

NGUYỄN CHÂN, DƯƠNG XUÂN BẢO, PHAN DŨNG,
NGUYỄN VĂN VIỄN *Biên dịch*

ALGÔRIT SÁNG CHẾ

LỜI NÓI ĐẦU

Kỹ thuật phát triển ngày càng cao đòi hỏi con người phải không ngừng nâng cao năng lực chuyên môn của mình ở mỗi lĩnh vực. Đồng thời lại phải có những phương pháp tư duy sáng tạo để đáp ứng kịp thời các vấn đề do thực tế sản xuất đặt ra. Về các phương pháp sáng chế, đặc biệt có phương pháp do G.S. Alsule⁽¹⁾ (Liên Xô) đề xuất vào những năm 60. Gần đây nó phát triển mạnh mẽ, trở thành một lý thuyết, trong đó hạt nhân là angôrit⁽²⁾ giải các bài toán sáng

(1) G.S. Alsule là nhà nghiên cứu về lý thuyết sáng tạo trong lĩnh vực kỹ thuật nổi tiếng từ những năm 1960. Ông đã có nhiều tác phẩm như «Algôrit sáng chế» — nhà xuất bản «Công nhân» Liên Xô, năm 1961 và sau đó đã tái bản hai lần vào năm 1973 và 1979; «Sự sáng tạo là một khoa học chính xác: lý luận giải quyết các nhiệm vụ sáng chế» — Nhà xuất bản «Radio» Liên Xô, năm 1979; «Học sáng chế như thế nào» — Nhà xuất bản «Công nhân» Liên Xô, năm 1961. Ngoài ra G.S. Alsule còn là tác giả thường xuyên của các tạp chí khoa học trong lĩnh vực sáng chế như: «Những vấn đề hoạt động sáng chế»; «Những người sáng chế và hợp lý hóa sản xuất»... Thông báo khoa học của Viện hàn lâm khoa học Liên Xô đã đăng nhiều lần các kết quả nghiên cứu của G.S. Alsule. Hiện nay Alsule trong ban lãnh đạo Viện nghiên cứu phương pháp luận sáng chế do Tổng công đoàn Liên Xô và Trung ương đoàn thanh niên Azecbaigiăng thành lập ở Bécu. Ông mở các khóa đào tạo thường xuyên đề nâng cao trình độ cho các nhà sáng chế. Theo các giáo trình của Alsule các viện nghiên cứu, thiết kế ở các thành phố Kiev, Đúpna, Minsk, Sveclopp v.v... cũng tổ chức các khóa học tương tự.

(2) Angôrit là một chương trình bao gồm các thao tác tư duy có định hướng và đủ rõ ràng. Trong toán học angôrit là thuật toán,

chế (ARIZ). Hầu hết các thành phố lớn ở Liên Xô hiện nay đều mở các khóa tại chức giảng dạy lý thuyết sáng chế. Nhiều nhà máy, xí nghiệp mở những lớp ngắn hạn về kỹ sư, công nhân trực tiếp vận dụng những công cụ chủ yếu của lý thuyết này. Việc đưa lý thuyết sáng chế vào chương trình chính khóa của các trường đại học kỹ thuật đang được đặt ra. Lý thuyết sáng chế đã được nhiều nước trên thế giới dịch và phổ biến. Nó ngày càng hoàn thiện và phát triển không ngừng.

Cuốn sách này giới thiệu ARIZ cùng những quy luật phát triển khách quan trong kỹ thuật, 40 thuật sáng chế cơ bản... Mỗi phần đều có các ví dụ⁽¹⁾ và bài tập áp dụng. Cuốn sách giúp bạn đọc một phương pháp sáng chế mới trong phong trào phát huy sáng kiến, cải tiến hợp lý hóa sản xuất. Cuốn sách cũng bổ ích cho tất cả những người quan tâm đến các phương pháp tư duy sáng tạo trong khoa học, kỹ thuật, v.v...

Chắc chắn rằng cuốn sách nhỏ này chưa đáp ứng thỏa mãn yêu cầu bạn đọc, và cũng còn nhiều thiếu sót. Vì vậy chúng tôi mong được ý kiến đóng góp của bạn đọc, để có những cuốn sách tốt hơn. Chân thành cảm ơn bạn đọc.

Nhà xuất bản
Khoa học và kỹ thuật

(1) Các ví dụ minh họa là những thực tiễn sáng chế phù hợp với những cải tiến kỹ thuật hợp lý hóa sản xuất ở Việt Nam

PHẦN MỘT

MỞ ĐẦU

Các phương pháp trước Angôrit

Hoạt động sáng chế bắt đầu ngay từ thời nguyên thủy. Quá trình hình thành và phát triển của loài người gắn liền với việc sáng chế ra các công cụ lao động ngày một tiến bộ. Những sáng chế đầu tiên rất đơn giản: con người nhận thấy có thể dùng hòn đá nhọn để rạch da thú vật săn bắt được, thế là họ bắt đầu thu nhặt và sử dụng những hòn đá. Sau các đám cháy rừng, họ nhận thấy có thể dùng lửa để sưởi ấm, nướng thịt và xua đuổi thú dữ trong đêm tối, thế là họ bắt đầu tìm cách giữ lửa. Con người chưa biết đặt bài toán, mà chỉ phát hiện những lời giải có sẵn trong tự nhiên. Sự sáng tạo thể hiện ở chỗ biết sử dụng những lời giải ấy. Nhưng liền sau đó các bài toán sáng chế cũng xuất hiện ngay: Làm thế nào để hòn đá đã mòn đầu lại trở thành nhọn? Làm thế nào giữ được lửa khỏi gió và mưa, hoặc đem từ chỗ này sang chỗ khác?...

Những bài toán đó con người giải bằng phương pháp thử sai, tức là cứ thử phương án này không được, lại sang phương án khác. Một thời gian dài, việc lựa chọn các phương án được tiến hành theo kiểu mò mẫm. Rồi dần dần hình thành các thủ thuật: bắt chước các nguyên mẫu trong thiên nhiên, tăng kích thước và số lượng các đối tượng cùng loại, kết hợp nhiều đối tượng khác nhau vào một... Nhờ quan sát, con người ngày càng hiểu biết về thế giới xung quanh hơn. Nhưng các bài toán sáng chế cũng ngày càng phức tạp: lời giải đúng nằm đâu trong số hàng chục, hàng trăm, hoặc nhiều hơn nữa, các phương án đủ loại. Ví dụ để sáng chế ra acquy kiềm, Edixon đã phải làm tới

5000 thí nghiệm, đó là không kể những phương án nảy sinh trong đầu ông kiểu: «Thế nếu ta thử làm thế này thì sao?»

Nói về lao động sáng chế, có người cho rằng, tất cả phụ thuộc vào sự tình cờ, may mắn. Một số người khác thì bảo: «Tất cả phụ thuộc vào lòng kiên trì, bền bỉ, phải lần lượt thử càng nhiều càng tốt những phương án khác nhau». Một số người khác nữa khẳng định: «Tất cả phụ thuộc vào tài năng bẩm sinh». Trong những quan niệm ấy có một phần sự thật, và cũng chỉ là sự thật bề ngoài. Chính vì phương pháp thử sai không có hiệu quả, nên nhiều cái ở đây mới phụ thuộc vào yếu tố ngẫu nhiên và vào các phẩm chất riêng của nhà sáng chế: không phải ai cũng có khả năng nghĩ được tới những phương án táo bạo, «kỳ quặc», hoặc đủ can đảm đề lao vào một bài toán khó và kiên trì giải nó.

Cuối thế kỷ XIX việc áp dụng phương pháp thử sai được Edison hoàn thiện hóa. Trong xưởng của ông có tới hàng nghìn người làm việc. Vì vậy có thể chia mỗi vấn đề kỹ thuật thành nhiều bài toán nhỏ, và với mỗi bài toán tiến hành cùng một lúc kiểm tra nhiều phương án khác nhau.

* * *

Bài toán sáng chế càng khó, thì đề đi đến lời giải càng phải thử nhiều phương án. Vì thế, người ta nghĩ tới những phương pháp làm sao trong cùng một thời gian đề xuất được thật nhiều phương án và đề có càng nhiều càng tốt những phương án độc đáo, táo bạo, bất ngờ.

Trước hết là *phương pháp tập kích não* do A. Osborn (Mỹ) đề xuất vào những năm 40. Những người tham gia giải bài toán chia làm hai nhóm. Trong vòng 20 → 30 phút nhóm

đầu (gồm những người có khả năng tưởng tượng tốt) liên tục đề ra các phương án, không phân tích, kể cả những phương án viển vông (có tác dụng kích thích làm nảy sinh ý mới). Tất cả các phát kiến đều được ghi lại (trên giấy hoặc bằng băng ghi âm). Sau đó nhóm thứ hai (gồm những người có óc phân tích tốt) sẽ rà xét từng phát kiến một để chọn ra những đề xuất hữu ích.

Phương pháp đối tượng tiêu điểm do Kunse (Đức) đề xuất năm 1926 và Ch. Vaiting (Mỹ) hoàn thiện vào những năm 50. Nội dung của phương pháp này là chọn một cách hoàn toàn ngẫu nhiên trong sách báo khoa học, kỹ thuật, trong từ điển... ra một số đối tượng nào đó, rồi lấy những tính chất của các đối tượng ngẫu nhiên này gán cho đối tượng đang cần cải tiến hay hoàn thiện (gọi là đối tượng tiêu điểm). Bằng cách đó có thể nhận được những kết hợp khác thường và đi đến những phương án độc đáo. Ví dụ, nếu đối tượng ngẫu nhiên lấy là phim (phim lồng tiếng, phim màu, phim màn ảnh rộng, phim nổi...), đối tượng cần cải tiến là đồng hồ, ta sẽ được các kết hợp: đồng hồ lồng tiếng (đồng hồ chơi nhạc chẳng hạn?), đồng hồ màu, đồng hồ màn ảnh rộng (làm mặt số to thay cho mặt số nhỏ, hoặc có thể mặt số nhỏ đôi lúc trở lại thành to chẳng—mặt số phản chiếu đi đâu đó?), đồng hồ nổi...

Theo *phương pháp phân tích hình thái* do F. Svicik (Thụy Sĩ) đề xuất năm 1942, người ta liệt kê tất cả các đặc trưng của đối tượng (các bộ phận của máy, các bước trong một quy trình...), mỗi đặc trưng là một cột. Ở mỗi cột, người ta viết những phương án có thể có. Ví dụ ta muốn sản xuất một loại xe đạp mới. Các bộ phận của xe đạp là: A. Khung. B. Vành. C. Lốp. D. Xích, v.v... Khung có thể là: A₁. Nam. A₂. Nữ. A₃. Dóng cong. A₄. Khung gấp... Vành có thể là: B₁. Vành nhôm. B₂. Vành sắt. B₃. Vành mini... Sau khi đã làm như vậy với tất cả các cột ta xét các kết hợp tạo thành bằng cách lấy ở mỗi cột

một phương án. Ví dụ $A_1-B_3-C_4-\dots$. Số lượng các kết hợp tạo thành như vậy có thể rất lớn, do đó khả năng nhận được những phương án hay cũng tăng lên. Song cũng chính vì thế mà phương pháp này gặp khó khăn: để tìm một dạng động cơ phản lực mới, trong bảng phân tích hình thái của mình (gồm 11 cột), Sviicki đã có tới 36864 kết hợp khác nhau! Nghiên cứu và so sánh hàng mấy chục nghìn phương án như vậy để tìm ra cái tốt nhất phải chăng là một việc quá sức người?

Theo phương pháp các câu hỏi kiểm tra, việc tìm kiếm lời giải được tiến hành theo một bảng các câu hỏi gợi ý theo kiểu: Nếu làm ngược lại thì sao? Hay là, thay bài toán đã cho bằng bài toán khác? Nếu thay đổi hình dạng của đối tượng thì sao? Nếu lấy nguyên liệu khác đi thì sẽ thế nào?... Có nhiều bảng câu hỏi như vậy do nhiều tác giả đề xuất. Đầy đủ và tốt hơn cả là của T. Filoart (Anh). D. Pôia đưa ra một bảng câu hỏi có hệ thống hơn, nhưng chủ yếu là để giải các bài tập toán học.

Năm 1960 U. Gordon (Mỹ) nâng phương pháp tập kích não lên một bước và đề xuất phương pháp kết hợp mạnh. Cơ sở của phương pháp này vẫn là tập kích não, nhưng những người trong nhóm phát kiến bắt buộc phải sử dụng 4 thủ thuật đặc biệt theo nghĩa «tương tự»: tương tự trực tiếp (những bài toán tương tự như bài toán đã cho được giải như thế nào?), tương tự phản thân hay còn gọi là phép thấu cảm (hãy thử đặt mình vào vị trí, hoàn cảnh của đối tượng đang xét, «sống» cuộc sống của nó, rồi cố gắng suy luận), tương tự tượng trưng (hãy dùng hình ảnh phát biểu thực chất bài toán một cách thật ngắn gọn, trong phạm vi 4 — 6 từ gì đó), tương tự tưởng tượng (những nhân vật thần thoại sẽ giải bài toán này như thế nào?). Hiện nay phương pháp này vẫn phổ biến ở Mỹ.

Hãng của Gordon liên tục mở các lớp đào tạo người đề chuyên tham gia các trận tập kích não.

Ưu điểm chính của các phương pháp trình bày ở trên là chúng đơn giản, dễ hiểu. Chỉ cần nghe nói qua, thực tập một vài lần là đã có thể tự làm được ngay. Phạm vi áp dụng của các phương pháp này khá rộng rãi—trong khoa học, kỹ thuật, tổ chức...

Song tất cả những phương pháp trên đều không tránh khỏi yếu điểm rất cơ bản—chúng vẫn giữ chiến thuật cũ (mặc dù có cải tiến chút ít) của phương pháp thử sai. Chúng không đi từ những quy luật phát triển khách quan của các hệ kỹ thuật, không lợi dụng được đặc thù của từng bài toán cụ thể. Vì vậy khả năng của các phương pháp này rất hạn chế và nói chung chúng không có tác dụng đối với các bài toán sáng chế mức cao.

Phân mức các bài toán sáng chế

Các bài toán sáng chế có nhiều loại khác nhau. Có bài rất dễ, chỉ cần sau vài ba lần thử đã có thể tìm được cách giải quyết. Song lại có bài cực kỳ khó, phải trải qua nhiều thế hệ con người mới tìm ra lời giải. Vậy thế nào là một bài toán dễ hay khó?

Ta xét ví dụ sau đây. Trong sản xuất đồ hộp, sau khi dùng nhiệt hàn kín hộp, người ta đưa từng đợt vào máng nước để làm nguội. Mức nước trong máng được điều chỉnh sao cho hộp có một phần nhô lên khỏi mặt nước. Có cách nào làm nguội nhanh hơn nữa không? Có, chỉ cần sử dụng thêm những phương tiện làm lạnh thông thường: cho nước đá vào máng, quạt không khí lạnh vào phần hộp nhô trên mặt nước... Những ví dụ như vậy ta gặp hàng ngày trong thực tế sản xuất. Đó là những bài toán sáng chế mức thấp nhất. Để giải những bài toán này, thường chỉ cần sử dụng những phương tiện (máy

móc thiết bị, phương pháp, chất thể) trực tiếp vẫn dùng để đạt mục tiêu đã cho.

Tùy theo mức độ khó, các bài toán sáng chế có thể chia làm 5 mức. Mỗi mức đòi hỏi một phương pháp giải riêng (nói đúng ra, như trên ta thấy, ở mức một, không cần có phương pháp gì sáng tạo lắm). Về nguyên tắc, cùng một bài toán có thể được giải ở nhiều mức khác nhau, song các phương pháp giải những bài toán mức thấp thường không có tác dụng đối với những bài toán mức cao.

Ví dụ bài toán ở mức hai: Trên bề mặt một nam châm vĩnh cửu rất mạnh có một lớp bột sắt từ mỏng bám vào. Làm thế nào thu sạch lớp bột sắt từ này lại? Ý nghĩ đầu tiên: dùng bàn chải quét. Nhưng bàn chải sẽ không quét được những hạt bột bám rất chắc vào nam châm. Hay dùng máy hút bụi. Cũng không ổn, vì sức hút của nam châm đối với các hạt bột rất mạnh. Hay dùng một nam châm mạnh hơn? Phức tạp quá, và không đảm bảo.Ồ axit sunfuric chẳng? Bề mặt nam châm sẽ hỏng mất...

Ở đây, lời giải không thấy ngay như ở mức một. Sau lần thử thứ năm, thứ mười không thành, có người sẽ cho rằng không còn cách nào khác là đành ngồi cạo dần từng tí một! Nhưng không phải như vậy: để làm sạch bột sắt từ trên bề mặt nam châm, người ta dùng những chất liệu có độ nhớt cao, chẳng hạn đất khô chậm (thường dùng để nặn tượng).

Ví dụ ở mức ba: Những tấm vật liệu lát mặt trong các máy phun bi (phun hạt) thường rất chóng bị bào mòn. Người ta đã cải tiến bằng cách làm các tấm lát này bằng các nam châm—chúng sẽ giữ trên bề mặt mình một lượt bi (hạt) bảo vệ, máy không còn bị bào mòn nữa.

Có thể nói: Ở các mức một và hai, đối tượng (máy móc thiết bị, phương pháp, chất thể) không thay đổi, hoặc có

nhưng không nhiều. Ở mức ba, đối tượng thay đổi nhiều (lớp bảo vệ bên trong máy phun bi vẫn còn, nhưng khác hẳn so với trước — đó chính là những viên bi trước kia từng bào mòn máy). Ở mức bốn phải thay đổi hoàn toàn đối tượng, còn ở mức năm — toàn bộ hệ thống kỹ thuật trong đó đối tượng đã cho chỉ là một thành phần.

Ví dụ sáng chế ở mức bốn: biện pháp kiểm tra độ bào mòn của động cơ. Trước đây việc kiểm tra được tiến hành bằng cách thỉnh thoảng lại lấy trong động cơ ra một ít mỡ, rồi xác định lượng bụi kim loại chứa trong đó. Theo sáng chế mới, người ta cho vào mỡ một chất phát quang, căn cứ vào độ phát sáng (các hạt kim loại nhỏ làm lụi bớt lớp sáng) sẽ có thể theo dõi một cách liên tục mật độ các hạt kim loại. Như vậy, biện pháp kiểm tra ban đầu được thay đổi hoàn toàn. Hiệu ứng vật lý sử dụng ở đây ít quen biết hơn so với ở các ví dụ trước. Lời giải tìm ra có thể áp dụng để kiểm tra sự xuất hiện các hạt kim loại trong nhiều trường hợp khác.

Ví dụ mức năm: sáng chế dùng các hợp kim đơn tinh thể đồng — nhôm — niken và đồng — nhôm — mangan chế tạo lõi rắn trong bộ biến nhiệt năng thành cơ năng bằng cách thay đổi tính chất đàn hồi của lõi. Nói chung, ta biết rằng tính chất của các vật rắn thay đổi theo nhiệt độ. Nhưng ta chưa biết những chất thể nào là những chất thể thay đổi mạnh (ngay cả khi nhiệt độ chênh lệch ít). Vì vậy việc phát hiện và tạo ra được những chất thể như thế là gần như một phát minh. Các hợp kim đơn tinh thể mới trên có thể sử dụng để giải quyết rất nhiều bài toán sáng chế (chế tạo các động cơ nhiệt, các thiết bị đo lường...).

Ở nước ta, những sáng chế nổi tiếng của anh hùng lao động Huỳnh Đăng Lân: sáng chế ra nhựa bakelit chịu được

hiệt độ cao và không bị phá hủy trong các dung môi, dùng để chế tạo lá côn cho ô tô; nhựa rơđôn làm cốt ép — một vật liệu rất thông dụng hiện nay dùng làm mái che, vách, cửa, mặt bàn, vách tủ... đều là những sáng chế mức năm.

Giải bài toán ở mức một, chỉ cần chọn trong số vài ba phương án dễ thấy nhất. Ở mức hai, số phương án cần xét đã lên đến hàng chục. Về nguyên tắc, bất kỳ người kỹ sư hay công nhân nào cũng có thể lần lượt thử quăng 50 — 70 phương án khác nhau. Tuy nhiên ở đây vẫn đòi hỏi phải có sự kiên trì và tin tưởng rằng bài toán có thể giải được. Nhiều khi chỉ sau lần thử thứ mười, con người đã hoàn toàn nản chí. Đối với các bài toán mức ba, lời giải đúng ần nấp đâu đấy trong số hàng trăm phương án đủ loại. Ở mức bốn để tìm được lời giải cần phải qua hàng nghìn, hàng chục nghìn lần thử sai. Cuối cùng ở mức năm con số này lên tới hàng trăm nghìn, hàng triệu hoặc nói chung không thể biết được là bao nhiêu.

Những bài toán mức cao khác với những bài toán mức thấp không chỉ ở số lượng các phương án có thể có, mà còn khác về chất lượng. Bài toán mức một và phương tiện giải nó cũng nằm trong phạm vi một ngành hẹp (ví dụ bài toán cải tiến sản xuất gỗ tấm được giải bằng các phương pháp vẫn sử dụng trong công nghệ sản xuất gỗ tấm). Bài toán mức hai và phương tiện giải nó cũng thuộc một ngành kỹ thuật (bài toán về sản xuất gỗ tấm được giải bằng các phương pháp quen biết trong công nghiệp chế biến gỗ). Với các bài toán mức ba, cần tìm lời giải ở các ngành khác (bài toán của ngành chế biến gỗ được giải bằng các phương pháp trong ngành gia công kim loại). Lời giải cho những bài toán mức bốn cần tìm không phải trong kỹ thuật, mà là trong khoa học — trong số các hiện tượng và hiệu ứng vật lý, hóa học ít được sử dụng. Với những bài toán xếp xỉ mức năm,

phương tiện giải chúng thậm chí có thể nằm ngoài phạm vi kiến thức khoa học hiện tại, vì vậy trước hết phải có phát minh, sau đó mới dựa trên những dẫn liệu khoa học mới mà giải quyết vấn đề.

Sự phát triển của khoa học, kỹ thuật ngày nay đòi hỏi phải giải những bài toán sáng chế mức cao trong một thời gian ngắn, không thể kéo dài năm này qua năm khác, thế hệ này nối tiếp thế hệ kia. Muốn vậy, biện pháp thông thường nhất là tăng cường nhiều người vào cùng giải quyết một vấn đề. Nhưng tập trung người vào chỗ này thì chỗ kia lại thiếu. Và chẳng, đó không phải là cách giải quyết sáng tạo, không tiết kiệm được sức lao động và cũng không nâng cao được năng suất — hàng chục người đào đất chỉ làm bằng hoặc chưa bằng một máy xúc.

Cần phải có phương pháp chuyển các bài toán sáng chế từ mức cao về mức thấp. Nếu một bài toán mức bốn hoặc năm ta chuyển được về mức một hoặc hai, thì sau đó có thể giải bình thường theo kiểu thử từng phương án một. Tất cả vấn đề là ở chỗ làm sao có thể nhanh chóng thu hẹp vùng tìm kiếm, biến những bài toán khó trở thành những bài toán dễ.

Mâu thuẫn trong kỹ thuật

Mỗi đối tượng kỹ thuật đều có những chỉ số quan trọng nhất đặc trưng cho mức độ hoàn thiện của nó: trọng lượng, kích thước khuôn khổ, công suất, tuổi thọ, độ tin cậy... Trong chừng mực nhất định, các chỉ số này phụ thuộc lẫn nhau. Và nếu muốn dùng những phương pháp quen biết tăng một chỉ số nào đó, thì thường phải hạ thấp các chỉ số khác xuống.

Ví dụ, quá trình phát triển của xe đạp. Người ta tính rằng trong vòng một thế kỷ rưỡi nay đã có tới hơn 100 nghìn bằng sáng chế liên quan đến xe đạp. Những xe đạp đầu tiên chỉ gồm ba phần chủ yếu: động cơ (chính là con người), vành bánh và bộ phận truyền động. Người đi đạp vào pđan

gắn ở trục bánh trước, giống như xe ba bánh của trẻ em: một vòng pêđan — một vòng bánh. Muốn tăng tốc độ, người đi phải đạp rổ rít. Như vậy thật vất vả và bất tiện. Mâu thuẫn nảy sinh: lợi về vận tốc, thiệt về tiện nghi.

Các nhà sáng chế tìm được cách giải quyết: tăng kích thước bánh trước. Xuất hiện loại xe đạp có đường kính bánh tới 2m. Một vòng pêđan xe đi được hơn 6m. Nhưng như thế lại không an toàn vì có thể bị ngã từ độ cao 2m xuống. Mâu thuẫn mới: được vận tốc, mất an toàn. Sau đó xích ra đời như ở xe đạp hiện nay. Xích cho phép giảm kích thước bánh trước. Xe đạp đi nhanh hơn và... bất tiện hơn: vận tốc cao cho người ta thấy thế nào là đi đường xóc. Và rồi như ta biết, mâu thuẫn này đã được khắc phục cùng với sự ra đời của sãm hơ và lốp...

Trong kỹ thuật cũng như trong các lĩnh vực khác, mâu thuẫn thúc đẩy sự phát triển. Mỗi sáng chế ra đời là một sự khắc phục mâu thuẫn tồn tại trước đó. Ở các bài toán mức một và mức hai, giống như trong thiết kế, thường là phải tìm cách dung hòa những thông số hoặc tính chất trái ngược nhau, tìm phương án kết hợp sao cho lợi nhiều, thiệt ít. Ở các bài toán mức cao, mâu thuẫn đặt ra gay gắt hơn: cần làm sao lợi hẳn và không thiệt hoặc gần như không thiệt gì hết (xe đạp đi nhanh mà vẫn an toàn và tiện lợi).

Ngay trong sự xuất hiện một bài toán sáng chế cũng đã có mâu thuẫn: cần phải làm cái gì đây, nhưng làm thế nào thì chưa biết. Song đó chỉ là mâu thuẫn bề ngoài. Nó không gợi ý cho ta được gì về hướng giải quyết. Mâu thuẫn bên trong chính là mâu thuẫn kỹ thuật: nếu dùng những phương pháp quen biết để cải tiến một phần (hoặc một thông số) của đối tượng, thì phần khác (thông số khác) sẽ kém đi tới mức không thể chấp nhận được. Việc phát hiện chính xác mâu

thuần kỹ thuật chứa trong mỗi bài toán sáng chế là đặc biệt quan trọng. Vì mặc dù không chỉ ra được lời giải cụ thể, song nó làm vấn đề trở nên sáng sủa, rõ ràng và cho phép loại trừ ngay một loạt phương án không thích hợp (không khác nếu được mâu thuẫn kỹ thuật, mà vẫn trong tình trạng lợi mất, này thì thiệt mất kia).

Các mâu thuẫn kỹ thuật lại có nguyên nhân sâu xa là các mâu thuẫn lý học. Ví dụ bài toán sau đây. Để đánh bóng thủy tinh quang học, người ta tráng thủy tinh bằng một thứ nước vắn bột mài, sau đó dùng một dụng cụ bằng nhựa hoặc chất dẻo chà xát những hạt bột mài ở trên vắn đó. Nếu đánh bóng nhanh (chẳng hạn lắp dụng cụ trên vào máy), bề mặt thủy tinh sẽ bị nóng lên và biến dạng, không đảm bảo độ chính xác cần thiết. Còn nếu làm chậm thì năng suất thấp. Đã có sáng kiến đề nghị đục nhiều lỗ xuyên qua dụng cụ cho nước lạnh chảy xuống làm nguội bớt bề mặt thủy tinh. Nhưng dùng dụng cụ «thủng lỗ chỗ» như vậy, chất lượng đánh bóng kém hẳn đi. Cần tìm cách giải quyết khác.

