в якому для різання «з гарантією» дугу вмикають на повну (надмірну) потужність.*

## **17 Принцип переходу в інші виміри**

17.1 Труднощі, пов'язані з рухом (або з розміщенням) об'єкта по лінії, усуваються, якщо об'єкт набуває можливості переміщуватися в двох вимірах (тобто на площині). Відповідно задачі, зв'язані з рухом (або розташуванням) об'єктів в одній площині, розв'язуються при переході в простір трьох вимірів.

17.2 Використати багатоповерхову компоновку замість одноповерхової.

17.3 Нахилити об'єкт або покласти його на бік.

17.4 Використати зворотню сторону даної площі.

17.5 Використати оптичні потоки, які падають на сусідню площу або на зворотню сторону наявної.

Прийом 17.1 можна об'єднати з прийомами 7 і 15.3. Отримується ланцюг, який характеризує загальну тенденцію розвитку технічних систем. Від точки до лінії, потім до площини, потім до об'єму і, нарешті, до сполучення багатьох об'єктів.

*Приклад. Спосіб збереження зимового запасу колод на воді шляхом установки їх на акваторії рейду відрізняється тим, що для збільшення питомої ємкості акваторії і зменшення об'єму промерзлої деревини колоди формують в пучки, ширина і висота яких в попередньому перерізі перевищує довжину колод, після чого сформовані пучки встановлюють у вертикальному положенні (а.с.236318).*

## **18 Використання механічних коливань**

18.1 Привести об'єкт в коливальний рух.

18.2 Якщо такий рух вже здійснюється, збільшити його частоту (аж до ультразвукової).

18.3 Використати резонансну частоту.

18.4 Застосувати замість механічних вібраторів п'єзовибратори.

18.5 використати ультразвукові коливання у поєднанні з електромагнітними полями.

*Приклад. Спосіб без тирсового різання деревини відрізняється тим, що для зменшення зусилля та впровадження інструмента в деревину різання здійснюють інструментом, частота пульсації якого близька власній частоті коливань перерізуваної деревини (а.с.307986).*

## **19 Принцип періодичної дії**

19.1 Перейти від неперервної дії до періодичної (імпульсної).

19.2 Якщо дія вже здійснюється періодично, змінити періодичність.

19.3 Використати паузи між імпульсами другої дії.

*Приклад. Спосіб автоматичного керування термічним циклом контактного крапкового зварювання, переважно деталей малих товщин, який базується на вимірах термічної електрорушійної сили, відрізняється тим, що для підвищення точності керування при зварюванні імпульсами підвищеної частоти виміряють термічну електрорушійну силу в паузах між імпульсами зварного струму (а.с.336120).*

## **20 Принцип неперервності корисної дії**

20.1 Вести роботу неперервно (всі частини об'єкта повинні весь час працювати з повним навантаженням).

20.2 Встановити холості і проміжні ходи.

*Приклад. Спосіб обробки отворів у вигляді двох перехрещених циліндрів, наприклад, гнізд сепараторів підшипників, відрізняється тим, що для підвищення продуктивності обробки її здійснюють свердлом (зенкером), різучі кромки якого дозволяють виконувати різання як при прямому, так і при зворотному ході інструмента (а.с.262582).*

## **21 Принцип проскоку**

Здійснювати процес, або окремі його етапи (наприклад, шкідливі або небезпечні) на великій швидкості.

*Приклад. Тонкостінну пластмасову трубу великого діаметра розсікають ножем так швидко, що вона не встигає деформуватися (патент ФРН №1134821).*

## **22 Принцип «перетворити шкоду на користь»**

22.1 Використати шкідливі фактори (зокрема шкідливу дію середовища) для одержання позитивного ефекту.

22.2 усунути шкідливий фактор за рахунок сполучення з іншими шкідливими факторами.

22.3 Підсилити шкідливий фактор до такого рівня, щоб перестав бути шкідливим.

