

ARIZ có riêng một số thủ pháp đặc biệt giúp con người vượt qua được sức ì tâm lý, giải phóng tư duy ra khỏi lối mòn quen thuộc cũng như những hình dung cũ kỹ và cứng nhắc về đối tượng. Điều này hết sức quan trọng vì nhiều khi đứng trước một bài toán, tính ì làm cho tư duy chúng ta cứ bị quẩn quanh ở những phương án tầm thường, không làm sao đến được những lời giải bất ngờ, táo bạo.

Trong quá trình xây dựng ARIZ, Ansule và các đồng nghiệp của ông đã tiến hành phân tích hàng chục nghìn sáng chế chọn lọc từ mức ba trở lên, xem xét mâu thuẫn kỹ thuật, mâu thuẫn lý học chứa trong đó và cách khử chúng. Kết quả, hiện nay ARIZ đã bao gồm 40 thuật sáng chế cơ bản và bảng hướng dẫn cách sử dụng các thuật sáng chế đó. Đây là một trong những công cụ rất đặc lực cho các nhà sáng chế.

Có thể nói ARIZ giúp cho người giải sử dụng được kinh nghiệm của nhiều thế hệ các nhà sáng chế. Và điều quan trọng hơn là người giải nhìn thấy thực chất của từng sáng chế — từ cốt lõi vấn đề mà rút ra kinh nghiệm. Bởi vì thông thường, kinh nghiệm của nhà sáng chế thường dựa vào sự tương tự bề ngoài: bài toán mới này tựa tựa giống bài toán cũ kia, nên lời giải chắc là cũng phải giống nhau. Với ARIZ, người giải nhìn được sâu hơn nhiều: bài toán mới chứa mâu thuẫn lý học như thế này, vì vậy có thể sử dụng cách giải của bài toán cũ — bài toán mà bề ngoài hoàn toàn không giống bài toán mới, nhưng cũng có mâu thuẫn lý học kiểu như thế.

Dưới đây sẽ giới thiệu ARIZ kèm theo hai ví dụ áp dụng trực tiếp. Phần giải thích và hướng dẫn sẽ trình bày sau.

PHẦN HAI

ANGÔRIT SÁNG CHẾ (ARIZ)

I. CHỌN BÀI TOÁN

1.1. Xác định mục đích cuối cùng của bài toán

- Cần phải thay đổi đặc trưng nào của đối tượng?
- Những đặc trưng nào của đối tượng rõ ràng không được thay đổi?
- Những phí tổn nào sẽ giảm đi nếu giải được bài toán?
- Chi phí cho phép khoảng bao nhiêu?
- Chi tiêu kinh tế — kỹ thuật nào của đối tượng cần được gia tăng?

1.2. Kiểm tra cách giải theo đường vòng (gián tiếp)

Giả sử bài toán đã cho về nguyên tắc không giải được. Khi đó cần giải bài toán nào khác để nhận được kết quả đòi hỏi?

- Phát biểu lại bài toán ở mức hệ trên — hệ kỹ thuật phức hợp hơn trong đó hệ đã cho chỉ là một thành phần.
- Phát biểu lại bài toán ở mức hệ dưới — hệ kỹ thuật nhỏ hơn chứa trong hệ đã cho.
- Phát biểu lại bài toán ở ba mức (hệ trên, hệ, hệ dưới).

Thay tác động (hay tính chất) đòi hỏi bằng tác động (tính chất) ngược lại.

1.3. Xác định xem bài toán nào hợp lý hơn — bài toán đã cho hay một trong những bài toán vòng. Tiến hành lựa chọn

Chú dẫn. Khi lựa chọn cần tính đến những yếu tố khách quan (hệ kỹ thuật đã cho còn khả năng phát triển nhiều không) cũng như những yếu tố chủ quan (phương hướng của xí nghiệp yêu cầu giải bài toán nào) — bài toán lớn nhất hay bài toán nhỏ nhất).

1.4. Xác định các chỉ số yêu cầu về định lượng

1.5. Nếu tính cả thời gian cần thiết để thực hiện sáng chế thì phải tăng các chỉ số đó lên bao nhiêu?

1.6. Chính xác hóa các yêu cầu nảy sinh do những điều kiện cụ thể trong đó dự định sẽ thực hiện sáng chế

a. Chú ý đến những đặc điểm khi áp dụng sáng chế, mức độ phức tạp cho phép của lời giải.

b. Chú ý đến quy mô áp dụng theo dự kiến.

1.7. Sử dụng các tài liệu sáng chế để chính xác hóa bài toán

a. Theo các tài liệu sáng chế, những bài toán gần với bài toán đã cho được giải như thế nào?

b. Những bài toán giống bài toán đã cho trong ngành kỹ thuật tiên tiến được giải như thế nào?

c. Bài toán ngược với bài toán đã cho được giải như thế nào?

1.8. Áp dụng thuật RVX (1)

a. Trường tượng giảm kích thước của đối tượng tới không. Khi đó bài toán được giải như thế nào?

(1). Viết tắt theo chữ cái Nga: (kích thước, thời gian, giá thành). (B.T.)

b. Trường tượng tăng kích thước của đối tượng tới ∞ . Khi đó bài toán được giải như thế nào?

c. Trường tượng giảm thời gian của quá trình (hoặc vận tốc chuyển động của đối tượng) tới không. Khi đó bài toán được giải như thế nào?

d. Trường tượng tăng thời gian của quá trình (hoặc vận tốc chuyển động của đối tượng) tới ∞ . Khi đó bài toán được giải như thế nào?

e. Trường tượng giảm giá thành (chi phí cho phép) tới không. Khi đó bài toán được giải như thế nào?

f. Trường tượng tăng giá thành (chi phí cho phép) tới ∞ . Khi đó bài toán được giải như thế nào?

Ví dụ 1. Để thử sức bền vật liệu trong điều kiện nhiệt độ cao và môi trường ăn mòn, người ta sử dụng một hộp kim loại rất vững chắc. Treo vật nặng vào một đầu dây (hoặc thanh) vật liệu gắn bên trong hộp, cho đầy các chất ăn mòn vào, đóng kín hộp lại và tăng nhiệt độ lên. Khối lượng của vật treo — khoảng 0,02 kg đến 2 kg.

Khó khăn chủ yếu ở đây là làm thế nào xác định được thời điểm mẫu vật liệu đứt (vật treo rơi), mặc dù chỉ cần chính xác tới đơn vị phút (quá trình thử có khi kéo dài nhiều ngày). Vì trong hộp là môi trường ăn mòn rất mạnh, nhiệt độ lại cao nên không thể bố trí ở đó các thiết bị phát tín hiệu cũng như không thể làm bất cứ lỗ hổng nào qua thành hộp.

Hãy tìm phương pháp thật đơn giản và đảm bảo để từ bên ngoài xác định được thời điểm dây đứt (các máy ghi tiếng động khi vật treo rơi không dùng được vì phức tạp và không đảm bảo). Để rõ hơn, có thể coi kích thước của hộp là $0,4 \times 0,3 \times 0,3$ m, thành sắt của hộp dày 10mm.

Ví dụ 2. Trong công nghiệp mỏ, bùn quặng (hỗn hợp quặng với nước) được vận chuyển theo đường ống. Người ta điều chỉnh dòng chảy bùn quặng bằng cách thay đổi thiết diện ngang của ống: làm các van chặn bằng kim loại ở những vị trí định trước. Nhưng các van không chịu được bao lâu, vì dòng bùn quặng chuyển động có tác dụng mài mòn rất mạnh.

Người ta cũng đã sử dụng một loại van chặn khác — bơm không khí nén vào các khoảng cao su, thể tích của khoang thay đổi sẽ làm thiết diện ngang của ống thay đổi. Nhưng cao su (và các vật liệu dẻo khác) cũng bị các hạt quặng mài mòn rất nhanh.

Cần tìm phương pháp điều chỉnh thiết diện ngang của ống khác phục được khó khăn trên.

II. XÂY DỰNG MÔ HÌNH BÀI TOÁN

2.1. Trình bày điều kiện bài toán, không dùng các thuật ngữ chuyên môn, không nêu rõ cái gì cần phải tìm thấy hoặc tạo ra, bằng hai câu dạng sau đây:

- Cho hệ thống gồm (chỉ ra các thành phần)
- Thành phần (chỉ ra) trong điều kiện (chỉ ra) gây, nên hiệu quả không như ý (chỉ ra).

Ví dụ 1: Cho hệ thống: hộp — mẫu vật liệu (dây, thanh) — vật treo — môi trường ăn mòn. Khó xác định thời điểm mẫu vật liệu đứt (vật treo rơi).

2 — Cho ống dẫn trong có nước lẫn các hạt quặng sắt chuyển động, và van chặn. Các hạt quặng trong khi chuyển động mài mòn van chặn.

2.2 Chọn ra cặp hai thành phần xung đột nhau
Nếu trong điều kiện bài toán chỉ có một thành phần hoặc không có cặp thành phần nào xung đột, chuyển tới bước 3.1.

Quy tắc 1. Trong cặp thành phần xung đột nhất thiết phải có một cái là sản phẩm.

Quy tắc 2. Thành phần thứ hai (công cụ hoặc sản phẩm khác) của cặp phải là thành phần trực tiếp tương tác với sản phẩm.

Quy tắc 3. Nếu theo điều kiện bài toán một trong hai thành phần (công cụ) có thể có hai trạng thái, cần chọn trạng thái nào đảm bảo thực hiện tốt hơn quá trình sản xuất chủ yếu (chức năng cơ bản của hệ kỹ thuật cho trong bài toán).

Quy tắc 3' (1). Nếu hệ kỹ thuật cho trong bài toán gồm ba thành phần S_1 , S_2 (các sản phẩm) và C (công cụ), C có thể ở một trong hai trạng thái C_1 , C_2 , nhưng mỗi cặp $S_1 - C_1$, $S_2 - C_2$ đều không xung đột, và mâu thuẫn chỉ nảy sinh giữa hai cặp này, thì áp dụng quy tắc 3 để lấy cặp xung đột là một trong hai cặp $S_1 - C_2$ hoặc $S_2 - C_1$.

Quy tắc 4. Nếu trong bài toán có nhiều cặp thành phần đồng loại tương tác với nhau (A_1, A_2, \dots và B_1, B_2, \dots), chỉ cần chọn một cặp (A_1 và B_1).