Mâu thuẫn kỹ thuật ở đây đã rõ: khả năng làm lạnh của dụng cụ có nhiều lỗ thủng xung đột với khả năng đánh bóng thủy tinh của nó. Nguyên nhân sự xung đột này nằm ở đâu? Lỗ thủng cho nước lạnh qua dễ dàng, nhưng hiển nhiên không thể tẩy được các hạt thủy tinh. Ngược lại, những chỗ cứng của dụng cụ có khả năng tẩy được các hạt thủy tinh, nhưng nước không qua được. Như vậy, bề mặt của dụng cụ phải cứng để tẩy các hạt thủy tinh, và phải «rỗng» để nước lạnh qua được dễ dàng. Đây chính là mâu thuẫn lý học: đối tượng cùng một lúc phải ở hai trạng thái lý học (có hai tính chất lý học) loại trừ nhau.

Trong mâu thuẫn lý học, sự xung đột giữa những yêu cầu trái ngược nhau trở nên cực kỳ gay gắt. Vì vậy thoát tiên mâu thuẫn này tưởng chừng như phi lý và rõ ràng không thể giải quyết được. Làm sao có được dụng cụ mà toàn bộ chỉ là một

«khoảng rỗng» và đồng thời lại là một vật rắn hẵn hoi? ! Nhưng giá trị của mâu thuẫn lý học chính là ở đây — ở việc đưa mâu thuẫn lên đến tột đỉnh như vậy. Vì cùng một phần của huấ/tượng không thể đồng thời nằm trong hai trạng thái khác nhau, nên chỉ còn cách phân tách các tính chất trái ngược đó bằng những phép biến đổi lý học. Chẳng hạn có thể phân chia trong không gian: cấu tạo đối tượng gồm hai phần, mỗi phần mang một tính chất; phân chia theo thời gian: làm sao cho đối tượng lần lượt mang tính chất này rồi đến tính chất kia sử dụng các trạng thái chuyển tiếp trong đó chất thể coi như có cả hai tính chất trái ngược nhau. Ví dụ, nếu dụng cụ đánh bóng nói trên làm bằng nước đá trong có các hạt bột mài (cho bột mài vẫn trong nước rồi làm đông lại), thì khi cọ xát vào thủy tinh, nước đá sẽ bay hơi và như vậy giải quyết được mâu thuẫn: bề mặt dụng cụ đánh bóng rõ ràng cứng, nhưng đồng thời chỗ nào cũng có nước lạnh «đi qua».

Vì mâu thuẫn kỹ thuật và mâu thuẫn lý học là thể hiện toàn bộ thực chất của bài toán, nên trong bất kỳ phương pháp sáng chế nào, việc phát hiện chính xác các mâu thuẫn đó luôn luôn đóng vai trò rất cơ bản.

Những quy luật phát triển khách quan trong kỹ thuật

Từ lâu, người ta đã nhận thấy các đối tượng, hệ thống kỹ thuật phát triển không phải tùy theo ý muốn của một vài nhà sáng chế tài ba nào đó, mà theo những quy luật khách quan nhất định, phù hợp với phép biện chứng duy vật. Muốn thấy được xu thế phát triển tất yếu đề kịp thời phát hiện và giải quyết thỏa đáng các vấn đề đặt ra trong kỹ thuật, con người cần nắm vững và vận dụng tốt các quy luật đó.

Ta xét ví dụ cụ thể. Tổ hợp quay phim chính là một hệ kỹ thuật gồm một loạt thành phần: máy quay phim, các

thiết bị chiếu sáng, máy ghi âm... Máy quay hoạt động với số 24 ảnh trong 1 giây, mà mỗi ảnh cửa chắn chỉ mở cho ánh sáng lọt vào trong một khoảng thời gian cực ngắn (có khi chỉ là 1/1000 giây). Trong khi đó các ngọn điện liên tục chiếu sáng cả trường quay. Như vậy, phần năng lượng hữu ích được sử dụng không đáng kể. Phần lớn năng lượng tiêu hao thành nhiệt năng, đốt nóng không khí và làm cho các nghệ sỹ chóng mặt mỗi. Ta chú ý: các thành phần trong hệ kỹ thuật này hoạt động không ăn khớp với nhau, mỗi thành phần «sống» theo «nhịp điệu» riêng của mình.

Ta hãy hình dung một động vật có bộ não làm việc theo chu kỳ 24 giờ, nhưng bốn chân lại có chu kỳ hoạt động 10 giờ: khi bộ não đến giờ ngủ thì đang là lúc bốn chân hoạt động hăng hái nhất, theo «giờ» của chúng mới gần trưa, cần phải chạy gấp. Trong sinh vật những cơ thể như vậy lập tức bị gạt bỏ ngay trong quá trình tiến hóa. Nhưng trong kỹ thuật rất nhiều khi con người tạo ra những «cơ thể với nhịp điệu không ăn khớp» và sau đó một thời gian dài cứ phải khổ sở vì những nhược điểm của các «cơ thể» đó.

Một trong những quy luật phát triển khách quan của kỹ thuật thể hiện ở chỗ những hệ thống có nhịp điệu không ăn khớp được thay thế bằng những hệ thống hoàn thiện hơn, với nhịp điệu ăn khớp. Hệ kỹ thuật ví như một đội bóng đá, hay một dàn nhạc. Dàn nhạc chỉ có thể biểu diễn thành công khi các nhạc công biết phối hợp với nhau cùng chơi một cách nhịp nhàng, ăn ý. Trong ví dụ tổ hợp quay phim cần phải có các nguồn sáng hoạt động đồng bộ và đồng pha với cửa chắn vật kính máy quay. Khi đó mức tiêu thụ năng lượng sẽ giảm hẳn, điều kiện làm việc của các nghệ sỹ sẽ tốt hơn.

Một ví dụ khác. Để khai thác than người ta khban vào vỉa than những đường lỗ, đổ đầy nước vào đó rồi cho xung áp suất truyền qua nước. Tần số của xung trước kia xác định bởi các yếu tố ngẫu nhiên, trong khi vỉa than có tần số dao động riêng của nó. Hai bộ phận trong cùng một hệ thống

hoạt động theo hai nhịp điệu khác nhau — một sự vi phạm rõ ràng quy luật phối hợp nhịp điệu. Về sau theo sáng chế của Liên-Xô người ta đã điều chỉnh tần số xung bằng với tần số dao động riêng của khối than. Nhưng để đi đến sáng chế này, con người đã phải mất 7 năm

Phối hợp nhịp điệu giữa các bộ phận chỉ là một trong nhiều quy luật xác định sự phát triển của các hệ kỹ thuật. Cũng như đối với các hệ khác, các hệ kỹ thuật bị chi phối bởi nhiều quy luật khác nhau và liên quan chặt chẽ với nhau. Ngoài ra, nếu như trong xã hội, quy luật về sự tương ứng giữa sức sản xuất và quan hệ sản xuất tác động đối với mọi xã hội, còn quy luật bóc lột bằng giá trị thặng dư chỉ tác động đối với xã hội tư bản thì trong kỹ thuật cũng vậy : có những quy luật chung, đúng với mọi hệ kỹ thuật, song cũng có những quy luật riêng, chỉ đúng cho một số hệ nào đó. Khoảng 20 năm gần đây, trên cơ sở nghiên cứu một khối lượng lớn các tài liệu sáng chế và lịch sử phát triển của các hệ kỹ thuật, điển hình trong vòng 100 — 150 năm, H.S. Ansule (Liên Xô) và các đồng nghiệp của ông đã đề xuất được một «bộ» những quy luật như thế. Angorit sáng chế giới thiệu trong cuốn sách này dựa trên những quy luật khách quan đó.

Trước hết ta xét nhóm thứ nhất bao gồm những quy luật xác định sự ra đời của các hệ kỹ thuật.

Bất kỳ hệ kỹ thuật nào xuất hiện cũng là do các thành phần trước đó riêng lẻ giờ kết hợp lại với nhau thành một thể thống nhất. Nhưng không phải bất cứ sự kết hợp nào cũng cho ra một hệ thống có sức sống — ít nhất kết hợp đó phải đáp ứng ba quy luật sau đây,

1. Quy luật về tính đầy đủ của các bộ phận cấu thành hệ thống

Điều kiện cần thiết để một hệ kỹ thuật có sức sống và nguyên tắc là nó phải gồm đủ các bộ phận cơ bản với khả năng làm việc tối thiểu.

Mỗi hệ kỹ thuật phải có 4 bộ phận chính : động cơ, truyền động, bộ phận trực tiếp làm việc và bộ phận điều khiển. Ý nghĩa của quy luật 1 ở chỗ, muốn tổng hợp nên một hệ kỹ thuật phải có đủ 4 bộ phận đó, và các bộ phận này phải có tính thích dụng tối thiểu đối với việc thực hiện các chức năng của hệ. (Ta chú ý rằng cùng một bộ phận để trong hệ thống này có thể làm việc tốt, nhưng khi đưa vào hệ thống khác lại mất khả năng hoạt động).

Quy luật 1 có thể giải thích đơn giản là : Hệ kỹ thuật có sức sống chỉ trong trường hợp nếu ta đánh giá chất lượng làm việc của từng bộ phận trong toàn hệ, thì tất cả các bộ phận đều đạt mức «trung bình» trở lên. Nếu có dù chỉ một bộ phận không đạt mức «trung bình», hệ thống sẽ không có sức sống, thậm chí cả trong trường hợp có những bộ phận khác hoạt động tốt. Quy luật tương tự như vậy trong sinh học đã được Libic phát biểu từ giữa thế kỷ trước.

Trên thực tế hầu hết các hệ kỹ thuật hiện tại mới đầu đều là những hệ thống ở mức «trung bình» (song điều quan trọng là không bộ phận nào bị đánh giá dưới «trung bình»). Chiếc tàu thủy đầu tiên có máy hơi nước rất yếu và tiêu tốn nhiều nhiên liệu, bộ phận truyền từ động cơ đến bánh công kênh, ngay cả hoạt động của bánh cũng chưa tốt. Nhưng mặc dù vậy, khi kết hợp lại với nhau, toàn bộ hệ thống vẫn biểu lộ những triển vọng lớn.

Quy luật 1 có một hệ quả rất quan trọng sau đây.

Để hệ kỹ thuật đã cho là điều khiển được, ít nhất phải có một bộ phận của nó điều khiển được. (Điều khiển được» nghĩa là trong chừng mực nhất định ta có thể thay đổi các tính chất của nó tùy theo ý mình). Điều này giúp ta nhiều được thực chất của nhiều bài toán và cách giải chúng trở nên rõ ràng hơn.

Ví dụ : Phương pháp hàn chảy từng nhóm các ống tiêm. 25 ống tiêm đựng đầy thuốc được đặt đứng vào các hốc cắm trên một giá đỡ bằng kim loại (5 hàng mỗi hàng 5 ống). Người ta đưa từ trên xuống một nhóm các mỏ đốt (5 hàng mỗi hàng 5 mỏ). Trên mỗi ống tiêm là một mỏ đốt. Ngọn lửa nóng sẽ làm chảy đầu ống tiêm. Ngược, điểm ở đây — ngọn lửa rất khó điều chỉnh. Có chỗ lửa to quá, chỗ lại nhỏ quá. Một số ống tiêm bị nóng quá độ, một số khác chưa được hàn kín. Tất nhiên có thể mở hết cỡ cho ngọn lửa ở mức mạnh nhất. Khi đó tất cả các ống tiêm sẽ được hàn kín, nhưng trong phần lớn các ống tiêm thuốc sẽ bị hỏng vì nóng quá. Ngược lại, cũng có thể để ngọn lửa ở mức rất yếu. Khi đó không có ống nào thuốc bị hỏng, nhưng nhiều ống sẽ không được hàn kín. Người ta đã thử dùng lá chắn có các lỗ hổng để che các ống tiêm. Nhưng nếu cho ống tiêm qua được lỗ hổng một cách dễ dàng thì ngọn lửa cũng qua được. Nếu ống tiêm vừa khít lỗ hổng, đảm bảo không có khe hở, thì sẽ mất nhiều thời gian cắm các ống tiêm vào lá chắn. Hơn nữa, lá chắn tất nhiên sẽ nóng lên và truyền nhiệt sang ống tiêm. Vậy phải làm cách nào ?

Hệ thống ở đây gồm hai thành phần đều không điều khiển được : Các ống tiêm hoàn toàn không thể điều khiển — ta không thay đổi được các tính chất của chúng (làm như thế không lợi), còn các mỏ đốt, như đã nói, rất khó điều khiển. Vì vậy muốn giải quyết vấn đề, chắc chắn phải đưa vào thêm một thành phần nữa, để điều khiển. Thành phần này phải ngăn không cho ngọn lửa tới những chỗ nào không cần đốt nóng, đồng thời nó lại không được gây khó khăn trong việc cắm đặt các ống tiêm. Các vật rắn và khí rõ ràng không thích hợp, chỉ còn lại chất lỏng. Chẳng hạn có thể cắm các ống tiêm vào nước sao cho chỉ có các đầu ống cần hàn chảy nổi lên. Khi đó hệ thống trở thành điều khiển được : có thể thay đổi giới hạn giữa vùng nóng và vùng lạnh bằng cách điều chỉnh mực

nước, hoặc có thể thay đổi nhiệt độ của nước để đảm bảo cho quá trình xảy ra được ổn định.

2. Quy luật truyền năng lượng. Điều kiện cần thiết để một hệ kỹ thuật có sức sống về nguyên tắc là năng lượng phải được truyền tới tất cả các bộ phận của nó.

Bất kỳ hệ kỹ thuật nào cũng là một bộ biến đổi năng lượng. Vì vậy năng lượng phải được truyền từ động cơ qua bộ phận truyền dẫn tới các bộ phận trực tiếp làm việc.

Năng lượng có thể được truyền từ phần này sang phần khác của hệ thống qua các vật (van, bánh răng, tay gạt...), các trường (trường điện, trường từ...) hoặc qua các vật trung gian (dòng hạt tích điện...). Nhiều bài toán sáng chế quy về việc lựa chọn cách truyền năng lượng hiệu quả nhất trong những điều kiện đã cho.

Ví dụ : Trong máy ly tâm cần giữ nhiệt độ ở mức 250°C để các phản ứng hóa học diễn ra suốt khoảng thời gian dài. Không thể đặt máy ly tâm vào một bộ ổn nhiệt vì nó to quá. Cho dòng điện chạy vào trong máy ly tâm đang quay nhanh thì phức tạp, và lại làm thế nào kiểm tra được nhiệt độ bên trong máy ? Hay áp dụng phương pháp đốt nóng bằng tia hồng ngoại ? Vẫn chưa giải đáp được câu hỏi : làm sao kiểm tra, khống chế được nhiệt độ ở giữa máy ? Có thể đo nhiệt độ mặt ngoài máy ly tâm, nhưng đó đâu phải là nhiệt độ bên trong ? Cần tìm phương pháp khác.

Bên ngoài máy ly tâm chúng ta có năng lượng. Nhưng «người tiêu dùng» lại ở bên trong. Vấn đề là phải tạo ra một chiếc «cầu năng lượng». Thường có hai loại «cầu năng lượng»: thuần nhất và không thuần nhất. Nếu dạng của năng lượng thay đổi khi chuyển từ bộ phận này sang bộ phận khác trong hệ thống—đó là «cầu» không thuần nhất. Các bài toán sáng

chế thường phải sử dụng loại «cầu» như vậy. Bên ngoài máy ly tâm nên dùng năng lượng điện từ (là dạng năng lượng có thể truyền mà không ảnh hưởng đến chuyển động quay của máy), nhưng bên trong lại phải có nhiệt năng. Vì vậy cần có các hiệu ứng và hiện tượng vật lý cho phép điều khiển năng lượng khi ra khỏi một bộ phận của hệ thống hoặc khi đi vào một bộ phận khác. Chẳng hạn có thể đốt nóng vật chất bên trong máy ly tâm bằng cách đặt máy vào một trường từ và bố trí bên trong máy một đĩa sắt từ. Vấn đề còn lại là sau khi đã đốt nóng, phải giữ được nhiệt độ luôn ở mức 250°C . Muốn thế nhiệt độ của đĩa sắt từ phải không đổi, mặc dù năng lượng bên ngoài lên hay xuống. Điều này có thể đạt được bằng cách cho một trường từ «dư thừa» trong đó đĩa sắt sau khi lấy đủ năng lượng để nóng tới 250°C sẽ «tự ngắt» (chuyển qua điểm Quiri). Khi nhiệt độ hạ xuống, đĩa lại «tự mở». (Điểm Quiri—giới hạn nhiệt độ mà vật chất còn giữ được từ tính. Khi nhiệt độ cao hơn điểm Quiri, vật chất mất từ tính, khi nhiệt độ hạ xuống dưới điểm Quiri, từ tính lại được phục hồi. Có khá nhiều hiệu ứng vật lý mạnh liên quan đến điểm Quiri).

Hệ quả quan trọng của quy luật 2 là: Để một bộ phận nào đó của hệ kỹ thuật là điều khiển được, cần đảm bảo sự truyền dẫn năng lượng giữa bộ phận này với các bộ phận điều khiển.

Trong các bài toán về đo lường và phát hiện (khe hở, chỗ rò, sản phẩm kém chất lượng...) có thể xét sự truyền dẫn thông tin, nhưng thường quy về sự truyền dẫn năng lượng ở dạng yếu.

Ví dụ: Hãy đề xuất phương pháp đơn giản để kiểm tra phát hiện tất cả những chỗ hở ở máy làm lạnh qua đó chất lỏng (mỡ, bơ...) có thể rò ra ngoài.

Trong các dạng năng lượng quen biết, dạng nào có thể truyền từ trong máy làm lạnh ra ngoài qua các khe hở đủ kiểu

và nhỏ bao nhiêu tùy ý đồng thời không truyền qua được tất cả các chỗ khác? Đó là quang năng—ánh sáng. Chỉ cần cho chất phát quang vào chất lỏng trong máy rồi đặt máy vào buồng tối (có chiếu sáng bằng tia từ ngoại), là sẽ phát hiện được ngay tất cả những chỗ rò.

3. Quy luật phối hợp nhịp điệu giữa các thành phần của hệ. Điều kiện cần thiết để một hệ kỹ thuật có sức sống về nguyên tắc là sự phối hợp ăn khớp nhịp điệu (tần số dao động, chu kỳ) giữa tất cả các thành phần của hệ.

Quy luật này ta đã phân tích ở trên.

Nhóm thứ hai bao gồm những quy luật xác định sự phát triển của các hệ kỹ thuật không phụ thuộc vào các nhân tố lý học hay kỹ thuật cụ thể.

4. Quy luật tăng mức độ lý tưởng của hệ thống: Tất cả các hệ kỹ thuật đều phát triển theo hướng tăng mức độ lý tưởng của chúng.

Thế nào là mức độ lý tưởng của một hệ kỹ thuật, hay cũng vậy, thế nào là một hệ kỹ thuật lý tưởng? Hệ kỹ thuật (chẳng hạn máy móc thiết bị) lý tưởng là một hình mẫu ước lệ, có trọng lượng, thể tích, diện tích dần tới không, nhưng vẫn giữ nguyên được khả năng làm việc. Nói cách khác, máy lý tưởng—đó là khi không hề có máy, nhưng chức năng của nó vẫn được duy trì và bảo đảm.

Máy móc là phương tiện để thực hiện các công việc nhất định. Chẳng hạn máy bay dân dụng là để chở hành khách và hàng hóa. Chúng ta bắt buộc dĩ (chính là bắt buộc dĩ!) phải «chở» cả bản thân máy bay. Rõ ràng máy bay càng «lý tưởng» hơn, nếu trọng lượng riêng của nó càng nhỏ (với điều kiện các phẩm chất khác không kém đi). Máy bay lý tưởng sẽ chỉ gồm một khoang hành khách có khả năng di chuyển với vận tốc như khi máy bay thật chở nó.

Một đặc điểm nữa của máy lý tưởng: tất cả các bộ phận của nó lúc nào cũng phải thực hiện công có ích với tất cả khả năng thiết kế của chúng.

Máy móc tồn tại là để làm việc. Trong khi đó nhiều loại máy chỉ làm việc có tính chất chu kỳ. Thậm chí trong những trường hợp khi chỉ có một bộ phận của máy hoạt động, còn tất cả các bộ phận khác đứng yên, ta cũng vẫn coi như cả máy đang làm việc. Ví dụ, một ôtô chở vật liệu trên công trường (hay chở hàng từ nơi bốc dỡ vào kho), mỗi chuyến đi về thường mất 30—50 phút. Trong khi bốc hàng lên hoặc dỡ hàng xuống, chỉ có thùng xe làm việc, còn đầu máy cùng toàn bộ phần khung gầm và bánh đều bất động. Cũng đầu máy đó cho kết hợp với một số thân xe (có thể tháo rời ra), sẽ không mất thời gian chờ bốc dỡ: khi hàng đang bốc lên thân xe này, đầu máy kéo thân xe kia, và thân xe thứ ba đã dỡ hàng xong đang đợi sẵn. Hay như sáng kiến của Nguyễn Ngọc Ty thay 12 xe khuấy cho 12 bể bột bằng 2 xe khuấy chạy liên động phục vụ chung, tiết kiệm được 10 bộ giảm xóc, nơi sản xuất lại gọn gàng, dễ thao tác và làm vệ sinh công nghiệp⁽¹⁾.

Khuynh hướng tiến bộ và tác động trong suốt thời gian dài chỉ có thể là khuynh hướng làm cho hệ hiện thực gần tới hệ lý tưởng hơn. Quy luật này có vẻ hiển nhiên, song trên thực tế nhiều khi cũng phải tính ý mới nhận biết được. Chẳng hạn hệ lý tưởng là hệ có trọng lượng dần tới không, vậy tại sao vẫn cứ thấy xuất hiện các loại ôtô, máy bay, tàu, chở dầu, ngày một to hơn, đồ sộ hơn? Nhưng ta hãy đề ý: Một ôtô tải chở được 3 tấn hàng, bản thân nặng 1,5 tấn—1/3 sức mạnh động cơ tiêu hao để «kéo» bản thân ôtô. Một ôtô tải khác nặng 5 tấn, có thể chở tới 15 tấn hàng—phần trọng tải «chết» giảm

xuống chỉ còn 1/4. Chính vì vậy mà máy gần với máy lý tưởng hơn. Một ôtô tải tự trút 140 tấn, có thể dỡ hàng xong trong vòng 5 giây—nhanh gấp bội so với thời gian cần thiết để dỡ hàng—cho 28 xe loại 5 tấn.

Một lý do nữa là việc tăng kích thước, trọng lượng cho phép nâng các chỉ số kỹ thuật của hệ lên cao hơn. Nhưng chiếc ôtô đầu tiên chỉ có vận tốc 15—20km/giờ. Nếu vận tốc này không tăng lên, có lẽ đã xuất hiện nhiều loại ôtô gọn nhẹ hơn mà vẫn chắc chắn và tiện lợi.

Nhưng bất kỳ cải tiến nào cho ôtô (sử dụng vật liệu có sức bền tốt hơn, nâng hiệu suất động cơ...) đều nhằm tăng vận tốc và hoàn thiện những thứ «phục vụ» cho vận tốc đó (hệ thống phanh hãm đảm bảo, thân xe chắc chắn, tăng cường bộ phận giảm xóc...). Vì vậy dễ thấy được mức độ lý tưởng của ôtô tăng lên như thế nào, cần so sánh chiếc ôtô hiện tại với chiếc ôtô cũ có cùng vận tốc (tiên cùng cự ly).

Quy luật 4 giúp ta nhìn nhận khuynh hướng phát triển tất yếu của các hệ kỹ thuật hiện có. Vì lời giải tốt đối với mỗi bài toán sáng chế phải làm cho hệ kỹ thuật gần tới hệ lý tưởng hơn, nên nếu xác định được hệ lý tưởng trong trường hợp đã cho là gì, ta sẽ thấy ngay hướng tìm kiếm có triển vọng nhất.

Khái niệm hệ kỹ thuật lý tưởng—một trong những khái niệm cơ sở của angôrit sáng chế. Nhiều bài toán sơ dĩ khó chỉ vì ta cứ nghĩ chắc là phải sáng chế ra loại máy móc gì tinh vi, hiện đại lắm đây. Nhưng thường lại không phải như thế: tất cả sự đau đầu là ở chỗ làm sao thu được kết quả mong muốn mà không cần hoặc gần như không cần gì hết. Lời giải lý tưởng, như trên đã nói, là khi không hề có máy móc, mà kết quả nhận được vẫn như là có máy

(1). Báo Lao Động ngày 13/3/1980. Nguyễn Ngọc Ty giám đốc Xi nghiệp liên hợp Thực Phẩm 19/5 Hà Sơn Bình.

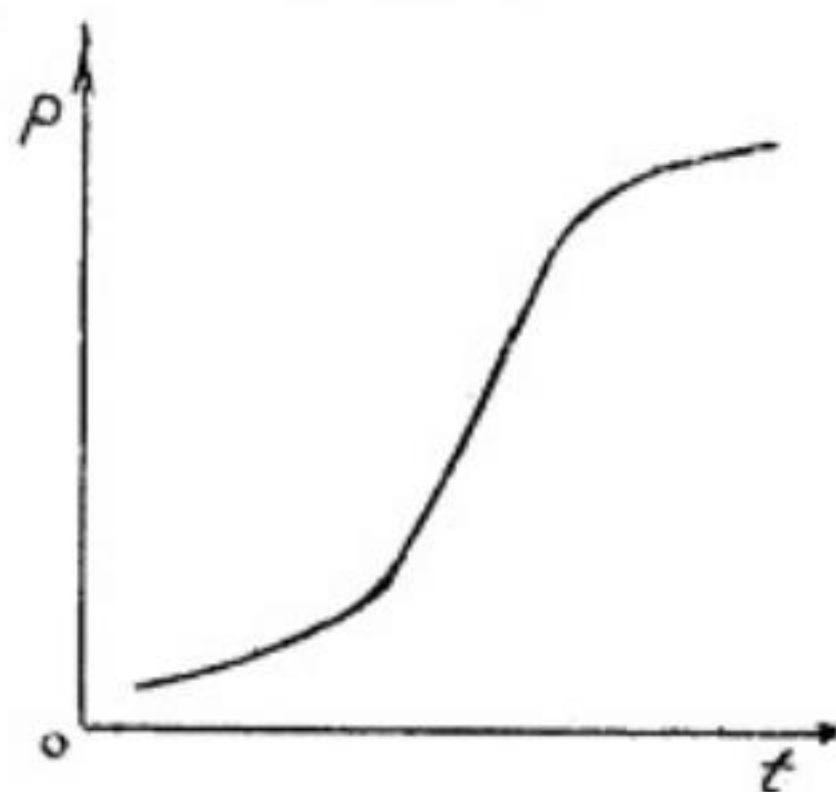
5. Quy luật phát triển không đồng đều giữa các thành phần của hệ

Sự phát triển của các thành phần trong một hệ kỹ thuật diễn ra không đồng đều, hệ càng phức tạp, mức độ không đồng đều đó càng tăng.