*Приклад. Спосіб відновлення сипучості змерзлих насипних матеріалів відрізняється тим, що для прискорення процесу відновлення сипучості матеріалів і зниження трудомісткості змерзлий матеріал піддають дії наднизьких температур (а.с.409938).*

## **23 Принцип зворотного зв'язку**

23.1 Ввести зворотний зв'язок

*Приклад. Спосіб автоматичного регулювання температурного режиму випалювання сульфідних матеріалів у киплячому шарі шляхом зміни потоку навантаженого матеріалу у функції температури відрізняється тим, що для підвищення динамічної точності підтримання заданого значення температури подачу матеріалу змінюють в залежності від зміни вмісту сірчаного газу у відхідних газах (а.с.302382).*

## **24 Принцип «посередника»**

24.1 Використати проміжний об'єкт, який переносить або передає дію.

24.2 Тимчасово приєднати до об'єкта інший (який легко видаляється) об'єкт.

*Приклад. Спосіб тарування приладів для вимірювання динамічних напруг в густих середовищах при статичному навантаженні зразка середовища із закладеним всередині нього приладом відрізняється тим, що для підвищення точності тарування зразок навантажують через крихкий проміжний елемент (а.с.354135).*

## **25 Принцип самообслуговування**

25.1. Об'єкт повинен сам себе обслуговувати, виконуючи допоміжні і ремонтні операції.

25.2 Використати відходи (енергії, речовини).

*Приклад. В електрозварювальному пістолеті зварювальний дріт подає спеціальний пристрій. Запропоновано використовувати для подачі дроту соленоїд, який працює від зварювального струму.*

## **26 Принцип копіювання**

26.1 Замінити об'єкт або систему об'єктів їх оптичними копіями (відображеннями). Використовувати при цьому зміни масштабу (збільшити або зменшити копії).

26.2 Якщо використовуються видимі оптичні копії, перейти до копій інфрачервоних або ультрафіолетових.

*Приклад. Для дослідження теплових явищ в твердих, рідких і газоподібних середовищах використовують фотознімки нагрітого або середовища, відзняті на негативну плівку, або пластини, чутливі до інфрачервоних променів (а.с.947734).*

## **27 «Дешева» недовговічність замість «дорогої» довговічності**

Замінити дорогий об'єкт набором дешевих об'єктів, поступившись при цьому деякими якостями (наприклад довговічність).

*Приклад. Шприц-тьюбик, призначений для одноразового використання (а.с.169757).*

## **28 Заміна механічної схеми**

28.1 Замінити механічну схему оптичною, акустичною або «запаховою».



28.2 Використовувати електричні, магнітні поля для взаємодії з об'єктом.

28.3 Перейти від нерухомих полів до рухомих, від фіксованих до змінних у часі, від не структурних до тих, що мають певну структуру.

28.4 Використовувати поля в поєднанні з феромагнітними частинами.

*Приклад. Спосіб нанесення металевого покриття на термопластичні матеріали шляхом контакту з порошком металу, нагрітого до температури, яка перевищує температуру плавлення термопласти, відрізняється тим, що для підвищення міцності зчеплення з основою і його щільності процес здійснюється в електромагнітному полі (а.с.445712).*

## **29 Використання пневмо-і гідроконструкцій**

Замість твердих частин об'єкта використати газоподібні і рідкі частини: надувні і гідро наповнювані, повітряну подушку, гідростатичні і гідрореактивні.

*Приклад. Для з'єднання гребного вала корабля зі маточиною гвинта у валі виконано паз, в якому розміщена еластична порожня ємкість (вузький «повітряний мішок»). Якщо в цю ємкість подати стиснуте повітря, вона роздується і притисне маточину до вала (а.с.313741). Як правило, в таких випадках використовували металічний з'єднувальний елемент, але з'єднання з «повітряним мішком» простіше виготовити: не потрібна точна підгонка спряжений поверхонь. Крім цього, таке з'єднання згладжує ударні навантаження. Цікаво порівняти цей винахід із опублікованим пізніше винаходом за а.с.445611 на контейнер транспортування крихких виробів (наприклад, дренажних труб): в контейнері є надувна оболонка, яка притискує вироби і не дає їм битися при перевезенні. Різні галузі техніки, але задачі і розв'язки абсолютно ідентичні. Згідно з а.с.249583 надувний елемент працює в захваті підйомного крана, відповідно до а.с.409875 притискує крихкі вироби в пристрої для розпилювання. Подібних винаходів дуже багато.*