Ví dụ 1. Sản phẩm — mẫu vật liệu có treo một vật. Công cụ trực tiếp tương tác với sản phẩm — hộp.

2. Sản phẩm — các hạt quặng sắt. Công cụ trực tiếp tương tác với sản phẩm — van chặn.

(1) Sở dĩ gọi là Quy tắc 3' (mà không gọi là Quy tắc 4) vì nó chính là trường hợp riêng (nhưng hay gặp trên thực tế) vận dụng Quy tắc 3.

2.3. Phát biểu hai tương tác (hoạt động, tính chất) của các thành phần trong cặp xung đột: một đã có và một cần có: một hữu ích và một gây hại

Ví dụ 1. Hộp giữ được các điều kiện cần thiết cho quá trình thừ (môi trường ẩm mền, nhiệt độ...)

2. Hộp không phát được tín hiệu khi mẫu vật liệu dứt (vật treo rơi).

1— Van chặn điều chỉnh được dòng chảy.

2— Van chắc bị các hạt quặng mài mòn.

2.4. Phát biểu mô hình bài toán theo mẫu: chỉ ra cặp thành phần xung đột và mâu thuẫn kỹ thuật

Ví dụ 1. Cho hộp với mẫu vật liệu có treo một vật. Hộp giữ được các điều kiện cho quá trình thừ nhưng không phát được tín hiệu khi mẫu vật liệu dứt (vật treo rơi).

2. Cho van chặn và các hạt quặng chuyển động. Van chặn điều chỉnh được dòng chảy nhưng bị các hạt quặng mài mòn.

III. PHÂN TÍCH MÔ HÌNH BÀI TOÁN

3.1. Trong các thành phần tham gia vào mô hình bài toán, chọn ra thành phần nào dễ biến đổi, thay thế, v.v...

Quy tắc 5. Các đối tượng kỹ thuật dễ thay đổi hơn các đối tượng tự nhiên.

Quy tắc 6. Công cụ dễ thay đổi hơn sản phẩm.

Quy tắc 7. Thành phần bất động dễ thay đổi hơn thành phần chuyển động.

Quy tắc 8. Nếu trong hệ thống không có các thành phần dễ thay đổi, hãy chọn «môi trường bên ngoài».

Ví dụ 1: Theo các quy tắc 6 và 7, thành phần dễ thay đổi hơn là hộp.

2. Van chặn (cũng với lý do như ở ví dụ 1).

3.2. Phát biểu kết quả cuối cùng lý tưởng (IKR) (1) theo mẫu

Thành phần (chỉ ra thành phần chọn ở bước 3.1) tự nó khắc phục được (chỉ ra hoạt động có hại, không như ý) và vẫn giữ được khả năng thực hiện (chỉ ra tác động hữu ích, vốn có).

Quy tắc 9: Trong phát biểu IKR, nhất thiết phải có từ «tự nó».

Ví dụ 1. Hộp tự nó phát ra tín hiệu khi mẫu vật liệu dứt (vật treo rơi) mà vẫn đảm bảo được các điều kiện cho quá trình thừ.

2. Van chặn tự nó điều chỉnh được dòng chảy mà không bị các hạt quặng mài mòn.

3.3. Trong đối tượng đã chọn ở 3.1. phần nào (bộ phận nào) không thực hiện được IKR? Đánh dấu (tô màu, gạch chéo...) phần này trên hình vẽ

Quy tắc 10. Hình vẽ có thể chỉ là ước lệ, miễn sao phản ánh được IKR. Trên hình vẽ phải có đủ các thành phần nêu ở 2.2, kể cả môi trường bên ngoài nếu nó được chọn ở 3.1.

Ví dụ 1. Thành hộp (chính xác hơn nữa — mặt ngoài thành hộp).

2. Phần van chặn trực tiếp tiếp xúc với các hạt quặng (Bạn đọc tự vẽ hình).

(1) Viết tắt theo chữ cái Nga: (kết quả lý tưởng cuối cùng).

3.4. Phát biểu các yêu cầu lý học mâu thuẫn nhau đối với phần đối tượng đã chỉ ở 3.2

a) Đề thực hiện (chỉ ra hoạt động hữu ích hoặc cần duy trì) phần này phải (chỉ ra trạng thái lý học : được đốt nóng, di động, tích điện...)

b) Đề khắc phục (chỉ ra hoạt động có hại hoặc cần đưa thêm vào) phần này phải (chỉ ra trạng thái lý học : được làm lạnh, bất động, không tích điện...)

Quy tắc 11. Các trạng thái lý học chỉ ra ở 3.4a và 3.4b phải mâu thuẫn nhau.

Ví dụ a) Đề giữ được các điều kiện cho quá trình thử, thành hộp phải cố định và bất động.

b) Đề phát ra tín hiệu về sự rơi của vật treo, thành (đáy) hộp phải thay đổi, tự di động.

c) Đề điều chỉnh dòng chảy, phần van chắn này phải có mặt.

d) Đề khỏi bị mài mòn, phần này phải vắng mặt.

3.5. Phát biểu mâu thuẫn lý học

a) Dạng đầy đủ : (chỉ ra phần đối tượng nêu ở 3.3) phải (chỉ ra trạng thái nêu ở 3.4a) đề thực hiện (chỉ ra công việc nêu ở IKR) và phải (chỉ ra trạng thái nêu ở 3.4b) đề đảm bảo (chỉ ra các điều kiện, hạn chế, yêu cầu ở 3.4 b).

b) Dạng ngắn gọn : (chỉ ra phần đối tượng nêu ở 3.3) phải (chỉ ra trạng thái nêu ở 3.4a) và phải (chỉ ra trạng thái nêu ở 3.4b)

Ví dụ. a) Thành (đáy) hộp phải cố định, không di động để giữ các điều kiện cho quá trình thử, và phải thay đổi, di động để phát ra tín hiệu về sự rơi của vật treo.

b) Thành (đáy) hộp phải di động và phải không di động.

a) Phần van chắn này phải có mặt để điều chỉnh dòng chảy, và phải vắng mặt để khỏi bị mài mòn.

b) Phần van chắn này phải có mặt và phải vắng mặt.

IV. KHU MÂU THUẦN LÝ HỌC

4.1. Xét các phép biến đổi lý học đối với phần đối tượng nêu ở 3.4

a) Phân chia các tính chất đối lập trong không gian.

b) Phân chia các tính chất đối lập theo thời gian.

c) Phân chia các tính chất đối lập bằng cách sử dụng các trạng thái chuyển tiếp trong đó đối tượng cùng một lúc có cả hai tính chất trái ngược, hoặc các tính chất này kế tiếp nhau xuất hiện.

d) Phân chia các tính chất đối lập bằng cách cấu tạo lại : các phần tử cấu thành nên phần đối tượng đã nêu có một tính chất (thường là tính chất vốn có), còn toàn bộ phần đối tượng đã nêu thì có tính chất kia (thường là tính chất cần đòi hỏi). Hoặc phần đối tượng đã cho có một tính chất, còn tính chất kia do một bộ phận khác trong hệ thống đảm nhiệm.

Nếu nhận được lời giải lý học (tức là tìm được tác động lý học cần thiết), chuyển tới bước 4.4. Nếu không thì tiếp bước 4.2.

Ví dụ 1. Có thể phân chia các tính chất đối lập «di động» và «không di động» theo mục d) : toàn bộ thành hộp và đáy hộp phải cùng chuyển động. Khi đó đáy hộp sẽ là bất động đối với các thành khác của hộp và là di động đối với bộ đỡ.

Như vậy, chuyển động (rơi) của vật treo phải kéo theo chuyển động của toàn bộ hộp. Khi vật treo chưa rơi, trọng

lực của nó cân bằng với phản lực của bệ đỡ — hộp đứng yên. Sự rơi của vật treo phải phá vỡ thế cân bằng đó.

Vật treo rơi nghĩa là trọng tâm của cả hệ thống thay đổi. Sự thay đổi này phải gây nên chuyển động của hộp.

2. Có thể phân chia các tính chất đối lập «có mặt» và «vắng mặt» theo thời gian : phần van chấn lúc xuất hiện, lúc lại biến mất. Hoặc bằng cách cấu tạo lại : van chấn «vắng mặt», nhưng chức năng của nó vẫn «có mặt» — chức năng ấy do các thành phần khác vốn có trong hệ thống thực hiện.

Như vậy, ở chỗ van chấn phải xuất hiện một lớp chất nào đó, khi cần lớp này sẽ biến mất. Như trên ta thấy, tốt hơn hết nên cấu tạo lớp chất đó từ những thành phần vốn có trong hệ thống — nước hoặc các hạt quặng.

Khi cần thu hẹp dòng chảy, nước (nước đá) hoặc các hạt quặng tập trung vào những vị trí nhất định. Khi cần mở rộng dòng chảy, nước đá hoặc «van hạt quặng» lại tan ra.

4.2. Sử dụng các hiện tượng và hiệu ứng vật lý để khử mâu thuẫn lý học nêu ở 3.4. Nếu nhận được lời giải lý học, chuyển tới bước 4.4. Nếu không thì tiếp bước 4.3

Ví dụ 2. Có thể sử dụng từ trường để tập trung các hạt quặng khi cần thiết.

4.3. Sử dụng bảng các thuật sáng chế cơ bản để khử mâu thuẫn kỹ thuật (1). Nếu đã nhận được lời giải lý học ở các bước trước, hãy dùng bảng để kiểm tra lời giải đó

a) Tìm dòng ứng với chỉ số cần được cải tiến theo điều kiện bài toán.

(1) Các thuật này sẽ được trình bày ở Phần bốn.

b) Nếu sử dụng các phương pháp quen biết thì chỉ số nào sẽ kém đi tới mức không thể chấp nhận được? Tìm cột ứng với chỉ số đó.

c) Xác định các thuật sáng chế ghi ở ô tương ứng (giao của dòng a) và cột b)) trong bảng.

d) Kiểm tra khả năng áp dụng các thuật này để khử mâu thuẫn lý học nêu ở 3.5.