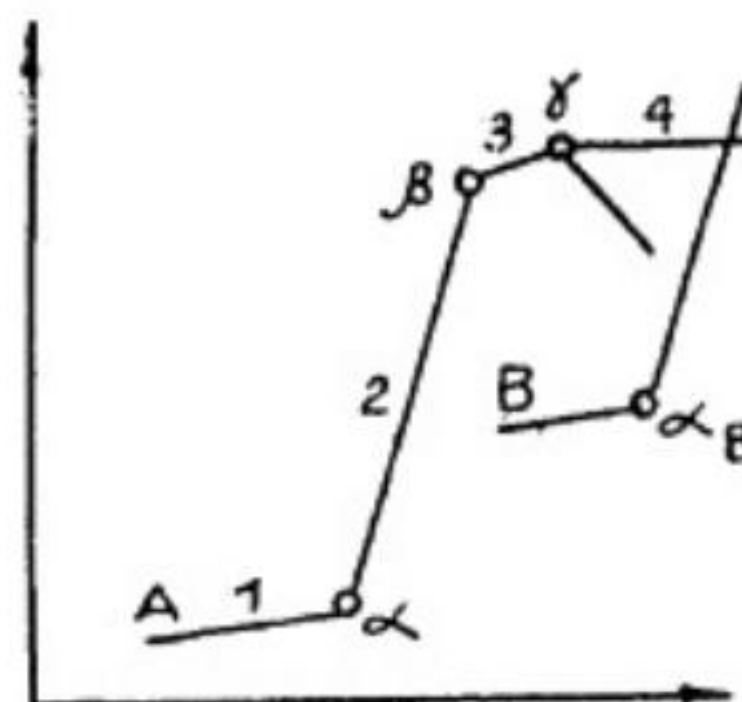
Sự phát triển không đồng đều giữa các thành phần của hệ kỹ thuật — nguyên nhân sinh ra các mâu thuẫn kỹ thuật, mâu thuẫn lý học và cùng với chúng là các bài toán sáng chế. Ví dụ khi trọng tải của các tàu thủy chở hàng bắt đầu lên nhanh, công suất động cơ cũng tăng nhanh trông thấy, nhưng phương tiện phanh hãm thì chưa thay đổi mấy. Kết quả dẫn tới bài toán: Làm thế nào để phanh hãm một tàu chở dầu dung lượng 200 nghìn tấn? Vấn đề này cho đến nay vẫn chưa có cách giải quyết hữu hiệu. Từ khi bắt đầu hãm phanh đến khi dừng lại hẳn, những con tàu lớn còn có thể đi được tới vài ba hải lý...

6. Quy luật chuyển vào hệ trên: Khi đã cạn khả năng phát triển, hệ kỹ thuật đã cho thu vào hệ kỹ thuật trên nó như một thành phần của hệ trên và sự phát triển tiếp theo diễn ra ở mức hệ trên.

Cuộc đời của mỗi hệ kỹ thuật có thể mô tả bằng một đường cong hình chữ S (hình 1) biểu diễn sự thay đổi theo thời gian của các đặc trưng cơ bản của hệ (công suất, vận tốc, số lượng...).



Hình 1



Hình 2

Trên mỗi đường cong như vậy có thể phân biệt bốn đoạn chính (hình 2). Đoạn 1 — hệ A mới ra đời còn non trẻ và phát triển chậm. Sau đó là thời kỳ trưởng thành (đoạn 2) — hệ A nhanh chóng được hoàn thiện và bắt đầu được sản xuất, áp dụng hàng loạt. Đến thời điểm nào đó nhịp độ

phát triển giảm xuống (đoạn 3) và bắt đầu thời kỳ 'già nua'. Tiếp theo (sau điểm Y) có thể xảy ra hai khả năng. Hệ A hoặc thoái hóa và bị thay thế bởi một hệ B khác về nguyên tắc (sau khi tàu thủy ra đời, vận tốc của các tàu buồm hiện nay không bằng vận tốc các tàu buồm chiến đấu thế kỷ trước), hoặc một thời gian dài giữ nguyên các chỉ số đã đạt được (khoảng nửa thế kỷ nay xe đạp không có những thay đổi lớn, nhưng không bị thay thế bởi mô tô, xe máy).

Một cách tự nhiên, nếu một đại lượng nào đó tăng lên, cho dù rất chậm, bao giờ cũng sẽ đến thời điểm đại lượng đó lớn tới mức phi thực tế. Đó chính là lúc hệ kỹ thuật đã cho A nhường bước cho một hệ kỹ thuật khác B. Ví dụ, vào những năm 30 ở các nước phát triển số rạp chiếu phim (hình quần trên đầu người) tăng lên rất nhanh. Dường như rõ ràng là con số này không thể tăng lên mãi, vì chẳng lẽ mỗi người sẽ có riêng một rạp chiếu phim? Song trên thực tế, như ta biết, đã không xảy ra như vậy — vô tuyến truyền hình xuất hiện (rạp chiếu phim cho một người).

Ở đây ta chú ý một điểm hết sức quan trọng: vô tuyến truyền hình — đó không phải là chiếu phim, mà còn là tình

hình thời sự khắp nơi, diễn đàn chính trị các cuộc thi đấu thể thao, chương trình khoa học kỹ thuật, v.v... Vô tuyến truyền hình là bậc thang phát triển tiếp theo của rạp chiếu phim, thu rạp chiếu phim vào mình như một hệ con. Các rạp chiếu phim theo nghĩa thông thường vì thế đã không tăng lên ở đó.

Có thể chỉ ra nhiều ví dụ khác minh họa cho quy luật: Khi đã cạn khả năng phát triển, hệ kỹ thuật chuyển sang mức mới về chất, trở thành hệ con của một hệ kỹ thuật khác phức hợp hơn (hệ trên). Quy luật này cực kỳ quan trọng trong việc tìm hiểu cơ chế phát triển của các hệ kỹ thuật. Đề vận dụng có, cần luôn luôn ghi nhớ rằng; mặc dù khả năng phát triển của mỗi hệ kỹ thuật cụ thể là có hạn, nhưng sự phát triển của kỹ thuật nói chung là vô hạn và không thể ghim lại được các chỉ số đặc trưng sẽ tiếp tục tăng lên nhờ những hệ trên mới (mỗi người sẽ có một 'rạp chiếu phim', nhưng đó không phải là 'rạp chiếu phim' theo nghĩa thông thường, mà là vô tuyến truyền hình).

Hệ kỹ thuật còn khả năng tiếp tục phát triển chừng nào trong nó mới chỉ có những mâu thuẫn khắc phục được, tức là những mâu thuẫn mà việc giải quyết chúng không đòi hỏi phải vi phạm các định luật tự nhiên. Ví dụ mâu thuẫn lý học « đối tượng cùng một lúc phải chuyển động và không chuyển động ». Khắc phục mâu thuẫn này không cần vi phạm các định luật tự nhiên: chẳng hạn có thể chia đối tượng làm hai phần, một phần chuyển động, một phần không, hoặc cho đối tượng chuyển động tuần hoàn. Song có trường hợp ta gặp những mâu thuẫn không khắc phục được. Ví dụ « Toàn bộ đối tượng phải nóng lên để thực hiện công việc, nhưng đồng thời phải không được nóng lên để khỏi tiêu hao năng lượng ». Mâu thuẫn này không thể khắc phục mà không

vi phạm định luật bảo toàn năng lượng. Khả năng duy nhất giải quyết những mâu thuẫn như thế là kết-hợp đối tượng với các đối tượng khác, tạo ra một hệ mới (hệ trên) trong đó mâu thuẫn có thể được khắc phục mà không vi phạm các định luật tự nhiên. Tàu buồm không thể chạy với vận tốc lớn hơn vận tốc gió, vì như vậy trái với định luật cơ học. Nhưng nếu kết hợp tàu buồm với máy hơi nước, tàu mới này sẽ có khả năng chạy với vận tốc lớn hơn vận tốc gió, và điều đó chẳng vi phạm định luật tự nhiên nào cả.

Trên thực tế, nếu đã có nhiều cố gắng hoàn thiện hóa đối tượng, song kết quả thu được không đáng kể, khắc phục được mâu thuẫn này lại xuất hiện mâu thuẫn kia, thì phải tìm cách kết hợp đối tượng với các đối tượng khác để tạo ra hệ kỹ thuật mới.

Ví dụ: Một nhà máy liên hợp vận chuyển tro và xỉ bằng phương pháp thủy lực (theo đường ống nước). Cứ sau một thời gian, tro và xỉ lại cộm thành một lớp vỏ cứng bên trong ống. Có thể dùng búa đập bên ngoài cho lớp vỏ này rời ra, nhưng đó là một công việc nặng nhọc và không năng suất. Người ta cũng đã thử tẩy lớp vỏ bằng cách cho nước than cốc chảy qua, nhưng trong thời gian rửa ống như vậy lại phải ngừng sản xuất.

Nếu chỉ giới hạn ở đường ống tải tro và xỉ, bứt toán bị bế tắc. Nhà sáng chế Sarapôp đề xuất sáng kiến kết hợp với đường ống tải bã than. Đường ống này, ngược lại, bị bào mòn rất nhanh, đến nỗi người ta đang phải đặt vấn đề thôi không dùng phương pháp thủy lực nữa, mà sẽ tải bã than bằng ô tô.

Hai đường ống chạy ngay cạnh nhau. Nhưng một đảng chuyên gia khờ sớ vì chuyện cấu cộm, và chỉ quan tâm đến các chuyện đó thôi; còn đảng kia, các chuyên gia khác lại

đang vất vả vì chuyện đường ống bị bào mòn, và cũng chỉ nhìn thấy đường ống của mình thôi.

Sarapôp đề nghị cho các hỗn hợp lỏng luân phiên nhau qua đường ống. Đầu tiên, nước kiềm dùng để chuyển tro và xỉ tạo nên ở thành trong của ống một lớp vỏ bảo vệ. Sau đó lớp vỏ này (chứ không phải đường ống!) được tẩy sạch bằng nước axit dùng để chuyển bã than. Tiếp theo lại dùng nước kiềm chuyển tro và xỉ qua, v.v... Phương pháp này có thể áp dụng cả trong trường hợp vận chuyển một loại nguyên liệu, chỉ cần cho xen kẽ nước kiềm và nước axit qua, để thành ống cấu cộm rồi bào mòn, rồi lại cấu cộm — bào mòn...

Các quy luật 1—6 có thể coi là những quy luật vận năng — trước kia, hiện nay và sau này chúng đều đúng, và không chỉ đối với các hệ kỹ thuật, mà còn đối với nhiều hệ khác nói chung. Ngoài ra còn có các quy luật phản ánh các hướng phát triển chủ yếu của kỹ thuật trong thời đại hiện nay.

7 — Quy luật chuyển từ mức macro sang mức micro : Các bộ phận làm việc của hệ kỹ thuật phát triển mới đầu ở mức macro (lớn), sau chuyển sang mức micro (nhỏ, cực nhỏ)

Ở phần lớn các hệ kỹ thuật hiện đại, bộ phận làm việc là những « sắt cục » : gầu máy xúc, bánh xe ôtô, lưỡi đạo tiện, chong chóng máy bay... Các bộ phận này có thể phát triển trong phạm vi mức macro — « sắt cục » trở nên hoàn thiện hơn, nhưng vẫn là « sắt cục ». Tuy nhiên đến thời điểm nhất định, sự phát triển sẽ không thể tiếp tục diễn ra ở mức macro nữa. Lúc đó, giữ nguyên chức năng của mình, hệ kỹ thuật sẽ được cải tạo hẳn về cơ bản : bộ phận làm việc của nó sẽ bắt đầu hoạt động ở mức micro. Thay cho « sắt cục » sẽ là các phân tử, nguyên tử, ion, điện tử...

Ví dụ. Trong quá trình hoàn thiện công nghệ sản xuất thủy tinh tấm, ròng rã mấy chục năm, nỗ lực của các nhà sáng chế tập trung vào cải tiến băng tải trực cán — nơi dòng thủy tinh nóng chảy trượt vào để được cán thành từng tấm. Đường kính các trục cán càng nhỏ thì bề mặt tấm thủy tinh càng phẳng nhẵn, nhưng băng tải càng trở nên phức tạp và trông trăn trở.

Thế rồi đã xảy ra một bước ngoặt hết sức cơ bản : người ta chuyển sang sử dụng những trục cán có đường kính một nguyên tử, tức là thay hẳn băng tải trực cán bằng máng kim loại lỏng. Dòng thủy tinh nóng chảy sẽ trượt trên bề mặt máng kim loại đó.

Chuyển từ mức macro sang mức micro là một trong những khuynh hướng phát triển chủ yếu của các hệ kỹ thuật hiện đại. Cần nói thêm rằng việc áp dụng quy luật này nhiều khi dẫn đến những kết luận tưởng chừng như phi lý. Cách đây trên 20 năm, khi theo dõi thấy đường kính bánh xe ôtô ngày một giảm dần, chuyên gia trong ngành chế tạo ôtô đã cho rằng sắp đến lúc khuynh hướng này phải chấm dứt, vì chẳng lẽ đường kính bánh xe ôtô lại đạt bằng không ? Quả thật trước đây chưa hề thấy loại ôtô nào không bánh (có chăng chỉ là trong số xe chưa xuất xưởng, hoặc đang đòi sửa chữa). Và chúng ta đã quen với điều đó tới mức khó mà hình dung ra một chiếc ôtô treo lơ lửng trên đường chẳng có cái bánh nào. Nhưng rõ ràng khuynh hướng giảm đường kính bánh xe ôtô không phải là ngẫu nhiên, nó hoàn toàn phù hợp với quy luật 7. Và thực tế đã chứng minh sự đúng đắn của quy luật này : đường kính bánh xe ôtô, cho dù điều đó thật khó tin, đã đạt bằng không — hiện nay đã xuất hiện nhiều loại ôtô bay trên đệm không khí.

Tóm lại, tất cả các vấn đề trình bày ở phần *Mở đầu* đưa ta đến những kết luận sau đây :

— Phương pháp giải các bài toán sáng chế đòi hỏi phải vận dụng những quy luật phát triển khách quan của các hệ kỹ thuật.

— Xuất phát từ những quy luật này, cần xây dựng một chương trình cho phép quy những bài toán mức cao về mức thấp, mà không phải mò mẫm xét lần lượt từng phương án một.

— Muốn vậy cần xác định mâu thuẫn kỹ thuật, mâu thuẫn lý học. Do đó *phương pháp giải các bài toán sáng chế phải gồm các quy tắc nhất định giúp cho việc phát hiện mâu thuẫn lý học, và bằng hướng dẫn cách sử dụng các thuật sáng chế cơ bản để khắc phục những mâu thuẫn đó trong từng trường hợp cụ thể.*

Cuối cùng vì mục đích của nó là hướng dẫn tư duy sáng tạo, nên phương pháp giải các bài toán sáng chế phải tính đến những đặc điểm của tư duy con người — phải đề ra cách điều khiển các yếu tố tâm lý, cách khắc phục tính ì (tư duy rập khuôn theo lối mòn quen thuộc) và phát huy trí tưởng tượng sáng tạo (vấn đề này sẽ được bàn kỹ hơn ở *Phần ba*).

Phương pháp đáp ứng được tất cả các yêu cầu nêu trên là angôrit giải các bài toán sáng chế, gọi tắt là ARIZ (1) do Ansule H.S. (Liên Xô) đề xuất và cải tiến trong quãng 20 năm gần đây.

Thuật ngữ « angôrit » thường được hiểu theo hai nghĩa. Trong toán học, *angôrit (thuật toán)* là một trình tự tuyệt đối chặt chẽ các thao tác cần thiết để giải một bài toán. Ví

(1) Viết tắt theo chữ cái Nga :

du, đó là các phép tính cần thực hiện kế tiếp nhau để tính nghiệm của một phương trình bậc hai. Ở đây mỗi thao tác đều được xác định một cách hoàn toàn chính xác, không phụ thuộc vào đặc thù của từng bài toán cụ thể hay vào khả năng sáng tạo của người giải.

Theo nghĩa rộng, « angôrit » là một chương trình bao gồm các thao tác tư duy có định hướng và đủ rõ ràng. Chương trình giải các bài toán sáng chế được gọi là angôrit chính theo nghĩa rộng này. Khác với các angôrit toán học, ARIZ có tính mềm dẻo, linh hoạt : cùng một bài toán có thể được giải theo nhiều cách khác nhau tùy theo năng lực người giải. ARIZ không bó qua những phẩm chất riêng của người giải. Ngược lại, nó khuyến khích sử dụng tối đa những phẩm chất tích cực nhất của người đó. Mỗi người có thể thực hiện các thao tác tùy theo hiểu biết, kinh nghiệm, khả năng và đi đến lời giải theo con đường riêng của mình.

ARIZ là phần cấu thành cơ bản trong lý thuyết giải các bài toán sáng chế của Ansule. Hiện nay ARIZ vẫn tiếp tục được cải tiến, hoàn thiện. Nó ngày càng trở nên chặt chẽ, phổ dụng và công hiệu hơn.

Bề ngoài, ARIZ là một chương trình xử lý bài toán sáng chế theo từng bước. Những quy luật phát triển khách quan của các hệ kỹ thuật nằm ngay trong sự bố trí, sắp xếp từng bước và mối liên hệ giữa chúng, hoặc thể hiện ở dạng những thao tác cụ thể. Với những thao tác này, người giải dần dần phát hiện ra mâu thuẫn lý học và xác định được phần nào của hệ kỹ thuật là phần gắn liền với mâu thuẫn đó. Tiếp theo là những thao tác nhằm biến đổi phần nói trên và khử mâu thuẫn lý học. Bằng cách ấy có thể từng bước đưa một bài toán khó về bài toán dễ.

ARIZ có riêng một số thủ pháp đặc biệt giúp con người vượt qua được sức ỳ 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 ỳ 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 đắc 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?
- Chỉ 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.

ARIZ có riêng một số thủ pháp đặc biệt giúp con người vượt qua được sức ỳ 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 ỳ 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 đắc 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?
- Chỉ 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. Tưởng 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. Tưởng tượng tăng kích thước của đối tượng tới ∞ . Khi đó bài toán được giải như thế nào?

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

f. Tưởng 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 đẩy 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 $0,4 \times 0,3 \times 0,3\text{m}$, 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:

- a. Cho hệ thống gồm (chỉ ra các thành phần)
- b. 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 , $A_2...$ và B_1 , $B_2...$); 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 thử (môi trường ăn mòn, nhiệt độ...)

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

1— Van chặn điều chỉnh được dòng chảy.

2 — Van chặn 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 thử nhưng không phát được tín hiệu khi mẫu vật liệu đứt (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 để 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 đứt (vật treo rơi) mà vẫn đảm bảo được các điều kiện cho quá trình thử.

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 chặn 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 chặn này phải có mặt để điều chỉnh dòng chảy, và phải vắng mặt để khỏi bị mài mòn.

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

IV. KHỬ 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 bề 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 bề 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.

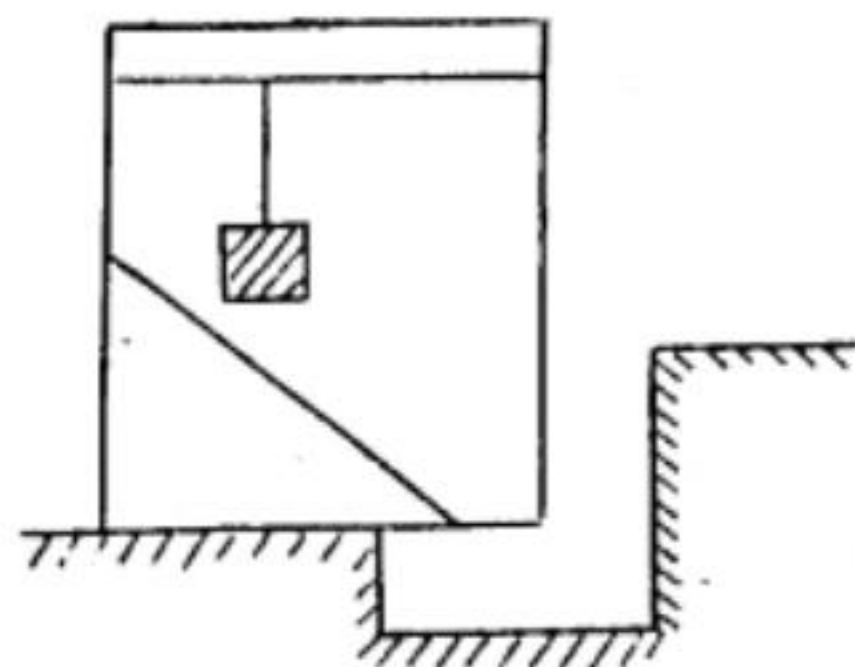
Ví dụ 1. Ta cần tìm cách đơn giản để kiểm tra kết quả quá trình thử — điều này ứng với dòng 37 trong bảng. Các phương pháp quen biết — đặt các thiết bị bên trong hộp, dùng máy ghi nhận tiếng động sinh ra khi vật treo rơi... phức tạp (cột 36) và không đảm bảo (cột 37) Đối chiếu hai ô tương ứng ta thấy 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 gợi 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.

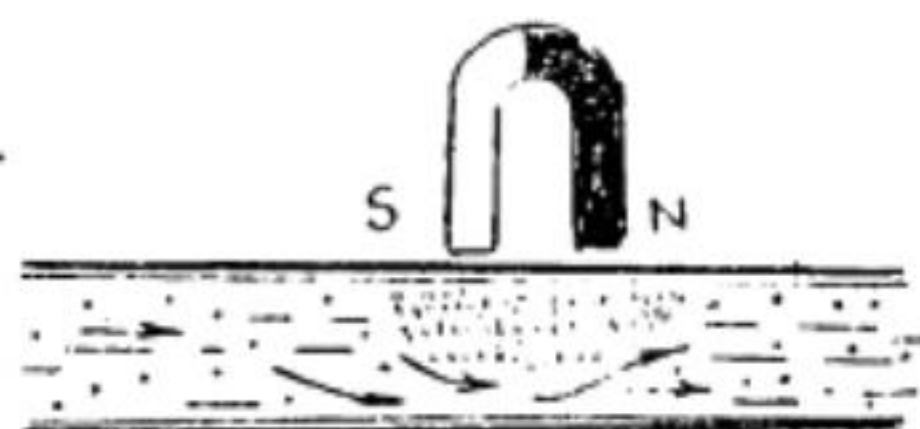
4.4. Chuyển lời giải lý học thành lời giải kỹ thuật : phát biểu phương pháp và mô tả các thiết bị thực hiện phương pháp đó

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.

Ví 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 sang 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)

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

Hai nhà sáng chế H.S. Ansule và R.B. Sapirô — những người đoạt các giải nhất, nhì cuộc thi, đã tiếp cận và 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 là lạnh — thiết bị hô hấp (thiết bị hô hấp đã tồn tại hơn 10 năm nay, khó có cải tiến nào giảm được trọng lượng của xuống dù chỉ 0,5 — 1 kg). Hai người này đề nghị bỏ thiết bị hô hấp, hay nói đúng hơn — kết hợp luôn nó vào 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 để ra cho phép) sẽ nóng lên hóa hơi, thu một lượng nhiệt rất lớn từ môi trường xung

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

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

Bài toán 3: Đề làm phim hoạt họa, người ta vẽ một hình vẽ mô tả các pha chuyển động của đối tượng. Mỗi ớc phim 52 hình, phim dài 300m (10 phút chiếu) — trên nghìn pô. Như vậy phải làm trên 15 nghìn hình vẽ và xếp chúng với độ chính xác cao tránh cho hình ảnh 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 hệ, bài toán có thể phát biểu ngắn gọn: làm thế nào để ền từ hình A sang hình B được nhanh nhất? Song nếu ở mức hệ dưới, bài toán thay đổi một cách căn bản: mất ta là một màu nét vẽ, làm cách nào cho màu nét đó đi 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 c. Cái gì mảnh như một nét vẽ mà lại điều khiển được? — đây kim loại, có thể điều khiển bằng nam châm. Đó là tư tưởng của sáng chế số 234862 (Liên Xô): để 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 như vậy. Nhưng thay đổi vị trí của một mẫu nét vẽ thì thấy là 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 đề 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, đề 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 thể) 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 : Đề 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 để 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 sơ chế trên của Liên Xô, mà đã nghĩ ra mình đi đến lời giải).

Trong ví dụ trên chúng tôi dừng lại ở bước 1.8d. Tiếp tục 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 tư tưởng 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

khẽ 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 để thời gian ngẫm nghĩ mỗi thí nghiệm ít nhất từ 3—5 phút, thậm chí khi có cảm tưởng tất cả đã rõ ràng, chả 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 thể 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 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 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 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 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 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: Nếp 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 chăng? 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 — phôi 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 THUẤN

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 về 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 bồng 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 thải ra từ bể chưng 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 thề vào (chẳng hạn để hệ trở thành dễ điều khiển) thì không bao giờ nên quên rằng, chất thề tốt nhất — đó là khi không hề có chất thề, mà chức năng của nó vẫn được thực hiện. Có không ít các phương pháp làm cho chất thề vừa có mặt vừa vắng mặt (cùng một chất thề lần lượt ở hai dạng khác nhau, chỉ đưa chất thề 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 Đunke

Để 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 chắc chắn 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 khắc 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 Đunke 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 R 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: Đề 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 thì 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:

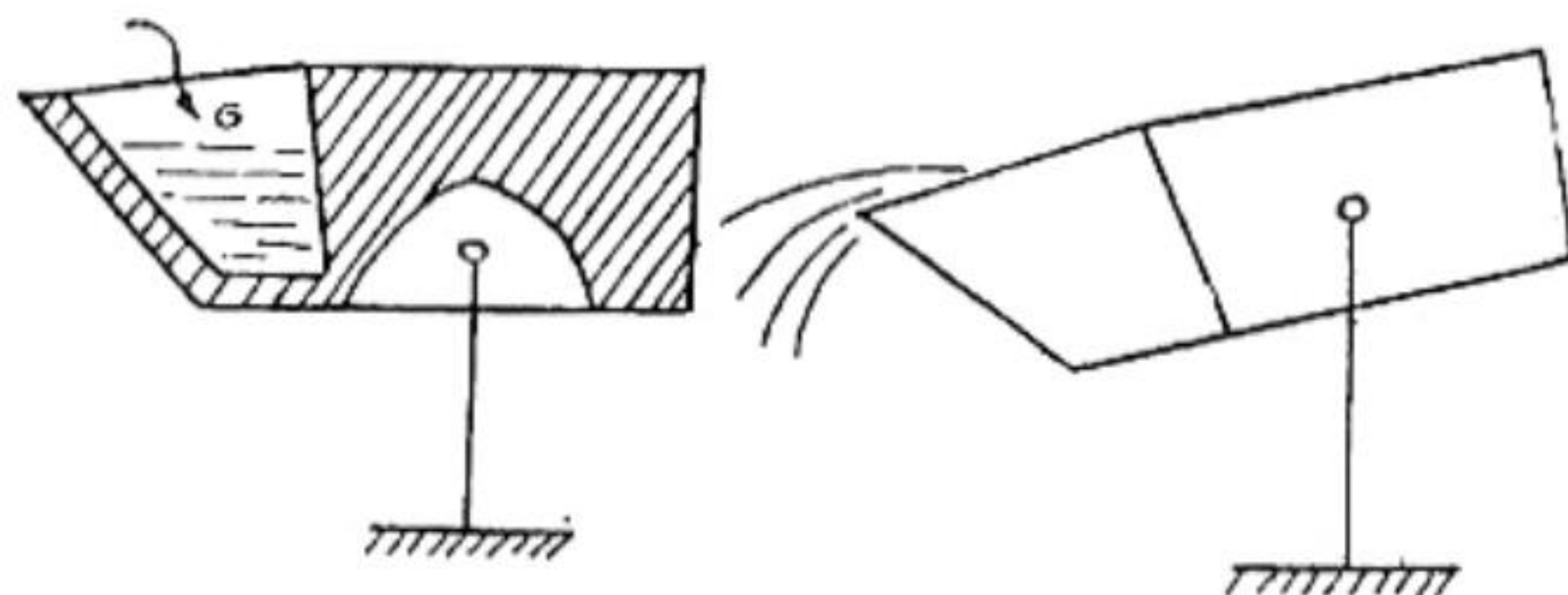
— hình dung đối tượng đang xét dưới dạng những «thằng người» nhỏ tí;

— chia những «thằng người» nhỏ của phần đối tượng lấy ở bước 3.3 thành các nhóm hoạt động (đi 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.