*«Повітряний мішок», який притискує одну деталь до іншої, типовий реполь, в якому «мішок» грає роль механічного поля. Відповідно до загальних*

*правил розвитку репольних систем слід чекати переходу до фенольної системи. Такий перехід дійсно відбувається: в а.с.534351 запропоновано всередину «повітряного мішка» ввести феромагнітний порошок, а для підсилення притискання використати магнітне поле.*

### **30 Використання гнучких оболонок і тонких плівок**

30.1. Замість звичайних конструкцій використати гнучкі оболонки.

30.2. Ізолювати об'єкт від зовнішнього середовища за допомогою гнучких оболонок і тонких плівок.

*Приклад. Система випарювального охолодження електричних машин відрізняється тим, що для виключення необхідності підведення холодоагенту до машини активні частини і окремі конструктивні елементи виготовлені з пористих матеріалів, наприклад, пористих порошкових сталей, насичених рідким холодоагентом, який при роботі машини випаровується і таким чином забезпечує короткочасне інтенсивне і рівномірне її охолодження (а.с.187135).*

### **32 Принцип зміни забарвлення**

32.1 Змінити забарвлення об'єкта або зовнішнього середовища.

32.2 Змінити ступінь прозорості об'єкта або зовнішнього середовища.

32.3 Для нагляду за погано видимими об'єктами або процесами використати забарвлюючі добавки.

32.4 Якщо такі добавки вже використовувались, застосувати люмінофори.

*Приклад. Патент США №3425412: прозора пов'язка, яка дозволяє спостерігати рану, не змінюючи пов'язки.*

### **33 Принцип однорідності**

Об'єкти, які взаємодіють з даним об'єктом, повинні бути виготовлені із того ж матеріалу (або близького йому за властивостями).

*Приклад. Спосіб одержання постійної ливарної форми методом лиття шляхом утворення в ній робочої порожнини згідно з еталоном відрізня-*

*ється тим, що для компенсації усадки виробу, отриманого в цій формі, еталон, форму і виріб виготовляють із однакового матеріалу (а.с.456679).*

### **34 Принцип відкидання і регенерації частин**

34.1 Частина об'єкта, яка виконала своє призначення або стала непотрібною, повинна бути відкинута (розчинена, випарена і т. д.) або видозмінена безпосередньо в ході роботи.

34.2 Витратні частини об'єкта повинні бути відновлені безпосередньо в ході роботи.

*Приклад. Спосіб дослідження високотемпературних зон , переважно зварювальних процесів, при якому в зону дослідження вводять зонд-світловод, відрізняється тим, що для поліпшення можливості дослідження високотемпературних зон при дуговому і електрошлаковому зварюванні використовують плавкий зонд-світловод, який безперервно подають в досліджувану зону із швидкістю меншою за швидкість його плавлення (а.с.433397).*

### **35 Зміна агрегатного стану об'єкта**

Сюди входять не тільки прості переходи, наприклад, від твердого до рідкого, але і переходи до «псевдо станів» («псевдо рідина») і проміжних станів (наприклад, використання еластичних твердих тіл).

*Приклад. Патент ФРН №1291210: ділянку гальмування для посадочної смуги виконано у вигляді ванни, заповненої в'язкою рідиною, на якій розміщений товстий шар еластичного матеріалу.*

### **36 Застосування фазових переходів**

Використати явища, які виникають при фазових переходах, наприклад, зміна об'єму, виділення або поглинання теплоти і т. д.

*Приклад. Заглушка для герметизації трубопроводу і горловини з різною формою перерізу відрізняється тим, що для уніфікації і спрощення конструкції вона виконана у вигляді склянки, в яку заливається легкоплавкий метали-*

*чний сплав, що розширюється при твердінні і забезпечує герметичність з'єднання (а.с.319806).*

### **37 Застосування теплового розширення**

37.1 Використати теплове розширення (або стискання) матеріалів.

37.2 Застосувати декілька матеріалів з різними коефіцієнтами теплового розширення.