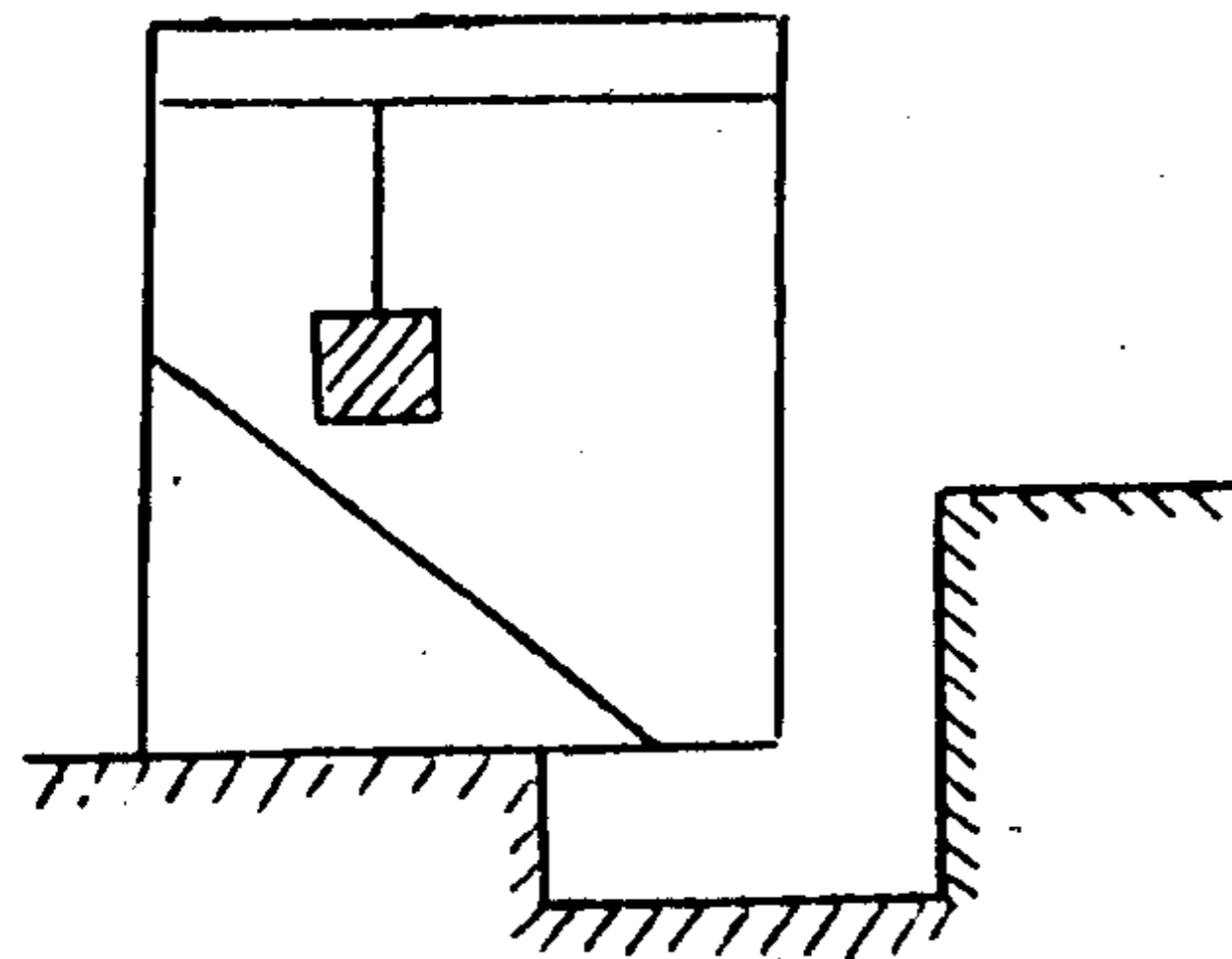
Ví dụ 1. Ta cần tìm cách đơn giản để kiểm tra kết quả quá trình thử — điều này ứng với dòng 37 trong bảng. Các phương pháp quen biết — đặt các thiết bị bên trong hộp, dùng máy ghi nhận tiếng động sinh ra khi vật treo rơi... phức tạp (cột 36) và không đảm bảo (cột 37) Đối chiếu hai ô tương ứng ta thấy có ghi các thuật số 15, 10, 37, 28; 27, 40, 28, 8. Song những thuật này nói chung không phù hợp lắm với kết quả thu được ở bước 4.1.

2. Ta cần thay đổi diện tích mặt cắt ngang của ống dẫn — dòng 6. Nếu dùng van chấn, nó sẽ bị các hạt quặng (vốn có trong hệ thống) mài mòn — Nhân tố có hại ở ngay trong hệ thống, cột 31. Ô tương ứng ghi các thuật số 22, 1, 40. Thuật 22 — biến hại thành lợi, có thể gọi cho ta ý nghĩ như ở bước 4.1 — các hạt quặng gây ra tác động có hại, bây giờ phải biến chúng thành có lợi, dùng ngay chúng làm van chấn.

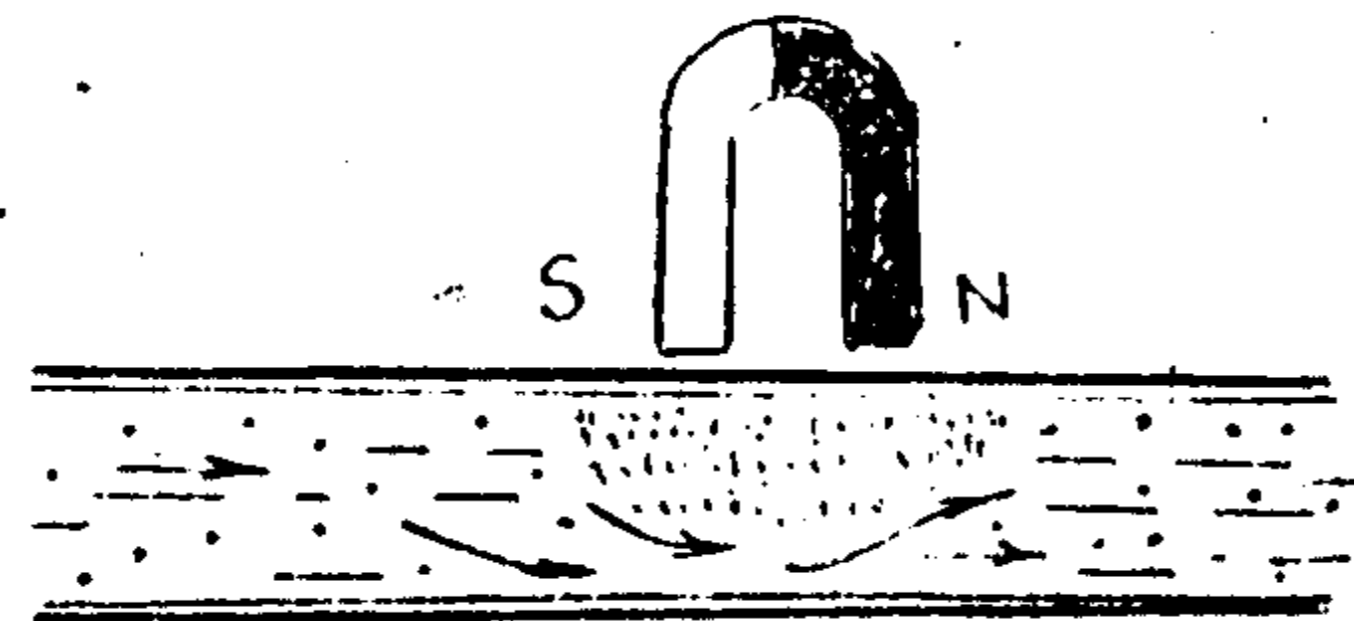
4.4. Chuyển lời giải lý học thành lời giải kỹ thuật : phát biểu phương pháp và mô tả các thiết bị thực hiện phương pháp đó

Ví dụ 1. Có thể bố trí hộp như ở hình 3. Khi vật treo rơi, vật sẽ hơi đồ nghiêng.

2. Làm đoạn ống bằng vật liệu không có từ tính, rồi dùng trường điện từ hút các hạt quặng tập trung vào một chỗ ở thành ống bên trong (hình 4 là vẽ tượng trưng).



Hình 3



Hình 4

V. ĐÁNH GIÁ SƠ BỘ LỜI GIẢI NHẬN ĐƯỢC.

5.1. Tiến hành đánh giá sơ bộ lời giải nhận được

- Lời giải có thực hiện được yêu cầu chủ yếu trong IKR («Đối tượng tự nó...») không?
- Mâu thuẫn lý học đã được khử chưa?
- Lời giải có thích hợp không khi trên thực tế hệ thống sẽ trải qua nhiều chu trình hoạt động?

Nếu có một điểm nào đó trong các điểm trên không được đáp ứng, trở lại từ bước 2.1. Chọn ở bước 2.3 thành phần khác của hệ và giải lại.

Vi dụ 1. Lời giải nhận được trùng với IKR: hộp tự nó phát tín hiệu báo cho biết thời điểm vật treo rơi, hệ thống không hề phức tạp thêm và sử dụng được nhiều lần

Mâu thuẫn lý học được khử, hộp vừa di động vừa không.

2. Lời giải nhận được gần trùng với IKR: van chặn tự nó điều chỉnh được dòng chảy và không bị mài mòn. Mâu thuẫn lý học được khử — van chặn vừa có mặt vừa vắng mặt. Hệ thống không phức tạp thêm bao nhiêu và hoạt động được nhiều lần.

5.2 — Theo các tài liệu sáng chế khoa học kỹ thuật, kiểm tra xem lời giải nhận được có phải mới không, hay đã có ở đâu rồi?

5.3. Những bài toán nhỏ nào có thể xuất hiện khi đem áp dụng lời giải nhận được? Tìm mâu thuẫn kỹ thuật, mâu thuẫn lý học chứa trong các bài toán đó. Có thể thay đổi lại cấu tạo của hệ thống mới để khử các mâu thuẫn này không?

Nếu không tìm thấy cách giải quyết ngay, trở lại áp dụng ARIZ (từ bước 2.1 hoặc 1.8)

Vi dụ 1. Hệ thống chỉ hoạt động được nếu vật treo rơi tạo ra một lực đủ mạnh làm nghiêng hộp. Vậy nếu trọng lượng của vật treo rất nhỏ so với của cả hộp thì sao? Có thể giảm diện tích bề mặt bề đỡ, để hộp ở trạng thái gần mất cân bằng. Nhưng thế không phải là cách giải quyết tốt: hộp sẽ bị đổ nghiêng do các chấn động hay va chạm ngẫu nhiên.

