

Лекція 5 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 одну типову секцію. 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 «матр'юшка» 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 повітроводу, 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 усунуто 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 наносять 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 нерухою, а нерухому – рухою.

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 сферіодальності

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'єзовібратори.

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), ріжучі 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 по-

току навантажуваного 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: непотрібна 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 перевезені. 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 розпилування. 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 відрізняється тим, що для компенсації усадки виробу, отриманого в цій формі, етalon, 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 металічний 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 здвоені 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.