

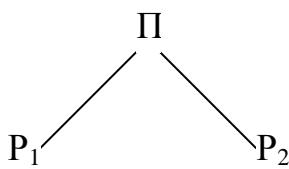
## Лекція 6 ПРИНЦИП РЕПОЛЬНОГО АНАЛІЗУ

### 6.1 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:



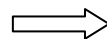
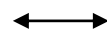
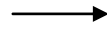
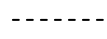
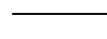

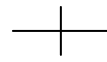
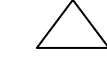
За допомогою одного або декількох реполів можна отримати модель будь-якої технічної системи. В ній нічого зайвого, не властивого проблемі, що вивчається, завдяки чому легше виявити недоліки, «хвороби» технічної системи, які пов'язані, як правило, з порушенням певних закономірностей побудови.

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 шпінта 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 (*П*)» 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:

-  - 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.

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.

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», невипадковий, 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.

## **6.2 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.