Ví dụ :

Bài toán 6. Máy định lượng chất lỏng có cấu tạo đơn giản như ở hình 5. Chất lỏng chảy vào gàu G. Khi đủ lượng đã định, máy nghiêng về bên trái, rót chất lỏng ra ngoài. Phần bên trái nhẹ đi, máy trở về vị trí ban đầu.

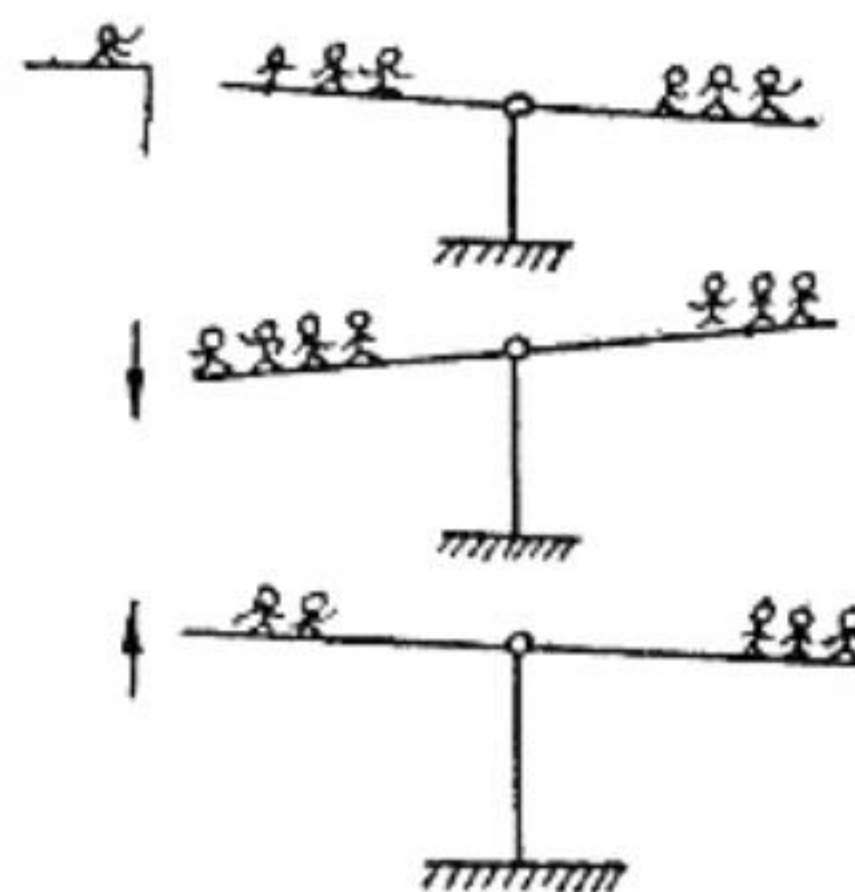


Hình 6

Đáng tiếc là máy định lượng như vậy làm việc không chính xác. Khi nghiêng về bên trái, chất lỏng vừa bắt đầu rót ra, phần bên trái hơi nhẹ đi, máy lập tức trở về vị trí ban đầu, mặc dù trong gàu vẫn còn chất lỏng. Lượng chất lỏng không rót hết phụ thuộc vào nhiều yếu tố (chênh lệch trọng lượng giữa phần bên trái và phần bên phải máy, độ nhớt chất lỏng, ma sát trục giữa...). Vì vậy không thể giải quyết bằng cách làm gàu to hơn.

Cần tìm biện pháp khắc phục nhược điểm nói trên của máy định lượng.

Rõ ràng trong hệ « máy định lượng — chất lỏng » thành phần dễ thay đổi hơn là máy định lượng. IKR : Máy định lượng tự nó rót hết chất lỏng. Áp dụng ppM, ta thấy hiện tại mô hình hoạt động như trên hình 6. Sở dĩ những « thằng



Hình 6

người » bên trái (chất lỏng) chưa xuống được hết đã lại bị nâng lên là do sức nặng của những « thằng người » bên phải (máy định lượng). Những « thằng người » bên phải này cứ đứng yên một chỗ trên cầu bập bênh, thành thử chỉ cần một vài « thằng người » bên trái nhảy xuống, là trọng tâm của cầu nghiêng về bên phải, và những « thằng người » còn lại ở bên trái bị đưa lên ngay. Muốn cho những « thằng người » bên

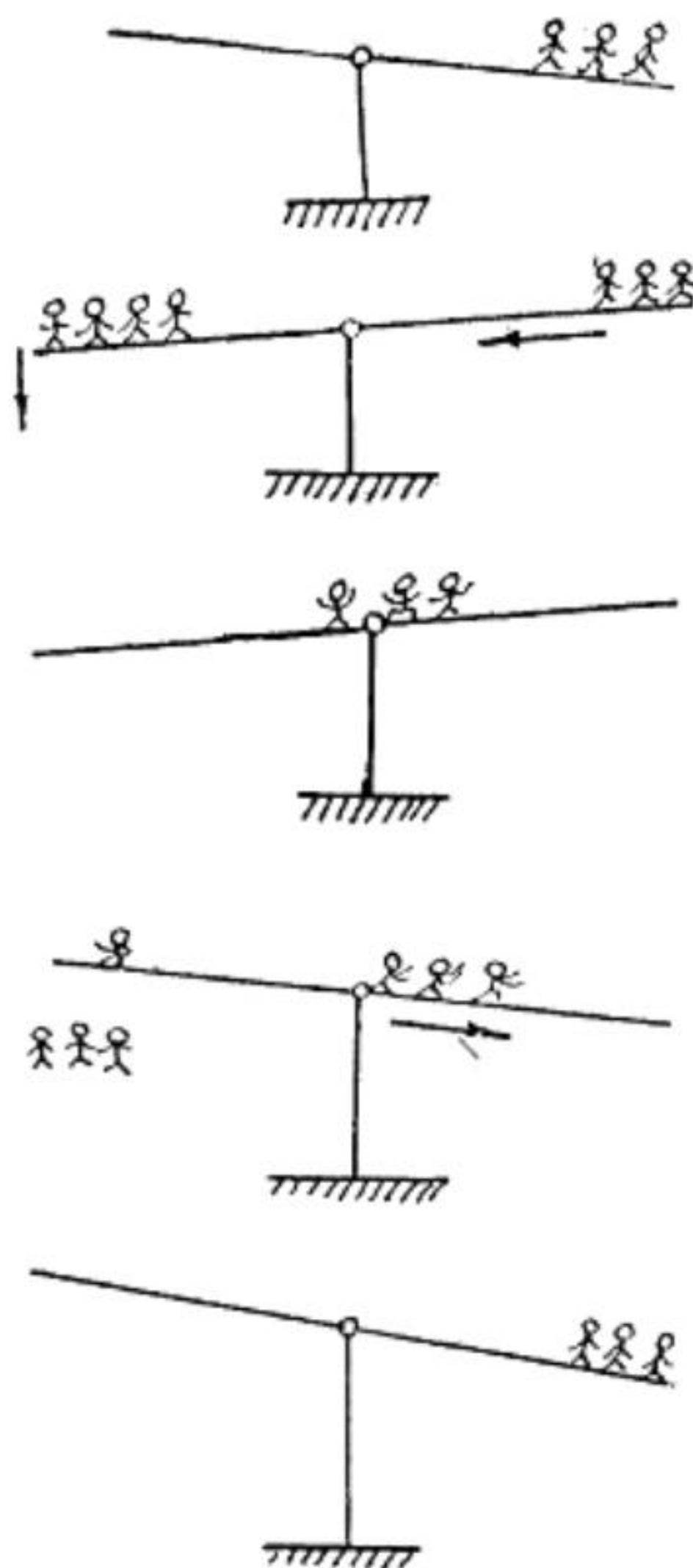
trái kịp xuống hết, thì những « thằng người » bên phải (hoặc một số nào đó trong chúng) cũng phải dịch chuyển về bên trái một ít (để trọng tâm khỏi lệch về bên phải ngay), sau đó mới lại trở về vị trí ban đầu (hình 7). Trên ngôn ngữ kỹ thuật, điều này có thể thực hiện như ở hình 8.

Trong nhiều bài toán người ta thấy nên hình dung đối tượng dưới dạng những « thằng người » nhỏ tí, nhưng không phải xếp thành một hoặc vài hàng như ở bài toán 6, mà để chúng tạo thành một tam giác « hường (không cân, vuông...). Ví dụ :

Bài toán 7. Từ trên máy bay cần đo chiều sâu của một dòng sông ở các vị trí cách nhau 300—500m trên suốt dọc chiều dài 100 km. Trên máy bay không có máy móc thiết bị gì đặc biệt, và không thể thả người xuống. Việc đo đạc phải tiến hành sao cho thật đơn giản và ít tốn kém nhất. Độ chính xác yêu cầu $\pm 0,5m$. Vận tốc dòng chảy không biết.

Ta áp dụng ppM với chú ý như trên. «Cái đo» cần tìm phải có dạng một tam giác thường. Chỉ có hai cách sắp đặt những «thằng người» nhỏ tạo thành «cái đo» (hình 9)

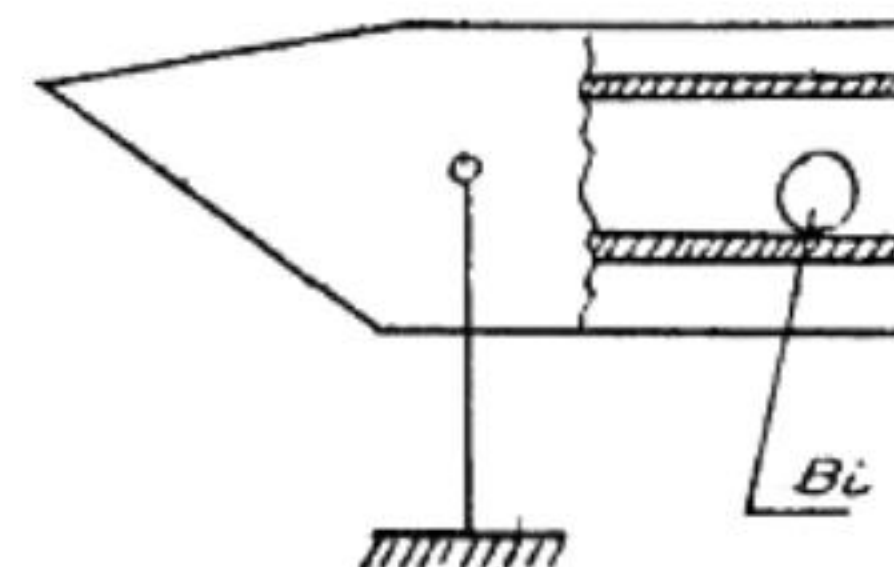
Những «thằng người» ở trên phải nhẹ hơn nước, ở dưới — nặng hơn nước. Giả sử đó là các mẫu gỗ và hòn đá, nối với nhau bằng dây cước (hình 10). Các mẫu gỗ A và B nối với hòn đá C bằng hai sợi cước có chiều dài chắc chắn lớn hơn chiều sâu dòng sông (điều này có thể kiểm tra bằng cách ném thử). Dòng chảy đẩy trôi các mẫu gỗ và làm thẳng các sợi cước. Sông càng sâu khoảng cách AB càng ngắn. Gắn thêm vào một trong các mẫu gỗ một đoạn thước mét (để biết «tỉ lệ»). Thiết bị này có thể ném từ máy bay



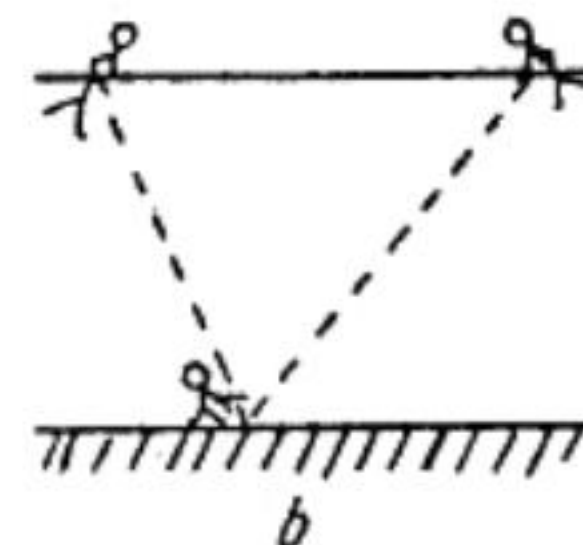
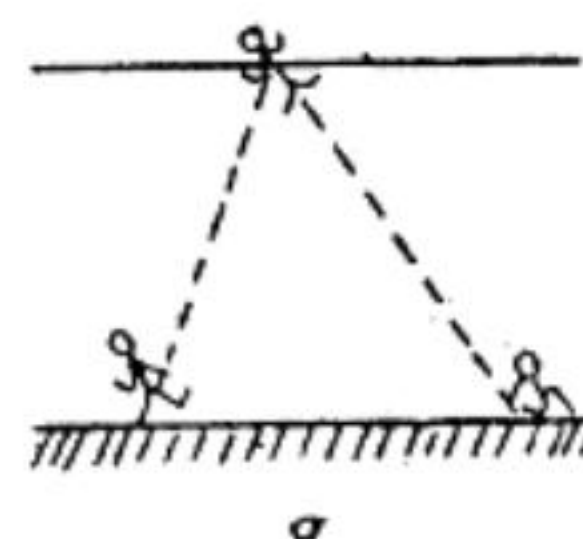
Hình 7

xuống, rồi chụp ảnh ở trên. Biết AC, BC và xác định độ dài AB trên ảnh, dễ dàng tính được chiều cao CD.

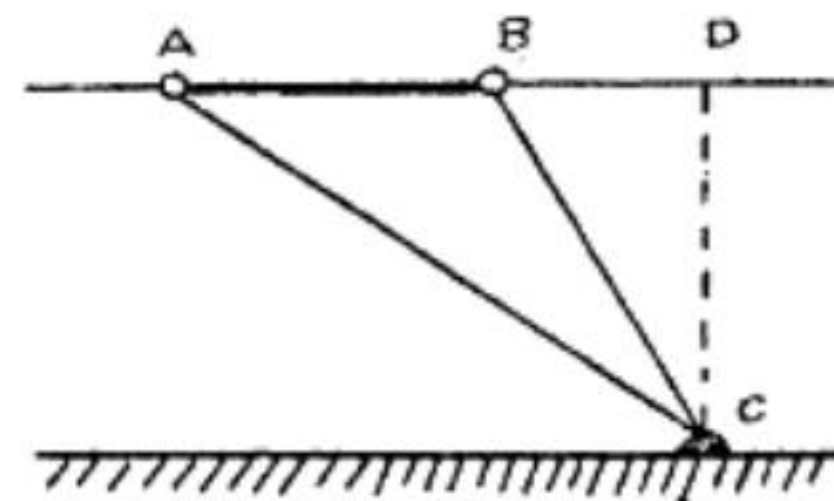
Lời giải thật đơn giản và đẹp (sáng chế số 180815 Liên Xô). Nhưng nếu không có gợi ý của ppM («Hãy ném ba thằng người» nhỏ xuống ra



Hình 8



Hình 9



Hình 10

lệnh cho chúng đứng thành tam giác thường...), không mấy ai đã đến được lời giải độc đáo này.

Ta trở lại mâu thuẫn lý học.

Phần 4 của ARIZ dành cho các phép biến đổi và các thủ thuật cơ bản khử mâu thuẫn lý học (và do đó, mâu thuẫn kỹ thuật). Nội dung và các ví dụ giải thích 40 thuật sáng

chế phục vụ cho bước 4.3 sẽ được trình bày ở Phần bốn. Với những bài toán đơn giản, có thể tìm ra lời giải ngay bằng cách áp dụng trực tiếp các thuật sáng chế theo hướng dẫn ở bước 4.3, bỏ qua tất cả các bước trước đó. Nếu các thuật sáng chế không cho kết quả ngay, thì cần phân tích từng bước theo ARIZ. Trong những trường hợp này lời giải lý học thường nhận được ở bước 4.1.

Ví dụ bài toán 5. Mâu thuẫn lý học «sợi dây kim loại phải nóng lên và phải không nóng lên» có thể được khắc phục bằng cách phân chia trong không gian — một phần sợi dây nóng lên, còn phần kia không nóng lên. Nói cách khác, ta lấy hai sợi dây kim loại, để trường nhiệt nung nóng sợi thứ nhất, nhưng không nung nóng sợi thứ hai. Sợi thứ nhất dài ra (chứ không phải trường nhiệt!) sẽ kéo sợi thứ hai dài ra theo. Đó chính là lời giải bài toán 5. Người ta nung nóng một đoạn dây bên nhiệt (đoạn dây này sau đó vẫn giữ lại được, không mất đi) tới nhiệt độ cao. Đoạn dây dài ra. Ở trạng thái như vậy, người ta buộc chặt nó với sợi thép thường. Khi đoạn dây nguội đi, nó sẽ kéo sợi thép thường căng ra (sợi này vẫn nguội!). Đoạn dây kéo có thể làm bằng thép thường chỉ cần nó dài gấp đôi sợi dây chằng. Khi đó nhiệt độ cần thiết để sợi chằng dài ra đủ mức yêu cầu, sẽ có thể hạ xuống một nửa.

Ta thấy ở đây mâu thuẫn lý học được khử hoàn toàn theo đúng nghĩa đen của nó: trường nhiệt vừa nung nóng vừa không nung nóng sợi dây. Nói chính ra thì trước đây ta quan niệm có một và chỉ một sợi dây, còn bây giờ lời giải lại có hai sợi. «Trò chơi chữ» như vậy thường xảy ra ở rất nhiều bài toán. Những trường hợp này, sau khi đã biết lời giải, không ít người sẽ bảo «À ra thế! Giá mà tôi biết trước là có thể hiểu theo nghĩa đó...» Nhưng có lẽ tất cả vấn đề chính là ở hai chữ «giá mà» kia: Đề nhận ra bí quyết

của «trò chơi chữ» trên, ta đã phải trải qua cả quá trình từ xây dựng mô hình đến khử mâu thuẫn lý học. Đôi khi người ta hay lầm lẫn, cho rằng lời giải đơn giản ắt quá trình giải cũng phải đơn giản. Sự thực ở các bài toán mức cao, lời giải càng đơn giản lại càng khó đi đến.

Tóm lại, nếu xem ARIZ như một bài văn, gồm mở bài, thân bài và kết luận, thì các phần 2, 3, 4 chính là «thân» của ARIZ. Nếu không kể một số bước ở các phần khác, có thể nói toàn bộ sức mạnh của ARIZ được thể hiện chính là ở các phần này. Dạng ban đầu của bài toán ví như một tảng than: đốt thế nào cũng không cháy. Với quá trình phân tích theo các phần 2, 3, 4, tảng than dần dần được đập ra thành từng cục nhỏ. Thậm chí nhỏ đến mức than có thể tự bốc cháy không cần châm lửa.

Kết thúc giải thích và hướng dẫn, ta nói qua về Phần 6 — Phát triển lời giải nhận được.

Nói chung khi có một hệ kỹ thuật nào đó, về hình thức ta có thể áp dụng phép phân tích hình thái (xem Phần mở đầu) để nhận được những hệ mới (bước 6.3). Ví dụ, nếu hệ đã cho gồm các bộ phận A, B, C sắp đặt theo trật tự ABCBA, thì có thể xét xem các hệ BACAB, ACBCA, CABAC, BCACB, CBABC liệu có ứng dụng gì trong thực tế được không? Nếu hệ đã cho sử dụng trường nhiệt — thay thế bằng trường điện, trường từ... Hoặc lần lượt cho sản phẩm ở một trong tất cả các trạng thái có thể: khí, lỏng, rắn, đàn hồi, bụi..., thay chuyển động tịnh tiến bằng chuyển động quay hay ngược lại... Cuối cùng có thể từ tất cả các hướng thay đổi này lập một bản phân tích hình thái để xét

Trong nhiều trường hợp tư tưởng ngược lại với tư tưởng lời giải vừa nhận được thường cũng dẫn đến những kết quả lý thú. Ví dụ sáng chế quy trình gia công kim loại bằng phương pháp mài mòn trong trường từ của H.Sulicđ (Liên Xô). Tư tưởng về phương pháp này có từ năm 1938, nhưng đem áp dụng không thành vì lúc đó người ta đề sản phẩm cố định trong trường từ quay. 24 năm sau mới có một người là Sulicđ đề nghị làm ngược lại: đề trường từ cố định và quay sản phẩm. Thử nghiệm trên máy thành công, Sulicđ được nhận bằng tác giả sáng chế.

*
* *

PHẦN BỐN

40 THUẬT SÁNG CHẾ

Trong cuốn sách này có dùng các từ: thuật hay thủ thuật (sáng chế), phương pháp (sáng chế) và lý thuyết (giải các bài toán sáng chế). Để khỏi nhầm lẫn, ta hãy thống nhất với nhau về nội dung các khái niệm đó.

Thuật (thủ thuật)—Một thao tác tư duy đơn nhất, riêng lẻ (thao tác tư duy sơ cấp). Thuật có thể liên quan đến người giải bài toán, ví dụ «hãy sử dụng sự tương tự», hoặc đến đối tượng kỹ thuật đang xét, ví dụ «phân chia đối tượng», «kết hợp nhiều đối tượng vào một». Các thủ thuật không có định hướng: không biết khi nào thủ thuật đã cho là tốt, khi nào không. Ở trường hợp này, thuật «tương tự» có thể dẫn đến lời giải song trường hợp kia nó lại lái tư duy chệch đi. Các thủ thuật không phát triển được nữa (mặc dù bằng liệt kê các thủ thuật có thể được bổ sung và hoàn thiện).

Vì ta quan niệm sáng chế là khử mâu thuẫn kỹ thuật, nên nói «thuật sáng chế» hay «thuật khử mâu thuẫn kỹ thuật» cũng vậy.

Phương pháp — Hệ thống các thao tác tư duy với thứ tự trù định trước. Ví dụ phương pháp đối tượng tiêu điểm gồm loạt các thao tác: chọn đối tượng ngẫu nhiên, lấy tính chất của đối tượng ngẫu nhiên gán cho đối tượng tiêu điểm, xét các kết hợp nhận được. Phương pháp thường lấy cơ sở là một nguyên lý định đề nào đó. Ví dụ cơ sở của phương pháp đối tượng tiêu điểm là giả thuyết cho rằng có thể tìm thấy lời giải bài toán nhờ yếu tố ngẫu nhiên. Khả năng

phát triển của phương pháp bị hạn chế — nó không thể vượt ra ngoài khuôn khổ những nguyên lý ban đầu.

Lý thuyết — Hệ thống nhiều phương pháp và thủ thuật trừu tượng việc điều khiển có định hướng quá trình giải bài toán trên cơ sở hiểu biết về các quy luật phát triển của thực tế khách quan.

Như vậy thủ thuật, phương pháp, lý thuyết ví như chuỗi «viên gạch — ngôi nhà — thành phố» hay «tế bào — cơ quan (trong cơ thể) — cơ thể». Trong chuỗi có thứ bậc này ARIZ nằm trên biên giữa phương pháp và lý thuyết.

40 thuật sáng chế sử dụng trong ARIZ là những thủ thuật biến đổi các đối tượng kỹ thuật. Nhưng không phải những thủ thuật vụn vặt mà đó là những thủ thuật đủ mạnh để khử mâu thuẫn kỹ thuật trong khi giải các bài toán sáng chế hiện nay. Những thủ thuật này được phát hiện, nghiên cứu và hoàn chỉnh trên cơ sở phân tích một khối lượng lớn các tư liệu sáng chế từ mức 3 trở lên. Bằng hướng dẫn áp dụng 40 thuật sáng chế cơ bản ra đời là sự đóng góp quan trọng đầu tiên của H. Ansule và các học trò của ông trong lĩnh vực phương pháp sáng chế.

Làm quen với các thủ thuật sáng chế trình bày dưới đây, bạn đọc cần lưu ý: Một thủ thuật có thể gồm nhiều thủ thuật con tạo thành một chuỗi, trong đó mỗi thủ thuật con sau là sự phát triển của thủ thuật con trước nó. Mặc dù có thể chọn những tên gọi «hiện đại» hơn, song ta vẫn để một số thủ thuật mang những tên gọi thông thường, thậm chí có vẻ vớ vẩn, vì như vậy toát lên được nội dung cần diễn đạt và dễ hiểu, nhớ lâu hơn. Cái quan trọng mà ta cần hiểu không phải ở tên gọi «kêu» hay không, mà là thực chất của thủ thuật đó.

1 — Phân chia

a— Chia đối tượng thành các phần độc lập nhau.

b— Làm đối tượng sao cho có thể tháo ra lắp vào được.

c— Nếu đối tượng đã chia thành nhiều phần rồi — chia nhỏ hơn nữa.

Ví dụ. 1.1. Thước mét. Mới đầu thước mét là một thanh gỗ hoặc thép dài, mang đi mang lại bất tiện. Sau xuất hiện thước mét gấp, rồi đến thước mét dây, không dùng đến có thể thu vào bỏ túi.

Xe lửa gồm nhiều toa — điều này chúng ta đã quen. Nhưng hiện nay tàu thủy chở hàng cũng được chia làm các khoang rời, khi cần có thể làm cho con tàu dài thêm hoặc ngắn đi.

1.2. Đưa cơ giới vào việc bốc xếp các bãi gỗ cửa rừng là một việc rất khó khăn. Một đơn vị xây dựng chở một thanh dầm cầu dài 30m đi 8 km đường trung du tốn gần 20 nghìn đồng để sửa đường, chặt cây... Khắc phục khó khăn này, Nhà máy chế tạo cơ khí Lâm Nghiệp 19-3 đã chế tạo loại cần cầu mà dầm cầu có thể tháo rời làm ba đoạn khi chuyên chở (1).

2 — Tách khỏi

Tách bỏ khỏi đối tượng phần (tính chất) «cản trở» hoặc ngược lại, chỉ lấy phần (tính chất) duy nhất cần thiết.

2.1. Khi chụp phôi bằng tia rơn-gen, để tránh cho các bộ phận khác trong lồng ngực và cột sống khỏi bị ảnh hưởng, người ta dùng một tấm chắn (bằng vật liệu tia X-quang không qua được) chỉ cho phần chùm tia ứng với hình dáng hai lá phổi đi qua.

(1). Báo Lao Động ngày 19/9/1978.

2.2. Tại CHLB Đức người ta dùng băng ghi âm tiếng mèo kêu (thay cho mèo thật) để đuổi chuột ở kho. Ở Mỹ cũng dùng băng ghi âm tiếng kêu của các loài chim ác để đuổi chim chóc trên sân bay.

3 — Chất lượng địa phương

a— Từ cấu trúc thuần nhất của đối tượng (hay của môi trường, tác động bên ngoài) chuyển sang cấu trúc không thuần nhất.

b— Các phần khác nhau của đối tượng phải có các chức năng khác nhau.

c— Mỗi phần của đối tượng phải ở trong những điều kiện thích ứng nhất với công việc của phần đó.

3.1. Ở nhà máy cơ khí Phú Lợi (Hoàng Liên Sơn), vật liệu làm cối, chày phải là loại thép tốt, trước kia cứ để nguyên cả một khối lớn. Đồ Ngọc Toàn đã có sáng kiến chỉ dùng thép tốt làm lõi, còn các bộ phận khác có thể tháo rời dùng thép thường. Như vậy bộ chày cối vừa bớt nặng nề vừa tốn ít thép quý⁽¹⁾.

3.2. Nuôi gà công nghiệp lấy trứng, tiền thức ăn chiếm tới 80% giá thành sản phẩm. Vì vậy việc tìm các biện pháp tiết kiệm thức ăn mà vẫn đảm bảo gà đẻ đều và trứng to, là hết sức cần thiết. Theo tiêu chuẩn thông thường, bình quân mỗi gà đẻ một ngày được ăn từ 115 — 120g thức ăn tổng hợp. Nhưng qua nghiên cứu thực tế, tổ chăn nuôi gà nông trường An Khánh thấy khẩu phần như vậy trong mọi giai đoạn là không cần thiết, ngược lại còn làm cho một số con béo quá, giảm đẻ và bị rục mỡ chết trong mùa hè. Tổ đã chuyển sang chế độ cho ăn tùy theo mùa (nóng ăn ít, rét ăn nhiều) và tùy theo giai đoạn đẻ⁽²⁾.

