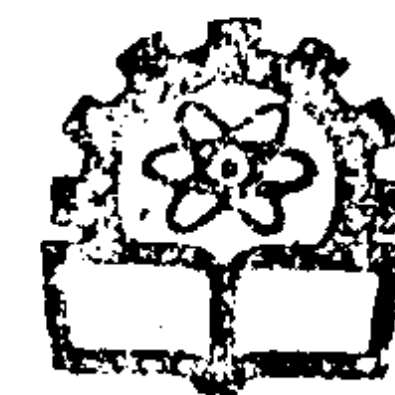


NGUYỄN CHÂN, DƯƠNG XUÂN BẢO, PHAN DŨNG,  
NGUYỄN VĂN VIỄN *hiệu đính*

# ALGÔRIT SÁNG CHẾ



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC và KỸ THUẬT

Hà Nội — 1983

Trên cùng việc như trước  
học kỳ 2, 1982 - 83  
Đ. Chu nhiệm khoa CVT

## LỜI NÓI ĐẦU

Đặng Thanh L.

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<sup>(1)</sup> (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<sup>(2)</sup> 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 Bacu. Ông mở các khóa đào tạo thường xuyên để 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 Kiep, Đupna, Minsk, Sveclốp 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<sup>(1)</sup> 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. Svic (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: A<sub>1</sub>. Nam. A<sub>2</sub>. Nữ. A<sub>3</sub>. Dóng cong. A<sub>4</sub>. Khung gấp... Vành có thể là: B<sub>1</sub>. Vành nhôm. B<sub>2</sub>. Vành sắt. B<sub>3</sub>. 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  $A_1-B_3-C_1-\dots$ . 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), Sviski 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. Eiloart (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. Đồ 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 Ёn: 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 rodôn tẩm cốt 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 ẩn nấp đâu đấy trong số hàng trăm phương án đủ loại. Ở mức bốn đề 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 xấp 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 péc-an



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 rít 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 săm hơi 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 «tổng» 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 đối 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 dùng 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 tần 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 sĩ 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 sĩ sẽ tốt hơn.

Một ví dụ khác. Để khai thác than người ta khoan 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 về 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 đại 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 hiểu 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. Nhược, 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 nhô 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  $250^{\circ}\text{C}$  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  $250^{\circ}\text{C}$ . 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  $250^{\circ}\text{C}$  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 tử 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<sup>(1)</sup>.

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

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

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. Những 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 đề 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 (trên 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 sở 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.

