

Nhằm đóng góp tích cực cho việc xây dựng một lực lượng công nhân lành nghề được đào tạo bài bản cả về lý thuyết lẫn thực hành tại Việt Nam, Quỹ Thời báo Kinh tế Sài Gòn (Saigon Times Foundation – STF) và Ủy ban Tương trợ người Việt Nam tại Cộng hòa liên bang Đức (VSW-UBTT), vào năm 2010 đã thành lập Tủ sách Nhất Nghệ Tinh, với sự phối hợp của Nhà xuất bản Trẻ để dịch và in các cuốn sách dạy nghề quan trọng, cơ bản và sơ phạm của Đức bằng tiếng Việt đầu tiên do nhiều chuyên gia Việt kiều tốt nghiệp và làm việc ở Đức/Việt Nam với nhiều năm kinh nghiệm đảm nhận.

CHUYÊN NGÀNH CƠ KHÍ

Quyển sách gối đầu giường cho ngành Cơ khí. Sách đã được Giải thưởng SÁCH HAY 2013 của viện IRED tại Việt Nam. Quyển *Chuyên ngành Cơ khí* gốc tiếng Đức (xuất bản lần thứ 56) là một trong những quyển sách bán chạy nhất của nhà xuất bản Europa-Lehrmittel.

CHUYÊN NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

Nội dung phong phú bao gồm những phần quan trọng, đặc biệt là phần về thiết bị cho kỹ thuật công trình, kỹ thuật tự động hóa, điều khiển logic lập trình (PLC). Sách dự kiến sẽ được tái bản theo ấn bản mới nhất lần thứ 30 của sách gốc tiếng Đức.

CHUYÊN NGÀNH CƠ ĐIỆN TỬ

Sách *Cơ Điện Tử* là tài liệu cần thiết về một ngành tổng hợp đang được xem là chủ yếu trong các trường nghề bao gồm các lĩnh vực cơ khí, điện, tin học, tự động hóa, vật liệu và quản lý. Một quyển sách đồng hành rất cần thiết cho các chuyên viên ngành Cơ Điện Tử.

Cả ba cuốn chuyên ngành Cơ Khí, Điện - Điện Tử và Cơ Điện Tử đã được Tổng cục Giáo dục nghề nghiệp và Tổ chức Hợp tác quốc tế của Đức (GIZ) giới thiệu làm sách tham khảo và được đưa vào sử dụng cho công tác đào tạo ngành nghề ở Việt Nam theo tiêu chuẩn dạy nghề của CHLB Đức.

CHUYÊN NGÀNH KỸ THUẬT Ô TÔ và XE MÁY HIỆN ĐẠI

Sách giới thiệu những kỹ thuật hiện đại và tiên tiến nhất của các nước đứng hàng đầu thế giới về sản xuất ô tô. Rất cần thiết cho việc tham khảo trong bối cảnh xu hướng sản xuất ô tô ở Việt Nam đang chuyển động.

CẨM NANG CÔNG NGHỆ HÓA HỌC

Một quyển Sổ tay tra cứu cơ bản cho người thực hành trong lĩnh vực công nghệ quá trình và thiết bị hóa học.

CHUYÊN NGÀNH SINH HỌC VÀ KỸ THUẬT SINH HỌC

Một quyển sách đặc biệt hấp dẫn giới thiệu những kỹ thuật tiên tiến nhất của sinh học.

Những quyển sách chuyên ngành khác sẽ xuất bản trong năm 2018 và 2019: *Chuyên ngành Kỹ thuật Chế tạo, Kỹ thuật Xây dựng, Kỹ thuật Môi trường, Chuyên ngành Trang phục, Cẩm nang cơ khí*. Một số sách (Cơ Khí và Điện-Điện tử) đã được đưa lên mạng dưới dạng eBook (website: <http://www.ybook.vn/>)

Tất cả thuật ngữ cho tủ sách nghề gồm ba thứ tiếng Đức-Việt-Anh đã được đưa lên mạng với tư điển trực tuyến www.tudien.vsw-ubtt.com [20.000 từ trong thời điểm hiện tại].



SỬ DỤNG TEM THƯƠNG HIỆU - Chương trình chăm sóc khách hàng và khuyến mãi của NXB Trẻ. Cao tem và đăng ký bằng 1 trong 2 cách:
1. Truy cập <http://cskh.nxbtre.com.vn/Active/> và đăng ký/dăng nhập tài khoản để nhập mã số
2. Dùng smartphone quét QR Code và đăng ký/dăng nhập tài khoản để nhập mã số. Để được hỗ trợ xin liên hệ: Hotline: 0932.268.062 - Email: cskh@nxbtre.com.vn



QR Code

ISBN 978-604-1-01738-2



9 786041 017382



Nhiều tác giả

CHUYÊN NGÀNH CƠ KHÍ

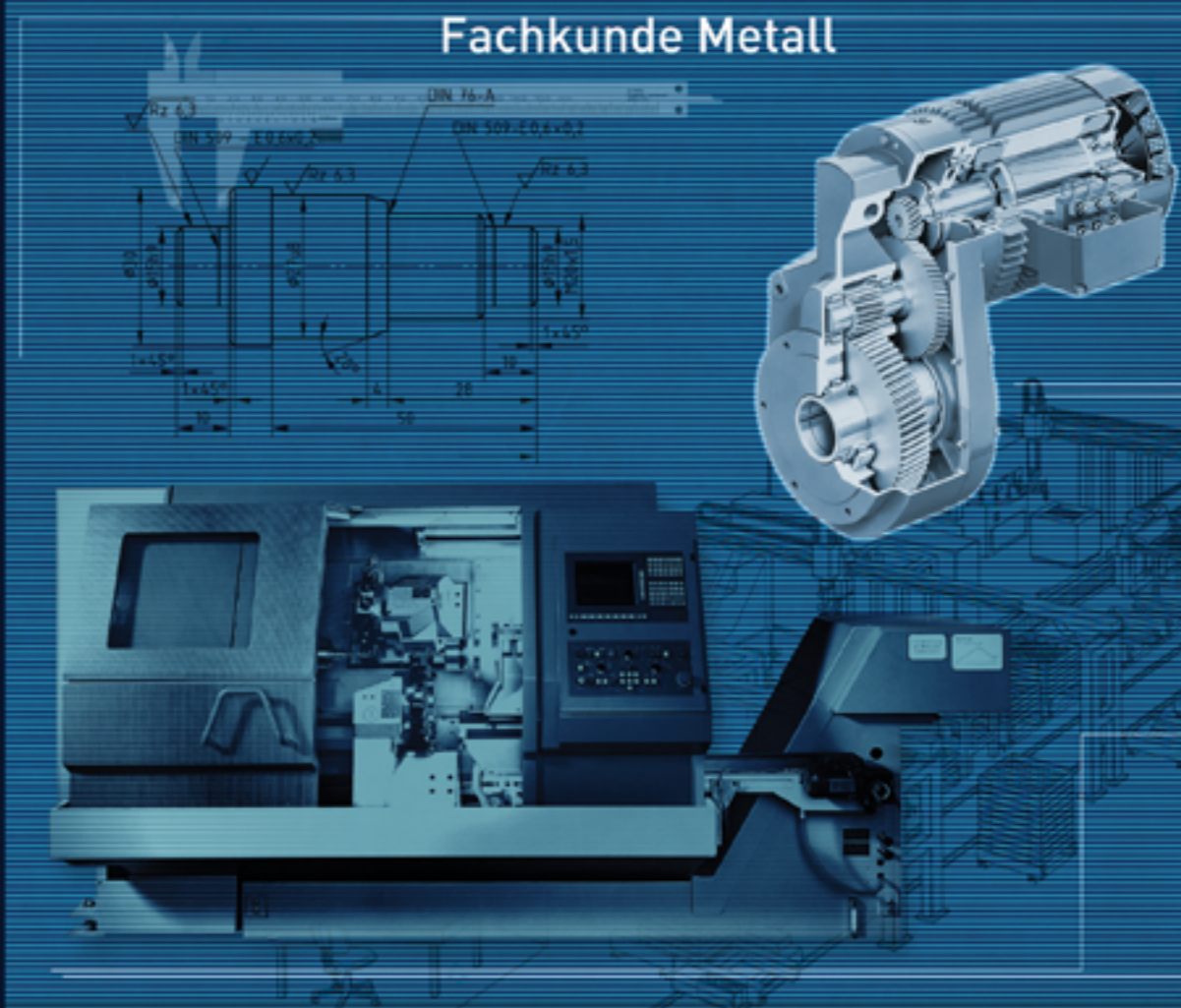
Fachkunde Metall



Tủ sách NHẤT NGHỆ TINH

CHUYÊN NGÀNH CƠ KHÍ

Fachkunde Metall



Nhiều tác giả
Lê Tùng Hiếu và nhóm dịch
In lần thứ 3



NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

Tác giả:

Dillinger, Josef	Studiendirektor	München
Escherich, Walter	Studiendirektor	München
Günter, Werner	Dipl.-Ing. (FH)	Oberwolfach
Heinzler, Max	Dipl.-Ing. (FH)	Wangen im Allgäu
Ignatowitz, Dr. Eckhard	Dr.-Ing.	Waldbronn
Oesterle, Stefan	Dipl.-Ing.	Amtzell
Reißler, Ludwig	Studiendirektor	München
Stephan, Andreas	Dipl.-Ing. (FH)	Kressbronn
Vetter, Reinhard	Studiendirektor	Ottobeuren

Các tác giả là những giáo viên chuyên ngành của ngành đào tạo kỹ thuật và những kỹ sư.