(1) (2). Báo Nhân Dân ngày 7/10/78 và 18/5/1979

4 — Phản đối xứng

a— Từ hình dạng đối xứng của đối tượng chuyển sang hình dạng không đối xứng.

b— Nếu đối tượng đã không đối xứng rồi — làm gì nó không đối xứng hơn nữa.

Theo truyền thống, đồng thời xuất phát từ những nguyên do kỹ thuật, ta thường cố gắng chế tạo, sử dụng những đối tượng có hình dạng đối xứng. Nhưng nhiều khi để giải quyết được vấn đề, chính lại phải làm cho đối tượng có hình dạng không đối xứng.

4.1. Hai đèn pha ở ôtô, đèn bên phải cần chiếu thật sáng và xa, còn đèn bên trái không được làm chói mắt người lái trên các xe ngược chiều. Yêu cầu khác nhau, nhưng ta thường thấy hai đèn như nhau. Chỉ gần đây mới xuất hiện các loại ôtô với hai đèn không «đối xứng»: đèn bên trái chiếu sáng đoạn đường 25m, còn đèn bên phải chiếu xa hơn nhiều.

4.2. Ống vách mũi khoan dài 20m bị gãy, rơi xuống đáy giếng. Chuyên gia nước ngoài loay hoay hồi lâu không đưa lên được. Hoàng Đức Việt xung phong xuống xem thử. Chỉ một lúc ở trên đã kéo được ống lên. Trao đổi mới vỡ lẽ: chuyên gia buộc dây ở giữa ống, ống bị quay ngang, vướng lỗ giếng không lên được. Còn Việt, anh buộc dây về một phía đầu ống, đồng thời dòn dần nó nghếch đầu lên trên (1).

5 — Kết hợp

a— Hợp nhất (dấu nối) các đối tượng cùng loại hoặc các đối tượng làm các thao tác kế nhau.

(1) Theo báo Lao Động 8.3.1979.

b— Kết hợp thực hiện cùng một lúc các thao tác như nhau hoặc kề nhau.

5.1. Xe lửa nhiều khi phải chở những loại hàng to kênh càng, dài nghênh ngang. Nếu để riêng thì mỗi toa chỉ xếp được ba « kiện ». Ga Hải Phòng đã có sáng kiến « xếp gối » : « kiện » hàng ở toa này cho « mớm » sang toa kia một ít. Theo cách này trung bình mỗi toa xếp được 5 « kiện ».

5.2. Nhật Bản hiện đang có ý định thiết kế loại tàu thủy chở dầu có trang bị máy chưng cất ngay trên tàu. Ý nghĩa của đồ án này — kết hợp thực hiện cùng một lúc các quá trình vận chuyển và chế biến dầu mỏ.

6 — Thuật vận năng

Làm đối tượng thực hiện được nhiều chức năng, nhờ vậy không cần đến những đối tượng khác.

6.1. Để giản tiện, nhiều gia đình ở thành phố sử dụng loại salông — giường (ngày là salông để ngồi chơi, đêm là giường ngủ), ghế tựa cao (bằng vải) — giường gấp, tủ bàn... Ở các gia đình nông thôn : tủ chè — bàn thờ, tủ đứng (kê trong buồng quay mặt ra nhà ngoài) làm luôn bức vách ngăn.

6.2. Xe chở nhựa thông của Phan Đình Thiêng. Hình dáng như xe cút kit. Bánh xe đồng thời là thùng chứa nhựa hình hai chiếc nón úp vào nhau bằng tôn hoặc sắt. Càng xe gồm hai thanh tre bắt chéo nhau như chiếc kéo. Khi xuống dốc chỉ cần khép hai càng xe, hai đầu kia sẽ áp chặt vào bánh xe làm thành bộ phận hãm rất tốt ⁽¹⁾

7 — Thuật lồng nhau

a— Đối tượng thứ nhất đặt trong đối tượng thứ hai, đối tượng thứ hai đặt trong đối tượng thứ ba v.v...

(1). Báo Lao Động 17-7-1980.

b— Cho đối tượng này qua khoang đối tượng khác.

7.1. Khi vận chuyển (hoặc để ở kho bãi) các đường ống vòng cống... có đường kính khác nhau, để khỏi mất nhiều diện tích, ta có thể lồng chúng vào nhau (ngoài cùng là ống có đường kính lớn nhất, trong nó đến ống có đường kính lớn thứ hai, rồi đến ống thứ ba...). Nếu đường kính ống trong cùng còn rộng, có thể để thêm cái gì đó vào trong lòng nó.

7.2. Phương pháp thu áp suất hàng triệu at-môt-phe của các nhà bác học Xô Viết : Làm nhiều hộp kim loại lồng vào nhau, hộp ngoài cùng bằng thép thường, càng vào trong càng bằng thép cứng hơn, và hộp trong cùng bằng kim cương, giữa các hộp là nham thạch. Khi máy ép đè lên hộp ngoài cùng 50 nghìn tấn, càng ở những hộp trong áp suất càng tăng, và ở hộp trong cùng đạt tới vài triệu at-môt-phe — vượt mức yêu cầu của các nhà lý thuyết.

8 — Khử trọng lượng

a— Khử bớt trọng lượng của đối tượng bằng cách nối với những đối tượng khác có sức nâng.

b— Khử bớt trọng lượng của đối tượng bằng cách cho tương tác với môi trường (chủ yếu nhờ các lực thủy - khí động học và các lực khác).

8.1. Phương pháp vớt các vật nặng chìm dưới nước : Mở nắp cho nước tràn vào thùng phao, thùng phao chìm xuống, buộc (móc...) vật nặng vào rồi hút hết nước trong thùng phao ra. Thùng phao rỗng nổi lên kéo theo vật nặng.

Sáng kiến của bác Trần Thị : dùng thùng phao làm phao nổi để điện lên trên rồi đẩy đi trên những cánh đồng sinh lầy ngang đầu gối ⁽¹⁾.

(1). Báo Lao Động, 2-6-1977.

8.2. Đôi khi ta cần giải bài toán ngược lại: tăng thêm trọng lượng. Ví dụ ở các hầm mỏ, đề đầu máy điện kéo được trọng tải lớn, — nó phải nặng, nhưng đề giảm tải trọng chết — nó lại phải nhẹ. Người ta khử mâu thuẫn này bằng cách bố trí ở các bánh xe trước một nam châm điện mạnh, trường từ sinh ra làm cho lực nghiêng giữa bánh xe và đường ray tăng vọt lên, nhờ đó có thể giảm trọng lượng của đầu máy.

9 — Thuật tác động ngược từ trước

Nếu theo điều kiện bài toán cần thực hiện một tác động T, thì ngay từ trước phải thực hiện tác động ngược với T:

9.1. Vào mùa nóng, sắt ít nhiều sẽ nở ra. Vì thế các chỗ nối đường ray, mỗi cầu bao giờ người ta cũng để hở một ít, tránh hiện tượng cong vênh.

9.2. Làm thế nào để trục (sắt) bền hơn mà không cần làm nó to hơn? Người ta dùng loại trục xoắn: Trục tạo thành từ nhiều ống kim loại nhỏ dần, xoắn lồng vào nhau (cả góc xoắn tính toán trước). Nói cách khác, trục nhận được biến dạng ngược chiều với biến dạng nó sẽ chịu trong quá trình làm việc. Mômen xoắn sẽ phải khử hết biến dạng này, sau đó mới bắt đầu biến dạng theo chiều « dương ». So với trục nguyên khối có cùng độ bền, trục xoắn như vậy tiết kiệm được một nửa khối lượng thép.

10 — Thực hiện từ trước

a — Thực hiện toàn bộ hoặc một phần hoạt động yêu cầu ngay từ trước.

b — Ngay từ trước sắp đặt các đối tượng sao cho chúng có thể đi vào hoạt động từ vị trí thuận tiện nhất, không mất thời gian chờ đợi, chuyển chỗ.

10.1. Thợ lặn phải đem theo thước dây. Nhiều trường hợp xảy ra tai biến dưới sâu là do thợ bị vướng chân vào dây thước.

Hoàng Đức Việt đã có sáng kiến cạp chì vào dây thước, tránh được nguy hiểm trên. Tương tự, thang dây thợ lặn sâu hay bị rơi, Việt buộc vào hai đầu dây thang hai quả chì — thang được kéo căng, hết rơi (1).

10.2. Ở Bỉ mỗi thủy thủ được trang bị một bộ quần áo đặc biệt bằng vải tổng hợp trong bên những sợi chỉ kim loại dẻo. Bộ quần áo có tính chất phản xạ lại các tín hiệu radar. Nhờ vậy trong trường hợp tàu bị nạn, phi đội cấp cứu có thể dễ dàng tìm thấy các thủy thủ, bất kể thời tiết xấu hay đêm tối.

Nói chung, nếu khó thực hiện hoạt động yêu cầu trong khi làm việc, người ta thường thực hiện một phần hoạt động đó từ trước bằng cách đưa một chất thể nào đó vào sẵn, chất thể này nhạy cảm với tác động của trường mà ta sẽ dùng để thực hiện nốt phần hoạt động còn lại.

11 — Phòng chống từ trước

Tăng độ tia cày của đối tượng bằng cách sử dụng những phương tiện phòng chống từ trước.

11.1. Những cây cao su lai ghép bông có đặc tính đông mủ sớm. Sáng kiến của Phạm Thị Liên: mỗi khi đi trích mủ đem theo amoniắc để lau chén trước cho mủ khỏi đông (2).

11.2. Khi đưa các phương tiện cơ giới trọng tải lớn lên toa xe (toa bằng), người ta thường dùng một đầu máy hoặc một vài toa hàng nặng (đá, sắt...) đứng chết ở đầu đoàn toa

(1). Báo Lao Động 8.3.1979.

(2) Báo Lao Động 23-10-1980

không cho xe dịch. Phương tiện cơ giới lên khỏi bị trượt
lao, đảm bảo an toàn.

12— Tương đương thế năng

Thay đổi điều kiện làm việc sao cho khối phải nâng
đối tượng lên rồi lại hạ xuống.

12.1. Xe vận chuyển ống: Khi cần vận chuyển những
loại ống bê tông cốt thép nặng, xe luồn các răng kích vào
trong, kê nâng ống lên khỏi mặt đất một chút và cứ thế
chở đi.

Tương tự, xe vận chuyển côngtenơ không cần phải
nâng cả khối hàng lên thùng xe (để rồi sau đó lại phải hạ
xuống). Các thiết bị dẫn động thủy lực sẽ nâng côngtenơ
lên khỏi mặt đất một chút và đặt nó vào giá đỡ. Loại xe
này không cần cầu vào chỗ được những côngtenơ cao ngất.

13— Làm ngược lại

a— Thực hiện tác động ngược lại với tác động nói
trong bài toán.

b— Làm phần bất động của đối tượng hoặc của môi
trường bên ngoài trở thành chuyển động, còn phần chuyển
động — trở thành bất động.

c— Quay ngược đối tượng «đằng chân lên đằng đầu»,
lật (lộn) trái nó ra.

Ta đã làm quen với thuật này qua một số ví dụ ở các
phần trước.

14— Phóng cầu

a— Từ các bộ phận thẳng chuyển sang các bộ phận
cong, từ mặt phẳng chuyển sang mặt cầu, từ các bộ phận
dạng lập phương hay hình hộp chuyển sang các cơ cấu hình
cầu.

b— Sử dụng con lăn để bi, lò xo.

c— Từ chuyển động thẳng chuyển sang chuyển động
quay, sử dụng lực li tâm.

14.1. Trong các công trình xây dựng thi công các cọc
bê tông là công việc vất vả và thường kéo dài. Kỹ sư Lê
Ngọc Chi đã có sáng kiến dùng loại cọc có cánh (cọc xoắn).
Thay cho 60 cọc bê tông thường đối hót thi công cơ giới hơn,
18 tháng, chỉ cần dùng 24 cọc xoắn và chưa đầy 2 tháng đã
hoàn thành (1).

14.2. Ngày nay các sân bay hiện đại đòi hỏi một diện
tích rất rộng lớn. Khắc phục tình trạng này, một số nước có
phương án thiết kế loại sân bay vòng quanh — đường băng
được bố trí theo những đường tròn đồng tâm.

15— Năng động hóa

a— Các đặc trưng của đối tượng (hoặc của môi trường
bên ngoài) phải thay đổi sao cho ở giai đoạn nào trong quá
trình làm việc cũng là tối ưu.

b— Chia đối tượng thành các phần có khả năng di động
tương đối so với nhau.

c— Nếu cả đối tượng là bất động — làm cho nó trở
thành di động chuyển rời được.

15.1. Có thể nói năng động hóa là phát triển bước có
tính chất quy luật cho tất cả các máy móc kỹ thuật. Các bộ
phận trước đây liên kết cứng nhắc với nhau, giờ trở nên
mềm dẻo, linh hoạt. Ví dụ quá trình phát triển của máy bay—
sau khi hoàn thiện từng bộ phận riêng biệt trên máy bay,
người ta bắt đầu chế tạo loại càng khi bẫy lên cơ vào được,
cánh cặp cánh xoay mũi di động (TU—144)... Đã có phương

(1) Báo Tiền Phong 31.1—6.2.78

án sản xuất các loại máy bay «phân cắt»: thân máy bay chia thành nhiều khúc, mỗi khúc đều có thể dỡ tải hoặc chất hàng một cách nhanh chóng.

Trong nhiều trường hợp, chỉ cần áp dụng thuật năng động hóa, ta cũng có thể đề xuất được những cải tiến có giá trị. Ví dụ, máy định lượng dùng cho các vật thể nhỏ (đinh sắt, bi...). Máy này đơn giản, chỉ gồm một phễu và một ống có hai cửa chắn. Đổ bi vào phễu, mở cửa trên, bi rơi qua ống và bị chặn lại ở cửa dưới còn đóng. Sau đó đóng cửa trên và mở cửa dưới — một mẻ bi được định lượng chính xác (bằng thể tích đoạn ống giữa hai cửa chắn) sẽ đổ ra. Năm 1967 người ta thay hai cửa đóng mở theo kiểu cơ học bằng các nam châm điện. Ngắt nam châm trên và đóng nam châm dưới — bi rơi xuống ống. Đóng nam châm trên và ngắt nam châm dưới — mẻ bi đổ ra.

Nếu theo quy luật năng động hóa, ta sẽ thấy ngay máy định lượng điện từ như vậy chưa đạt ở điểm nào — hai nam châm vẫn cố định. Cải tiến tiếp theo — làm hai nam châm này di động được. Máy định lượng có thêm một tính chất mới: thay đổi khoảng cách giữa hai nam châm, ta nhận được những mẻ bi khối lượng khác nhau. Vậy mà trên thực tế, phải mất 5 năm từ khi máy định lượng điện từ ra đời, con người mới lại nghĩ ra sáng chế làm hai nam châm di động!

15.2. Dàn đèn chiếu sáng trên các sân vận động, quảng trường... trước đây làm cố định hẳn trên cao. Dàn đèn phải chịu tác động của những cơn mưa bão, góc độ chiếu sáng không thay đổi được và mỗi khi cần sửa chữa, thợ lại phải trèo lên tận nơi. Về sau người ta chuyển sang thiết kế loại dàn đèn không những quay được ở trên mà còn dễ dàng nâng lên hạ xuống (ví dụ dàn đèn cho sân vận động Lạch Tray, Hải Phòng).

16— Làm kém một chút hoặc hơn một chút

Nếu khó thu được 100% hiệu quả đòi hỏi, thì đặt mục tiêu thấp xuống một chút hoặc cao lên một chút — bài toán có thể sẽ đơn giản hẳn đi.

16.1. Tàu đánh cá được trang bị tời cơ giới năng suất có thể tăng 1/3. Nhưng loại tời này quá đắt và lệ thuộc vào cơ sở cơ khí sửa chữa lớn, nên một số HTX đánh cá có tàu nhưng không muốn trang bị. Phân viện thiết kế cơ khí tàu thuyền (Bộ Hải sản) đã chuyển sang thiết kế loại tời nửa cơ giới, đơn giản, tận dụng vật liệu sẵn có trong nước, địa phương nào cũng có thể tự sản xuất được (1).

16.2. Đường viền quanh thân tàu thủy đóng vai trò quan trọng trong việc giảm sức cản của nước. Nhưng để thu được những đường viền cong đều và trơn, các tấm vỏ tàu phải có hình dạng rất phức tạp, không cân đối, việc làm khuôn cắt và sửa rất khó khăn và tốn kém. Vì vậy hiện nay một số nước chuyển sang làm các tấm vỏ hình dạng đơn giản — tam giác, tứ giác, ngũ giác... Con tàu sẽ có đường viền hơi gãy góc, nhưng giá thành giảm hẳn xuống và vận tốc vẫn không thua những con tàu trước.

17— Chuyển sang chiều đo khác

a— Khó khăn liên quan đến việc xếp đặt hoặc chuyển động của đối tượng theo đường thẳng, sẽ được khắc phục nếu đối tượng được sắp đặt hoặc có khả năng chuyển động trên mặt phẳng. Tương tự, những khó khăn liên quan đến việc sắp đặt hay chuyển động của đối tượng trên mặt phẳng, có thể được khắc phục bằng cách chuyển sang không gian.

b— Sử dụng cách xếp đặt nhiều tầng thay cho một tầng.

c— Đưa đối tượng đứng nghiêng hoặc nằm nghiêng.

(1) Báo Lao Động 5.4 . 1979.

d— Sử dụng mặt bên kia của điện tích hiện có.

e— Dùng các tia quang học chiếu lên điện tích bên cạnh hoặc lên mặt bên kia của điện tích hiện có.

Thuật 17a, b cùng với thuật 15c cho thấy chiều hướng phát triển chung của các hệ kỹ thuật: từ diêm chuyển sang đường, rồi sang mặt phẳng, sau sang không gian và cuối cùng lên nhiều tầng.

17.1. Thông thường đá mài có mặt tròn, đặt cố định trên máy mài bạch kim, nên bạch kim mài ra không phẳng như quy định, mà lại có mặt cầu. Nguyễn Quang Hách có sáng kiến làm thêm bộ phận gá cho đá mài vừa chuyển động tịnh tiến theo chiều chuyển động của sản phẩm, vừa chuyển động lên xuống. Như vậy, mặt tiếp xúc của bạch kim được mài phẳng, và mài được nhiều loại bạch kim có độ dày khác nhau (1).

17.2. Giường tâng. Áo bu đông mặc cả hai mặt...

18— Sử dụng các dao động cơ học

a— Buộc đối tượng, phải dao động.

b— Nếu đã có dao động, tăng tần số của dao động đó (cho tới tần số siêu âm).

c— Sử dụng tần số cộng hưởng.

d— Dùng máy rung áp điện thay cho máy rung cơ khí.

e— Phối hợp các dao động siêu âm với các trường điện từ.

18.1. Kiều hàn nâng chè theo nguyên lý đòn bẩy của chiếc bập bênh do kỹ sư Dũng, Nhà máy chè Kim Anh sáng chế: đầu này có một móc sắt móc vào bao chè, đầu kia tiếp

xúc với gàu đầy của băng chuyền. Khi băng chuyền chuyển động, bàn nâng chè bị rung liên tục do tác dụng của gàu đầy, chè cứ thế tự đổ xuống (1).

18.2. Ma sát tĩnh làm giảm hẳn độ nhạy của các máy đo chính xác, cản trở không cho kim, con lắc... dễ dàng quay trên các ổ trục. Để khắc phục điều này, người ta buộc các ổ trục (cũng như các bộ phận khác của máy đo) phải rung liên tục.

Thông thường người ta dùng một mô-tơ điện để gây rung, nhưng như vậy về mặt động học sẽ rất phức tạp, trọng lượng của máy tăng lên. Về sau người ta sáng chế loại ổ trục với ống bọc làm bằng vật liệu áp điện, hai phía đều được phủ bằng lá kim loại mỏng có gắn các điện cực. Dòng điện xoay chiều đưa vào các điện cực này sẽ tạo rung.

19— Hoạt động tuần hoàn

a— Chuyển từ hoạt động liên tục sang hoạt động tuần hoàn (xung).

b— Nếu đã có hoạt động tuần hoàn rồi — thay đổi chu kỳ.

c— Sử dụng khoảng ngừng giữa các xung để thực hiện hoạt động khác.

19.1. Người ta nhận thấy khói bay thành từng vòng tròn lên được cao hơn nhiều so với bình thường. Dựa trên nguyên tắc này, nhiều nước đã thiết kế loại ống khói thấp và to hoạt động theo chế độ xung, nhả khói thành những vòng tròn bay lên cao tới 3000m (ở các ống khói thông thường—700—800m), giữ cho không khí đỡ bị nhiễm bẩn.

19.2. Máy phun mưa có trang bị thêm bộ tạo xung của Liên Xô. Máy không phun mưa liên tục, nhưng có thể phụt

(1) Báo Lao Động 2.8.1979.

(1) Báo Lao Động 2.3.1978.

từng loạt nước rất nhanh và mạnh. Nước đi xa hơn và hạt mịn hơn. Số loạt nước phụt ra trong một phút có thể điều chỉnh trong phạm vi từ 100 đến 3000 loạt.

20— Liên tục hoạt động có ích

a— Làm việc liên tục (tất cả các bộ phận lúc nào cũng phải làm việc hết công suất).

b— Khử bỏ các bước trung gian và các quãng chạy không.

c— Chuyển từ chuyển động tịnh tiến qua lại sang chuyển động quay.

Thuật này ta đã phân tích khi nói về quy luật 4. Riêng mục 20c có thể đưa ra ví dụ bàn quay trong các phòng thí nghiệm hay hiệu thuốc. Đang khi làm việc, con người không phải đứng dậy hay nhào người để lấy các thứ ở góc bàn bên kia, mà có thể quay cho góc đó lại phía mình.

21— Làm thật nhanh

Thực hiện quá trình hoặc vượt qua những giai đoạn hiểm nguy, có hại... với vận tốc thật lớn.

21.1. Khi dùng luồng khí nung nóng các phôi kim loại, để tăng năng suất và hạn chế lượng cacbon thoát ra, người ta thổi khí vào với vận tốc thật lớn — trên 200m/giây.

Nói chung thuật 21 thường được áp dụng khi tiến hành các phản ứng hóa học.

22— Biến hại thành lợi

a— Sử dụng các nhân tố có hại (kề cả của môi trường) để thu hiệu quả có ích.

b— Khử yếu tố có hại bằng cách kết hợp nó với yếu tố có hại khác («trừ với trừ thành cộng»).

c— Gia tăng yếu tố có hại tới mức nó trở thành vô hại.

22.1. Sáng chế kính viễn vọng mặt khum của D.Mác-xútốp (Liên Xô) được coi là một trong những sáng chế quan trọng của thế kỷ XX.

Từ trước, vì thấy không thể sử dụng gương hình cầu cho kính viễn vọng (chúng có độ sai lệch quá lớn), con người chuyển sang làm gương phản xạ hình parabol. Và cứ thế lao theo hướng đó mãi, mặc dù chế tạo gương phản xạ kiểu này cực kỳ phức tạp và tốn kém đòi hỏi phải thành thạo và vất vả. Macxutốp giải quyết vấn đề theo hướng khác: Ông vẫn dùng gương phản xạ hình cầu, nhưng bố trí thêm một mặt gương khum. Mặt gương khum này cũng có độ sai lệch, nhưng sai lệch của nó sẽ làm dung hòa sai lệch của gương phản xạ, và kết quả cho ta một hệ thống quang học theo ý muốn.

22.2. Để chống ồn cho công nhân, các kỹ sư Ac-mê-ni (Liên Xô) đề xuất sáng kiến thu tiếng động cơ vào băng ghi âm rồi đặt máy ghi âm bên trong hoặc cạnh cổ máy. Khi cổ máy khởi động, âm từ băng sẽ phát ra ngược pha. Hiện tượng giao thoa cho ta «sự yên tĩnh».

23— Thuật liên hệ ngược

Thiết lập mối liên hệ ngược hoặc thay đổi mối liên hệ đó nếu nó đã có.

23.1. Máy làm lạnh, máy điều hòa nhiệt độ... là những máy hoạt động trên nguyên tắc liên hệ ngược: Khi nhiệt độ môi trường cao quá mức qui định, máy tự động bật, nhiệt độ hạ thấp, máy tự động tắt.

23.2. Bên trong tháp làm nguội nước, gió thường tạo ra những vùng hoàn lưu, làm nước dưới sâu không nguội nhanh được. Để tăng hiệu quả làm nguội, trong các ngăn của tháp người ta bố trí những cái cảm biến nhiệt độ —

theo tín hiệu của chúng, lượng nước đưa vào tháp sẽ tự động thay đổi.

24— Thuật «môi giới»

a— Sử dụng đối tượng trung gian để truyền tác động.

b— Tạm thời gắn thêm vào đối tượng một hoặc một số đối tượng khác (sau đó tháo ra dễ dàng)

24.1. Máy nghiền ở lò hơi đang chạy phải dừng, chiếc đinh ốc giữ tấm lót bị gãy. Lắp đinh ốc phải lắp từ trong ra. Người không thể chui vào vì nhiệt độ trong máy trên 100°. Ngừng lò lâu ảnh hưởng đến toàn bộ sản xuất của nhà máy. Sáng kiến của Chu Thế Linh: dùng cây sắt dài làm vật trung gian, cắm qua lỗ bị gãy sang bên kia máy, hàn vào đó chiếc đinh ốc, rồi kéo ngược lại, bắt đai ốc (1).

24.2. Làm thế nào để phủ một lớp chất bảo quản lên mặt trong các linh kiện có hình dạng phức tạp? Người ta thổi qua các linh kiện đó không khí nóng chứa đầy hơi chất bảo quản. Chất này ngưng tụ trên bề mặt linh kiện, phủ kín cả những chỗ mà tác động cơ học không thể nào đạt tới.

25— Thuật «tự phục vụ»

a— Đối tượng phải thực hiện các thao tác phụ trợ và tu sửa để tự phục vụ mình.

b— Sử dụng các loại phế thải (chất thè, năng lượng).

25.1. Hiện nay, khắc phục tình trạng thiếu nguyên vật liệu, khắp nơi trên đất nước ta các nhà máy, các địa phương đang đẩy mạnh phong trào tự cung tự cấp, tiết kiệm, tận dụng các loại phế thải, tìm nguyên vật liệu trong nước thay thế các nguyên vật liệu nhập từ nước ngoài...

(1) Báo Tiền Phong 21—27-6-1977

25.2. Ở xưởng vật liệu chịu lửa, ngày nào tổ máy thái cũng phải đóng máy lại hàng giờ, hồ hết nhau chui xuống gầm máy xúc liệu (đất chịu lửa) lên. Công việc này vừa gò bó vừa vất vả, nhưng chỉ cần bỏ một ngày là đóng liệu sẽ đầy lên hàng tấn, sản xuất sẽ bế tắc. Sáng kiến của tổ trưởng Trương Thị Miến: đục thùng nền nhà, lắp thêm một ống liệu phụ cho liệu rơi luôn xuống băng chuyền (1).

26— Thuật copì (sao chép, mô phỏng).

a— Sử dụng các bản copì đơn giản, rẻ tiền thay cho đối tượng phức tạp, đắt tiền, khó luồn với, không tiện lợi hoặc dễ vỡ.

b— Thay thế đối tượng bằng ảnh quang học của chúng, chú ý thay đổi tỷ lệ.

c— Nếu copì quang học thông thường không sử dụng được, dùng copì siêu đỏ hoặc siêu tím.