Ta cần một vật nhẹ treo vào mẫu vật liệu, nhưng sau khi rơi, vật này phải trở thành nặng đủ sức làm đổ nghiêng hộp. Mâu thuẫn lý học: vật treo phải nhẹ và phải nặng. Có thể bố trí để một vật nhẹ rơi kéo theo một vật nặng khác sập đổ. Song như vậy hệ thống sẽ trở nên phức tạp. Tốt hơn hết nên làm sao để vẫn cùng một vật, nhưng đối với mẫu vật liệu nó là nhẹ, còn đối với hộp nó là nặng. Khi đang treo, một phần trọng lượng của vật phải mất đi. Điều này có thể đạt được bằng cách dùng một mặt phẳng nghiêng đỡ dưới

vật treo, chọn góc nghiêng thích hợp để mẫu vật liệu chỉ phải chịu một phần trọng lượng của vật treo. Khi mẫu đứt, vật treo trượt theo mặt phẳng nghiêng xuống góc đáy hộp, và bằng tất cả trọng lượng của nó bắt hộp phải đổ nghiêng.

Như vậy, ta mở rộng được phạm vi áp dụng lời giải mà không mất gì thêm. Hệ thống vẫn đơn giản, nhưng trở thành phổ dụng: có thể dùng để thử cả những sợi dây nhỏ.

VI. PHÁT TRIỂN LỜI GIẢI NHẬN ĐƯỢC

6.1. Xác định xem hệ trên, tức là hệ kỹ thuật phức hợp hơn chứa hệ đã cho như một hệ con, phải thay đổi như thế nào, sau khi hệ đã cho thay đổi?

6.2. Kiểm tra xem hệ vừa nhận được có thể có những áp dụng gì mới?

6.3. Sử dụng lời giải nhận được vào các bài toán kỹ thuật khác

a) Xét khả năng áp dụng tư tưởng ngược lại với tư tưởng của lời giải vừa nhận được.

b) Xét tất cả những thay đổi có thể trong cách sắp đặt các bộ phận, trong việc sử dụng các trường khác nhau, và các thay đổi về trạng thái của sản phẩm.

PHẦN BA

GIẢI THÍCH VÀ HƯỚNG DẪN

Tình huống — Bài toán — Mô hình bài toán Quan điểm hệ thống và thuật RVX

ARIZ mở đầu bằng các phần chọn bài toán và xây dựng mô hình bài toán. Trước hết ta hãy xem các bài toán sáng chế nảy sinh như thế nào.

Sáng chế thường bắt đầu từ việc phát hiện và phân tích tình huống sáng chế. Tình huống sáng chế là bất kỳ tình huống công nghệ nào trong đó nổi bật lên một đặc điểm nào đấy không đáp ứng được yêu cầu của chúng ta. Từ « công nghệ » ở đây hiểu theo nghĩa rộng rãi nhất: có thể là kỹ thuật, sản xuất, nghiên cứu, sinh hoạt, quân sự, v.v...

Ví dụ tình huống sau đây: để chế tạo bê tông cốt thép ứng lực trước, cần phải kéo căng cốt thép, sau đó kẹp chặt hai đầu cốt ở trạng thái căng như vậy vào khuôn và đổ bê tông. Khi bê tông đông cứng, hai đầu cốt được giải phóng, cốt co ngắn lại, dồn nén bê tông làm tăng độ bền của nó. Để kéo căng cốt, người ta dùng các kích thủy lực, nhưng cách này phức tạp và không bảo đảm. Sau đó là phương pháp nhiệt điện: cho dòng điện chạy qua nung nóng cốt, cốt dài ra và ở trạng thái như vậy được gắn vào khung. Nếu dùng cốt làm bằng thép thường, mọi việc đều ổn thỏa — để đạt được độ giãn yêu cầu, chỉ cần nung nóng các thanh thép tới 400°C. Nhưng dùng các thanh thép như vậy không kinh tế bằng cách dùng các sợi dây kim loại chẳng, chịu được những ứng lực lớn. Để sợi dây chẳng dài ra đủ mức cần thiết, phải có nhiệt

độ 700°C. Nhưng khi bị đốt nóng trên 400°C (dù chỉ là trong thời gian ngắn), dây kim loại lại không giữ được các phẩm chất cơ học. Dùng loại dây bền nhiệt thì giá thành quá cao.

Tình huống là như vậy. Có nhiều vấn đề khác nhau liên quan tới việc sản xuất bê tông cốt thép. Tình huống trên chỉ đề cập một vấn đề — kéo dài các sợi dây chằng. Để giải quyết vấn đề này, lẽ dĩ nhiên phải quyết định một biện pháp nào đó. Nhưng tình huống không chỉ rõ trong hệ kỹ thuật đã cho cái gì có thể thay đổi, cái gì không. Chẳng hạn, liệu có thể trở lại tìm cách cải tiến kích thủy lực không? Hay phải chằng cần hoàn thiện hơn nữa công nghệ sản xuất dây bền nhiệt để hạ giá thành của nó? Hay nên tìm một phương pháp kéo căng mới về nguyên tắc?

Tình huống không trả lời cho ta những câu hỏi đó. Vì thế cùng một tình huống có thể làm nảy sinh những bài toán sáng chế khác nhau. Và điều đặc biệt quan trọng là phải biết chuyển từ tình huống sang bài toán lớn nhất và bài toán nhỏ nhất (bước 1.3). Nếu ta yêu cầu khác phục điểm yếu, còn lại giữ nguyên những gì vốn có trong hệ kỹ thuật đã cho, ta sẽ được *bài toán nhỏ nhất*. Nói cách khác, bài toán nhỏ nhất đòi hỏi làm sao đạt được kết quả mong muốn mà chỉ cần thay đổi hệ kỹ thuật đã cho ở mức tối thiểu. Ngược lại, nếu được phép thay đổi hệ kỹ thuật đã cho một cách tùy ý, kể cả việc thay thế hẳn nó bằng một hệ khác về nguyên tắc, ta sẽ được *bài toán lớn nhất*. Khi chúng ta đặt bài toán cải tiến trang bị buồm cho các tàu buồm đi biển — đó là bài toán nhỏ nhất. Nhưng nếu đặt bài toán: « Thay cho tàu buồm cần phải tìm một phương tiện vận tải mới về nguyên tắc, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật nào đó », ta sẽ được bài toán lớn nhất.

Không nên cho rằng, bài toán nhỏ nhất sẽ chỉ dẫn đến hướng giải tầm thường. Và chuyển qua bài toán lớn nhất cũng không có nghĩa là sẽ nhận được lời giải ở mức 5. Từ phương pháp kéo căng cốt bằng nhiệt điện và lao vào cải tiến kích thủy lực, hoàn toàn có thể chỉ đi đến những sáng chế mức 1 hoặc 2.

Cần chuyển tình huống đã cho về bài toán nào, nhỏ nhất hay lớn nhất — đó là vấn đề chiến lược sáng chế, có liên quan chặt chẽ với quy luật 6 (chuyển vào hệ trên). Song rõ ràng trong mọi trường hợp nên bắt đầu từ bài toán nhỏ nhất: lời giải của nó vẫn đem lại kết quả đòi hỏi, nhưng đồng thời không yêu cầu thay đổi gì đáng kể trong hệ kỹ thuật hiện có, vì vậy dễ đưa vào áp dụng và đảm bảo hiệu quả kinh tế hơn. Trong khi muốn giải được bài toán lớn nhất và đưa vào áp dụng, có thể phải mất cả đời người, hoặc thậm chí bài toán đó là không giải được với điều kiện khoa học và kỹ thuật hiện tại.

Bất kỳ hệ kỹ thuật nào cũng không tồn tại một cách biệt lập. Hệ kỹ thuật này nằm trong một hệ kỹ thuật khác, phức hợp hơn (*hệ trên*), là một thành phần của hệ trên và tác động qua lại với các thành phần khác của hệ trên. Đồng thời bản thân nó cũng lại được cấu thành từ những bộ phận tương tác lẫn nhau — những *hệ dưới*. Tư duy sáng tạo đòi hỏi khi xét một cái cây (một hệ kỹ thuật) cần nhìn thấy cả khu rừng (*hệ trên*) và từng bộ phận riêng của cây — rễ, thân, cành, lá (*từng hệ dưới*) — đó chính là ý nghĩa của *bước 1.2*: thay đổi bài toán bằng cách chuyển lên mức hệ trên hoặc xuống mức hệ dưới, và ở mỗi mức xét bài toán ngược với bài toán đã cho.

Như ta thấy khi phân tích *quy luật 6*, việc chuyển mức hệ trên, tức là giải bài toán theo đường vòng, trở nên hết sức quan trọng trong trường hợp cố gắng trực tiếp hoàn thiện hóa đối tượng gặp phải những khó khăn, hạn chế nguyên tắc (trái với các quy luật tự nhiên, kỹ thuật hiện tại chưa có đủ nguyên vật liệu, công suất cần thiết...) Ví dụ năm 1949 Liên Xô tổ chức cuộc thi sáng chế bộ áo quần làm lạnh thích hợp nhất cho các nhân viên chữa cháy hầm mỏ. Điều kiện: bộ áo quần đó phải bảo vệ được con người trong thời gian 2 giờ với nhiệt độ môi trường 100°C và độ ẩm tương đối 100%, đồng thời khối lượng của bộ áo quần không được vượt quá 8 — 10 kg. Người ta coi bài toán đó không giải được về nguyên tắc. Mặc dù đã sử dụng những chất làm lạnh mạnh nhất như nước đá, cacbonic rắn, freon, khí hóa lỏng..., khối lượng của bộ áo quần vẫn còn lớn hơn 20 kg. Mỗi nhân viên chữa cháy chỉ được thõng trên mình tối đa 28 — 30 kg, trong khi đó đã phải mang thiết bị hô hấp (12 kg) và dụng cụ (7 kg) rồi.