Dịch thuật và hiệu đính (Những người dịch thuật và hiệu đính là những chuyên gia đã tốt nghiệp và làm việc ở Đức và Việt Nam)

Lê Chu	Cầu	Dipl.-Ing.	Technische Universität Berlin	
Đặng Văn	Châm	Dipl.-Ing.	Universität Stuttgart, Mercedes Benz AG	
Trần Văn	Cung	Dipl. Ing.	Technische Universität Berlin	
Nguyễn Thanh	Dần	Dipl.-Ing. (FH)	Fachhochschule Coburg	
Từ	Dũng	Dr.-Ing.	Universität Stuttgart	
Trương Ngọc	Giao	Dipl.-Ing. (FH)	Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt	
Lê Tùng	Hiếu	Dipl.-Ing. (FH)	Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt	Trưởng nhóm
Phạm Nam	Hương	Dipl.-Ing.	Technische Universität Berlin	Người điều phối từ sách dạy nghề
Phạm Thành	Huy	Dipl.-Ing.	Universität Stuttgart	
Trần Minh	Khôi	Dipl.-Ing. (FH)	Fachhochschule Konstanz	
Phạm Thanh	Minh	Dipl.-Ing. (FH)	Fachhochschule Aachen	
Nguyễn Quảng	Nam	M.Sc.	Hochschule Reutlingen	
Nguyễn Duy	Phương	Dipl.-Ing.	Technische Universität Berlin	
Nguyễn Ngọc	Phương	Dr.-Ing.	Technische Universität Dresden, ass. Prof. ĐHSP Kỹ Thuật TP HCM	
Nguyễn	Quý	Dr.-Ing.	Universität Kaiserslautern	
Phan Tấn	Tài	Dr.-Ing.	Technische Universität Hannover	
Dương Minh	Trí	Dipl.-Ing.	Technische Universität Berlin	
Nguyễn Văn	Trung	Dipl.-Ing. (FH)	Fachhochschule Köln	
Nguyễn Văn	Tùng	Dipl.-Ing.	Technische Hochschule Aachen	
Đỗ Đắc	Vọng	Dr.-Ing.	RWTH Aachen + TU Karlsruhe	
Nguyễn Xuân	Xanh	Dr.-Habil.	Technische Universität Berlin	

Thiết kế bìa sách: Alice Nguyen Thanh Lam

Ủy Ban Tương Trợ Người Việt Nam tại CHLB Đức giữ bản quyền dịch thuật. Sản phẩm được bảo vệ quyền tác giả. Mọi việc sử dụng ngoài quy tắc của luật pháp phải được sự chấp thuận bằng văn bản của nhà xuất bản.

ISBN 978-3-8085-1156-5

BIỂU GHI BIÊN MỤC TRƯỚC XUẤT BẢN DO THƯ VIỆN KHHTH TP. HỒ CHÍ MINH THỰC HIỆN
General Sciences Library Cataloging-in-Publication Data

Chuyên ngành cơ khí / Josef Dillinger ... [và nh.ng. khác] ; Lê Tùng Hiếu ... [và nh.ng. khác] dịch.
- T.P. Hồ Chí Minh : Trè, 2013.
624 tr. ; 24 cm. - (Tủ sách nhất nghệ tinh).
Nguyên bản : Fachkunde Metall.

ISBN 9783808511565.

1. Cơ khí. I. Dillinger, Josef. II. Lê Tùng Hiếu.

621.8 -- dc 22
C564

Quỹ Thời báo Kinh tế Sài Gòn
(Saigon Times Foundation - STF) và
Ủy ban tương trợ người Việt Nam tại CHLB Đức
(Vietnamesisches Studienwerk in der BRD e.V. - VSW)

Chuyên ngành CƠ KHÍ

Xuất bản lần thứ 3 (Bản dịch tiếng Việt)

Hợp đồng bản quyền của Nhà xuất bản Europa-Lehrmittel ký ngày 05.04.2018

Tái bản lần thứ nhất (có chỉnh sửa và bổ sung với hợp đồng bản quyền cho tái bản lần 1 ngày 14.01.2015)

Tựa gốc tiếng Đức: *FACHKUNDE METALL*

Copyright 2010 (56th edition): Verlag Europa-Lehrmittel

Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten, Germany

Europa-Nr.: 10129

Lời nói đầu

Một trong những vấn đề cấp bách của kỹ nghệ tại Việt Nam là thiếu công nhân lành nghề được đào tạo một cách bài bản để từ đó sản xuất được những sản phẩm chất lượng cao. **Quý Thời báo Kinh tế Sài Gòn** (Saigon Times Foundation - STF) một tổ chức xã hội phi lợi nhuận, phối hợp cùng **Ủy ban tương trợ người Việt Nam tại Cộng hòa liên bang Đức** và **Nhà xuất bản Trẻ** ra mắt Tủ sách học nghề "Nhất Nghệ Tinh" nhằm mục đích xây dựng ý thức về nghề nghiệp để hướng một bộ phận thanh niên sau khi tốt nghiệp trung học phổ thông đi vào các trường học nghề (thay vì quá tập trung vào các đại học như hiện nay) cũng như khuyến khích việc nâng cao kỹ năng nghề nghiệp và góp phần tạo sự liên kết giữa các trường dạy nghề với các đơn vị sản xuất kinh doanh.

Nước Đức là một trong những nước hàng đầu thế giới về xuất khẩu máy móc với độ bền và chính xác nổi tiếng trên thị trường quốc tế. Điều đó có cơ sở từ hệ thống dạy nghề song hành (Duales System) vừa học vừa làm rất thực tiễn, thể hiện rõ ràng trong sách học nghề của họ mà điển hình nhất là tủ sách học nghề của nhà xuất bản Europa-Lehrmittel mà chúng tôi đã mua bản quyền để xuất bản ở Việt Nam lần này. Đây là nhà xuất bản chuyên ngành ở Đức đã có hơn 60 năm kinh nghiệm xuất bản sách học nghề và luôn được cập nhật với những công nghệ mới nhất. Hiện nay Europa-Lehrmittel có hơn 600 đầu sách xuất bản trong 17 ngành nghề rất rộng (Công nghệ kim khí, ô tô, điện, xây dựng, gỗ, toán, y khoa, may mặc, dinh dưỡng, nấu ăn, thiết kế, vẽ và sơn nhà, trồng cây, thiết kế tóc vv...). Những sách học nghề của Europa-Lehrmittel đã được dịch ra 20 thứ tiếng, tại Việt Nam đây là lần đầu tiên chúng tôi thử nghiệm với 3 quyển sách Cơ Khí, Điện và Chất Dẻo, ra mắt bạn đọc trong khuôn khổ Tủ sách học nghề "Nhất nghệ tinh" do Quý Thời báo Kinh tế Sài Gòn sáng lập. Riêng quyển Cơ Khí (Xuất bản lần thứ 56) và Điện (lần thứ 27) là 2 trong những quyển sách bán chạy nhất của nhà xuất bản Europa-Lehrmittel. Quyển Chất Dẻo với ấn bản lần đầu tiên nói lên tầm quan trọng ngày càng gia tăng của chất dẻo trong lĩnh vực đồ dùng dân dụng và công nghiệp ô tô. Quyển sách chuyên ngành Cơ Khí này phục vụ cho việc đào tạo và nâng cao trình độ trong nghề cơ khí. Nhóm đối tượng mà quyển sách này nhắm đến là:

- Công nhân chuyên môn về cơ khí công nghiệp và chế tạo dụng cụ
- Công nhân chuyên môn về sản xuất
- Công nhân chuyên môn về gia công cắt gọt kim loại
- Kỹ thuật viên đồ họa
- Quản đốc và kỹ thuật viên
- Người có kinh nghiệm thực hành trong kỹ nghệ và thủ công
- Thực tập sinh và sinh viên
- Giáo viên đang giảng dạy chương trình trung học chuyên nghiệp, trường dạy nghề... vv. sử dụng làm sách tham khảo bổ sung cho giáo án trong chuyên ngành.