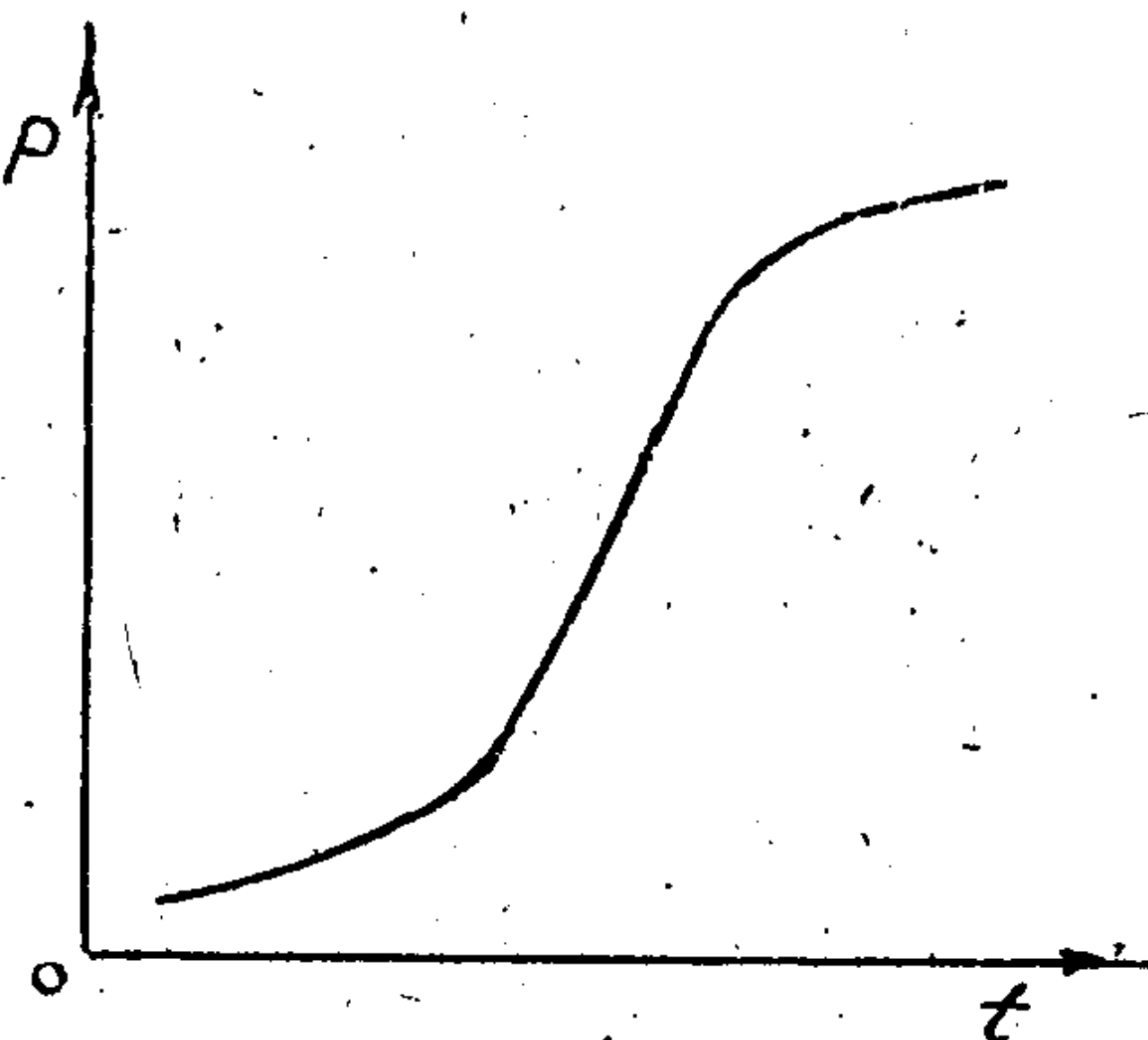
5. Quy luật phát triển không đồng đều giữa các thành phần của hệ

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.