*Приклад. В а.с.463428 запропоновано дах парників виготовляти із шарнірно закріплених пустотілих труб, всередині яких знаходиться рідина, що легко розширюється. При зміні температури змінюється центр ваги труб, завдяки чому труби самі піднімаються і опускаються. Можна використати і біметалеві пластини, закріплені на даху парника.*

### **38 Застосування сильних окислювачів**

38.1 Замінити звичайне повітря збагаченим.

38.2 Замінити збагачене повітря киснем.

38.3 Подіяти на повітря або кисень іонізованим випромінюванням.

38.4 Використати озоновий кисень.

38.5 Замінити озоновий (або іонізований) кисень озоном.

*Приклад. Спосіб одержання плівок фериту шляхом хімічних газотранспортних реакцій в окислювальному середовищі відрізняється тим, що для інтенсифікації окислення і збільшення однорідності плівок процес здійснюється в середовищі озону (а.с.261859).*

### **39 Застосування інертного середовища**

39.1 Замінити звичайне середовище інертним.

39.2 Вести процес у вакуумі. Цей прийом можна вважати антиподом попереднього.

*Приклад. Спосіб запобігання загоранню бавовни в сховищі відрізняється тим, що для підвищення надійності зберігання її піддають обробці інертним газом в процесі транспортування до місця зберігання (а.с.270171).*

### **40 Застосування композиційних матеріалів**

Перейти від однорідних матеріалів до композиційних.

*Приклад. Середовище для охолодження матеріалу при термічній обробці відрізняється тим, що для забезпечення заданої швидкості охолодження воно складається із розчину газу і рідини (а.с.187060).*

Всі прийоми можуть утворювати пари «прийом-антиприйом». Такі здвоєні прийоми краще пристосовані до усунення суперечностей, ніж одиночні. Чим значніший винахід, тим складніше сполучення прийомів, використаних в цьому винаході.

Сполучення прийому 10 (принцип попередньої дії) і прийому 16 (принцип часткового виконання) отримало назву – принцип чутливості [5].

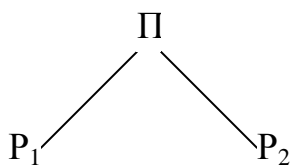
## **7 ПРИНЦИП РЕПОЛЬНОГО АНАЛІЗУ**

### **7.1 Реполь – мінімальна технічна система**

Одним із найефективніших методів пізнання навколишньої дійсності є моделювання, тобто заміна реального об'єкту його моделлю – ідеалізованою системою, що в якихось своїх рисах відображає особливості реальної. З моделями значно простіше працювати, а результати, отримані на моделях, потім можна переносити на реальний об'єкт.

В ТРВЗ для дослідження технічних систем використовують їх структурні моделі, які отримали назву «реполь».

*Реполь* (від слів речовина і поле) – це мінімальна працююча технічна система, яка включає виріб, інструмент (два матеріальних об'єкти) і енергію їх взаємодії (в ТРВЗ її називають «полем»). Така модель має графічне зображення, яке виглядає таким чином:



За допомогою одного або декількох реполів можна отримати модель будь-якої технічної системи. В ній нічого зайвого, не властивого проблемі,

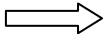
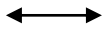
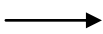
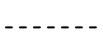
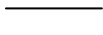

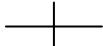

що вивчається, завдяки чому легше виявити недоліки, «хвороби» технічної системи, які пов'язані, як правило, з порушенням певних закономірностей побудови.

Для того, щоб оперувати з ре полем при розв'язуванні винахідницьких задач, необхідно мати на увазі, що в ТРВЗ під «речовиною ( $P$ )» умовно розуміють будь-які об'єкти незалежно від ступеня їх важливості – від гайки й шплінта до космічного корабля. Наприклад, розглядаючи прання білизни, за «речовину» приймають білизну  $P_1$ , за другу – воду  $P_2$ , або при обробці деталі на токарному верстаті – одна «речовина»  $P_1$  – деталь, друга  $P_2$  – різець. Поняття «поле ( $\Pi$ )» включає, відміну від фізики, не тільки поля електромагнітні, гравітаційні, слабких і сильних взаємодій, але й інші види взаємодії між речовинами, наприклад, хімічну, яка діє при пранні білизни, або механічну, яка діє при обробці деталі на токарному верстаті різцем і т. д.