26.1. Các loại bản đồ, mô hình (maket), sa bàn... chính là những ví dụ về mặt này. Nói chung thuật 26 thường được sử dụng trong các bài toán về đo lường. Chẳng hạn để đo khối lượng gỗ cây chở trên các toa xe lửa, người ta chụp ảnh chiều dài và mặt cắt ngang của toa gỗ, rồi tiến hành tính toán trên ảnh. Làm như vậy nhanh gấp 50-60 lần so với đo bằng tay.

26.2. Nhiều trường hợp (để so sánh, kiểm tra...) cần đặt chồng hai đối tượng mà trên thực tế không thể đặt chồng lên nhau được. Khi đó người ta hay sử dụng ảnh của chúng. Ví dụ, ảnh chụp rơngheo thông thường không cho ta biết chiều sâu của ổ bệnh nằm bên trong cơ thè. Ảnh nổi (stereo) cũng vẫn phải ước lượng bằng mắt, vì trong cơ thè con người không có gì làm thước tỷ lệ. Nhà sáng chế.

(1) Báo Lao Động 14-9-1978.

F.Acsenôp đã giải quyết bài toán này: Ông đề nghị lồng ảnh nổi chụp bằng X-quang với ảnh nổi của một mạng lập phương. Qua kính nổi bác sĩ sẽ nhìn thấy «bên trong» cơ thể bệnh nhân một mạng lập phương làm tỷ lệ.

26.3. Các nhà làm phim Pháp muốn quay một bộ phim màu về thế giới động vật ở hồ Tanganica, song không biết làm cách nào quay được con hà mã. Những con vật này thoạt trông có vẻ hiền từ, nhưng khi giận dữ chúng trở nên rất nguy hiểm — ngay cả các vận động viên bơi lặn với đầy đủ bộ lặn cũng có thể dễ dàng bị chúng đâm bẹp, xéo nát. Theo gợi ý của nhà hải dương học Giácipensto, người ta thiết kế một chiếc tàu ngầm nhỏ bằng cao su, hình dáng giống hệt con hà mã. Người quay phim ở bên trong dùng pêđan điều khiển con hà mã nhân tạo này. Cứ như thế, anh ta đến được gần đàn hà mã dưới đáy hồ và quay được những thước phim rất giá trị.

27 — Dùng thứ chống hồng nhưng rẻ thay cho thứ bền nhưng đắt

Thay các đối tượng đắt bằng các đối tượng rẻ, hy sinh một vài phẩm chất nào đó (ví dụ tuổi thọ).

27.1. Một số nước làm cốc giấy để đựng kem, sữa, ở các quán giải khát, dùng một lần xong bỏ luôn. Có nhiều loại đồ dùng rẻ chỉ sử dụng được một lần như vậy: ống tiêm, túi giấy...

27.2. Theo quy định khử trùng, trước mỗi lần tiêm phải luộc xơnh và kim tiêm trong nước sôi từ 30 phút trở lên. Nhưng trong nhiều trường hợp (khi cấp cứu, ngoài hiện trường...) không có sẵn bếp đun mà lại phải tiêm thuốc vào cho người bệnh càng nhanh càng tốt. Gần đây xuất hiện loại xơnh bằng chất dẻo, mỏng, chỉ dùng được một lần.

Đầu xơnh cắm kim tiêm đã khử trùng, có mũ đậy, trong có thuốc sẵn và được hàn kín. Khi cần chỉ việc bỏ mũ đậy kim ra là có thể tiêm ngay.

28 — Thay thế sơ đồ cơ học.

a — Thay sơ đồ cơ học bằng sơ đồ quang học, âm học hoặc dựa vào «mùi vị».

b — Sử dụng trường điện, trường từ, trường điện từ.

c — Chuyển từ các trường cố định sang các trường chuyển động, từ các trường không đổi sang các trường thay đổi theo thời gian, từ các trường không cấu trúc sang các trường có cấu trúc nhất định.

d — Sử dụng các trường kết hợp với các hạt sắt từ.

28.1. Ở một số hầm mỏ, Liên Xô có trang bị hệ thống tín hiệu bằng mùi: Những bộ cảm biến đặc biệt đặt giữa các tầng lò, chỉ cần ở đâu đó không khí lẫn một chút khí độc là chúng sẽ phát hiện ngay. Và lập tức hệ thống tín hiệu bắt đầu hoạt động: các ămpun có chứa một chất khí không độc nhưng rất nồng mùi, sẽ tự động vỡ ra. Chất khí này được các luồng không khí nhanh chóng mang tới khắp các ngõ ngách báo nguy cho công nhân. Tín hiệu bằng mùi như vậy tốt hơn tín hiệu âm thanh, vì đương lúc làm việc người công nhân có thể không nghe rõ do tiếng ồn của các loại động cơ.

28.2. Sáng kiến sử dụng hiện tượng cảm ứng điện từ (trên bề mặt của vật kim loại dưới tác động của trường từ gây ra bởi dòng điện xoay chiều tần số cao) để tời bề mặt bằng máy trong lò cao tần ở Nhà máy công cụ số 1, Hà Nội (1).

(1) Báo Nhân Dân 17.11.1978.

Một số ví dụ khác bạn đọc sẽ thấy qua các bài tập.

29— Sử dụng các kết cấu thủy lực hoặc các kết cấu dùng khí nén

Thay các bộ phận cứng của đối tượng bằng các kết cấu thể khí và lỏng: các kết cấu bơm hơi hoặc chứa nước, đệm không khí, các kết cấu thủy tĩnh hoặc thủy phản lực.

29.1. Ở các hầm mỏ, công nhân nhiều khi phải qua lại, làm việc dưới những lò dọc dựng đứng, đá rơi xuống đầu rất nguy hiểm. Sáng chế của Thụy Điển: Mỗi công nhân mỏ mang theo một bao nilông. Khi cần, thời bao nilông căng ra trên đầu mình. Bao nilông phòng to sẽ lấp kín thiết diện lò dọc, bảo vệ người công nhân khỏi những hòn đá rơi từ độ cao 25m.

29.2. Na Uy sản xuất một loại túi vải rất chắc, không khí không qua được, để kích ôtô lên cao khi cần thiết. Chỉ việc lót dưới ôtô, dùng máy bơm không khí vào, túi sẽ phình to đẩy ôtô lên theo.

29.3. Ta biết người bị bỏng toàn thân đau đớn như thế nào mỗi khi nằm xuống giường. Ngoài ra, những chỗ da bị đè sẽ rất lâu lành. Ở một bệnh viện nước Anh, người ta sử dụng đệm giường là... những luồng không khí ấm đã khử trùng bơm từ dưới lên. Người bị bỏng có thể yên tâm nằm nghỉ trên tấm đệm «không khí» đó.

30. — Dùng các loại bao dẻo hay màng mỏng

a — Dùng bao dẻo hay màng mỏng thay cho các kết cấu thông thường.

b — Cách ly đối tượng khỏi môi trường nhờ các bao hay màng mỏng.

30.1 — Quả địa cầu dùng trong nhà trường thường làm bằng vật liệu cứng, mang đi mang lại khó khăn. Có loại địa cầu khác, bằng chất dẻo, giống như một quả bóng lớn. Bơm không khí vào, ta được quả địa cầu căng phồng như thường thấy. Khi dùng xong, tháo không khí ra, quả cầu xẹp xuống chỉ còn là một miếng cao su, có thể bỏ vào cặp sách.

30.2. Để hạn chế lượng nước bốc hơi qua lá cây, người ta phun cho cây «một trận mưa» polietilen, tạo nên trên lá cây một lớp màng dẻo rất mỏng. Cây phủ một lớp màng như vậy phát triển bình thường, vì ôxi và khí cacbonic qua polietilen dễ hơn nhiều so với hơi nước.

30.3. Phương pháp đặt đường ống bê tông của CHLB Đức: Dưới đáy đường hào đặt các tấm bê tông lót có rãnh nhỏ ở giữa. Rồi đặt khúc ống bằng chất dẻo, chứa đầy không khí nén. Đường kính khúc ống dẻo tương ứng với đường ống thiết kế. Rồi đổ bê tông lỏng xung quanh khúc ống dẻo. Khi bê tông đã rắn, tháo không khí, lấy ống dẻo ra và dùng nó để đặt tiếp.

31— Dùng các vật liệu xốp, có nhiều lỗ hồng nhỏ (thùng tổ ong)

a — Chế tạo đối tượng ở dạng xốp, thùng tổ ong hoặc sử dụng các thành phần phụ ở dạng đó.

b — Nếu đối tượng đã thùng tổ ong, trước khi đưa vào hoạt động hãy tạm lấp đầy các lỗ hồng bằng một chất thể nào đó.

31.1. Đáy hộp đựng xà phòng, bát khay úp chén uống nước (khay có nhiều lỗ hồng, nước rơi vãi hoặc thừa đổ chảy ngay qua khay xuống bát chứa ở dưới)...

31.2. Khi đóng gạch dày, người ta thường để một vài lỗ hồng qua viên gạch để khi nung gạch chín đều.

31.3. Để cho thêm vào kim loại đang nóng chảy các chất hóa học cần thiết, người ta tẩm các chất đó vào một dụng

cụ thủng thì ông làm bằng vật liệu chịu lửa, rồi nhúng nó vào kim loại lỏng.

32— Thay đổi màu sắc

a— Thay đổi màu sắc của đối tượng hoặc của môi trường bên ngoài.

b— Thay đổi mức độ trong suốt của đối tượng hoặc của môi trường bên ngoài.

c— Sử dụng thuốc màu để quan sát các đối tượng hoặc quá trình bình thường khó thấy.

d— Sử dụng chất phát quang.

32.1. Thân bút máy, bút bi trong suốt — không cần tháo bút ra vẫn biết mực còn bao nhiêu.

Sáng chế của Mỹ: băng làm từ vật liệu trong suốt cho phép theo dõi vết thương không cần tháo băng.

32.2. Chị Lê thị Minh Phương, Viện dược liệu, đã có nhiều thành công trong việc tạo các mô hình bệnh trên gia súc gần giống như bệnh của người thử nghiệm bài thuốc trước khi sản xuất hàng loạt. Trong khi tạo mô hình viêm thận do vi trùng bằng phương pháp ức chế niệu quản, không có dụng cụ quan sát, chị đã dùng cách tiêm chất màu vào tĩnh mạch làm nhớ lại chu trình tuần hoàn của thận ⁽¹⁾

33— Thuật đồng chất

Các đối tượng tác động tương hỗ với đối tượng đã cho phải được làm từ chính vật liệu như đối tượng đã cho hoặc có các tính chất gần với nó.

33.1. «Hàn đối đầu»: Trước kia muốn hàn nối ép hai trục sắt với nhau, phải cho một nắm que hàn vào giữa. Như

thế tốn nhiều que hàn mà mối hàn lại không bền vững lắm. Viện thiết kế Bộ xây dựng đã có sáng kiến không dùng que hàn, mà dùng hai vòng sắt gắn ở hai trục. Khi hàn đặt hai sắt «đối đầu» nhau, đầu trục này vừa tới vòng sắt ở trục kia. Hai vòng sắt nóng chảy sẽ tạo nên mối hàn rất chắc (1).

33.2. Bình trữ ôxi đặc (bình Điuca) thường có hai lớp, giữa là chân không để cách nhiệt. Làm thế nào lấy được một ít ôxi ra mà không để các chất khác lẫn vào nó?

Nếu cho nước nóng hay không khí nóng vào khoảng trống giữa hai lớp thành, thì hỏng mất chắc không, bình sẽ thành vô dụng. Vả lại toàn bộ ôxi trong bình sẽ bị nóng lên, mà ta chỉ cần lấy một ít, còn lại phải giữ trong bình ở thể đặc. Cho ống (để bơm không khí nóng qua) hoặc dây điện (để cho dòng điện chạy làm nóng dây) xuyên dọc bình cũng vậy — toàn bộ ôxi trong bình sẽ nóng lên.

Thuật đồng chất mách ta cách giải quyết: cho ôxi nóng vào (qua nắp bình). Ôxi ở phần trên của bình sẽ hóa khí (và vẫn là ôxi nguyên chất!) nhiều hay ít tùy theo lượng ôxi nóng đưa vào,

34— Vứt bỏ và tái sinh các bộ phận

a— Bộ phận nào đã thực hiện xong chức năng của mình và trở thành thừa, cần phải được vứt bỏ (hòa tan, nóng chảy, bay hơi, phản ứng hóa học...) hoặc biến dạng ngay trong quá trình làm việc.

b— Bộ phận nào liên tục bị tiêu hao cần phải được tái sinh (phục hồi) ngay trong quá trình làm việc.

34.1. Tên lửa khi bắt đầu xuất phát thường rung mạnh. Vì vậy để các máy đo tinh vi khỏi bị ảnh hưởng, người ta đặt chúng trong một chất nhựa bọt. Chất này sau khi hoàn

(1) Báo Tiền Phong 14, 20.3.1976

(1) Triển lãm sáng kiến các cơ quan trung ương 1977 — 1978

thành chức năng giảm chấn của mình, sẽ nhanh chóng bay hơi trong vũ trụ.

Thuật 34 là bước phát triển tiếp theo của thuật 15 — Năng động hóa : đối tượng thay đổi trong quá trình hoạt động, nhưng thay đổi mạnh hơn. Máy-bay cánh cụp cánh xòe — đó là thuật 15, tên lửa vút bỏ các tầng hết chức năng — thuật 34.

34.2. Ngược lại với thuật vút bỏ là thuật tái sinh (phục hồi) các bộ phận.

Khi vận chuyển bằng phương pháp thủy lực hỗn hợp dầu ép có tính axit với chất liệu mài mòn, thành trong ống dẫn bị mòn đi rất nhanh. Làm thêm lớp lót bên trong là một việc phức tạp, khó và phải tăng đường kính ngoài của ống. Người ta đã giải quyết như ở bài toán 2 : tạo ra ở thành trong của ống một lớp xi bảo vệ. Muốn thế cứ sau mỗi khoảng thời gian nhất định, người ta lại cho vào hỗn hợp dầu ép một lượng vừa với. Như vậy, thành trong của ống luôn luôn được phủ bằng một lớp xi, thiết diện của ống nhỏ đi không đáng kể vì lớp xi này mòn nhanh dưới tác động của hỗn hợp.

35— Thay đổi các thông số lý — hóa của đối tượng

a— Thay đổi trạng thái tổng hợp của đối tượng.

b— Thay đổi nồng độ hoặc độ sệt.

c— Thay đổi độ dẻo.

d— Thay đổi nhiệt độ, thể tích.

35.1. Sáng kiến của CHLB Đức : đoạn hãm phanh trên đường băng hạ cánh là một «bề» dài đầy chất lỏng nhớt, trên phủ một lớp chất dẻo dày.

35.2. Để trộn lẫn một chất khí với một chất lỏng nhớt, muốn quá trình xảy ra nhanh và đều, người ta hóa khí chất lỏng nhớt trước khi cho vào máy trộn.

35.3. Thủy Điền đang thử nghiệm một chất mới có tác dụng dập tắt lửa nhanh hơn nhiều so với nước. Thành phần : 97% nước, 1% dầu khoáng, còn 2% là biến dạng lỏng đặc biệt của polietilen. Khi chất này chạm vào vật nóng, tức thì tạo ra một màng mỏng không cho ôxi qua. Lửa bị dập tắt nhanh gấp 30 lần so với dùng nước thường.

36— Sử dụng các quá trình chuyển pha

Sử dụng các hiệu ứng xảy ra trong các quá trình chuyển pha như : thay đổi thể tích, thu hoặc tỏa nhiệt, v.v...

36.1. Ta biết một hiện tượng quen thuộc trong vật lý : nước khi đóng băng sẽ nở ra. Dựa vào hiệu ứng này, kỹ sư A.Badin (Liên Xô) đã sáng chế ra loại «máy ép bằng nước đá». Dùng áp suất bơm nước vào ống có hai đầu bịt kín. Ống đặt trong khuôn có sẵn những chỗ lõm, lõm. Sau đó hạ nhiệt độ xuống, nước trong ống hóa băng, nở ra, ép thành ống vào khuôn. Bằng cách ấy có thể làm các đường gờ trên thành ống, dập các bích, vấu lắp ráp...

36.2. Khi dùng hai vành bu đàn hồi nối hai đoạn ống, người ta cho vào giữa hai vành bít một lớp hợp kim dễ nóng chảy và khi rắn lại thì nở ra, đảm bảo chỗ nối kín và chắc chắn.

37— Sử dụng sự giãn nở nhiệt

a— Sử dụng tính chất giãn nở (hoặc co lại) vì nhiệt của vật liệu.

b— Sử dụng nhiều vật liệu với hệ số giãn nở nhiệt khác nhau.

37.1. Sáng kiến bóc vỏ bình ácqui (xem phần IKR). Nói chung, nếu hai đối tượng gắn với nhau, lồng vào nhau... làm bằng hai loại vật liệu có hệ số dẫn nở nhiệt khác nhau, thì có thể tách, tháo chúng bằng cách nung nóng cả hai tới cùng một nhiệt độ nhất định.

37.2. Nhiều trường hợp ta sử dụng sự dẫn nở vì nhiệt của một đối tượng để tác động lên đối tượng khác (đối tượng thứ hai không thay đổi nhiệt độ). Ví dụ lời giải bài toán 5.

Khi cần thu được một sự chuyển dịch rất nhỏ, nhưng êm của một đối tượng nào đó, ta nối đối tượng này với một ruột kim loại, rồi nung nóng hay làm nguội ruột kim loại tùy theo yêu cầu cần cho đối tượng chuyển động về hướng nào.

38— Sử dụng các chất ôxi hóa mạnh

a— Thay không khí thường bằng không khí đậm (giàu ôxi).

b— Thay không khí đậm bằng ôxi.

c— Dùng bức xạ ion hóa không khí hoặc ôxi.

d— Sử dụng ôxi đã ôzôn hóa.

e— Thay ôxi ôzôn hóa (hoặc ion hóa) bằng ôzôn.

38.1. Mục đích chính của các thuật này — tăng mạnh cường độ quá trình. Ví dụ: dùng không khí giàu ôxi nung nóng và thiêu kết các vật liệu tán sắc; dùng ôxi nguyên chất trong việc cắt các loại thép chống gỉ bằng cung lửa điện; tăng cường độ quá trình nung kết quặng bằng cách ion hóa nhiên liệu khí và chất ôxi hóa trước khi đưa vào lớp liệu, v.v...

38.2. Sáng chế của Pháp: dùng ôzôn diệt các vi sinh vật trong dầu mỡ và nhũ tương. Người ta thấy các vi sinh vật này nhanh chết và khi thời tiết nóng lên, chúng bắt đầu

bị phân hóa. Dầu mỡ bôi trơn trở nên mang tính axit, mất tác dụng chống mòn. Không những thế, chúng bốc hơi lên mùi khó chịu, thậm chí nhiều trường hợp làm cho những người xung quanh bị đau mắt hoặc bị chàm. Ôzôn cho thời qua dầu bôi trơn sẽ tiêu diệt các vi sinh vật. Thử nghiệm cho thấy để diệt hết vi sinh vật trong 200l nhũ tương cần quặng 10g ôzôn mỗi ngày đêm. Dầu bôi trơn sẽ lâu phải thay hơn gấp 5—7 lần.

39— Thay đổi độ trơn của môi trường

a— Thay môi trường thông thường bằng môi trường trung hòa hay trơn.

b— Tiến hành các quá trình trong chân không.

Thuật này có thể coi là ngược lại với thuật 38.

39.1. Hiện nay có rất nhiều phương pháp phòng và chữa cháy. Ví dụ, phòng cháy cho các kho chứa bông, Liên Xô dùng khí trơ để chế biến bông trong quá trình vận chuyển tới kho. Ở Pháp người ta dùng bụi trơ tạo ra những đám mây dày đặc dập tắt các đám cháy dầu...

39.2. Sáng chế của Nhật — Kho thực phẩm dưới nước: các loại hạt, đồ hộp, hoa quả, cá, nấm... đựng vào các bao chất dẻo, cho xuống đáy sông hoặc hồ. Những « tủ lạnh » tự nhiên này tỏ ra rất đảm bảo, giữ được nhiệt độ không đổi và phần nào cách ly được với không khí.

40 — Sử dụng các vật liệu hợp thành.

Thay các vật liệu thuần nhất bằng các vật liệu hợp thành.

40.1. Vật liệu hợp thành — như tên gọi của nó — là loại vật liệu gồm một số thành phần hợp nên, nhưng có các tính chất mà mỗi thành phần không thể có. Ví dụ vật liệu thùng

tổ ong có thể xem là hợp thành từ chất rắn và không khí ; nhưng cả chất rắn và không khí nói riêng đều không có các tính chất như vật liệu thùng tổ ong.

Một trong các loại vật liệu hợp thành lý thú — từ chất dễ nóng chảy (ví dụ hợp kim Vut) và các xơ vật liệu chịu lửa (khó nóng chảy). Loại vật liệu như thế dễ nóng chảy, nhưng khi nguội lại rất bền chắc.

40.2. Những sáng kiến nổi tiếng của Huỳnh Đăng Ấn :

Khi anh bắt đầu nghiên cứu lá côn. (ô tô), nhiều người cho là viển vông. Anh nói « Chúng ta phải tự tin sẽ làm được cái mà nhiều nước khác không làm được ». 10 năm say sưa tìm tòi nghiên cứu, anh đã tự điều chế ra một loại nhựa bakêlit chịu được nhiệt độ cao, không bị phá hủy trong các dung môi (xăng, dầu...). Loại nhựa này tẩm vào sợi rồi Nhà máy dệt Nam định thái ra chịu được 600°C có thể thay cho sợi amiăng để chế tạo lá côn.

Mángséc bằng chất dẻo, một chi tiết phụ tùng của xe benla Nhật Bản. Người Nhật khi bán cho ta loại xe này đã nói thẳng : Việt Nam chỉ có thể mua phụ tùng này của họ mà thôi. Trên thế giới chưa có nước nào ngoài Nhật và Mỹ sản xuất được loại mángxéc đó. Huỳnh Đăng Ấn đã dùng một loại nhựa hỗn hợp gồm nhựa nhiệt cứng và nhựa nhiệt dẻo, một số chất phụ gia thích hợp và... vài diêm bầu, sản xuất ra một loại mángxéc giá thành 75 đồng một chiếc, chạy 1000 giờ chưa hỏng, trong khi đó của Nhật phải sử dụng chất vải là loại tơ nhân tạo chế từ dầu mỏ, bán cho ta 270 đôla một chiếc, có chiếc chạy 200 giờ đã hỏng ⁽¹⁾.

Nhận xét

40 thuật sáng chế cơ bản giống như bộ đồ nghề của người thợ. Phụ lục là bảng hướng dẫn sử dụng bộ đồ nghề này

(1). Báo Lao Động, 26.1.1978.

như thế nào. Các hàng trong bảng ghi các chỉ số cần phải thay đổi (tăng, giảm hoàn thiện), các cột — các chỉ số kém đi tới mức không thể chấp nhận được nếu áp dụng các phương pháp quen biết. Ở mỗi ô — giao của các hàng và các cột, có ghi các thuật sáng chế nên thử áp dụng trong Trường hợp đã cho. Hiện nay Bảng hướng dẫn này vẫn đang tiếp tục được hoàn thiện. Bảng mới nhất gồm 39 hàng và 39 cột. Mặc dù còn có những ô trống hoặc chưa ghi đủ, bảng cũng đã chỉ ra thủ thuật khắc phục hơn 1200 dạng mâu thuẫn kỹ thuật.

Trong hóa học ta biết hơn 100 nguyên tố, cộng thêm các đồng vị của chúng. Nhưng thế giới hiện thực không phải chỉ gồm vài trăm đơn chất như vậy, mà trái lại, nó vô cùng phong phú. Sự phong phú đó là do các nguyên tố hóa học kết hợp với nhau, tạo thành những «tăng» hợp chất càng lên « cao » càng phức tạp hơn.

Tương tự như vậy, trong thực tế rất ít khi ta gặp một thuật sáng chế nào đó đứng riêng lẻ, thuần túy. Ví dụ đơn giản nhất — thước mét gấp, cũng là sử dụng cả hai thuật : đầu tiên, cây thước dài chia làm nhiều đoạn, sau đó những đoạn này kết hợp lại với nhau. Tuy nhiên Bảng hướng dẫn chỉ gợi ý cho ta những thuật sáng chế riêng lẻ. Vì vậy ngoài việc hiểu rõ từng thuật sáng chế một, ta còn phải biết thêm một số mối liên hệ đơn giản giữa các thuật đó. Đề khi chẳng hạn Bảng gợi ý cần áp dụng thuật 1 — Phân chia, thì có thể hiểu ngay : đầu tiên là phân chia, sau đó phải kết hợp các phần đã phân chia và cộng thêm cái gì đó nữa để gắn nối các phần này thành một thể thống nhất.

Ở trên ta đã thấy hai thuật Phân chia và Kết hợp tạo thành một cặp « thuật — ngược thuật ». Nói chung bất kỳ thuật nào cũng có thể tìm thấy thuật tương ứng để tạo thành

cặp « thuật — ngược thuật » vớt bỏ — tái sinh các bộ phận, chất lượng địa phương (không đồng chất) — đồng chất, hoạt động tuần hoàn — liên tục, sử dụng các chất ôxi hóa mạnh — môi trường trơ... Điều này không có gì ngạc nhiên, vì như ta biết các mâu thuẫn lý học đều phản ánh yêu cầu hai mặt: đối tượng phải có tính chất và phải có phản tính chất (chuyển động và bất động, dẫn điện và cách điện...). «Ồ khóa» hai mặt nên «chìa» cũng phải hai mặt: các cặp « thuật — ngược thuật » như vậy chắc chắn sẽ thích ứng tốt hơn từng thuật riêng lẻ.

Nếu tiếp tục so sánh với hóa học thì các cặp thuật — đó là những phân tử đơn giản nhất O_2 , N_2 , H_2 ... Tiếp đến là những hợp chất tạo thành từ nhiều phân tử khác nhau. Các thuật sáng chế cũng vậy: sáng chế càng ở mức cao, « bộ đồ nghề » sử dụng trong đó càng phức tạp. Bạn đọc sẽ thấy rõ điều này qua phần bài tập dưới đây. Nhiều trường hợp lời giải là sự phối hợp tài tình của cả một hệ thống các thuật sáng chế, trong đó không thể bỏ đi bất cứ một thuật nào (giống như trong hóa học: H_2SO_3 và H_2SO_4 có tính chất khác nhau và cho các phản ứng khác nhau).

Chính vì vậy mà các thuật sáng chế không thể thay thế việc phân tích từng bước và giải bài toán theo ARIZ. Chúng chỉ là một bộ phận cấu thành của ARIZ. Ví dụ, nếu hạn chế ở bảng sử dụng các thuật sáng chế cơ bản, thì khi nói « phân chia », ta chỉ biết phải tìm cách nào đó phân chia đối tượng, còn cụ thể phân chia như thế nào — chưa rõ, đành phải đoán. Nhưng nếu phân tích theo ARIZ, ta tìm được mâu thuẫn lý học « đối tượng phải nóng và phải không nóng », thì rõ ràng cần chia đối tượng làm hai phần — một phần nóng, phần kia không.

Tóm lại, các thuật sáng chế và các kết hợp của chúng tạo nên một hệ thống nhiều tầng. Tầng dưới cùng — đó là những thuật sáng chế riêng lẻ sơ cấp. Tầng hai — những thuật đôi, mạnh hơn (kiểu « thuật — ngược thuật »). Tầng ba — các kết hợp phức tạp giữa các thuật đôi và các thuật sơ cấp. Hiện nay người ta đang tiến hành nghiên cứu các kết hợp ở tầng ba vào cao hơn nữa để xây dựng mẫu giải từng lớp các bài toán sáng chế.