Nội dung

Nội dung sách được chia làm 8 chương chính và 13 phần thực tập. Nội dung phù hợp với chương trình giáo dục và trình độ đào tạo của những nhóm ngành nghề đã được nêu trên và phù hợp với sự phát triển trong ngành kỹ thuật và kế hoạch giảng dạy của Hội nghị các Bộ trưởng Văn hóa Đức.

Thư mục thuật ngữ gồm các định nghĩa chuyên môn kỹ thuật với 3 thứ tiếng Đức, Anh và Việt.

Giảng dạy theo 13 lĩnh vực học tập

Chương trình đào tạo trong khuôn khổ chú trọng hình thức giảng dạy theo hướng thực hành, qua đó người học có thể ứng dụng những kiến thức đã tiếp thu được vào công việc thực tiễn. Việc tiếp thu những khả năng này được thực hiện trong 8 lĩnh vực học tập mà qua đó mỗi lĩnh vực học tập được trình bày bằng một đề án kèm lời giải đáp. Năm lĩnh vực học tập tiếp theo được trình bày dưới dạng tóm tắt. Chúng tôi vô cùng cảm ơn nhà xuất bản Trẻ đã dành sự giúp đỡ tận tình trong việc xuất bản, các nhà tài trợ (Công ty TNHH ROBERT BOSCH VIỆT NAM, công ty TNHH ROBERT BOSCH ENGINEERING AND BUSINESS SOLUTIONS VIỆT NAM, công ty RKW-LOTUS, công ty REE Corporation, công ty Dr. VAN TRAN Consulting Trading Co. LTD., công ty UNICO, công ty Hoa Le Finanztransfer GmbH, công ty PROVINA-Thiên Việt, vợ chồng ông bà Tiêu Như Phương và Bạch Mai và sự giúp đỡ đặc biệt của ông bà Phan Kim Hồ...); chân thành cảm ơn tập thể những người biên dịch và hiệu đính - những chuyên gia đã tốt nghiệp và làm việc nhiều năm trong công nghiệp và nghiên cứu của Đức - đã bỏ công sức để hoàn thành việc chuyển ngữ kỹ thuật, những người thân trong gia đình của những người dịch và hiệu đính đã chia sẻ và động viên để hoàn tất công việc bền bỉ này trong một thời gian dài. Ngoài ra chúng tôi cũng rất cảm ơn bạn bè và chuyên gia trong công tác dạy nghề đã giúp đỡ và hỗ trợ qua việc giải thích cũng như đưa ra ý tưởng tìm thuật ngữ thích hợp.

Hiển nhiên trong ấn bản lần đầu sẽ không thể nào tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi mong mỗi được góp ý để hoàn thiện các ấn bản trong tương lai. Mọi thắc mắc xin gửi về địa chỉ email: tusachngheng@googlegroups.com

Với mục tiêu hỗ trợ công tác giáo dục - đào tạo dạy nghề và góp phần phát triển nguồn nhân lực nước nhà, chúng tôi ước mong sao quyển sách này sẽ đóng góp một phần nhỏ bé.

Thành phố Hồ Chí Minh tháng 6/2012
QUÝ THỜI BÁO KINH TẾ SÀI GÒN (SAIGON TIMES FOUNDATION - STF) VÀ ỦY BAN TƯƠNG TRỢ NGƯỜI VIỆT NAM TẠI CHLB ĐỨC (VIETNAMESISCHES STUDIENWERK IN DER BRD E.V.- VSW)

Lời giới thiệu

Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của Việt Nam giai đoạn 2011 – 2020 đã xác định đến năm 2020 Việt Nam cơ bản trở thành nước công nghiệp theo hướng hiện đại. Để đạt được mục tiêu này, chiến lược cũng xác định phát triển nguồn nhân lực là một trong 3 khâu đột phá. Vì vậy, năm 2011 Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 579/QĐ-TTg phê duyệt chiến lược phát triển nhân lực Việt nam thời kỳ 2011-2020 và Quyết định số 1216/QĐ-TTg phê duyệt quy hoạch nhân lực Việt Nam thời kỳ 2011-2020. Trên cơ sở đó, năm 2012, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 630/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược phát triển dạy nghề thời kỳ 2011-2020.

Trong bối cảnh hội nhập quốc tế ngày càng sâu rộng, việc nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia là vấn đề sống còn của mỗi quốc gia, vì lợi thế luôn thuộc về những quốc gia có năng lực cạnh tranh cao hơn. Trong các yếu tố tạo nên năng lực cạnh tranh quốc gia, chất lượng nhân lực được coi là yếu tố quyết định, trong đó nhân lực có kỹ năng nghề cao đặc biệt được coi trọng, vì lực lượng này trực tiếp sản xuất kinh doanh, trực tiếp làm tăng năng suất lao động-yếu tố quyết định tăng năng lực cạnh tranh. Chính vì vậy, chiến lược phát triển dạy nghề thời kỳ 2011-2020 đã đưa ra nhiều giải pháp nhằm tạo ra sự đột phá về chất lượng dạy nghề để phục vụ cho sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. Một trong các giải pháp đó là đẩy mạnh hợp tác quốc tế về dạy nghề, trong đó xác định rõ CHLB Đức là một trong các đối tác chiến lược về phát triển dạy nghề của Việt Nam. Thực tế, trong nhiều năm qua, Việt Nam và CHLB Đức đã và đang có hợp tác chặt chẽ trong việc phát triển đào tạo nghề tại Việt Nam.

Vừa qua, Bộ Lao động Thương binh và Xã hội Việt Nam đã phê duyệt danh mục các nghề trọng điểm để hỗ trợ đầu tư đạt cấp độ khu vực ASEAN và quốc tế, trong đó có các nghề thuộc lĩnh vực cơ khí. Bởi vậy, chúng tôi rất vui mừng giới thiệu cuốn sách Chuyên ngành cơ khí bằng tiếng Việt. Cuốn sách này do Nhà xuất bản Europa-Lehrmittel xuất bản nguyên bản bằng tiếng Đức và hiện đang được sử dụng rộng rãi hầu hết ở các trường kỹ thuật tại CHLB Đức. Nội dung của cuốn sách đề cập đến các tiêu chuẩn đào tạo của CHLB Đức đối với các nghề thuộc lĩnh vực cơ khí. Tất cả các thông tin cơ bản về kỹ thuật kim loại đều được thể hiện trong cuốn sách này sẽ mang đến cho độc giả một cái nhìn tổng quan rất tốt về các quy trình kỹ thuật tổng thể với nhiều hình ảnh minh họa. Cuốn sách cung cấp cho độc giả những thông tin, kiến thức về chất lượng cũng như những kinh nghiệm đào tạo nghề của Đức. Kinh nghiệm làm việc lâu năm của các chuyên gia kỹ thuật Việt Nam có năng lực chuyên môn cao trong các doanh nghiệp của CHLB Đức đã đóng góp vào việc dịch cuốn sách từ tiếng Đức sang tiếng Việt. Chúng tôi tin tưởng rằng cuốn sách này sẽ là tài liệu có giá trị tham khảo cao cho công tác đào tạo các nghề cơ khí tại Việt Nam nhằm đạt được trình độ đào tạo theo tiêu chuẩn của CHLB Đức.

Chúng tôi trân trọng cảm ơn Quỹ Thời báo Kinh tế Sài Gòn, VSW i.d. BRD e.V., Nhà xuất bản Trẻ, Công ty TNHH Robert Bosch Việt Nam, Nhà xuất bản Europa-Lehrmittel và tất cả các cá nhân đã tham gia biên soạn, biên dịch và hỗ trợ xuất bản cuốn sách kỹ thuật này.

Chúng tôi xin kính chúc quý độc giả của cuốn sách đạt nhiều thành công trong việc tiếp tục phát triển đào tạo nghề.