Отже, дві речовини й можуть бути різноманітними, але вони необхідні й достатні для утворення мінімальної технічної системи, яка отримала назву «реполь».

Коли потрібно показати взаємні зв'язки між  $P_1$ ,  $P_2$  та  $\Pi$ , будують так звану репольну формулу (модель), в якій використовують такі умовні позначення:

В репольних формулах речовини потрібно записувати в рядок, а поля зверху і знизу, що дозволяє наочно показати дію декількох полів на одну і ту ж речовину. Репольні перетворення підказують, що потрібно ввести в систему, яка проектується, щоб вона запрацювала: Речовину, поле або те чи інше. Але вони не конкретизують, які саме речовини й поля потрібно вводити. ТРВЗ рекомендує в таких випадках починати перебір з полів, бо їх набагато менше, ніж речовин.

-  - перехід від умов задачі (дано) до результату отримано;
-  - взаємодія речовини одна з одною;
-  - дія одного компонента на інший;
-  - дія чи взаємодія, яку необхідно ввести за умовою задачі;
-  - дія чи взаємодія в загальному вигляді, без конкретизації (зв'язок);
-  - незадовільна дія (або взаємодія), яка за умовою задачі повинна бути змінена;
-  - руйнування зв'язку;
-  - реполь у загальному вигляді;
- $\Pi_1$  і  $\Pi_2$  - різні поля;
- $\Pi'$  і  $\Pi''$  - поля на вході та виході.

А для того, щоб не діяти наосліп при переборі, можна скористатися деяким порядком, зашифрованим у вигляді аббревіатури ГМАТХЕМ. Аббревіатура утворена з перших літер назв найбільш вживаних полів:

Г – гравітаційне поле (гравітаційні сили);

М – механічне поле (взаємодія). Його прояви надзвичайно різноманітні: прості механічні зусилля в різних напрямках, тиск (підвищення чи скидання), інерційні, відцентровані сили, вібрація, удари тощо;

А – акустичне поле. Воно продовжує перелік дій механічного поля: коливання звукові, ультразвукові та інфразвукові, стоячі хвилі, резонансні коливання тощо;

Т – теплове поле (нагрівання чи охолодження);

Х – хімічне поле (використання різних хімічних реакцій);

Е – електричне поле (електростатичне, поле електричного струму – змінного чи постійного);

М – магнітне поле (поле постійних магнітів, постійного чи змінного електричного струму).

Поля сильних та слабких ядерних взаємодій сьогодні у винахідництві практично не застосовуються.

Порядок перебору полів, заданий словом «ГМАТХЕМ», не випадковий, а відображає виявлену на базі вивчення історії техніки послідовність розвитку технічних систем у напрямку переходу від простих, часто використовуваних, але менш ефективних механічних взаємодій до найбільш ефективних електромагнітних полів. Друга тенденція – перехід від постійних, незмінних полів до перемінних, імпульсних. Ефективне й спільне використання декількох полів, особливо комбінації сусідніх в аббревіатурі ГМАТХЕМ: теплового і хімічного, хімічного і електричного, електричного і магнітного. Ці моменти необхідно враховувати при формуванні реполів.

Репольний аналіз у ТРВЗ виконує дві важливі функції. По-перше, це мова конструювання і перетворення моделей технічних систем, на якій «написані» стандарти на розв'язування винахідницьких задач. По-друге, він є і самостійним інструментом для їх вирішення: правила репольного аналізу дозволяють впевнено розв'язувати багато задач 2-3 рівня. Разом з тим репольний аналіз не дозволяє повністю виключити перебір варіантів. При розв'язанні задачі за правилами репольного аналізу перебирають поля, використовуючи аббревіатуру ГМАТХЕМ. Але репольний аналіз дозволяє різко зменшити кількість перебраних варіантів. Наприклад для розв'язування задач вищих рівнів методом спроб та помилок потрібно перевірити від кількох сотень до кількох тисяч варіантів, в той час як полів, що використовують у винахідництві не більше десятка, а це означає, що цей інструмент дозволяє перетворити задачу високого рівня у штучну задачу першого рівня, для якої перебір допускається.