PHẦN NĂM

BÀI TẬP

Giống như mọi công cụ khác, kết quả ARIZ đem lại phụ thuộc nhiều vào kỹ năng sử dụng nó. Không nên nghĩ rằng, chỉ cần đọc xong văn bản ARIZ là đã có thể giải được bất cứ bài toán nào. «Nếu cứ đứng trên bờ mà học bơi thì sẽ chẳng bao giờ biết bơi. Muốn bơi giỏi, ngoài việc nắm vững các quy tắc bơi lội, còn phải tự mình nhảy xuống ao mà tập. ARIZ cũng thế: muốn đương đầu được với những bài toán khó, không có cách nào khác là phải rèn luyện kỹ năng, tích cực giải nhiều bài toán cụ thể. Một số bài tập trình bày dưới đây chính là nhằm giúp bạn đọc thực tập vận dụng ARIZ.

Cần nói trước để bạn đọc yên tâm rằng, tất cả các bài tập này đều không đòi hỏi phải có chuyên môn gì hết, chỉ cần biết các kiến thức ở trường phổ thông. Thêm nữa: khi xem đề bài, bạn đọc không nên thắc mắc đề ra chưa rõ ràng, thiếu chính xác. Trong thực tế bao giờ cũng vậy, nếu bài toán sáng chế đã đặt ra rõ ràng, chính xác, thì lời giải lập tức thấy ngay. Giải bài toán chính là quá trình từng bước chính xác hóa các điều kiện: từ một tình huống rất chung rút ra bài toán, rồi chuyển sang mô hình bài toán, và cuối cùng là mâu thuẫn lý học chứa trong mô hình đó. Sự sáng tạo chính là thể hiện ở chỗ từ một cách phát biểu không rõ ràng hoặc thậm chí sai, đi đến được cách phát biểu đúng, sáng sủa.

Bạn đọc tuyệt đối không xem lời giải ngay, tìm cách đoán hoặc lại thử hết phương án này đến phương án khác. Mục đích của ta ở đây không phải để biết lời giải, mà là tập

luyện phong cách tư duy theo ARIZ. Ở hầu hết các bài toán chúng tôi sẽ chỉ đưa ra một phương án giải, và cũng chỉ trình bày theo các phần 2, 3, 4 của ARIZ. Tuy nhiên bạn đọc cần giải từ đầu đến cuối theo tất cả các bước. Từng bước phải được thực hiện kỹ lưỡng, cố gắng suy nghĩ tìm ra những câu trả lời chính xác, độc đáo, làm sao mỗi bước lại mở ra thêm được một điều gì đó mới, bất ngờ. Quá trình giải cần đảm bảo mạch logic chặt chẽ, bước sau là sự phát triển tiếp tục và tất yếu của bước trước. Chỉ khi nào giải xong bài toán theo tất cả các bước, mới nên tham khảo, so sánh với lời giải trong sách.

Ta bắt đầu từ bài toán đơn giản nhất.

Bài toán 8 (1)

Nếu cho thêm không khí vào bể nuôi cá, thì với một lượng nước không lớn, có thể nuôi được khá nhiều cá nhỏ. Vì vậy từ lâu người ta đã nảy ra ý nghĩ áp dụng biện pháp tương tự để tăng mật độ cá nuôi ở các ao, hồ... Tuy nhiên, biện pháp này tỏ ra không kinh tế: chỉ một ít không khí kịp hòa tan trong nước, còn phần lớn lại bốc hơi trở về khí quyển. Đối với bể nuôi cá trong nhà điều này không đáng ngại — chỉ cần một motor nhỏ sẽ giải quyết được vấn đề. Nhưng ở các ao hồ, quy mô hoàn toàn khác, xung quanh mỗi ao thả cá sẽ phải bố trí những máy nén khí công suất lớn, cộng thêm cả một hệ thống ống dẫn...

Cần đề xuất phương pháp khác — không phức tạp, kinh tế và tất nhiên, không làm chết cá (chẳng hạn không nên sử dụng các chất hóa học để gây phản ứng tách ôxi).

Bài toán này đơn giản. Bạn hãy giải trực tiếp bằng Bảng sử dụng các thuật sáng chế cơ bản (không phân tích từng bước theo ARIZ).

(1) Ở Phần ba ta đã đánh số đến bài toán 7.

Lời giải. Ta cần có trong ao, hồ chứa nước càng nhiều ôxi càng tốt (mức tốt cùng là bão hoà ôxi). Như vậy ta muốn tăng lượng chất thể (ôxi). Theo bảng, đó là dòng 26. Giả sử đề có nhiều ôxi tới mức bão hoà, ta dùng phương pháp quen biết: trên bờ đặt một máy nén khí cực mạnh, dưới đáy hồ bố trí các đường ống, và bơm vào nước thật nhiều ôxi (hay không khí). Lượng ôxi trong nước tăng lên, nhưng thiết bị như vậy rõ ràng quá phức tạp. Theo bảng, đó là cột 36. Các thuật sáng chế ghi trong ô tương ứng: 3,13; 27,10.

Nếu dùng các chất hóa học, thì chúng là nguồn cung cấp ôxi, nhưng đồng thời cũng là nguyên nhân làm nhiễm bẩn nước. Cột 31 — «Các tác nhân có hại sinh ra bởi chính đối tượng». Các thuật: 3,35; 40,39.

Có thể tiếp cận bài toán theo hướng khác: Ta muốn giảm lượng chất thể mất mát (dòng 23) — và bị thiệt về lượng chất thể (ôxi hay không khí) hoà tan trong nước (cột 26). Các thuật: 6,3; 10,24. Hoặc: hạn chế lượng chất thể mất mát bằng phương pháp quen biết (giảm tốc độ bơm không khí nén), ta sẽ bị thiệt về năng suất (cột 39). Các thuật: 28, 35, 10, 23.

Như vậy, bằng nhiều lần nhắc ta áp dụng thuật 3 — Chất lượng địa phương và thuật 10 — Thực hiện từ trước. Từ đây có thể đi đến lời giải: Lấy trước một lượng nước và tạo điều kiện thuận lợi cho nó hoà tan ôxi. Đó chính là nội dung sáng chế số 168073 của Liên Xô: Dùng áp suất phun ôxi vào một dung tích nước không lớn lắm, sau đó đưa lượng nước đã bão hoà ôxi này xuống mãi đáy hồ. Trước khi ôxi «nổi lên» không kịp hoà tan; bây giờ nó có đủ thời gian để hoà tan hết trong nước hồ.

Bài toán 9. Trong khai thác mỏ trước đây, 2 phút chỉ cần cho nổ 10 quả mìn điện. Vì vậy người công nhân kịp đóng bằng tay các công tắc nối với kíp nổ. Nhưng trong điều

kiện hiện nay trong vòng 0,6 giây phải đóng 40 công tắc, khoảng thời gian giữa hai trái nổ không bằng nhau và mỗi lần lại thay đổi. Ví dụ sau khi trái số 1 nổ được 0,01 giây phải đến trái số 2, rồi 0,02 giây sau đến trái số 3... Lần khác, trái số 2 phải nổ sau khi trái số 1 nổ được 0,03 giây... Đồ thị nổ cần đảm bảo với độ chính xác 0.001 giây,

Cần tìm phương pháp đóng công tắc thật đơn giản, chắc chắn và chính xác.

Lời giải. 2.1. Cho hệ thống gồm 40 cặp dây dẫn (công tắc) và 40 «cái đóng» (hoặc một «cái đóng» đi động). Khó đóng được các công tắc theo đồ thị.

(Có thể thấy ngay không cần xét các kíp mìn. Bài toán yêu cầu đóng các công tắc, còn dòng điện đi đâu — không thành vấn đề).

2.2. «Cái đóng» — các công tắc.

2.3. 1 — «Cái đóng» đóng được các công tắc.

2 — «Cái đóng» không theo đúng được đồ thị cho trước.

2.4. Mô hình bài toán: Cho «cái đóng» và các công tắc. «Cái đóng» đóng được các công tắc nhưng không theo đúng được đồ thị cho trước.

3.1. «Cái đóng». (Trong điều kiện bài toán công tắc — đó chỉ là hai đầu dây dẫn đang cần đóng lại. Ta không thay được dây dẫn — đằng nào cũng phải có một cái gì đó dẫn điện. Còn «cái đóng» thì thay đổi thế nào cũng được. Nếu ở đây chọn «môi trường bên ngoài» thì đến bước 3.3 sẽ xuất hiện phần môi trường giữa các công tắc. Tiếp theo lời giải sẽ giống trường hợp chọn «cái đóng»).

3.2. IKR: «Cái đóng» tự nó nối các công tắc chính xác theo đồ thị.

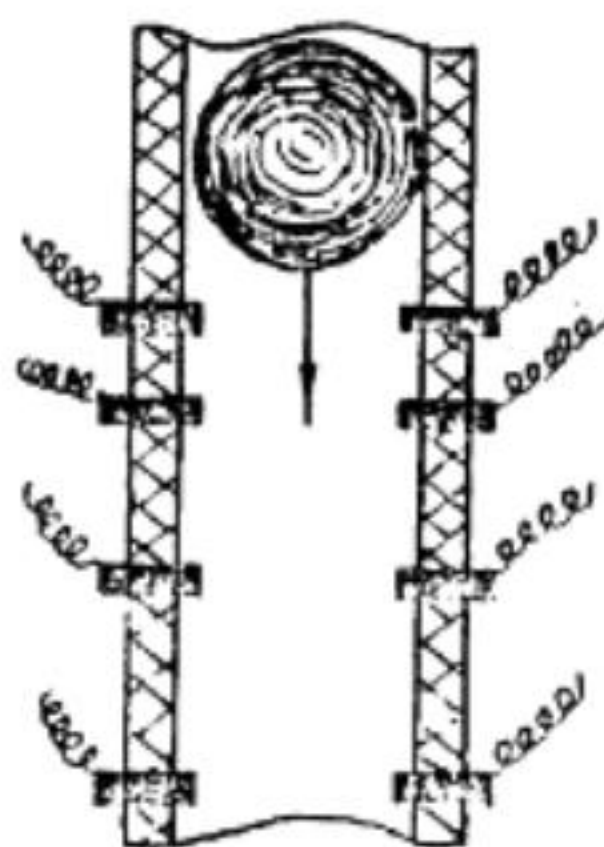
3.3. Phần di động của « cái đóng ». (« Cái đóng » có thể gồm phần di động di nối các công tắc, và phần đứng yên một chỗ. Phần không nối được các công tắc chính xác theo đồ thị là phần di động).

3.4. a) Đề tự nối được các công tắc, phần này phải tự chuyển động, không có lực nào bên ngoài tác động vào nữa.

b) Đề chuyển động của nó chính xác theo đồ thị cho trước, phải có một lực « điều khiển » chuyển động đó.

3.5. a) Phần di động của « cái đóng » phải không chịu tác động của một lực nào nữa đề chuyển động xảy ra là tự nó, và phải chịu tác động của « lực điều khiển » đề chuyển động của nó chính xác theo đồ thị.

b) Lực điều khiển phải có và phải không có.



Hình 11

4.1 — 4.2. Mâu thuẫn lý học sẽ được giải quyết nếu lực điều khiển là do chính « cái đóng » sinh ra hoặc có sẵn trong tự nhiên. Một trong những lực đơn giản nhất mà « cái đóng » « tự » có — trọng lực, gây nên chuyển động rơi tự do. Quy luật của chuyển động này ta biết, vì vậy có thể đảm bảo chính xác theo đồ thị.

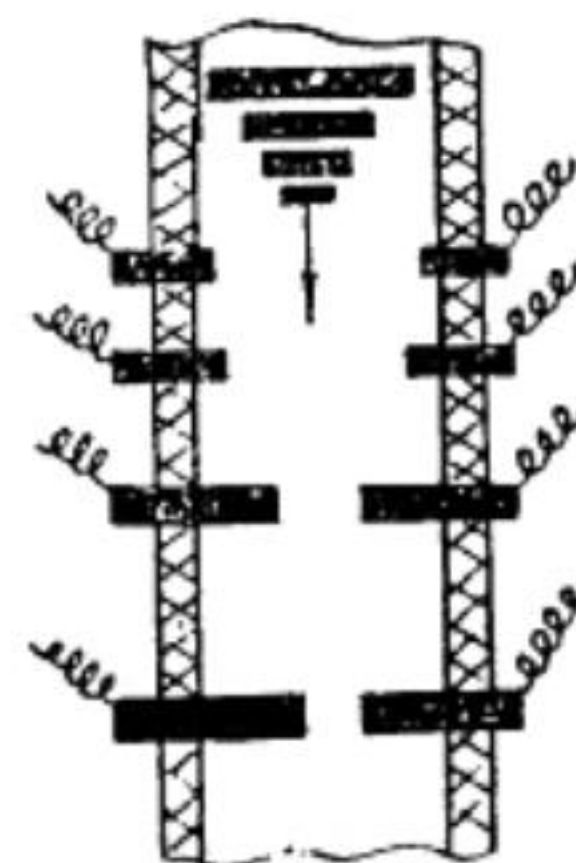
4.4. Lấy một ống chân không. Một vật rơi tự do trong ống sẽ đóng các công tắc. Đề đảm bảo theo đồ thị, ta làm nhiều công tắc

dọc theo thành ống, mỗi lần chỉ nối với một hoặc những công tắc cần thiết (hình 11).

5.3. Lời giải nhận được trùng với IKR :

« Cái đóng » tự nó nối các công tắc theo đồ thị. Nhưng còn độ chính xác? Khi rơi vật nặng sẽ chạm vào các công tắc (mặc dù chỉ là những đầu dây dẫn) và ít nhiều sẽ bị cản lại, sự rơi tự do không được hoàn toàn đảm bảo. Nếu dùng 40 ống với độ dài khác nhau, ta tránh được ma sát (công tắc sẽ chỉ ở đáy ống), nhưng như vậy phức tạp. Thay công tắc bằng những cuộn cảm cực nhỏ, vật nặng bằng nam châm? Vẫn còn ma sát giữa nam châm với các đường lực của dòng điện trong các cuộn cảm. Phương pháp quang học cũng phức tạp.

Nhược điểm trong lời giải không khắc phục được ngay. Ta hãy coi đây là một bài toán và giải từ bước 2.1. Quá trình phân tích sẽ dẫn đến mâu thuẫn lý học: Trong khi chuyển động « cái đóng » (chính xác hơn — đoạn rộng nhất của nó) phải chạm vào công tắc đề nối mạch, và phải không chạm vào công tắc, đề khỏi sinh ra ma sát cản. Có thể khử bằng cách phân chia trong không gian: Trong khi chuyển động, một phần « cái đóng » chạm vào công tắc, phần kia không, phần chạm sẽ dừng lại, không chuyển động nữa, phần không chạm tiếp tục rơi tự do. Ta đi đến lời giải: làm « cái đóng » hình chữ V với nhiều nấc. Khi rơi các cặp công tắc (càng ở dưới càng dài hơn) sẽ chỉ giữ lại « nấc » của mình (hình 12).



Hình 12

Có thể trực tiếp sử dụng bằng các thuật sáng chế cơ bản. Ta cần tăng độ chính xác của quá trình (dòng 29). Các

phương pháp quen biết (dùng 40 ống có độ dài khác nhau, phương pháp điện từ, quang học...) đều phức tạp (cột 36). Các thuật 26, 2, 18. Thuật 2 — Tách khỏi đối tượng phần cản trở (phần «cái đóng» chạm vào công tắc).

Bài toán 10. Để có phoi gỗ dùng cho sản xuất giấy, người ta chặt cây, lấy phần thân, bóc vỏ (bằng máy), gỗ còn lại đem băm nhỏ (bằng máy) thành phoi. Tất nhiên sẽ kinh tế hơn nếu không dùng phần thân cây làm phoi (dây là nguyên liệu quý), mà dùng phần trên — các cành nhánh. Nhưng cành, nhánh thường cong queo, không máy nào bóc vỏ chúng được. Mà nếu đem băm nhỏ cành, nhánh thành phoi, thì sẽ thu được một hỗn hợp phoi gỗ và phoi vỏ (lượng phoi nửa gỗ nửa vỏ còn không đáng kể, có thể bỏ qua). Trong hỗn hợp này thường có tới 15--20% phoi vỏ mà nguyên liệu để sản xuất giấy chỉ được chứa không quá 1% vỏ.

Bài toán đặt ra: Làm thế nào tách được phoi vỏ khỏi phoi gỗ? Kích thước các phoi như nhau (10mm), hình dạng như nhau, tỷ trọng như nhau.

Lời giải. 2.1. Cho hệ thống gồm phoi vỏ phoi gỗ. Khó tách phoi vỏ khỏi phoi gỗ.

2.2. Phoi vỏ và phoi gỗ đều là các sản phẩm tự nhiên, không trực tiếp tương tác với nhau. Ta chuyển xuống bước 3.1.

3.1. Rõ ràng cần chọn môi trường bên ngoài.

3.2. IKR. Môi trường bên ngoài tự nó tách phoi vỏ khỏi hỗn hợp với phoi gỗ.

3.3. Phần môi trường bên ngoài không thực hiện được hoạt động yêu cầu là phần giáp liền với phoi vỏ. Có thể vẽ phần đó là những «thằng người nhỏ»... Tất cả vấn đề là ở

chỗ ta cần để những «thằng người nhỏ» này chỉ tóm bắt và kéo các phoi vỏ ra...

3.4.a) Những «thằng người nhỏ» phải tóm các phoi vỏ để mang ra khỏi hỗn hợp.

b) Những «thằng người nhỏ» phải không tóm các phoi vỏ để khỏi tóm nhầm cả các phoi gỗ vì hai phoi này không khác nhau bao nhiêu.

3.5.a) Những «thằng người nhỏ» phải tóm các phoi vỏ để mang ra khỏi hỗn hợp và phải không tóm các phoi vỏ để khỏi tóm nhầm cả các phoi gỗ.

b) Những «thằng người nhỏ» phải tóm và phải không tóm các phoi vỏ.

4.1. Mâu thuẫn lý học nêu ở 3.5b có thể khử bằng cách phân chia theo thời gian: những «thằng người nhỏ» phải tóm các phoi vỏ trước khi chúng hòa lẫn với các phoi gỗ, tức là trước khi cành, nhánh bị băm nhỏ thành phoi.

Khi đó bên ngoài hoàn toàn chỉ có vỏ và ta dễ «tóm» được nó. Thực tình, môi trường bên ngoài không chỉ phải «tóm bắt» vỏ, mà còn phải «kéo» nó ra. Từ đó nảy sinh ý nghĩ: «tóm» lấy vỏ trước (trước khi băm thành phoi), để rồi sau đó (sau khi băm thành phoi) «kéo» nó ra.

4.3. Ta cần giảm lượng gỗ mất đi — dòng 23 trong bảng. Nếu làm theo phương pháp thông thường, chẳng hạn huy động người lọc vỏ ra, ta sẽ mất quá nhiều thời gian (cột 25), năng suất giảm quá mức (cột 39). Hai ô tương ứng ghi các thuật 15, 18, 35, 10; 28, 35, 10, 23. Trong hai thuật lặp lại có thuật 10. Thực hiện từ trước, trùng với ý ở bước 4.1. Khi xét thuật 10, ta đã chú ý nên đưa vào một chất thể nào đó nhạy cảm với tác động của trường mà ta sẽ sử dụng. Trường gì? Thuật 28 gợi ý cho ta sử dụng trường điện từ và chất nhạy cảm với nó là sắt từ.

4.4. «Phết» một lớp mỏng bột sắt từ lên vỏ trước khi bấm cạnh và nhánh thành phoi. Chỉ cần vài hạt sắt từ trên mỗi mẫu vỏ là đủ để sau đó phân biệt nó với phoi gỗ.

Bài toán 11. Người ta dùng máy xi sơn để sơn mặt ngoài các sản phẩm hình trụ, kích thước trung bình, bằng chất dẻo. Nếu máy xi sơn mở hết công suất, sản phẩm tức thì được phủ một lớp sơn dày, nhưng không đều và lại lâu khô. Nếu để máy xi sơn ở mức yếu nhất, quá trình sơn sẽ kéo dài 30 -- 40 giây và ta có thể điều khiển được: dễ dàng xác định thời điểm không còn chỗ nào chưa sơn và chưa có chỗ nào sơn dày quá. Nhưng như vậy năng suất sẽ tụt hẳn.

Phương pháp điện tĩnh trong trường hợp này không tác dụng. Không được cho các chất phụ khác vào sơn.

Hỏi phải làm thế nào?

Lời giải. 2.2. Sản phẩm — hình trụ (theo quy tắc 4 ta lấy một hình trụ). Công cụ (phần công cụ trực tiếp tương tác với sản phẩm) — sơn. Máy phun không có sơn sẽ không tương tác với sản phẩm, vì vậy không tham gia vào cặp thành phần xung đột. Điều đó có nghĩa là ta phải tìm cách sơn đạt chất lượng yêu cầu bằng một máy phun tồi, thậm chí đến mức tồi nhất — không có máy phun.

Như điều kiện bài toán, sơn có thể rất nhiều hoặc rất ít. Theo quy tắc 3 ta lấy phương án «nhiều».

Cặp thành phần xung đột: hình trụ và một lượng sơn lớn (thừa thãi).

2.3.1. Lượng sơn lớn dễ dàng và nhanh chóng phủ được hình trụ (đổ sơn lên hình trụ hoặc thả hình trụ vào thùng sơn).

2 — Lượng sơn lớn tạo thành trên hình trụ lớp sơn thừa.

Thực chất bài toán quy về việc khử bỏ những chỗ sơn thừa (đúng hơn là không phải bỏ hẳn đi, mà làm sao để

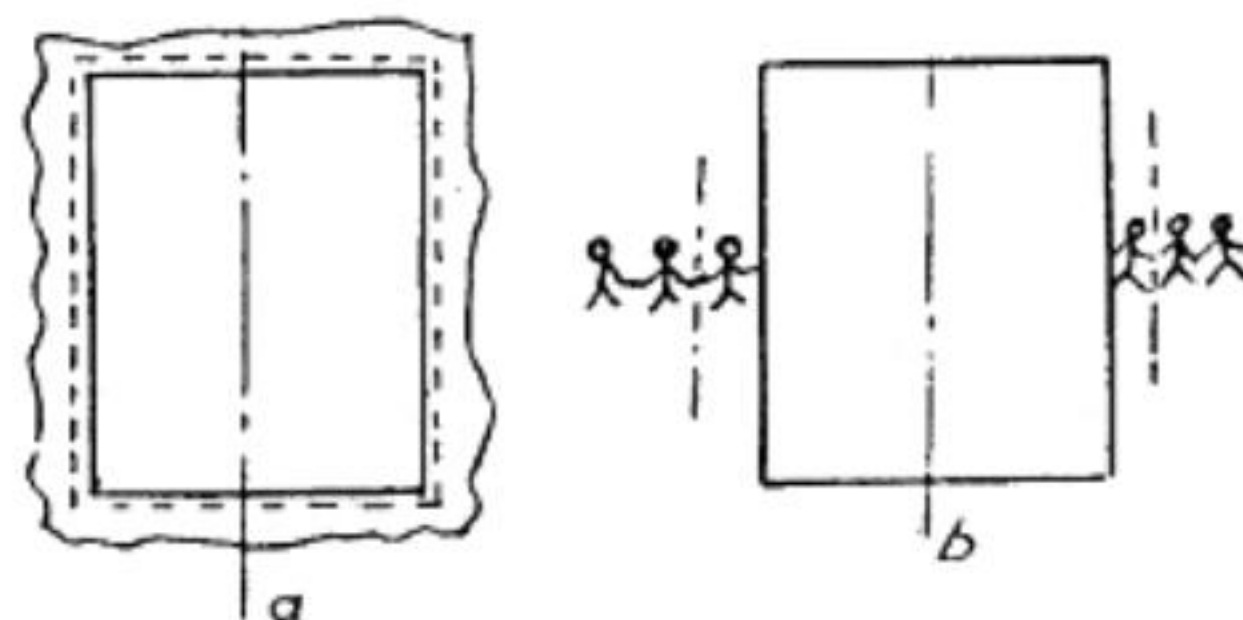
lượng sơn thừa lại trở về thùng). Theo logic thông thường, cần cố gắng không tạo ra lớp sơn thừa: tại sao phải tạo ra, để rồi lại khử bỏ đi?... Nhưng logic của ARIZ khác: sơn dày rất dễ dàng và nhanh chóng, được, ta sẽ sơn dày. Vấn đề còn lại là làm sao lấy lớp sơn thừa đi. Bài toán «sơn thế nào cho tốt?» được thay bằng bài toán «Bỏ bớt sơn đi thế nào cho tốt».

2.4. Mô hình bài toán: Cho sản phẩm hình trụ và một lượng sơn lớn. Lượng sơn lớn dễ dàng phủ lên sản phẩm, nhưng đồng thời nó tạo thành lớp sơn thừa.

3.1. Cả hai thành phần đều khó thay đổi (điều kiện bài toán không cho thay đổi sơn). Ta lấy môi trường bên ngoài.

3.2. IKR: Môi trường bên ngoài tự nó khử bỏ những chỗ sơn thừa trên sản phẩm, mặc dù sơn đưa vào với một khối lượng lớn (thừa thãi).

3.3. Có thể vẽ hình trụ với một lớp sơn dày, không đều và đánh dấu lượt sơn thừa (hình 13a). Có thể áp dụng phương pháp mô hình hóa bằng những «thằng người nhỏ» — hình 13b, («môi trường bên ngoài» đây là gì ta chưa rõ). Trong cả hai trường hợp, phần cần tách ra là chỗ có lớp sơn thừa.



Hình 13

3.4. Tiếp theo, quá trình giải phụ thuộc vào việc ta thực hiện bước 3.3 như thế nào.

Với hình 13a:

a) Đề lấy lượt sơn thừa đi cần có một lực nào đó.

b) Lực này không lợi hoặc thậm chí có hại. Vì sao? Có lẽ đề nó khỏi lấy đi cả lớp sơn cần giữ lại.

Với hình 13b:

a) Đề đẩy những «thằng người» thừa đi cần có một lực;

b) Lực này không lợi vì nó có thể kéo theo cả những «thằng người» ở sát bề mặt sản phẩm.

Trên hình vẽ nổi lên một đặc điểm quan trọng: các phần tử sơn liên hệ với nhau và hơn thế nữa, các mối liên hệ này không giống nhau. Những phần tử «chính» bám vào mặt sản phẩm còn những phần tử «thừa» thì bám lấy nhau. Lực liên kết khác nhau nghĩa là có dấu hiệu để phân biệt những phần tử «thừa» với những phần tử «chính».

3.5. Mâu thuẫn lý học. a) Phần môi trường bên ngoài đã chỉ ở bước 3.3 phải tác động lên lớp sơn thừa để đẩy nó đi, và phải không tác động lên lớp sơn thừa để khỏi kéo theo lớp sơn cần giữ lại.

b) Phần môi trường bên ngoài nói trên phải có tác động và không tác động.

4.1. Rõ ràng phải phân chia các tính chất đối lập trong không gian: Phần môi trường bên ngoài phải có tác động lên lớp sơn thừa và phải không tác động lên lớp sơn cần giữ lại.

Trường lực tác động ở đây phải là trường gì để thỏa mãn yêu cầu trên? Trường điện bị loại trừ theo điều kiện bài toán, trường từ cũng vậy (sơn và sản phẩm đều không

có từ tính, ta không được phép cho thêm các chất phụ). Trường hấp dẫn không cho tương tác cần thiết. Còn lại hai trường quen thuộc — trường nhiệt và trường cơ học. Trường nhiệt có thể làm hỏng sơn. Trong trường cơ học phải đưa sơn vào quỹ đạo chuyển động đề dầy, hất lớp sơn thừa đi. Lực cơ học phải yếu ở bề mặt sản phẩm, và phải mạnh ở những lớp sơn xa hơn. Điềm lại các hiệu ứng cơ học, ta thấy sử dụng lực ly tâm ở đây đạt yêu cầu hơn cả. Người ta nhúng sản phẩm vào bể sơn và quay: Lực ly tâm sẽ «quăng» những chỗ sơn thừa đi. Chất lượng sơn được đảm bảo bằng cách điều chỉnh số vòng (vận tốc) quay. Cùng một lúc có thể sơn nhiều sản phẩm (sáng chỗ 242714 Liên Xô).