Hà Nội, ngày 1 tháng 2 năm 2013

PGS. TS. Dương Đức Lân
Tổng cục trưởng Tổng cục Dạy nghề,
Bộ Lao động-Thương binh và Xã hội Việt Nam

TS. Horst Sommer
Điều phối viên lĩnh vực trọng tâm
Hợp tác phát triển Đào tạo nghề
Tổ chức Hợp tác Quốc tế (GIZ) CHLB Đức

1 Kỹ thuật kiểm tra kích thước

1.1	Đại lượng và đơn vị	8	1.4	Kiểm tra bề mặt	36
1.2.	Cơ bản về kỹ thuật đo lường	10	1.4.1	Profin bề mặt	36
1.2.1	Khái niệm cơ bản	10	1.4.2	Những thông số đặc trưng của bề mặt	37
1.2.2	Sai lệch đo	13	1.4.3	Những phương pháp kiểm tra bề mặt	38
1.2.3	Khả năng của phương tiện đo lường giám sát phương tiện kiểm tra	16	1.5	Dung sai và lắp ghép	40
1.3	Phương tiện kiểm tra độ dài	18	1.5.1	Dung sai	40
1.3.1	Thước đo, thước thẳng, thước góc, dưỡng kiểm và căn	18	1.5.2	Lắp ghép	44
1.3.2	Thiết bị đo cơ và điện tử	21	1.6	Kiểm tra hình dạng và vị trí	48
1.3.3	Thiết bị đo bằng khí nén	29	1.6.1	Dung sai hình dạng và vị trí	48
1.3.4	Thiết bị đo điện tử	31	1.6.2	Kiểm tra mặt phẳng và góc	50
1.3.5	Thiết bị đo quang - điện tử	32	1.6.3	Kiểm tra độ đồng tâm, độ đồng trục và độ đảo	53
1.3.6	Kỹ thuật nhiều cảm biến (Đa cảm biến) trong thiết bị đo tọa độ	34	1.6.4	Kiểm tra ren	58
			1.6.5	Kiểm tra đờ côn	60

2 Quản lý chất lượng

2.1	Phạm vi hoạt động của quản lý chất lượng	61	2.7.5	Tham số đặc trưng cho phân bố chuẩn của mẫu thử	70
2.2	Bộ tiêu chuẩn DIN EN ISO 9000	62	2.7.6	Kiểm tra chất lượng theo phương pháp lấy mẫu ngẫu nhiên	71
2.3	Yêu cầu về chất lượng	62	2.8	Năng lực máy	72
2.4	Đặc tính (đặc trưng) chất lượng và lỗi sai hỏng	63	2.9	Năng lực quy trình	75
2.5	Công cụ quản lý chất lượng	64	2.10	Điều chỉnh quy trình bằng thống kê với bảng điều chỉnh chất lượng	76
2.6	Điều chỉnh chất lượng	67	2.11	Đánh giá và chứng nhận	79
2.7	Đảm bảo chất lượng	68	2.12	Quy trình cải tiến liên tục: Nhân viên tối ưu hóa quy trình	80
2.7.1	Kế hoạch kiểm tra	68			
2.7.2	Xác suất	68			
2.7.3	Phân bố chuẩn cho các giá trị của đặc tính	69			
2.7.4	Phân bố pha trộn cho các giá trị của đặc tính	69			

3 Kỹ thuật sản xuất

3.1	An toàn lao động	82	3.6.1	Cơ bản	112
3.1.1	Dấu hiệu an toàn	82	3.6.2	Cửa	120
3.1.2	Nguyên nhân gây ra tai nạn	83	3.6.3	Khoan, khoét (lã), doa	122
3.1.3	Biện pháp an toàn	83	3.6.4	Tiện	134
3.2	Phân loại các phương pháp sản xuất	84	3.6.5	Phay	154
3.3	Đúc	86	3.6.6	Mài	171
3.3.1	Khuôn và mẫu	86	3.6.7	Gia công chính xác	183
3.3.2	Đúc khuôn hủy	87	3.6.8	Xói mòn (ăn mòn) bằng tia lửa điện	189
3.3.3	Đúc khuôn vĩnh cửu	90	3.6.9	Đồ gá và phân tử kẹp ở máy công cụ	193
3.3.4	Vật liệu đúc	91	3.6.10	Thí dụ chế tạo với mô kẹp (đai kẹp)	200
3.3.5	Khuyết tật của vật đúc	91	3.7	Ghép nối (Kết nối)	204
3.4	Phương pháp biến dạng	92	3.7.1	Phương pháp ghép nối	204
3.4.1	Trạng thái của vật liệu trong biến dạng	92	3.7.2	Kết nối ép và kết nối cảm tác động nhanh	207
3.4.2	Khái niệm về phương pháp biến dạng	92	3.7.3	Dán (sự kết dính)	209
3.4.3	Biến dạng uốn	93	3.7.4	Hàn vảy	211
3.4.4	Biến dạng kéo nén	96	3.7.5	Hàn	217
3.4.5	Biến dạng nén	100	3.8	Phủ lớp	230
3.5	Cắt	103	3.8.1	Phủ lớp với sơn và chất dẻo	230
3.5.1	Cắt bằng kéo	103	3.8.2	Phủ lớp với kim loại	232
3.5.2	Cắt bằng tia	108	3.8.3	Phủ lớp với các tính chất đặc biệt	233
3.6	Gia công cắt gọt có phoi	112	3.9	Cơ sở sản xuất và bảo vệ môi trường	234

4 Kỹ thuật vật liệu

4.1.	Đại cương về vật liệu và phụ liệu	238	4.2.3	Đặc tính cơ - công nghệ	242
4.1.1	Phân loại vật liệu	238	4.2.4	Đặc tính kỹ thuật gia công	244
4.1.2	Sản xuất vật liệu	239	4.2.5	Đặc tính hóa - công nghệ	244
4.1.3	Phụ liệu và năng lượng	239	4.2.6	Thích hợp với môi trường, không hại sức khỏe	245
4.2	Chọn lựa vật liệu và đặc tính của vật liệu	240	4.3.	Cấu trúc bên trong của kim loại	246
4.2.1.	Chọn lựa vật liệu	240	4.3.1	Cấu trúc bên trong và tính chất	246
4.2.2.	Lý tính vật liệu	241	4.3.2	Các loại mạng tinh thể của kim loại	247

4.3.3	Lỗi cấu trúc trong tinh thể	248	4.8.8	Thí dụ sản xuất: xử lý nhiệt của tấm kẹp	289
4.3.4	Sự phát sinh của cấu trúc kim loại	248	4.9	Kiểm tra vật liệu	290
4.3.5	Loại cấu trúc và tính chất vật liệu	249	4.9.1	Kiểm tra đặc tính gia công	290
4.3.6	Cấu trúc kim loại rỗng và cấu trúc hợp kim	250	4.9.2	Kiểm tra cơ tính	291
4.4	Phân loại thép và gang đúc	251	4.9.3	Thử nghiệm uốn đập mẫu có khía	293
4.4.1	Luyện gang thô	251	4.9.4	Kiểm tra độ cứng	294
4.4.2	Sản xuất thép	252	4.9.5	Kiểm tra độ bền mỏi	298
4.4.3	Hệ thống ký hiệu cho thép	255	4.9.6	Kiểm tra tải trọng vận hành của cấu kiện	299
4.4.4	Phân loại thép theo thành phần và cấp chất lượng	258	4.9.7	Thử nghiệm không phá hủy vật liệu	299
4.4.5	Các loại thép và ứng dụng	259	4.9.8	Xét nghiệm cấu trúc kim loại bằng kính hiển vi	300
4.4.6	Dạng thương phẩm của thép	261	4.10	Ăn mòn và bảo vệ chống ăn mòn	301
4.4.7	Nguyên tố hợp kim và nguyên tố đi kèm của thép và vật liệu đúc	262	4.10.1	Nguyên nhân ăn mòn	301
4.4.8	Nấu chảy vật liệu gang đúc	263	4.10.2	Các loại ăn mòn và đặc điểm bề ngoài của nó	303
4.4.9	Hệ thống đặt tên vật liệu gang đúc	264	4.10.3	Các biện pháp chống ăn mòn	304
4.4.10	Các loại vật liệu gang đúc	265	4.11	Chất dẻo	307
4.5	Kim loại không chứa sắt (kim loại phi sắt)	268	4.11.1	Đặc tính và ứng dụng	307
4.5.1	Kim loại nhẹ	268	4.11.2	Thành phần hóa học và chế tạo	308
4.5.2	Kim loại nặng	270	4.11.3	Sự phân loại theo công nghệ và cấu trúc bên trong	309
4.6	Vật liệu thiêu kết	273	4.11.4	Nhựa nhiệt dẻo	310
4.6.1	Chế tạo chi tiết được tạo dạng bằng vật liệu thiêu kết	273	4.11.5	Nhựa nhiệt rắn	312
4.6.2	Đặc tính và ứng dụng	274	4.11.6	Chất đàn hồi	313
4.6.3	Sản xuất vật liệu với phương pháp luyện kim bột	274	4.11.7	Kiểm tra tham số chất dẻo	314
4.7	Vật liệu gốm	275	4.11.8	Các tham số của các loại chất dẻo quan trọng	315
4.8	Nhiệt luyện thép	277	4.11.9	Sự gia công định hình chất dẻo	316
4.8.1	Các loại cấu trúc của vật liệu sắt	277	4.11.10	Những phương pháp gia công khác của bán thành phẩm và thành phẩm	321
4.8.2	Giãn nở trạng thái của hợp kim sắt-carbon	278	4.12	Vật liệu composit	323
4.8.3	Cấu trúc và mạng tinh thể lúc nung nóng	279	4.12.1	Cấu tạo bên trong	323
4.8.4	Nung	280	4.12.2	Chất dẻo gia cường bằng sợi	324
4.8.5	Tôi (trui)	281	4.12.3	Vật liệu kết hợp gia cường bằng hạt cứng và bằng phương pháp thẩm thấu	325
4.8.6	Nhiệt luyện (hóa tốt, nâng phẩm)	285	4.12.4	Liên kết lớp và liên kết cấu trúc	326
4.8.7	Tôi ở vùng biên (tôi bề mặt)	286	4.13	Vấn đề môi trường của vật liệu và phụ liệu	327