Hai nhà sáng chế H.S. Ansule và R.B. Sapiro — những người đoạt các giải nhất, nhì cuộc thi — đã tiếp cận vấn đề một cách sáng tạo. Họ không đóng khung ở từng bộ phận riêng biệt, mà tìm cách thay đổi cả hệ thống: áo quần làm lạnh — thiết bị hô hấp (thiết bị hô hấp đã tồn tại hơn 100 năm nay, khó có cải tiến nào giảm được trọng lượng của nó xuống dù chỉ 0,5 — 1 kg). Hai người này đề nghị bỏ hẳn thiết bị hô hấp, hay nói đúng hơn — kết hợp luôn nó vào bộ áo quần làm lạnh. Họ sáng chế ra một bộ áo giáp chống nhiệt với chất làm lạnh là ôxi lỏng. 20 — 22 kg ôxi lỏng (12 kg thay vào trọng lượng thiết bị hô hấp giờ không còn nữa, cộng 8 — 10 kg như đề ra cho phép) sẽ nóng lên và hóa hơi, thu một lượng nhiệt rất lớn từ môi trường xung

quanh và dùng để thở luôn. Với bộ áo giáp như vậy, có thể làm việc quăng 3 giờ trong môi trường 100°C.

Nhiều trường hợp bài toán trở nên sáng sủa hơn hẳn, nếu ta chuyển xuống xét ở mức hệ dưới. Ví dụ (1)

Bài toán 3: Đề làm phim hoạt họa, người ta vẽ một loạt hình vẽ mô tả các pha chuyển động của đối tượng. Mỗi bức phim 52 hình, phim dài 300m (10 phút chiếu) — trên 15 nghìn pô. Như vậy phải làm trên 15 nghìn hình vẽ và xếp chúng với độ chính xác cao tránh cho hình ảnh trên phim khỏi bị rung.

Cần tìm cách tăng hiệu suất công việc phức tạp này. Đề đơn giản, ta xét loại phim hoạt họa với hình ảnh chỉ các đường tạo nên.

Hệ ở đây là một hình vẽ (hoặc loạt các hình vẽ). Ở mức hệ, bài toán có thể phát biểu ngắn gọn: làm thế nào để chuyển từ hình A sang hình B được nhanh nhất? Song nếu ở mức hệ dưới, bài toán thay đổi một cách căn bản: có mắt ta là một màu nét vẽ, làm cách nào cho màu nét đó di động được?

Màu nét vẽ ở đây xem như một hệ kỹ thuật. Nhưng hiện hệ kỹ thuật đó chỉ là một giọt thuốc màu, một dấu bút chưa điều khiển được. Trong trường hợp này, như ta chú ý khi phân tích *quy luật 1*, thành phần duy nhất của màu nét vẽ, có khuynh hướng trở thành điều khiển được. Cái gì mảnh như một nét vẽ mà lại điều khiển được? — đây kim loại, có thể điều khiển bằng nam châm. Đó chính là tư tưởng của sáng chế số 234862 (Liên Xô): đề thu những hình vẽ khác nhau, người ta chỉ việc dịch chuyển dây phủ bột sắt từ trên bề mặt một tấm nam châm.

Đề tiếp ta sẽ coi bài toán 1 và 2 là các ví dụ 1 và 2 đã xét ở hai.

Thay đổi cả hình vẽ là một việc khó, tư duy chúng không tiến triển được trước cách phát biểu bài toán này vậy. Nhưng thay đổi vị trí của một mẫu nét vẽ thì thấy dễ hơn. Cần biết chuyển bài toán xuống mức hệ dưới...

Nếu chuyển bài toán 3 lên mức hệ trên, ta cũng nhận được những biến dạng lý thú: Hình vẽ chỉ là một bộ phận trong hệ thống phức hợp hơn, bao gồm cả máy quay phim và nguồn sáng. Phải chăng có thể làm phim hoạt họa bằng cách khi quay đèn con búp-bê đứng yên và thay đổi hoạt động của máy quay và ánh sáng? Bài toán ngược với bài toán cũng không kém phần lý thú: ở bài toán 3, ta cần làm như đường đen trên nền trắng, còn ở bài toán ngược — cần bớt tất cả từ một nền đen để chỉ còn lại những đường thiết...

Bước 1.2. (và 1.3) không có chứa năng chỉ ra lời giải bài toán, mặc dù đôi khi lời giải có thể tìm thấy ngay bước này. Chủ yếu, nó giúp ta chọn bài toán vòng, bài toán mà sau đó sẽ được giải theo ARIZ từ bước 1.4 trở đi. Cùng với thuật RVX, nó là công cụ mạnh mẽ để rèn luyện tưởng tượng.

* *

Khi gặp một bài toán sáng chế, có người chưa kịp phân tích kỹ các điều kiện đã vội lao vào giải ngay, để rồi mỗi lần thất bại, lại phải quay về vị trí ban đầu, xem kỹ điều kiện, chính xác thêm chỗ nào đó... Làm việc theo ARIZ người giải sẽ tránh được sai lầm này: điều kiện bài toán được phân tích kỹ và chính xác hóa ngay từ các bước 1.1, 1.4 — 1.6. Không những thế còn phải đề ý đến những yêu cầu nảy sinh do thời gian đem sáng chế vào áp dụng

kéo dài (các bước 1.5 — 1.6). Chẳng hạn theo điều kiện bài toán phải đảm bảo độ chính xác trong kiểm tra tới $\pm 0,5$ micron. Nên tự đặt ra yêu cầu cao hơn: đảm bảo độ chính xác tới $\pm 0,1$ micron. Vì việc thiết kế và đem sáng chế vào áp dụng có thể kéo dài nhiều năm, và sau khoảng thời gian đó, yêu cầu về độ chính xác trong kiểm tra sẽ không còn ở mức $\pm 0,5$ micron nữa.

Tiếp theo, bước 1.7 của ARIZ hướng dẫn việc tham khảo xem trong tài liệu sáng chế, bài toán đã cho hay những bài toán tương tự với nó được giải như thế nào? (Hiện có nhiều ý kiến cho rằng nên chuyển bước này xuống sau bước 2.4 hoặc sau bước 3.5, tức là sau khi đã xác định được mâu thuẫn kỹ thuật và mâu thuẫn lý học chứa trong bài toán. Vì như ta đã nói, có những bài toán bề ngoài có thể không giống nhau, nhưng thực chất lại chứa cùng một dạng mâu thuẫn kỹ thuật hoặc thậm chí cùng mâu thuẫn lý học, do đó cách giải quyết cũng phải giống nhau. Kết hợp các ý kiến này, ta có thể áp dụng nhiều lần bước 1.7: sau bước 1.6 tham khảo cách giải quyết những bài toán giống bài toán đã cho ít ra là về hình thức; sau bước 2.4 — những bài toán chứa cùng mâu thuẫn kỹ thuật; và sau bước 3.5 — những bài toán chứa cùng mâu thuẫn lý học). Đặc biệt nên chú ý những bài toán tương tự trong các ngành kỹ thuật có yêu cầu «khắt khe» hơn (bước 1.7). Ví dụ nếu bài toán liên quan đến việc giảm tiếng ồn trong ngành kỹ thuật xây dựng, có tham khảo các sáng chế về vấn đề này trong hàng không — ở đây, hơn đâu hết, vấn đề chống tiếng ồn từ lâu đã được đặt ra với tất cả sự nghiêm túc. Những sáng chế «ngược lại» — tăng âm — cũng có thể cho những gợi ý bổ ích.

Thuật RVX. Như ta đã nói (cuối Phần một), ARIZ đề ra những biện pháp tích cực giúp cho người giải khắc phục

tính ì trong tư duy và phát huy tới mức cao nhất trí tưởng tượng sáng tạo. Thuật RVX (bước 1.8) chính là nhằm mục đích này.

Đối tượng kỹ thuật (máy móc, thiết bị, quy trình — phương pháp, chất t.đ) bao giờ cũng gắn liền với những thuật ngữ nhất định. Mà trong tư duy bất kỳ thuật ngữ nào cũng ít nhiều có tính ì. Ví dụ nói đến « dây cáp », ta hình dung ra một loại dây gồm vô số các sợi thép vặn chặt với nhau. Ít người nghĩ rằng dây cáp lại có thể có lõi thép như sáng kiến làm dây cáp nâng bầu nước nặng 250 tấn lên đỉnh tháp nước Trung Tự, Hà Nội (1). Nói đến « tên lửa » ta hiểu ngay là đề phóng vào khoảng không. Ít ai nghĩ đến việc sử dụng tên lửa cho những chuyến « bay » vào lòng đất như đề xuất của Sipherop M.I. (Liên Xô) — Hiện nay người ta đã tiến hành những thí nghiệm thực tế sử dụng tên lửa đề khoan các giếng phun.

Những ý niệm thông thường về đối tượng như trên cản trở tư duy rất nhiều. Vì vậy muốn giải quyết thành công các bài toán sáng chế, phải tìm biện pháp thắng được tính ì, vượt ra ngoài những ý niệm thông thường đó. Một trong những biện pháp ấy chính là bước 2.1: phát biểu bài toán không dùng các thuật ngữ chuyên môn. Tốt nhất nên thay chúng bằng những từ chung chung như « đối tượng », « cái »... (Trong kỹ thuật, các từ « đối tượng », « cái », đóng vai trò giống như ký hiệu x trong toán học).

Nhưng tính ì không phải chỉ do các thuật ngữ, mà còn do những ý niệm quen thuộc về không gian và thời gian gắn liền với đối tượng gây nên. Kích thước của đối tượng và thời gian hoạt động của nó hoặc được đề ra cụ thể, hoặc

được hiểu ngầm. Chỉ cần nói « ô tô » — ta hình dung ra ngay một cái xe với kích thước nhất định (không ngắn hơn 1m và không dài quá 20 m, không thấp hơn 0,5 m và không cao quá 5 m). Chỉ cần nói « khoan giếng dầu » — ta hình dung ra ngay một quá trình kéo dài trong một khoảng thời gian nhất định (hàng tháng, hàng năm).

Ngoài ra còn một chiều đo nữa xác định đối tượng — đó là *trị giá*. Chỉ cần nói « dài xách tay » — ta hình dung ra ngay một thiết bị trị giá một số tiền nhất định.

Thuật RVX là loạt các thí nghiệm tưởng tượng giúp ta khắc phục và vượt qua những ý niệm thông thường về đối tượng.

Bài toán 4. Trên công trường xây dựng một trạm thủy điện người ta cần làm một số ống dẫn nước bằng bê tông cốt thép đường kính 10m và dài 40m. Khối lượng mỗi ống 4000 tấn. Các ống này phải đặt nằm trên sườn dốc 45°.