Bài toán 12. Một nhà máy chế tạo các hình nón cụt rỗng bằng kim loại. Các hình nón cụt có kích thước khác nhau, và đối với bài toán điều này không quan trọng. Tuy nhiên để xác định, ta lấy chiều cao 1m, đường kính đáy dưới 0,7m, đáy trên 0,4m và thành dày 3cm.

Sau khi chế tạo cần kiểm tra kích thước và hình dạng khoang trong của hình nón. Muốn vậy người ta lần lượt lấy các vòng khuôn đường kính khác nhau ướm thử vào trong hình nón — mỗi thiết diện có một vòng khuôn riêng. Nếu vòng khuôn khớp im, tức là chỗ ấy thiết diện đạt yêu cầu, nếu còn khe hở là chưa đạt.

Càng ướm nhiều vòng khuôn — càng kiểm tra được chính xác. Nhưng mỗi lần ướm như vậy cũng khá lâu, nên càng nhiều vòng khuôn, quá trình kiểm tra càng kéo dài và phức tạp.

Đề xuất của bạn?

Lời giải. 2.1. Cho hệ thống gồm hình nón rỗng và bộ các vòng khuôn. Kiểm tra hình nón bằng các vòng khuôn khó và lâu.

2.2. Sản phẩm — hình nón rỗng, và công cụ để kiểm tra — bộ các vòng khuôn, lập nên cặp thành phần xung đột.

2.3. 1— Các vòng khuôn hiện có ướm vào hình nón khó và lâu, nên nếu dùng ít vòng khuôn thì kiểm tra không chính xác, mà dùng nhiều vòng khuôn thì quá trình kiểm tra phức tạp và kéo dài.

2. Các vòng khuôn phải làm sao để dàng nhanh chóng ướm được vào hình nón, để mặc dù nhiều vòng khuôn (đảm bảo kiểm tra chính xác), quá trình kiểm tra vẫn đơn giản và nhanh chóng.

2.4. Mô hình bài toán : Cho hình nón rỗng và bộ các vòng khuôn. Các vòng khuôn ướm vào hình nón khó và lâu, nên nếu dùng ít vòng khuôn thì kiểm tra không chính xác, mà dùng nhiều vòng khuôn thì quá trình kiểm tra phức tạp và kéo dài.

3.1. Ta có thể thay đổi vòng khuôn, hay nói đúng hơn là *chất liệu* làm vòng khuôn, vì hình dạng và kích thước của chúng là cho trước, không thể thay đổi được.

3.2. IKR : Các vòng khuôn tự chúng lần lượt xuất hiện ở vị trí của mình và thông báo về độ chính xác của thiết diện hình nón.

Ta thấy IKR gồm hai hoạt động. Nói chung trong những trường hợp này cần chia bài toán thành hai bài toán nhỏ : Các vòng khuôn tự chúng xuất hiện và (sau đó), tự chúng thông báo.

3.2. Các vòng khuôn tự chúng xuất hiện ở vị trí của mình.

3.3. Mỗi vòng khuôn nói riêng không thể thực hiện được hoạt động yêu cầu : nó không biết tự chuyển từ thiết diện này sang thiết diện khác, vì vậy phải lần lượt ướm đặt nhiều vòng khuôn.

Có thể phát biểu chính xác hơn (ý này đã có ở bước 3.1) : Vòng khuôn không thực hiện được hoạt động yêu cầu là do chất liệu làm nên nó — chất liệu đó không biết tự xuất hiện ở vị trí thật nằm ngang. Với cách phát biểu như vậy sẽ dễ dàng đi đến lời giải. Vì chỉ có một chất thể (đúng hơn — một trạng thái chất thể) cho ta mặt phẳng ngang gần như tuyệt đối — đó là chất lỏng. Các vòng khuôn phải được làm bằng chất lỏng.

3.4. a) Vòng khuôn phải biết tự chuyển từ thiết diện này sang thiết diện khác, tức phải biết co giãn, không cứng rắn, để dễ dàng chiếm vị trí của mình.

b) Vòng khuôn phải cứng rắn để giữ đúng kích thước yêu cầu.

3.5 a) Vòng khuôn phải biết co giãn để dễ dàng chiếm vị trí của mình, và phải cứng rắn để giữ đúng kích thước yêu cầu.

b) Vòng khuôn phải cứng rắn và phải không cứng rắn.

4.1. Ta phân chia các tính chất đối lập theo thời gian : vòng khuôn lúc không cứng rắn, lúc lại cứng rắn.

Muốn thế, ta dùng vòng khuôn bằng nước — đặt hình nón đứng trong bể nước. Thậm chí không cần hóa băng, lớp nước ứng với thiết diện cần kiểm tra, chỉ cần sao cho bề khỏi bị rung động. Điều chỉnh mực nước, ta sẽ nhận được các thiết diện khác nhau.

Như vậy còn lại phần thứ hai của bài toán : làm sao để các vòng khuôn tự chúng thông báo xem thiết diện đang đo có phù hợp với kích thước thiết kế hay không.

Nói chung, khi giải các toán về đo lường, có một nguyên tắc phổ biến : không tiến hành đo đạc trực tiếp ngay trên

đối tượng, mà dùng bản sao (copi) của nó — hình bóng, ảnh chụp, ảnh gương, dấu vết... Đối tượng cần đo có thể quá lớn hoặc quá nhỏ, hoặc nằm ở vị trí không thuận tiện cho việc đo đạc, hoặc quá nóng... Bằng cách chuyển sang làm việc với bản sao, ta sẽ tránh được tất cả các khó khăn trên, có điều kiện dễ cơ khí hóa và tự động hóa quá trình đo đạc.

Thật vậy, đo các vòng khuôn nước quả không phải là chuyện dễ. Nhưng nếu bố trí bên trên một máy ảnh, nâng mực nước lên dần và chụp ảnh tất cả các vòng khuôn lỏng, ta sẽ được loạt hình đồng tâm. Đối chiếu ảnh chụp với kích thước thiết kế, dễ dàng đánh giá độ chính xác trong khi chế tạo (sáng chế 180829 Liên Xô).

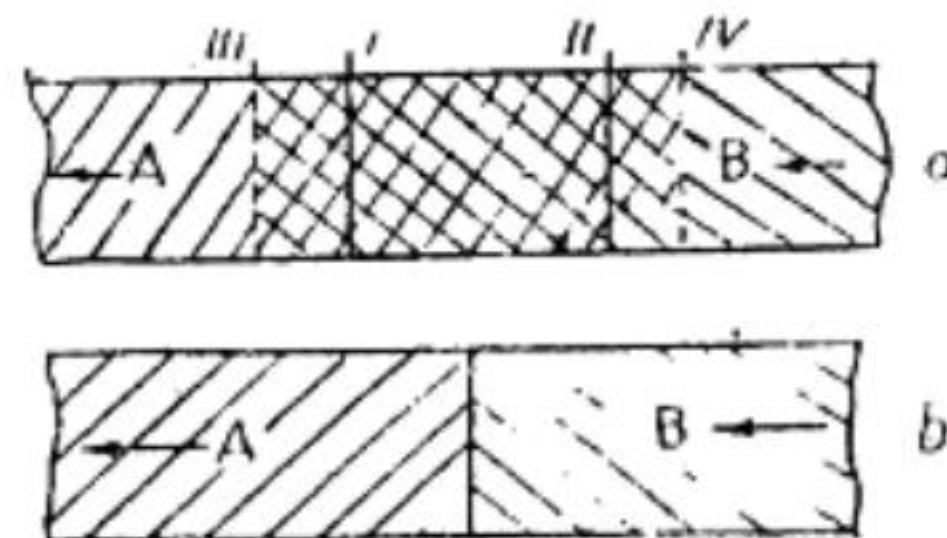
Chuyển từ phép đo trực tiếp sang đo bản sao chính là một thủ thuật khử mâu thuẫn lý học. Ví dụ ở bài toán trên, vòng khuôn phải lỏng và phải rắn. Ta đã phân chia các tính chất đối lập này: đối tượng là lỏng, nhưng ảnh của nó là rắn.

Bài toán 13. Trong vận chuyển dầu mỏ, để tận dụng đường ống, người ta áp dụng phương pháp vận chuyển liên tiếp — cho nhiều loại sản phẩm dầu mỏ cùng qua một đường ống. Về nguyên tắc, phương pháp này rất ưu điểm: thay vì xây dựng nhiều đường ống song song nhau, chỉ cần đặt một đường. Nhưng phải một nhược điểm lớn là sẽ có những đoạn hai loại nhiên liệu trộn lẫn vào nhau. Điều này dẫn đến những vấn đề kỹ thuật phức tạp. Chẳng hạn làm thế nào xác định được chính xác khi nào thì hết xăng nguyên chất và bắt đầu hỗn hợp của nó với dầu diesel? Rồi đến chỗ nào thì hết hỗn hợp này và lại bắt đầu loại sản phẩm khác? Làm thế nào tách hỗn hợp khỏi các sản phẩm nguyên chất đúng lúc, tránh làm nhiễm bẩn lượng nhiên liệu đã tới bể chứa trước đó?

Trả lời những câu hỏi này, các nhân viên thí nghiệm bất kể nắng, mưa, ngày, đêm, phải ngồi hàng giờ dưới những hồ sâu lạnh lẽo, tiến hành loạt phân tích theo kiểu thủ công: Lấy một ít nhiên liệu trong ống dẫn ra, đổ vào bình có sẵn một cái phao, rồi căn cứ vào mức chìm nổi của phao mà xác định tỷ trọng của nhiên liệu. Nhưng tỷ trọng các loại nhiên liệu nhẹ chênh lệch nhau không đáng kể, vì vậy rất khó «tóm bắt» được chỗ chuyển giao của chúng. Kết quả, mỗi chu kỳ vận chuyển, chỉ riêng một đường ống cỡ trung bình (đường kính 50 cm) mất từ 800 đến 1200 tấn nguyên chất lẫn với các hỗn hợp.

Cũng đã có một số cải tiến. Ví dụ người ta dùng một «tỷ trọng kế» phân loại nhiên liệu theo tỷ trọng nhờ một phao nổi thả dưới nắp ống dẫn. Một thiết bị khác sử dụng bức xạ gamma của các đồng vị phóng xạ để xác định loại nhiên liệu. Ngoài ra có các máy siêu âm đo vận tốc truyền âm trong chất lỏng.

Bây giờ ta hãy nhìn lên hình 14a. Có hai loại nhiên liệu khác nhau A và B chuyển động theo đường ống. Chỗ nối tiếp tạo thành hỗn hợp A+B. Giả ta xác định được chính xác các đường biên I và II, lượng nhiên liệu mất đi sẽ không lớn hơn lượng hỗn hợp. Nhưng vì không chính xác được như vậy, nên ta phải bắt đầu tách trước (đường III) và kết thúc sau (đường IV). Hoàn thiện các phương pháp kiểm tra có nghĩa là cố gắng làm cho đường III gần đường I đường IV gần đường II hơn. Lượng nhiên liệu mất giảm đi, nhưng hỗn



Hình 14

hợp $A+B$ vẫn tạo thành như cũ. Vì vậy tốt hơn hết nên giải quyết theo đường vòng: Tìm cách không cho tạo thành hỗn hợp $A+B$, chẳng hạn dùng các vật ngăn cách giữa các loại nhiên liệu (hình 14b).

Người ta quả đã sử dụng về một số loại vật chắn. Nhưng chúng tỏ ra có những nhược điểm về nguyên tắc: hỗn hợp vẫn cứ tạo thành — nhiên liệu hòa vào nhau qua các khe hở giữa thành ống và vật chắn; vật chắn mắc vướng trong ống, thậm chí nhiều chỗ không qua được: Dọc tuyến đường ống có các trạm bơm trung gian. Các vật chắn cứng tất nhiên không thể nào qua được máy bơm.

Các vật chắn bằng chất dẻo tốn kém, phức tạp và không đảm bảo. Chất lỏng: nước, ligroin cũng đã được thử. Thoạt đầu cách giải quyết này có vẻ thành công: đề dầu không hòa được vào nhau, chỉ cần một lượng nhỏ chất lỏng. Nhưng tai hại là ở chỗ trong quá trình vận chuyển, nước ligroin hay bất kỳ chất lỏng nào khác, sẽ hòa lẫn vào các sản phẩm dầu mỏ và lại nảy sinh câu hỏi: làm thế nào tách được chúng ra?

Như vậy, vật chắn ở thể rắn hay thể lỏng đều không đáp ứng được yêu cầu. Thể khí lại càng không: khí sẽ bay lên phần trên của ống dẫn và không còn tác dụng ngăn cách.

Hãy bắt đầu giải bài toán từ bước 2.1.

Lời giải. 2.1. Cho hệ thống gồm ống dẫn, bơm, các chất lỏng A, B chuyển động theo ống, và cái chắn nằm giữa A và B. Cái chắn không qua được bơm, thường bị mắc trong ống dẫn.

2.2. Trong hệ đã cho chỉ có cái chắn là công cụ, ta có thể tùy ý thay đổi. Các thành phần khác — bơm, ống dẫn, các chất lỏng A, B — đều là sản phẩm (đã có sẵn), không nên thay đổi.

Để tìm cặp thành phần xung đột, theo các quy tắc 1—2, ta xét các cặp « cái chắn — bơm », « cái chắn — ống dẫn », « cái chắn — hai chất lỏng A, B ». Cặp cuối cùng không xung đột (nếu không có bơm hay ống dẫn, cái chắn dễ dàng thực hiện chức năng của nó — ngăn cách hai chất lỏng A và B). Hai cặp đầu đều có xung đột. Chẳng hạn ta chọn cặp « cái chắn — ống dẫn ».

2.3. 1— Cái chắn ngăn cách được các chất lỏng.

2— Cái chắn thường bị mắc trong ống.

2.4. Cho ống dẫn và cái chắn. Cái chắn không dễ dàng qua được ống dẫn.

3.1. Cái chắn.

3.2. IKR: cái chắn tự nó dễ dàng qua được ống dẫn.

Đã có các loại chắn dễ dàng qua được ống dẫn — các loại chắn bằng chất lỏng. Vì ngay từ đầu ta lấy cái chắn là vật cứng, nên đến đây logic bắt ta quay lại cái chắn bằng chất lỏng. Nhược điểm của loại chắn này: nó khó tách ra ở địa điểm cuối cùng. Ta phát biểu lại.

2.1. Cho hệ thống gồm ống dẫn, bơm, các chất lỏng A, B chuyển động theo ống dẫn, và chất lỏng chắn nằm giữa A và B. Khó tách chất lỏng chắn ra khỏi các chất lỏng A và B ở địa điểm cuối cùng.

IKR: Chất lỏng chắn tự nó tách khỏi các chất lỏng A và B ở địa điểm cuối cùng.

Để một chất lỏng tự nó tách khỏi các chất lỏng khác, đơn giản nhất là cho nó hóa khí, bay hơi. Khi đó ta sẽ không sợ chất lỏng chắn hòa lẫn vào dầu mỏ — đằng nào rồi nó cũng bay hơi (nếu cần ta có thể thu lại).

Như vậy, chất lỏng chắn cần có các tính chất: không hòa tan trong các sản phẩm dầu mỏ hoặc phản ứng với chúng:

có tỷ trọng (ở thể lỏng) gần với tỷ trọng của các sản phẩm dầu mỏ vận chuyển;

nhiệt độ đông đặc thấp hơn nhiệt độ lỏng đất ở độ sâu đặt đường ống;

không nguy hại và rẻ.

Theo các sách tra cứu hóa học, có thể thấy chất thích hợp hơn cả với các yêu cầu này là amoniac: nó không hòa tan, cũng không phản ứng với các sản phẩm dầu mỏ, có tỷ trọng đúng mức đòi hỏi dễ hóa lỏng, nhiệt độ đông đặc thấp (-77°C). Amoniacc lỏng không đắt (nhiều nơi người ta dùng để bón ruộng).

Bài toán 14. Trong nhiều ngành sản xuất người ta cần khử bụi không từ tính trong khí thải. Các loại lọc điện công kênh và không đảm bảo. Có các loại lọc vải, nhưng khí thải có nhiệt độ $300^{\circ} - 500^{\circ}\text{C}$ và chứa các thành phần ăn mòn, nên vải rất mau hỏng. Chỉ còn một cách sử dụng vải kim loại. Lọc bằng nhiều lớp vải kim loại có tác dụng tốt, nhưng khi nó bị bụi lấp kín, sẽ phải thay hoặc dừng lại một thời gian lâu để làm sạch vì rất khó tổng bụi ra khỏi các lỗ hổng của vải kim loại.

Hãy xét loại lọc bằng vải kim loại và tìm cách cải tiến.

Lời giải. Chưa cần giải bài toán, ta thấy ngay cái lọc hiện có không tốt vì nó không chứa thành phần nào điều khiển được. Sự phát triển tiếp theo chỉ có thể diễn ra theo hai khả năng: hoặc trong cái lọc phải xuất hiện thành phần điều khiển được, hoặc nó sẽ « thoái hóa ».

2.1. Cho hệ thống gồm cái lọc nhiều lớp (vải kim loại) và khí nóng có nhiệm vụ dẫn bụi không từ tính. Cái lọc bị lấp đầy bụi, làm sạch rất khó và lâu.

Ở đây có thể đặt vấn đề theo hai cách: hoặc sáng chế ra loại lọc không bám bụi (do đó không cần làm sạch), hoặc sáng chế ra loại lọc bám bụi nhưng có thể làm sạch ngay trong nháy mắt. Thực chất hai bài toán này là một: chúng ta phần đầu giảm thời gian chết của cái lọc.

2.2. Khí, bụi — các sản phẩm tự nhiên, công cụ — cái lọc. Bụi và cái lọc trực tiếp tương tác với nhau, lập nên cặp thành phần xung đột.

2.3. 1— Cái lọc cần giữ được bụi lại.

2. Cái lọc bị bụi lấp đầy, làm sạch rất khó và lâu.

2.4. Mô hình bài toán: cho cái lọc và bụi (không từ tính).

Cái lọc cần giữ được bụi lại nhưng bị bụi lấp đầy, làm sạch rất khó và lâu.

3.1. Cái lọc.

3.2. IKR: Cái lọc tự nó tách bụi ra khỏi mình trong nháy mắt và vẫn giữ được khả năng cản bụi.

3.3. Không thực hiện được hoạt động yêu cầu là do các phần tử lọc bao quanh hạt bụi đã « bị bắt ».

3.4. a — Các phần tử này phải giữ hạt bụi lại — đó là chức năng « lọc » của chúng.

b — Các phần tử này phải buông hạt bụi ra (trong nháy mắt) để làm sạch mình.

3.5. a — Các phần tử lọc nói trên phải giữ hạt bụi lại để thực hiện chức năng lọc của chúng, và phải buông hạt bụi ra để làm sạch mình trong nháy mắt.

b — Các phần tử lọc nói trên phải giữ hạt bụi lại và phải buông hạt bụi ra trong nháy mắt.

4.1. Phân chia các hoạt động đối lập theo thời gian: các phần tử lọc giữ hạt bụi lại một thời gian, khi cần làm sạch chúng sẽ buông hạt bụi ra.

Để giữ được hạt bụi lại, các phần tử lọc cần liên kết chặt chẽ với nhau, « vây kín » xung quanh hạt bụi, không cho nó « chạy thoát ». Buông hạt bụi ra có nghĩa là nới lỏng « vòng vây », mở lối cho hạt bụi thoát. Mức nới lỏng tối đa (để hạt bụi thoát khỏi dễ dàng và trong nháy mắt) — tất cả các phần tử lọc rời hẳn nhau ra, thả cho hạt bụi tự do hoàn toàn.

Như vậy, các phần tử lọc phải lúc liên kết chặt chẽ với nhau, lúc lại rời hẳn nhau ra. Và sự « biến hóa » này phải xảy ra trong nháy mắt.

4.2. Theo đề ra, các phần tử lọc là các hạt kim loại. Thêm lại các trường quen thuộc, chỉ có trường điện từ có khả năng « tập trung » và « giải tán » các hạt kim loại (sắt từ) nhanh hơn cả.

4.4. Dùng nam châm điện tạo ra một kết cấu lọc bằng bột sắt từ. Khi cần làm sạch chỉ việc ngắt điện, bụi và bột cùng rơi xuống dưới. Sau đó đóng điện, bụi sẽ ở dưới, bột lại được hút lên để tái tạo kết cấu lọc (sáng chế số 156133 Liên Xô).

Lời giải trên là sự phối hợp chặt chẽ của cả một loạt các thuật sáng chế. Thật vậy, mới đầu ta có cái lọc bằng nhiều lớp vải kim loại. Ta chia nhỏ nó ra thành một kết cấu thống nhất (thuật 5) với nhiều lỗ thủng (thuật 31) có thể thay đổi kích thước (thuật 15) dưới tác động của trường điện từ (thuật 28). Chỉ cần bỏ một thuật nào đó đi — lập tức sẽ không thành lời giải. Các bài toán khó sở dĩ khó chính vì đề giải chúng, không phải chỉ cần áp dụng một vài thuật sáng chế riêng lẻ nào đó, mà phải biết phương pháp kết hợp cả một loạt các thuật sáng chế lại với nhau.

Bài toán 15. Dề dờ đất, đá... lấp sông (xây dựng đập nước, các công trình thủy điện...) người ta dùng loại xà lan trọng tải hàng trăm tấn, có thể tự động trút đất, đá bằng cách lật nghiêng sống lên trên trong vòng vài chục giây, rồi lại tự động trở về vị trí ban đầu (hình 15).



Hình 15

Trong một số trường hợp, chẳng hạn do độ sâu của lòng sông, người ta thấy cần sử dụng loại xà lan có độ mớn nước thấp hơn, cụ thể là loại xà lan đáy bằng hơn. Nhưng thử nghiệm trên mô hình cho thấy loại xà lan đáy bằng trọng tải 500 tấn không trở về được vị trí ban đầu sau khi lật nghiêng. Nguyên nhân — khối trọng tải dằn trên sống xà lan chưa đủ nặng. Song nếu tăng trọng lượng của khối tải này, thì sẽ phải giảm trọng tải của xà lan.

Cần tìm cách khắc phục mâu thuẫn đó.

Lời giải. 2.1. Hệ thống đã cho — xà lan, có cấu tạo thông thường, với khối trọng tải dằn trên sống. Nếu khối tải này nhẹ, sau khi lật nghiêng xà lan không trở về được vị trí ban đầu; nếu khối tải này nặng, trọng tải của xà lan sẽ giảm.

2.2. Chức năng cơ bản của xà lan — trút đất, đá xuống sông được càng nhiều càng tốt, đòi hỏi khối trọng tải dằn phải nhẹ. Việc đưa xà lan trở về vị trí ban đầu (đòi hỏi khối

(trọng tải dần phải nặng) chỉ có tính chất phức vụ. Theo quy tắc 3 ta chọn cặp thành phần xung đột là xà lan — khối trọng tải dần nhẹ.

2.3. 1— Khối trọng tải dần nhẹ làm tăng được tải trọng của xà lan.

2— Khối trọng tải dần nhẹ không đưa được xà lan trở về vị trí ban đầu sau khi lật nghiêng.

2.4. Mô hình bài toán: cho xà lan với khối trọng tải dần nhẹ. Khối trọng tải dần nhẹ làm tăng trọng tải của xà lan nhưng không đưa được xà lan về vị trí ban đầu sau khi lật nghiêng.

3.1. Thành phần dễ thay đổi hơn — khối trọng tải dần.

3.2. IKR: Khối trọng tải dần nhẹ tự nó đưa được xà lan trở về vị trí ban đầu mà vẫn làm tăng được trọng tải của xà lan.

3.3. Cả khối trọng tải dần.

3.4. a — Đề tăng trọng tải của xà lan, khối trọng tải dần phải nhẹ.

b— Đề đưa được xà lan trở về vị trí ban đầu, khối trọng tải dần phải nặng.

3.5. Mâu thuẫn lý học: Khối trọng tải dần phải nhẹ và phải nặng.

4.1. Phân chia các tính chất đối lập theo thời gian (cũng có thể hiểu là theo không gian): khi xà lan ở vị trí ban đầu (sống dưới nước), khối trọng tải dần phải nhẹ (nhẹ nhất là bằng không); khi xà lan ở vị trí lật nghiêng, khối trọng tải dần phải nặng.

Khối trọng tải dần bằng không, tức không hề có khối tải nào cả — chỉ có sóng xà lan và nước. Đó chính là lời giải bài toán: Treo dưới xà lan một dụng tích có lỗ cho nước vào. Khi xà lan nằm sống dưới nước, dụng tích này coi như không có. Khi xà lan lật nghiêng, dụng tích đầy nước sẽ là khối nặng đưa nó trở về vị trí ban đầu.

•
•

PHỤ LỤC

BẢNG SỬ DỤNG CÁC THUẬT SÁNG CHẾ CƠ BẢN

1. Trọng lượng đối tượng chuyển động.
2. Trọng lượng đối tượng bất động.
3. Độ dài đối tượng chuyển động.
4. Độ dài đối tượng bất động.
5. Diện tích đối tượng chuyển động.
6. Diện tích đối tượng bất động.
7. Thể tích đối tượng chuyển động.
8. Thể tích đối tượng bất động.
9. Vận tốc.
10. Lực.
11. Ứng suất, áp suất.
12. Hình dạng.
13. Tính ổn định của thành phần đối tượng.
14. Độ bền.
15. Thời hạn hoạt động của đối tượng chuyển động.
16. Thời hạn hoạt động của đối tượng bất động.
17. Nhiệt độ.
18. Độ chiếu sáng (độ rọi).
19. Năng lượng tiêu hao bởi đối tượng chuyển động.
20. Năng lượng tiêu hao bởi đối tượng bất động.
21. Công suất.
22. Năng lượng mất mát.
23. Chất thải mất mát.
24. Thông tin mất mát.
25. Thời gian mất mát.
26. Lượng chất thải.
27. Độ tin cậy.
28. Độ chính xác trong đo lường.
29. Độ chính xác trong chế tạo.
30. Các nhân tố có hại từ bên ngoài tác động lên đối tượng.
31. Các nhân tố có hại sinh ra bởi chính đối tượng.
32. Tiềm lợi trong chế tạo.
33. Tiềm lợi trong sử dụng, vận hành.
34. Tiềm lợi trong sửa chữa.
35. Độ thích nghi, tính phổ dụng (vạn năng).
36. Độ phức tạp của thiết bị.
37. Độ phức tạp trong kiểm tra và đo lường.
38. Mức độ tự động hóa.
39. Năng suất.

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Phần một : MỞ ĐẦU	5
Các phương pháp trước Angorit	5
Phân mức các bài toán sáng chế	9
Mâu thuẫn trong kỹ thuật	13
Những quy luật phát triển khách quan trong kỹ thuật	16
Phần hai : ANGÓRIT SÁNG CHẾ (ARIZ)	35
Phần ba : GIẢI THÍCH VÀ HƯỚNG DẪN	49
Tình huống — Bài toán — Mô hình bài toán	
Quan điểm hệ thống và thuật RVK	49
Các cơ chế khử mâu thuẫn IKR	63
Thí nghiệm Đunk	66
Mâu thuẫn lý học và phương pháp M	70
Phần bốn : 40 THUẬT SÁNG CHẾ CƠ BẢN	79
Nhận xét	108
Phần năm : BÀI TẬP	112
Phụ lục	136
Tài liệu tham khảo	