5 Kỹ thuật máy và thiết bị

5.1	Phân loại máy	330	5.6.4	Đệm kín (Phốt)	399
5.1.1	Máy động lực	330	5.6.5	Lò xo	401
5.1.2	Máy gia công (máy dụng cụ, máy làm việc)	334	5.7	Đơn vị chức năng để truyền năng lượng	403
5.1.3	Hệ thống xử lý dữ liệu (Máy tính)	337	5.7.1	Trục và láp (cốt trục)	403
5.1.4	Dây chuyền sản xuất	338	5.7.2	Bộ ly hợp	405
5.2	Xử lý trong sản xuất và lắp ráp	339	5.7.3	Truyền động đai (Truyền động dây trần)	410
5.2.1	Kỹ thuật về hệ thống xử lý	339	5.7.4	Truyền động xích	412
5.2.2	Hệ thống sản xuất linh hoạt	347	5.7.5	Bộ truyền động bánh răng	414
5.3	Đưa vào vận hành	353	5.8	Đơn vị truyền động	417
5.3.1	Lắp đặt máy hoặc thiết bị	354	5.8.1	Động cơ điện	417
5.3.2	Đưa máy hoặc thiết bị vào vận hành	355	5.8.2	Hộp số	424
5.3.3	Nghiệm thu máy hoặc thiết bị	357	5.8.3	Truyền động thẳng (Truyền động tuyến tính)	430
5.4	Đơn vị chức năng của máy và thiết bị	358	5.9	Kỹ thuật lắp ráp	432
5.4.1	Cấu trúc bên trong của máy	358	5.9.2	Dạng tổ chức lắp ráp	433
5.4.2	Đơn vị chức năng của một máy công cụ CNC	360	5.9.3	Tự động hóa lắp ráp	433
5.4.3	Các đơn vị chức năng của một ô tô	362	5.9.4	Những thí dụ lắp ráp	434
5.4.4	Đơn vị chức năng của một hệ thống điều hòa không khí	363	5.10	Bảo trì	440
5.4.5	Thiết bị an toàn ở máy	364	5.10.1	Phạm vi hoạt động và định nghĩa	440
5.5	Đơn vị chức năng kết nối	366	5.10.2	Khái niệm về bảo trì	441
5.5.1	Ren	366	5.10.3	Mục đích của bảo trì	442
5.5.2	Kết nối bulông	368	5.10.4	Những khái niệm về bảo trì	442
5.5.3	Kết nối chốt	376	5.10.5	Bảo dưỡng	445
5.5.4	Kết nối bằng đinh tán (Ri vê)	378	5.10.6	Kiểm tra	448
5.5.5	Kết nối trục - đùm	380	5.10.7	Sửa chữa	450
5.6	Đơn vị chức năng đỡ và mang	384	5.10.8	Cải tiến	452
5.6.1	Ma sát và dung dịch bôi trơn	384	5.10.9	Tim chỗ hỏng (khuyết tật) và nguồn sai sót (lỗi)	453
5.6.2	Bọt trục (Ổ trục)	387	5.11	Phân tích thiệt hại và tránh hư hại	454
5.6.3	Bộ phận dẫn hướng	396	5.12	Ứng suất (ứng lực) và độ bền của cấu kiện	456

6 Kỹ thuật tự động hóa

6.1	Điều khiển và điều chỉnh	459	6.5.2	Thiết bị chuyển mạch điện	507
6.1.1	Khái niệm cơ bản của kỹ thuật điều khiển	459	6.5.3	Điều khiển công tắc bằng điện	509
6.1.2	Khái niệm cơ bản của kỹ thuật điều chỉnh	461	6.5.4	Đấu nối dây với thanh kẹp	510
6.2	Cơ bản về việc giải quyết các nhiệm vụ điều khiển	465	6.6	Điều khiển logic lập trình	511
6.2.1	Cách vận hành của các hệ điều khiển	465	6.6.1	Điều khiển logic lập trình làm môđun điều khiển nhỏ	511
6.2.2	Các thành phần của hệ điều khiển	466	6.6.2	Điều khiển logic lập trình làm hệ thống tự động hóa theo môđun	514
6.2.3	GRAFSET	476	6.7	Điều khiển CNC	523
6.3	Điều khiển bằng khí nén	479	6.7.1	Đặc tính của máy NC	523
6.3.1	Cấu kiện của hệ thống thiết bị khí nén	479	6.7.2	Tọa độ, điểm gốc và điểm chuẩn	527
6.3.2	Các phần tử khí nén	480	6.7.3	Các loại điều khiển, những hiệu chỉnh	529
6.3.3	Sơ đồ mạch của hệ điều khiển bằng khí nén	488	6.7.4	Tạo chương trình CNC	532
6.3.4	Thí dụ về điều khiển bằng khí nén	489	6.7.5	Chu trình và chương trình con	537
6.3.5	Điều khiển điện - khí nén	491	6.7.6	Lập trình cho máy tiện NC	538
6.4	Điều khiển bằng thủy lực	496	6.7.7	Lập trình cho máy phay NC	546
6.4.1	Các thành phần chính	496	6.7.8	Những phương pháp lập trình	551
6.4.2	Điều khiển điện thủy lực	504			
6.5	Điều khiển bằng điện	507			
6.5.1	Cấu tạo	507			

7 Kỹ thuật thông tin (Kỹ thuật tin học)

7.1	Truyền thông kỹ thuật	554	7.2.4	Thiết bị ngoại vi	562
7.1.1	Tiêu chuẩn và quy định	554	7.2.5	Khởi động máy tính	563
7.1.2	Bản vẽ kỹ thuật	555	7.2.6	Hệ điều hành	564
7.1.3	Mô tả tương quan kỹ thuật	556	7.2.7	Virus máy tính	564
7.1.4	Sơ đồ và biên bản	556	7.2.8	Phần mềm ứng dụng	565
7.2	Kỹ thuật máy tính	558	7.2.9	Tác động của kỹ thuật máy tính vào kinh tế và xã hội	567
7.2.1	Cách hoạt động của máy tính	558	7.2.10	Bảo hộ lao động bền máy tính	568
7.2.2	Phần cứng	559	7.2.11	Bảo vệ dữ liệu	568
7.2.3	Diễn đạt thông tin trong máy tính	561			

8 Kỹ thuật điện

8.1	Mạch điện	569	8.2.2	Mạch song song của điện trở	573
8.1.1	Điện áp	569	8.3	Các loại dòng điện	574
8.1.2	Dòng điện	570	8.4	Công suất và năng lượng điện	575
8.1.3	Điện trở	571	8.5	Thiết bị bảo vệ khi quá dòng	576
8.2	Mạch điện với điện trở	572	8.6	Lỗi tại hệ thống điện và biện pháp bảo vệ	577
8.2.1	Mạch nối tiếp của điện trở	572			

Lĩnh vực học tập

Thông tin về việc dạy chú trọng vào lĩnh vực học tập	581
Lĩnh vực học tập 1: Chế tạo cấu kiện với dụng cụ cầm tay	582
Lĩnh vực học tập 2: Chế tạo cấu kiện với máy	584
Lĩnh vực học tập 3: Chế tạo cụm lắp ráp đơn giản	586
Lĩnh vực học tập 4: Bảo dưỡng hệ thống kỹ thuật	588
Lĩnh vực học tập 5: Lắp ráp hệ thống kỹ thuật	590
Lĩnh vực học tập 6: Lập trình và gia công trên máy công cụ điều khiển bằng kỹ thuật số	592
Lĩnh vực học tập 7: Sản xuất và đưa vào vận hành một phần hệ thống kỹ thuật	594
Phạm vi học tập 8: Giám sát chất lượng sản phẩm và qui trình	596
Lĩnh vực học tập 9: Gia công chi tiết rời với máy công cụ (tóm tắt)	598
Lĩnh vực học tập 10: Kế hoạch và việc đưa vào vận hành của hệ thống điều khiển kỹ thuật (tóm tắt)	599
Lĩnh vực học tập 11: Sửa chữa các hệ thống kỹ thuật (tóm tắt)	600
Lĩnh vực học tập 12: Bảo dưỡng các hệ thống kỹ thuật (tóm tắt)	600
Lĩnh vực học tập 13: Đảm bảo khả năng vận hành của những hệ thống tự động (tóm tắt)	600
Danh sách hằng số	600
Danh mục thuật ngữ	600

1.3.5 Thiết bị đo quang - điện tử

Trong phép đo độ dài với phương pháp quang - điện tử, vật đo được dò không tiếp xúc bằng các tia sáng. Ở đầu nhận, thường là cảm biến CCD (đốt hình), tín hiệu đo quang học của ánh sáng được ghi lại và được xử lý.