Thi công ống dẫn ở vị trí nằm nghiêng như vậy rất bất tiện. Tốt nhất nên làm ở trạng thái đứng thẳng, sau đó tìm cách hạ xuống sườn dốc. Các nhà thiết kế tính toán công việc này đòi hỏi một hệ thống phức tạp các cần cầu cỡ lớn cùng các loại palăng, ròng rọc... Nhưng thi công ở vị trí nằm nghiêng cũng không kém phần vất vả và tốn kém.

Cần đề xuất phương pháp đơn giản và rẻ tiền hạ được ống xuống sườn dốc an toàn.

Trước hết ta thay thuật ngữ « ống dẫn nước » bằng từ « đối tượng » — một đối tượng bằng bê tông cốt thép, có thể có hình dạng và kích thước bất kỳ. Tiếp theo, ta áp dụng thuật RVX.

1.8.a Giảm kích thước của đối tượng tới 0: Đầu tiên hãy giảm kích thước đi 100 lần. Chiều cao 40 cm. Như vậy

(1) Báo Nhân Dân ngày 9.2.1980.

đơn giản : ta có thể đặt cái đó xuống bằng tay. Chiều cao 0,4 cm. Vặn bằng tay. Chiều cao 0,004 mm. Bài toán trở nên phức tạp...

1.8b. Tăng kích thước của đối tượng tới ∞ . Giả sử kích thước của đối tượng tăng lên 100 lần — một cái tháp vĩ đại xây bằng bê tông cốt thép. Không cần cầu nào có thể tha được, điều đó rõ rồi. Làm thế nào đặt nằm nghiêng một cái tháp cao 4 km, đường kính 1 km? Không, đây là một trái núi thì đúng hơn, vì đường kính của tháp thường nhỏ hơn nhiều so với chiều cao của nó. Kết quả cuối cùng lý tưởng (bước 3.2) ở đây : trái núi tự nó đổ nghiêng. Núi sẽ tự nó đổ nghiêng khi nào xảy ra động đất. Nhưng động đất liệu núi còn nguyên vẹn được không? Giả động đất xảy ra chỉ làm chuyển động các tầng đất dưới chân núi, làm cho núi mất thăng bằng và đổ xuống...

1.8c. Giảm thời gian tới 0 : Đưa ra không nói thời gian cho phép để tiến hành công việc là bao lâu. Giả sử nửa tháng. Ta giảm xuống còn 1 phút hoặc 1 giây : Đối tượng bê tông phải hạ xuống trong khoảnh khắc. Có nghĩa là nó đổ. Đổ đổ được, trọng tâm của nó phải thay đổi.

1.8.d Tăng thời gian tới ∞ . Ta tăng thời hạn cho phép lên 100 lần, 4 năm. Không thấy rõ lắm sự khác biệt. Tiếp tục tăng 1000 lần nữa, 4000 năm. Đất dưới chân sụt lún, đối tượng bê tông kia tự nó đổ xuống?

Lại xuất hiện ý gần giống như ở các bước b và c. Trong thực tế có trái núi nào tự nó đổ xuống không nhỉ? Ta thử cố nhớ xem. À, mà có chứ, đó là các đảo núi băng. Băng dưới chân núi tan, trọng tâm thay đổi, núi đổ nghiêng...

Nói chung, các bước trong thuật RVX có thể dẫn đến cùng một hướng suy nghĩ. Nếu thuật RVX được áp dụng

đúng, và hướng suy nghĩ này quả thực do thuật RVX dẫn lại, thì đó là một dấu hiệu tốt : ta đang trên đường đi tới lời giải.

Thật vậy, lời giải bài toán 4 được mô tả trong sơ chế số 194294 của Liên Xô : Khi sửa chữa các máy móc, thì bị nặng, muốn hạ dần nó xuống cho dễ làm, người ta đặt dưới nó một đồng gì đấy, chẳng hạn như nước đá... rồi đổ cho tan dần và thiết bị cứ thế từ từ hạ xuống.

(Gần đây, theo chúng tôi được biết, một số nhà máy xí nghiệp của ta đã áp dụng sáng kiến tương tự như trên, xếp dưới chân các máy móc, thiết bị nặng một đồng cát, rồi cời bao cho cát chảy ra dần và bằng cách ấy từ từ hạ máy xuống. Tất nhiên, có thể các tác giả sáng kiến này không biết về sáng chế trên của Liên Xô, mà đã nghĩ mình đi đến lời giải).

Trong ví dụ trên chúng tôi dừng lại ở bước 1.8d. Tiếp đọc hãy tiếp tục bước e và f, giảm trị giá công việc về 0 (không tốn xu nào — đối tượng bê tông tự nó hạ xuống) và tăng trị giá đó tới ∞ (hàng triệu đồng). Nói chung, nếu sử dụng thuật RVX, không được chỉ dừng lại ở một bước nào đó.

Các quy tắc chính cần quán triệt :

1) Phải suy nghĩ đến cùng từng thí nghiệm tương tự một, không được bỏ dở nửa chừng. Giảm kích thước của đối tượng phải giảm tới lúc đối tượng chuyển sang mức micro — tức là chịu tác động của những định luật vật lý khác hẳn. Với các thí nghiệm khác cũng như vậy. Thay đổi số lượng phải thay đổi hẳn đề xuất hiện số lượng mới.

2) Những ý hay thường nảy sinh khi ta tưởng tượng đòi hỏi những điều kiện vốn đã khát khe giờ phải k

khe hơn nữa. Ví dụ, nếu khó khăn là do kích thước quá lớn của đối tượng gây ra, thì những ý hay thường nảy sinh khi ta bất chấp những cản trở tâm lý, tiếp tục tăng kích thước của đối tượng lên gấp bội.

3) Không vội vã, phải dành thời gian ngẫm nghĩ mỗi thí nghiệm ít nhất từ 3—5 phút, thậm chí khi có cảm tưởng tất cả đã rõ ràng, chớ còn gì để nghĩ nữa.

Thuật RVX là một công cụ có tính chất tâm lý. Nếu làm quá nhanh, nó không thể gây ra một tác động đáng kể tới sức ì, vì thế càng không kịp tạo ra hình ảnh mới.

Thuật RVX được các nhà sáng chế nhiều nước coi là một phương pháp khá mạnh chống lại sức ì trong khi giải các bài toán sáng chế.

* * *

Ta chuyển sang xét Phần 2 của ARIZ — xây dựng mô hình bài toán.

Giống như bất kỳ bài toán nào, bài toán sáng chế phải bao gồm phần «đã cho» (giả thiết) và phần «yêu cầu». Bài toán sáng chế thông thường sẽ có dạng như sau (xem loạn nói về tình huống sáng chế).

Bài toán 5: Để sản xuất bê tông cốt thép ứng lực trước, phải kéo căng các sợi kim loại bằng phương pháp nhiệt điện. Nhưng khi nung nóng tới mức cần thiết (700°C), sợi dây chẳng lại không giữ được các phẩm chất cơ học. Làm thế nào khắc phục nhược điểm này?

«Đã cho» ở đây là phần mô tả hệ kỹ thuật hiện có. «Yêu cầu» — cần khắc phục nhược điểm, còn lại tất cả giữ nguyên (bài toán nhỏ nhất).

Trong thực tế, cả hai phần «đã cho» và «yêu cầu» nói chung được phát biểu theo rất nhiều kiểu. «Đã cho» có thể chứa những thông tin thừa, ngoài lề, nhưng không đủ các tư liệu cần thiết tối thiểu. «Yêu cầu» thường được trình bày dưới dạng mâu thuẫn hình thức hay mâu thuẫn kỹ thuật, nhưng không rõ ràng, đầy đủ và có trùng hợp còn sai. Nhất là khi bài toán do một người khác từng giải không ra, nói lại. Vì người này thường trình bày theo quan điểm của anh ta, hơn nữa lại chỉ nói về anh ta mà anh ta mắc, chứ không phải là bài toán khách quan ban đầu. Vì vậy quá trình giải phải bắt đầu từ việc mô hình bài toán, đơn giản tới mức tối đa, nhưng đủ thời gian phản ánh được chính xác thực chất bài toán: mâu thuẫn kỹ thuật và các thành phần xung đột tạo nên mâu thuẫn đó.

Mô hình bài toán 5. Cho trường nhiệt và sợi dây kim loại. Nếu nung nóng tới 700°C , sợi dây dài ra đủ cần thiết, nhưng mất độ bền.

Trước hết, khi chuyển từ bài toán sang mô hình, đã bỏ hết các thuật ngữ chuyên môn («phương pháp nhiệt điện», «cốt chằng»). Ta cũng bỏ qua tất cả các thành phần thừa trong hệ: Ta không nói gì về sản xuất bê tông cốt thép — thực chất bài toán là làm sao kéo căng sợi dây kim loại, còn kéo căng để làm gì, điều đó không thành vấn đề. Không có gì thay đổi, nếu sau khi kéo căng, sợi dây dùng dùng chằng hạn để chằng cốt cho các loại dầm. Ta cũng không nói gì về việc sợi dây được nung nóng bằng dòng điện. Bài toán vẫn còn nguyên trong trường hợp ta nung sợi dây trong lò hay bằng tia hồng ngoại. Mô hình chỉ giữ lại những thành phần cần và đủ để phát biểu mâu thuẫn kỹ thuật.

Mỗi mâu thuẫn kỹ thuật đều có thể trình bày theo hai cách: «Nếu cái tiến A tốt hơn thì B sẽ kém đi» và «Nếu cái tiến B tốt hơn thì A sẽ kém đi». Khi lập mô hình cần chọn cách trong đó cái được cái tiến (duy trì, tăng cường...) phải là hoạt động sản xuất (tính chất) cơ bản. Ví dụ trong hai cách phát biểu «Nếu nung nóng sợi dây kim loại tới 700°C nó dài ra đủ mức cần thiết, nhưng mất độ bền» và «Nếu không nung nóng sợi dây kim loại tới 700°C , nó giữ được độ bền, nhưng không dài ra đủ mức cần thiết», cần chọn cách thứ nhất: nó đảm bảo chức năng cơ bản (kéo căng sợi dây) — hệ kỹ thuật «trường nhiệt — sợi dây» sẽ dĩ tồn tại chính là để làm việc đó.