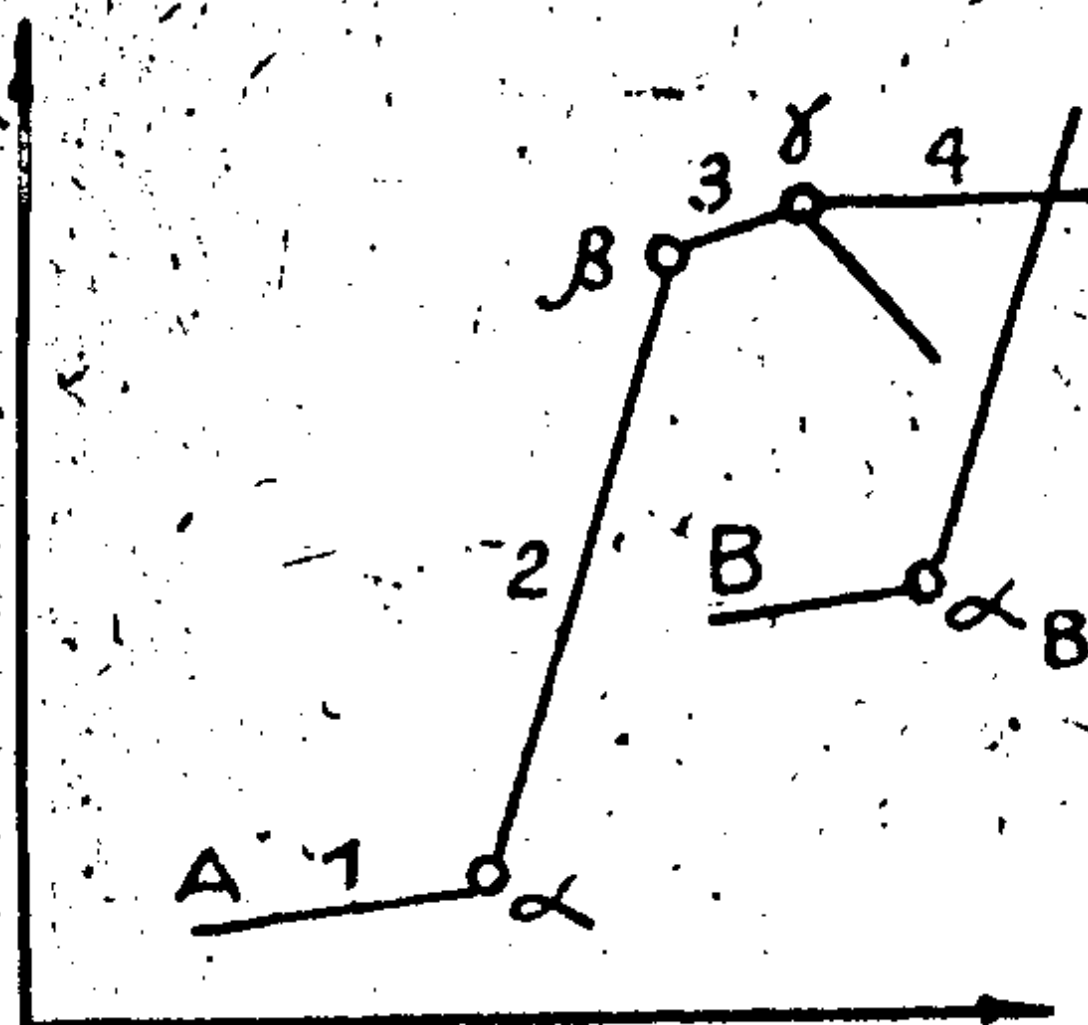
Sự phát triển không đồng đều giữa các thành phần của hệ kỹ thuật — nguyên nhân sinh ra các mâu thuẫn kỹ thuật, mâu thuẫn lý học và cùng với chúng là các bài toán sáng chế. Ví dụ khi trọng tải của các tàu thủy chở hàng bắt đầu lên nhanh, công suất động cơ cũng tăng nhanh trông thấy, nhưng phương tiện 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 (bình quân 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. Để vận dụng nó, 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 sở 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 vạn 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 » : gàu máy xúc, bánh xe ôtô, lưỡi đào 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, rỗng rã mấy chục năm, nỗ lực của các nhà sáng chế tập trung vào cải tiến băng tải trục cán — nơi dòng thủy tinh nóng chảy trườn 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 trành.

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 trục cán bằng máng kim loại lỏng. Dòng thủy tinh nóng chảy sẽ trườn 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 chả 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 chả 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 ỉ (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:

dụ, 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 bỏ 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 đặc lực cho các nhà sáng chế.

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

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

## PHẦN HAI

### ANGÔRIT SÁNG CHẾ (ARIZ)

#### I. CHỌN BÀI TOÁN

##### 1.1. Xác định mục đích cuối cùng của bài toán

- Cần phải thay đổi đặc trưng nào của đối tượng?
- Những đặc trưng nào của đối tượng rõ ràng không được thay đổi?
- Những phí tổn nào sẽ giảm đi nếu giải được bài toán?
- Chi phí cho phép khoảng bao nhiêu?
- 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.