CCD (tiếng Anh: Charge Coupled Device, dụng cụ ghép điện tích) bao gồm nhiều phần tử cảm biến với ánh sáng (điểm ảnh), chúng được sắp xếp thành hàng trong cảm biến hàng cũng như thành hàng và cột trong máy ảnh CCD (Cảm biến ma trận).

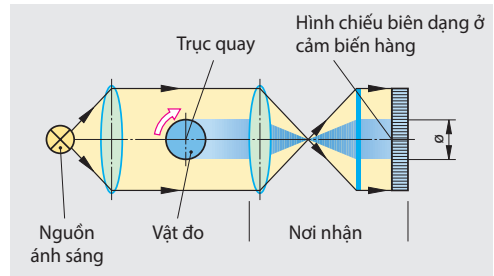
■ Với phương pháp chiếu biến dạng (vùng tối hình bóng) **thiết bị đo trực quang - điện tử** ghi nhận profin của các chi tiết tròn (**Hình 1**). Qua các tia sáng song song, xuất hiện ở bộ phận thu (cảm biến hàng CCD) một biến dạng của bóng mà kích thước tương ứng với chi tiết gia công. Để ghi nhận toàn bộ đường viền, trục được di chuyển một cách giới hạn theo trục chính, khi trục dài nó sẽ được đo với nhiều cảm biến (**Hình 2**). Việc di chuyển theo chiều dài phối hợp với chuyển động quay của chi tiết gia công cũng có thể đo được độ thẳng và độ đảo với mật độ điểm cao (độ chính xác cao).

Đường kính hoặc chiều dài có thể đo nhanh trong vài giây. Khi đo đường kính có thể đạt được giới hạn lỗi là 2 μm . Khi đo chiều dài, thí dụ chiều ngang của rãnh hoặc chiều ngang của đường vát cạnh thì giới hạn sai số vào khoảng 6 μm , vì chiều dài cũng bị ảnh hưởng bởi sự di chuyển của bàn trượt kiểm tra (bàn đo) và độ sạch của gá đỡ chi tiết gia công. Đo so sánh với đĩa bậc có độ chính xác cao người ta có thể dùng để hiệu chỉnh các thiết bị đo (**Hình 2**).

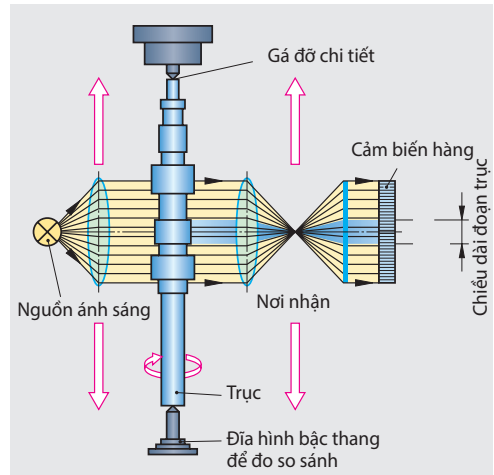
■ **Máy quét laser** tìm kiếm vật đo liên tục trong phạm vi đo (**Hình 3**). Với việc quay của gương nhiều mặt (gương đa diện) (với 8... 16 mặt gương) tia sáng laser từ mỗi mặt kính được điều chỉnh song song và di chuyển trong phạm vi đo. Trong khoảng thời gian tia laser chiếu vào chi tiết, cảm biến hàng CCD ghi nhận một độ tụt biến áp. Vì vậy thời gian gián đoạn ánh sáng là kích thước của đường kính hoặc chiều dài của trục. Giới hạn lỗi có thể đạt khi đo đường kính là 2 μm và khi đo chiều dài là 10 μm .

Máy quét laser cũng có thể đo được dây kim loại hoặc sợi từ 25 đến 40 lần mỗi giây, vì phép đo này không bị lệ thuộc bởi vị trí của vật đo trong phạm vi đo.

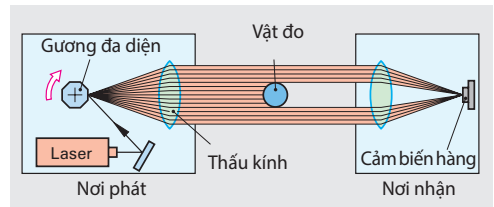
Máy quét laser được sử dụng để giám sát đường kính, độ dày của màng mỏng và bề ngang bằng kim loại hay nhựa dẻo trong dây chuyền sản xuất (**Hình 4**).



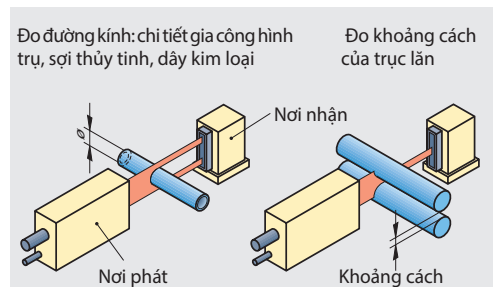
Hình 1: Phương pháp đo đường kính với một thiết bị đo trực quang điện tử



Hình 2: Đo trực bằng quang điện tử (chiều dài và đường kính)



Hình 3: Máy quét laser (phương pháp đo)



Hình 4: Ứng dụng của máy quét laser

■ Các thiết bị đo khoảng cách bằng tia laser

Được sử dụng trong phạm vi từ 30 mm đến 1 m (**Hình 1** và **Hình 2**). Nguyên tắc đo là “đo tam giác” (3-góc): tia laser được chỉnh thẳng góc vào vật đo tạo ra ở đó một điểm sáng phân tán. Điểm sáng này được phản chiếu lại ở cảm biến hàng CCD của nơi nhận. Lúc đo biến dạng chi tiết gia công không được làm nhiễu hoặc cản trở tia phản xạ. Tùy thuộc vào khoảng cách đo, điểm sáng được tạo lại ở vị trí khác trên cảm biến hàng. Với một khoảng cách đo 100 mm, độ không chính xác của phép đo phải được dự tính là 0,2 mm. Cảm biến đo khoảng cách của các máy đo có cùng một nguyên tắc nhưng có nhiều chức năng đo khác nhau (**Hình 2** trang 35).

Các máy đo khoảng cách bằng tia laser phần lớn được sử dụng cho vật đo phản chiếu ánh sáng phân tán. Ở các mặt phẳng phản chiếu tất cả hoặc ít phản chiếu, tín hiệu đo rất nhỏ.

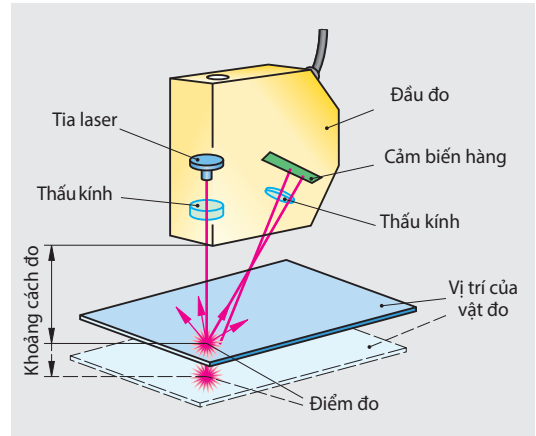
■ Giao thoa kế laser (**Hình 3**)

Giao thoa kế laser chia tia laser bằng bộ tách chùm (gương chỉ để 50 % ánh sáng xuyên qua) thành một tia đo đến một gương phản xạ di chuyển được gắn trên bàn máy và một tia so sánh vào một gương phản xạ đứng yên. Hai tia sáng phản xạ này giao thoa nhau ở bộ tách chùm. Khi bàn máy với gương phản xạ được di chuyển đến một vị trí khác, số lần thay đổi sáng-tối là kích thước của sự di chuyển.

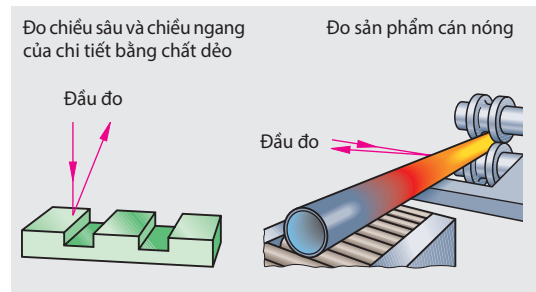
Việc khảo sát về độ chính xác của máy công cụ và máy đo tọa độ được thực hiện với giao thoa kế laser.