Sau khi chuyển từ tình huống sang bài toán, rồi tiếp theo sang mô hình bài toán, phạm vi lựa chọn các phương án giải quyết thu hẹp hẳn lại, và bài toán dần trở nên «kỳ quặc», «phi lý». Ở tình huống, ta có rất nhiều khả năng đề xuất: Nếu đi theo con đường hoàn thiện hóa kích thủy lực thì sao? Hay là chế tạo loại kích nén khí? Loại kích trong lực dùng vật nặng treo để kéo căng sợi dây — liệu có tác dụng gì chẳng? Hay cứ để mất độ bền khi nung nóng, rồi sau sẽ tìm cách phục hồi?...

Chuyển qua bài toán, hàng loạt các «hay» như vậy bị cắt bỏ. Phải giữ lại phương pháp nhiệt điện, nó có nhiều ưu điểm, chỉ có một nhược điểm duy nhất — đó mới chính là cái cần khử bỏ.

Bước tiếp theo càng thu hẹp phạm vi lựa chọn hơn nữa: chúng ta nhất định sử dụng nhiệt độ 700°C . Không có nhượng bộ gì hết, nhiệt độ sẽ là 700°C ! Song bất chấp tính chất tự nhiên của kim loại, nhiệt độ đó sẽ không làm hỏng sợi dây. Thật là «kỳ quặc», «phi lý», «phản tự nhiên»! Nhưng như vậy chỉ có nghĩa là ta đã vứt bỏ được rất nhiều các phương án tầm thường và lọt được vào vùng nghịch lý của những lời giải mạnh.

Các quy tắc 1 — 4 hướng dẫn chọn cặp thành phần xung đột khi lập mô hình bài toán. Trong cặp này nhất thiết phải có một thành phần là «sản phẩm». Thành phần thứ hai thường là công cụ, nhưng có thể cả hai đều là sản phẩm (như ở bài toán 10 — phoi gỗ và các miếng vỏ cây). Nếu không đưa sản phẩm vào cặp thành phần xung đột, mô hình bài toán bị phá vỡ, và ta quay lại tình huống ban đầu. Thật vậy, cứ thử bỏ sản phẩm (sợi dây) trong mô hình bài toán 5, lập tức sẽ xuất hiện ngay những câu hỏi như trong tình huống ban đầu: «Nếu thay cốt bằng một cái gì đó khác thì sao? Chẳng lẽ chỉ có cách kéo căng, ngoài ra không còn con đường nào nữa?...

Trong các bài toán nói về nhiều cặp sản phẩm và công cụ như nhau, khi lập mô hình chỉ cần lấy một cặp.

Vì mô hình chỉ gồm cặp thành phần xung đột, chứ không phải toàn bộ hệ kỹ thuật, nên nhiều khi nó có vẻ kỳ quặc. Ví dụ nếu bài toán cho một hệ kỹ thuật gồm bình thủy tinh, lá kim loại và chất lỏng tác động lên lá kim loại, thì trong mô hình có thể chỉ còn lại hai thành phần — lá kim loại (sản phẩm) và chất lỏng (công cụ). Trong không gian có một «khúc» chất lỏng lơ lửng, và trong «khúc» chất lỏng đó là lá kim loại... Thực tế «không thể nào có như vậy». Nhưng mô hình cũng không cần phản ánh toàn bộ hệ kỹ thuật hiện có, nó chỉ là sơ đồ một «chỗ yếu» nào đó của hệ.

CÁC CƠ CHẾ KHỬ MÂU THUẪN

ARIZ sử dụng ba cơ chế chủ yếu khử mâu thuẫn kỹ thuật:

— Từ hệ kỹ thuật cho trong mô hình bài toán chuyển tới hệ lý tưởng bằng cách xác định kết quả cuối cùng lý tưởng (IKR);

— Chuyển từ mâu thuẫn kỹ thuật sang mâu thuẫn lý học;

— Áp dụng bảng hướng dẫn các phương pháp công hiệu nhất khử mâu thuẫn kỹ thuật và mâu thuẫn lý học (40 thuật sáng chế cơ bản, hướng dẫn sử dụng các hiệu ứng vật lý...)

Trước hết ta nói về IKR.

IKR. Mô hình bài toán mô tả «chỗ yếu» của hệ kỹ thuật với mâu thuẫn vốn chứa trong đó. Làm thế nào được mâu thuẫn này trên thực tế — đó là điều kiện ta chưa biết, song bao giờ cũng có thể xác định lời giải lý tưởng, kết quả cuối cùng lý tưởng (IKR). Ý nghĩa của thao tác này — tạo ra một mức định hướng để chuyển tới những lời giải mạnh. Lời giải lý tưởng, theo định nghĩa, là lời giải mạnh nhất trong tất cả những lời giải có thể xảy ra và những lời giải không thể xảy ra (lời giải tưởng tượng). Nó có thể xem như lời giải ở mức 6 — mức tưởng tượng. Chiến thuật giải bài toán dùng IKR là đề «bám riết» lấy phương án duy nhất siêu mạnh này và cố gắng càng lùi ít khỏi nó càng tốt.

Sơ đồ phát biểu IKR đơn giản: một trong hai thành phần của cặp xung đột tự nó khử được tác động có hại (không cần thiết, thừa), đồng thời vẫn duy trì được khả năng thực hiện chức năng cơ bản. Tính lý tưởng của lời giải là ở chỗ hiệu quả mong muốn đạt được «không mất tiền», không cần dùng đến phương tiện gì cả. Ví dụ IKR cho bài toán 5: «Trường nhiệt tự nó giữ được độ bền của dây, nhưng đồng thời vẫn làm sợi dây dài ra đủ mức cần thiết». Còn gì lý tưởng hơn nữa? Ta không đưa vào thêm thứ gì, không làm phức tạp hơn chút nào, vậy mà tác hại của trường nhiệt (làm mất độ bền của dây) — hết như có phép lạ — tự nhiên biến mất, còn tác động hữu ích vẫn được duy trì... Tính

ngịch lý, sự «kỳ quặc» xuất hiện ngay từ khi chuyển sang mô hình bài toán, đến đây, càng đậm nét hơn. Trường nhiệt không những phải thực hiện hai tác động không dung hòa nhau, trái ngược nhau, mà còn phải tự nó làm việc đó — không có cơ cấu máy móc, thiết bị nào hỗ trợ hết.

Khi nói về quy luật 4, ta đã làm quen với khái niệm hệ kỹ thuật lý tưởng, cụ thể là *máy lý tưởng* (máy không có, nhưng chức năng của nó được thực hiện). Nói chung trong kỹ thuật người ta phân biệt ba loại đối tượng: máy móc (thiết bị), phương pháp (quy trình) và chất thể. Tương tự với máy lý tưởng, ta có khái niệm quy trình lý tưởng (không hề mất năng lượng và thời gian, nhưng hoạt động yêu cầu vẫn được đảm bảo, thậm chí nó còn có thể tự điều chỉnh), *chất thể lý tưởng* (chất thể không có, nhưng chức năng của nó được thực hiện).

Việc hướng tới kết quả lý tưởng tuyệt nhiên không có nghĩa ta rời xa lời giải hiện thực. Trong nhiều trường hợp lời giải lý tưởng được thực hiện hoàn toàn. Chẳng hạn, ta quả thật có máy lý tưởng, khi trên thực tế không hề có máy, nhưng chức năng của nó được một máy khác kiêm nhiệm luôn. Ta có quy trình lý tưởng, chẳng hạn trong trường hợp tác động đòi hỏi có thể thực hiện từ trước, nhờ vậy đến thời điểm cần thiết sẽ không phải mất thời gian và năng lượng cho tác động đó nữa.

Nhiều trường hợp khác, tuy lời giải lý tưởng không thực hiện được triệt để, song kết quả nhận được cũng gần như lý tưởng. Ví dụ ở nhà máy acqui Hải Phòng, để tiết kiệm cho Nhà nước, anh em công nhân tìm cách lấy lại vỏ acqui từ các bình acqui hỏng. Mới đầu, anh em dùng thanh sắt mài vát đầu đục nạy lớp nhựa gắn, rất bóng hai bàn tay mới tháo được một số thì lại vỡ mất nữa. Sau đó có

người đề nghị dùng hơi hàn axêtilen làm chảy nhựa : năng suất cao hơn nhưng chất lượng vẫn kém — hơn 10% bị bỏ đi vì nhiệt độ quá cao làm cong vênh, biến chất vỏ bình (chỉ cần nhiệt độ $70^{\circ} - 80^{\circ}$, mà hơi hàn nóng tới trên 1000°). Cuối cùng, bác công nhân Thọ đã có sáng kiến ngâm bình vào nước nóng thả ra từ bề chung chất — nhựa nóng đều vào mềm ra, tháo rất dễ. Kết quả ở đây có thể xem như lý tưởng : lớp nhựa tự nó bong ra, vỏ bình đảm bảo không bị hỏng (1).

Không phải chỉ khi phát biểu IKR, mà trong suốt quá trình giải bài toán, khi thực hiện bất kỳ thao tác nào theo ARIZ, đều phải định hướng rõ ràng tới kết quả cuối cùng. Ví dụ nếu một bước nào đó của ARIZ gợi ý cần đưa thêm một chất thể vào (chẳng hạn để hệ trở thành dễ điều khiển), thì không bao giờ nên quên rằng, chất thể tốt nhất — đó là khi không hề có chất thể, mà chức năng của nó vẫn được thực hiện. Có không ít các phương pháp làm cho chất thể vừa có mặt vừa vắng mặt (cùng một chất thể lần lượt ở hai dạng khác nhau, chỉ đưa chất thể vào một lúc...)

IKR có thể ví như sợi dây mà người trèo núi bám vào khi leo lên một sườn dốc dựng đứng. Sợi dây không kéo người đó lên trên, nhưng nó đóng vai trò chỗ tựa và giữ cho người đó khỏi trượt xuống. Chỉ cần buông dây ra — lập tức bị rơi ngay...

Thí nghiệm Dunke

Đề phát biểu IKR, trước đó (bước 3.1) ta phải chọn ra thành phần nào dễ biến đổi, thay thế... Ở đây cần quán triệt các quy tắc 5 và 6 : đối tượng kỹ thuật dễ thay đổi hơn đối tượng tự nhiên, công cụ dễ thay đổi hơn sản phẩm.