## 7.2 Основні правила репольного аналізу

Представлення технічних систем у вигляді трикутних реполів аналогічно представленню трикутника в геометрії. Трикутник – мінімальна геометрична фігура. Будь-яку складну фігуру (квадрат, ромб, чотирикутник і т. д.) можна звести до суми трикутників. Саме тому вивчення властивостей трикутника виділено окрему науку – тригонометрію.

Реполь – система з трьох елементів  $P_1$ ,  $P_2$  і  $\Pi$  – грає в техніці таку ж фундаментальну роль, яку трикутник грає в геометрії. Знаючи декілька правил і маючи таблиці тригонометричних функцій, можна легко розв'язувати задачі, які без цього вимагали б копітких вимірювань і обчислень.

Так само, знаючи правила побудови й перетворення реполів, можна легко розв'язувати багато винахідницьких задач [3].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов. Радио, 1979. – 176 с.
2. Чус А.В., Данченко В.Н. Основы технического творчества. Учебное пособие. – Киев – Донецк: Вища школа. Головное издательство, 1983. – 184 с.
3. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. – М.: Моск. Рабочий, 1973. – 296 с.
4. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Филатов В.И. Профессия-поиск нового.- Кишинев: Картя Молдовеняска, 1985. – 196 с.
5. Теплицкий А.Х. Молодым новаторам об изобретательстве и рационализации. – 2-е изд., испр. И доп. – К.: Техника, 1987. – 105 с.
6. Косіюк М.М., Черменський Г.П. Основи науково-технічної творчості. - Хмельницький: Поділля, 1998. – 416 с.
7. Практикум з курсу «Основи науково-технічної творчості» /М.М. Косіюк, Г.П. Черменський. – Хмельницький: Поділля, 1998. – 280 с.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	3
<b>1 НАУКОВА І ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ</b> .....	5
1.1 Підхід до пошуку нових технічних рішень .....	5
1.2 Рівні творчої діяльності .....	6
1.3 Метод проб та помилок.....	8
1.4 Психологічна активізація творчості .....	9
1.4.1 Психологічні особливості науково-технічної творчості.....	9
1.5 Психологічна інерція.....	11
1.6 Творча уява, фантазія, абстрактне і логічне .....	12
мислення .....	12
1.6.1 Інверсія.....	13
1.6.2 Аналогія .....	13
1.6.3 Емпатія .....	14
<b>2 МЕТОДИ ПОШУКУ НОВИХ ТВОРЧИХ РІШЕНЬ</b> .....	14
2.1 Евристика та її сутність.....	14
2.2 Метод контрольних запитань.....	15
2.3 Мозковий штурм .....	17
2.4 Синектика.....	19
2.5 Морфологічний аналіз .....	22
<b>3 АСОЦІАТИВНІ МЕТОДИ ПОШУКУ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ</b>	
<b>РІШЕНЬ</b> .....	24
<b>4 ІНТЕНСИВНІ МЕТОДИ ПОШУКУ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ</b>	
<b>РІШЕНЬ</b> .....	26
<b>ТРВЗ І АРВЗ</b> .....	26
4.1 Концепція методів активізації творчості .....	26
4.2 Теоретична основа ТРВЗ .....	28
4.3 Рекомендації для оволодіння ТРВЗ .....	30
<b>5 СТАНДАРТИ НА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВІНАХІДНИЦЬКИХ</b>	
<b>ЗАДАЧ</b> .....	32
5.1 Система стандартів.....	32
<b>6 ПРИЙОМИ УСУНЕННЯ ТЕХНІЧНИХ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ</b> .....	33
<b>7 ПРИНЦИП РЕПОЛЬНОГО АНАЛІЗУ</b> .....	47
7.1 Реполь – мінімальна технічна система .....	47
7.2 Основні правила репольного аналізу .....	51
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	52