Người ta đo sự sai lệch của vị trí, độ thẳng, độ phẳng và độ vuông góc của trục chính với bàn máy.

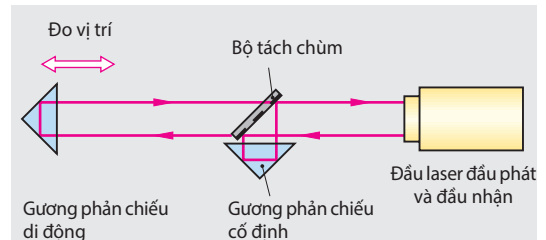
Để đo vị trí trên trục X của một máy phay, tia laser đi từ đầu laser song song với bàn máy, đến bộ tách chùm (**Hình 4**). Bộ tách chùm được gắn với gương phản chiếu cố định và trục chính. Gương phản chiếu thứ hai được định vị với bàn máy bằng chân để có nam châm, qua sự di chuyển của máy nó được mang đến các vị trí khác nhau. Qua sự so sánh vị trí đo và vị trí hiển thị của máy người ta có thể đo sự sai lệch vị trí trên trục X. Phép đo có thể thực hiện với tốc độ di chuyển nhanh (1 m/s) và với độ bất định nhỏ (1,1 $\mu\text{m/m}$).



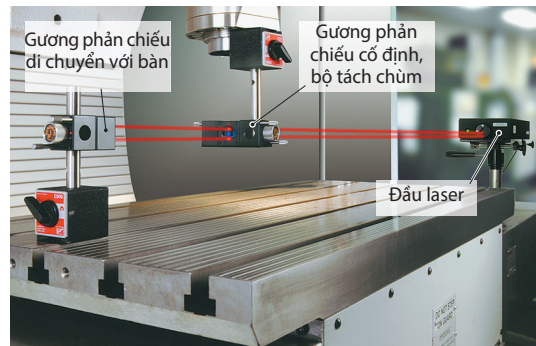
Hình 1: Đo khoảng cách bằng laser



Hình 2: Ứng dụng của đo khoảng cách laser



Hình 3: Phương pháp đo của giao thoa laser



Hình 4: Đo vị trí trên trục X của máy phay với giao thoa kế laser.

1.3.6 Kỹ thuật nhiều cảm biến (Đa cảm biến) trong thiết bị đo tọa độ

■ Đầu dò tiếp xúc (Hình 1)

Hệ thống tìm dò chuyển mạch nhận trị số đo cho trục x, y và z khi tiếp xúc với chi tiết gia công. Lực đo nhỏ ($<0,01\text{ N}$) sẽ có lợi cho những chi tiết bằng chất dẻo.

Hệ thống tìm dò để đo là một máy đo 3D (3 chiều), vì cảm biến đo hành trình bằng nguyên tắc cảm ứng đo liên tục đường đi với 3 trục khi đầu dò di chuyển. Những đoạn đường đi này được cộng với chiều dài đã đo với trục x, y và z trong máy đo tọa độ.

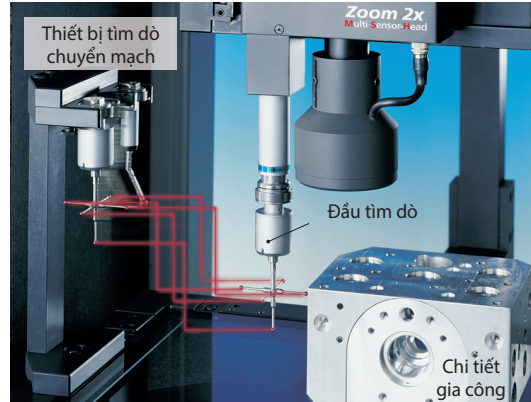
Hệ thống tìm dò để đo có thể tìm dò liên tục vật đo với nhiều điểm. Qua đó có thể quét mặt phẳng với bất kỳ hình dạng nào.

Tìm dò hoặc Scanning trong tiếng Anh có nghĩa tương tự như **quét**. Trong kỹ thuật đo tọa độ người ta hiểu đó là tìm dò vật đo với nhiều điểm liên tiếp gần nhau qua tiếp xúc hoặc bằng phương pháp quang học. Sự điều khiển trục đo phải thật nhanh, vì ở hệ thống tìm dò để đo có thể quét 200 điểm đo trong 1 giây. Lực tìm dò vô cấp có thể chọn liên tục từ 0,95 N đến 1 N. Độ chính xác của việc kiểm tra hình dạng tăng theo mật độ của các điểm khi quét.

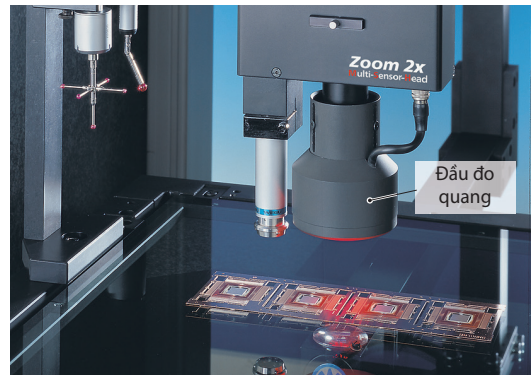
■ Đầu đo quang với máy thu hình CCD (Hình 2)

Đầu đo quang gồm một máy thu hình CCD có độ phân giải cao với các phần tử nhạy sáng được sắp xếp từng hàng và từng cột (cảm biến ma trận). Hình được thu bằng phương pháp quang học được giữ lại trong bộ chứa hình là các điểm hình đã được số hóa. Điều đó có nghĩa là mỗi một điểm hình được phân bố một giá trị đậm nhạt hay còn gọi là giá trị xám (sáng hoặc tối). Vì vậy khi xử lý hình người ta nhận ra biên dạng của chi tiết gia công qua sự chuyển tiếp sáng tối giống như thấy được các đường gờ, lỗ khoan, đường rãnh hoặc tấm đỡ mạch tổng hợp (ICs) (**Hình 3**). Đường kính và khoảng cách giữa các lỗ khoan được đo tốt nhất với ánh sáng xuyên qua, còn cho đường rãnh thì tốt hơn với ánh sáng nghiêng.

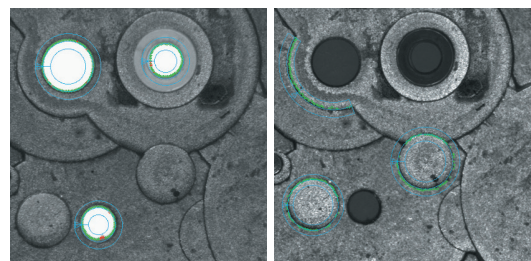
Với cùng một thời gian, cảm biến quang tìm dò đo được nhiều điểm gấp 20 lần so với đầu dò tiếp xúc. "Cảm biến cạnh" bằng phương pháp quang học cũng được sử dụng trong máy chiếu profin và kính hiển vi đo.



Hình 1: Đầu đo tìm dò bằng tiếp xúc (xúc giác) và thiết bị chuyển đầu dò



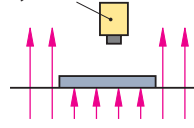
Hình 2: Sự số hóa hình ảnh của tấm đỡ linh kiện (bo mạch) với đầu đo quang



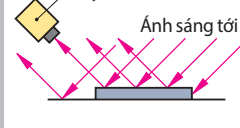
Lỗ thông với ánh sáng xuyên qua

Lỗ kín (lỗ không thông, lỗ có đáy) và sai biệt độ cao với ánh sáng phản xạ

Máy ảnh CCD



Máy ảnh CCD



Hình 3: Nhận diện các phần tử hình dạng trong cửa sổ hình

2.5 Công cụ quản lý chất lượng

Nếu muốn đáp ứng những yêu cầu về chất lượng cũng như bắt đầu giám sát và cải tiến chất lượng thì giải quyết vấn đề và sửa chữa những lỗi sai hỏng xảy ra chưa đủ, ta phải nhận biết và diệt nguyên nhân gây ra vấn đề hay lỗi sai hỏng.

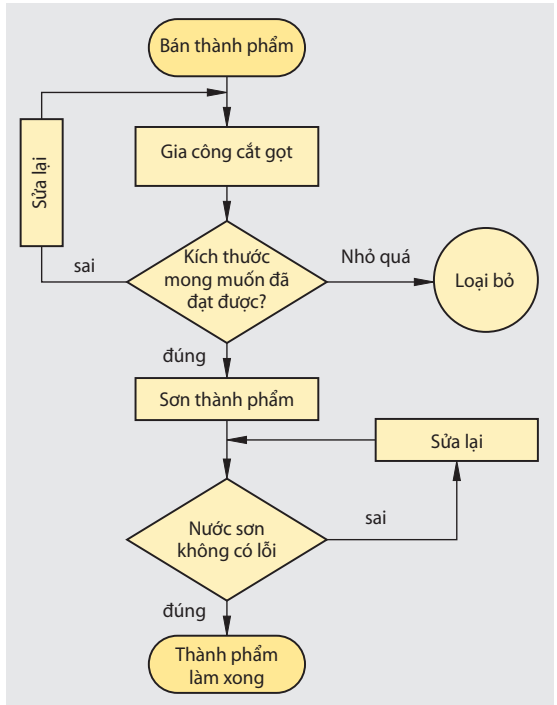
Trong phạm vi quản lý chất lượng người ta áp dụng nhiều phương pháp gọi là **công cụ chất lượng** để phân tích bằng đồ họa hoặc dẫn chứng bằng tài liệu.