(1) Theo báo Khoa học và Đời sống số 2/1978

Các quy tắc này, như ta thấy, rất đơn giản. Nhưng nếu vi phạm chúng, thì có thể cảm chắc là sẽ bế tắc, không đi đến lời giải tốt. Để thấy rõ điều này, ta hãy theo dõi thí nghiệm sau đây của K. Đun-ke (nhà tâm lý học phương Tây).

Bài toán Đun-ke. Hãy đề xuất phương pháp sử dụng một loại tia X quang cường độ mạnh có khả năng phá hủy các mô lành, để điều trị bệnh nhân khối u bên trong cơ thể (ví dụ trong dạ dày).

Hệ kỹ thuật cho trong bài toán này gồm ba thành phần : khối u, các mô lành xung quanh khối u (cả hai đều là thành phần tự nhiên, «sản phẩm»), chùm tia X quang (công cụ). Nếu xét riêng, thì trong hai cặp khối u — các tia X-quang (cường độ mạnh) và mô lành — các tia X-quang (cường độ yếu), không có cặp nào xung đột. Mâu thuẫn chỉ xuất hiện giữa hai cặp này (các tia X-quang ở cả hai trạng thái — cường độ mạnh và cường độ yếu). Theo quy tắc 3' và 3 (chức năng cơ bản của cả hệ kỹ thuật ở đây — phá hủy khối u), ta lấy cặp xung đột là «mô lành — chùm tia X-quang cường độ mạnh». Rõ ràng theo các quy tắc 5 và 6, thành phần dễ thay đổi hơn là các tia X-quang. IKR : các tia X-quang cường độ mạnh tự chúng trở thành yếu khi qua mô lành. Mâu thuẫn lý học cũng thấy ngay : các tia X-quang phải mạnh (khi đạt tới khối u) và phải yếu (trên đường đến khối u, qua các mô lành). Có nhiều cách khác phục mâu thuẫn này, đạt cường độ mạnh ở điểm khối u, còn ở tất cả các điểm khác chỉ là cường độ yếu. Chẳng hạn có thể cho các tia cường độ yếu đi từ nhiều phía khác nhau, gặp nhau tại điểm khối u.

Bây giờ ta hãy xem biên bản ghi lại quá trình suy nghĩ giải bài toán của một học viên được Đun-ke cho là một quá trình tư duy «đặc biệt phong phú các bước đi mẫu mực».

«1— Cho các tia X-quang qua ống thực quản.

2— Dùng chất hóa học làm mất tính nhạy cảm của các mô lành đối với tia X-quang.

3— Phẫu thuật đưa dạ dày ra ngoài.

4— Giảm cường độ của các tia X-quang khi chúng qua các mô lành, chẳng hạn (liệu có thể làm như thế được không?) chỉ mở hết cỡ khi nào tia đạt tới khối u (Giảng viên: không đúng, chùm tia không phải là xơnnh tiem).

5— Lấy một cái gì đó vô cơ (tia X-quang không qua được) để bảo vệ thành dạ dày (Giảng viên: Cần phải bảo vệ không chỉ thành dạ dày).

6— Một trong hai con đường: hoặc tia X-quang phải qua vào trong, hoặc dạ dày phải ở ngoài. Hay là thay đổi vị trí của dạ dày? Nhưng bằng cách nào? Dùng áp suất? Không ổn.

7— Đưa một ống nhỏ vào khoang bụng? (Giảng viên: Nói chung, người ta thường làm thế nào khi muốn tác nhân đã cho gây ảnh hưởng ở một điểm ấn định, nhưng lại tránh được ảnh hưởng đó trên đường đi?)

8— Trung hòa ảnh hưởng trên đường đi. Tôi vẫn cố gắng làm việc đó đấy chứ.

9— Đem dạ dày ra ngoài (Giảng viên nhắc lại bài toán và nhấn mạnh: «với cường độ đủ mạnh»).

10— Cường độ phải làm sao có thể thay đổi được.

11— Sơ bộ chiếu một chùm tia yếu để luyện các mô lành (Giảng viên: Làm thế nào để các tia X-quang chỉ phá hủy vùng u?)

12— Tôi chỉ thấy hai khả năng: hoặc bảo vệ các mô lành, hoặc làm cho chùm tia trở thành vô hại. (Giảng viên:

Làm cách nào để giảm cường độ các tia trên đường tới dạ dày?).

13— Tìm cách phân tán bức xạ... Các tia mạnh và yếu cho qua thấu kính sao cho khối u ở đúng tiêu điểm, và do đó chịu tác động mạnh nhất. (Thời gian tổng cộng gần 30 phút).

Như vậy trong 13 lần thử, có tới 8 lần (1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 11), người giải vi phạm các quy tắc 5 và 6, và cả 8 lần đều thất bại. Hai lần người giải lưỡng lự không biết chọn cái gì: «sản phẩm» hay công cụ (lần 8, anh ta nói lấp lửng— trung hòa ảnh hưởng... Bằng cách nào — giảm cường độ tia X-quang? Làm các mô lành mất nhạy cảm?... Lần 12 cũng vậy). Phải đến khi giảng viên đặt câu hỏi: Làm thế nào giảm được cường độ các tia X-quang trên đường tới dạ dày (câu hỏi mà ở trên ta đã dễ dàng đi đến theo ARIZ), bài toán mới được giải quyết.

Điều đáng chú ý nữa là bản thân Dunke sau này, khi phân tích lời giải, cũng không nhận thấy sai lầm rất đơn giản trên đây. Đặc biệt ở lần 4, khi người giải phát biểu được gần giống IKR, ông ta đã cho là sai, làm người giải lại quay sang thay đổi dạ dày... (Thực ra, câu hỏi mà Dunke gợi ý trực tiếp ở lần 12 có khác gì suy nghĩ của người giải ở lần 4?).

Tuy nhiên, ta sẽ không đi sâu phân tích những mặt hạn chế của phương pháp Dunke (cũng như bất kỳ phương pháp nào chỉ nghiên cứu lao động sáng tạo trên các quan điểm thuần túy tâm lý). Điều quan trọng là qua thí nghiệm Dunke ta thấy được rõ hơn cơ chế tác động của các bước trong ARIZ — chúng cho phép loại trừ hàng loạt các phương án không có triển vọng và đưa ta trực tiếp, «mặt đối mặt» với thực chất bài toán — với mâu thuẫn lý học.

Mâu thuẫn lý học và phương pháp M

Trên đây ta vừa nói về IKR. Sau IKR chỉ còn lại những phương án gần IKR nhất và vì thế có thể là những lời giải mạnh. Ta tiếp tục thu hẹp vùng tìm kiếm bằng cách *chuyển sang mâu thuẫn lý học* (các bước 3.3 — 3.5). Ví dụ ở bài toán 5: « Trường nhiệt phải nung nóng sợi dây để nó dài ra, và phải không nung nóng sợi dây để nó giữ được độ bền ».

Ở mâu thuẫn lý học, tính « kỳ quặc », sự « phi lý » đạt tới tột điểm. Tất cả các phương án đều biến mất, chỉ trừ một hoặc một vài phương án gần IKR nhất. Số các phương án đó không vượt quá số thuật sáng chế liên hợp và các hiệu ứng vật lý dùng để khử mâu thuẫn lý học đã tìm thấy. Thông thường, con số này không lớn hơn 10, và bài toán càng khó thì con số đó càng giảm.

Khi tiến hành các bước 3.3 — 3.4, có thể áp dụng thêm một phương pháp hỗ trợ sau đây (hiện chưa phát biểu được thành những quy tắc đơn giản và vì thế chưa đưa vào văn bản ARIZ) gọi là *phương pháp mô hình hóa bằng những « thằng người nhỏ »* mà ta gọi tắt là ppm.

Bạn đọc còn nhớ trong phương pháp kết hợp mạnh, U. Gordon có đề xuất một thủ thuật gọi là *phép thấu cảm*. Thực chất của thủ thuật này — người giải tự coi mình là đối tượng đang được hoàn thiện, « sống » cuộc sống của đối tượng, đứng trên quan điểm, hoàn cảnh của nó cố gắng suy nghĩ xem có thể làm được gì để thực hiện các yêu cầu của bài toán. Nếu nhờ đó nhận được một cách tiếp cận mới, một ý mới, lời giải tương ứng sẽ được « dịch » sang ngôn ngữ kỹ thuật.

Thực tế áp dụng phép thấu cảm để giải các bài toán sáng chế cho thấy thủ thuật này đôi khi rất hữu ích, nhưng đôi khi lại tỏ ra rất có hại. Vì sao vậy? Đồng nhất mình với

một cái máy (hoặc một bộ phận máy), người giải vô tình chỉ chọn những phương án nào chấp nhận được đối với mình, đối với cơ thể con người, và loại trừ những thay đổi mà cơ thể con người không chấp nhận được như chia cắt, phân rã thành nhiều phần, hòa tan trong axit... Chính tính không tách rời được của cơ thể con người cản trở việc áp dụng phép thấu cảm vào rất nhiều bài toán sáng chế.

Khắc phục nhược điểm này, Ansule đề xuất ppm. Theo ta hình dung đối tượng đang xét dưới dạng một tập hợp (« đám đông ») những « thằng người » nhỏ tí. Mô hình như vậy giữ được những ưu điểm của phép thấu cảm (trực quan, đơn giản) đồng thời tránh được nhược điểm nói trên của nó.

(Bạn đọc sẽ hỏi: Tại sao lại phải là những « thằng người » nhỏ tí, mà không là các nguyên tử, vi khuẩn hay những viên bi chẳng hạn? Trả lời: Để mô hình hóa được các bài toán sáng chế, những phần tử nhỏ bé kia phải biết nhìn, biết hiểu và có thể hành động. Ta có thể ra lệnh cho những « thằng người » nhỏ buông tay nhau ra — và chúng thi hành. Nhưng làm sao ta ra lệnh được cho các nguyên tử thôi đừng tác động lẫn nhau nữa?).

Kỹ thuật áp dụng ppm quy về các thao tác sau đây:

— hình dung đối tượng đang xét dưới dạng những « thằng người » nhỏ tí;

— chia những « thằng người » nhỏ của phần đối tượng lấy ở bước 3.3 thành các nhóm hoạt động (di động) theo điều kiện bài toán;

— xem xét mô hình nhận được và sắp đặt, tổ chức lại để thực hiện các tác động xung đột.