Những phương pháp dùng đồ họa thích hợp cho công nhân vì chúng đơn giản và dễ dùng. Đồng thời mọi người đều được tham dự cải tiến quy trình.

■ **Lưu đồ** là một biểu đồ mô tả thứ tự của các hành động liên hệ với nhau hay là những bước tiến của một quy trình (Hình 1). Từ khởi điểm, mỗi bước hành động được biểu tượng bằng một hình chữ nhật và mỗi bước rẽ được vẽ bằng một hình thoi. Người ta dùng mũi tên để diễn tả những bước đi của quy trình. Dùng lưu đồ ta có thể mô tả một quy trình phức tạp một cách rõ ràng và dễ hiểu hơn là dùng chữ. Những bước hành động và khả năng hành động trở nên rõ ràng. Ta cũng dễ kiểm soát sự đầy đủ của biểu đồ hoặc sự suy nghĩ sai của ta.

■ **Phiếu tổng hợp các lỗi** là một phương pháp kiểm kê lỗi bằng cách phân loại lỗi và đếm số lỗi trong mỗi loại (Hình 2). Trước tiên ta làm một bảng liệt kê những loại lỗi có thể xảy ra. Sau đó ta đếm lỗi bằng cách ghi mỗi lỗi bằng một gạch. Để phòng hờ cho trường hợp có lỗi mới chưa nghĩ đến xảy ra, ta thêm vào bảng một hai dòng trống. Dùng bảng thu thập lỗi sai hỏng ta có thể thu thập và làm thống kê một cách hiệu quả cho những quy trình chỉ có một ít loại lỗi. Nó thường được dùng là căn bản cho phương pháp phân tích Pareto.

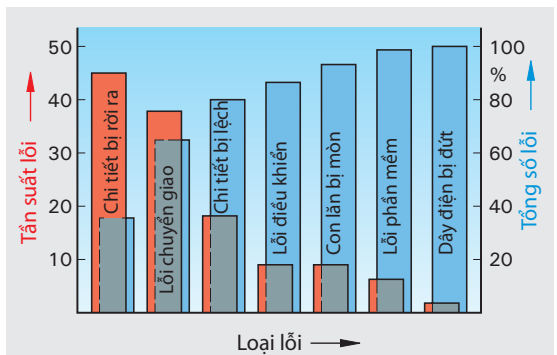
■ Phương pháp **phân tích Pareto**, còn gọi là **phân tích ABC** chia loại lỗi sai hỏng hay nguyên nhân lỗi sai hỏng theo tần suất của chúng (Hình 3). Phân tích Pareto chứng minh rằng khi có nhiều loại lỗi xảy ra thì thường chỉ có một vài loại lỗi chính đặc biệt xuất hiện nhiều. Điều này có nghĩa là chỉ cần tập trung khắc phục một số ít vấn đề hay lỗi quan trọng là có thể cải tiến được rất nhiều. Biểu đồ Pareto cũng có ích khi phải chọn lời giải cho một vấn đề hay lựa chọn lỗi sai hỏng nào phải giải quyết trước nhất. Phương pháp này cũng giúp ta tiên đoán được kết quả của sự cải tiến khi giải quyết được một vấn đề.



Hình 1: Lưu đồ tiến trình sản xuất một cấu kiện

Loại lỗi	Tháng 10	Tháng 11	Tháng 12	Σ
Chi tiết bị lệch				18
Lỗi chuyển giao				38
Lỗi điều khiển				9
Lỗi chương trình				6
Chi tiết bị rời ra				45
Con lăn bị mòn				9
Dây điện bị đứt				1
Tổng cộng	42	43	41	126

Hình 2: Bảng thu thập lỗi sai hỏng (Phiếu tổng hợp các lỗi) của một thiết bị cung cấp phối gia công

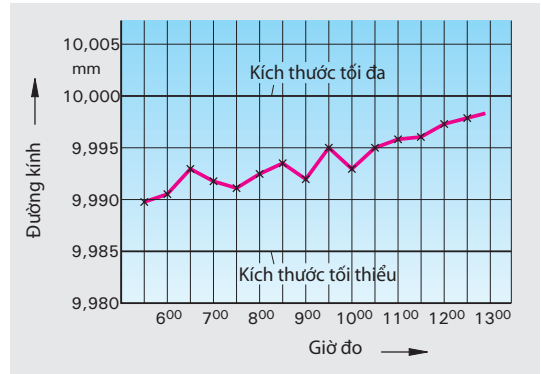


Hình 3: Áp dụng phân tích Pareto cho số lượng lỗi sai hỏng của một thiết bị cung cấp cấu kiện

■ **Biểu đồ diễn biến** là một phương pháp đơn giản để mô tả và đánh giá sự phát triển và khuynh hướng của một độ lớn cần kiểm nghiệm trong một khoảng thời gian nào đó (**Hình 1**). Dựa vào những số liệu đã được thu thập được đưa vào, người ta có thể tiên đoán được hướng đi sắp tới của số đo. Biểu đồ diễn biến được dùng để lập bảng điều chỉnh chất lượng (**Trang 76**) với mục đích giám sát và điều chỉnh trị số riêng lẻ của các đặc tính trong sản xuất cũng giống y như diễn tả sự phát triển kinh doanh có tầm xa, thí dụ như doanh số, lợi nhuận hay chi phí của một công ty.

■ **Histogram** là một biểu đồ cột dùng để miêu tả và đánh giá sự phân bố số đo của một đặc tính. Trong biểu đồ cột, chiều cao của mỗi cột tỷ lệ với tần suất của số đo (**Hình 3**).

Để giới hạn số cột và làm cho biểu đồ dễ hiểu hơn ta phải tập hợp số đo thành một số nhóm. Muốn thế thì trước hết ta phải ấn định số nhóm, ranh giới và chiều rộng của mỗi nhóm. Để sửa soạn, ta làm một **giản đồ đếm kiểm** cho tần suất của mỗi số đo (**Hình 2**). Histogram được dùng trong các phương pháp thống kê. Nếu ta nối trung tâm chiều cao mỗi cột của histogram với nhau thì ta được đường cong phân bố của tần suất các trị số riêng lẻ của số đo (**Hình 4**).



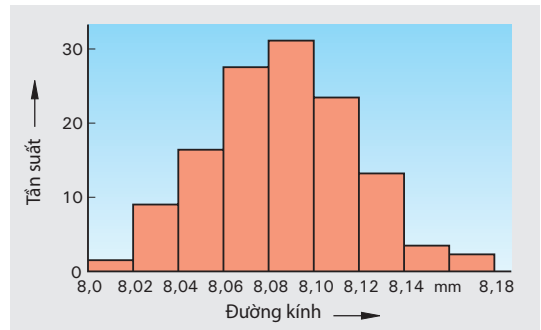
Hình 1: Biểu đồ hướng diễn biến một dây chuyền sản xuất bulông

Số nhóm	Giá trị đo d bằng \leq	Tần suất	Σ
1	8,00 – 8,02		1
2	8,02 – 8,04		9
3	8,04 – 8,06		16
4	8,06 – 8,08		27
5	8,08 – 8,10		31
6	8,10 – 8,12		23
7	8,12 – 8,14		12
8	8,14 – 8,16		3
9	8,16 – 8,18		2
10	8,18 – 8,20		0

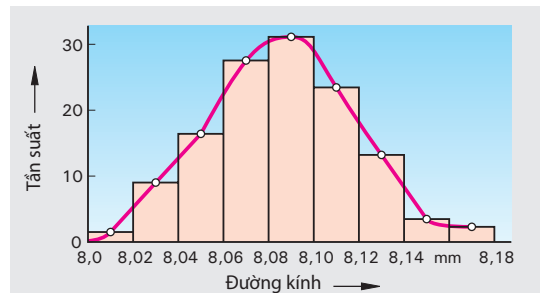
Hình 2: Giản đồ đếm kiểm của một dây chuyền sản xuất bulông

Ôn tập và đào sâu

1. Tại sao quản lý chất lượng có ý nghĩa lớn đối với một công ty?
2. Người ta có thể chia quản lý chất lượng thành những phạm vi hoạt động nào?
3. Tại sao tiêu chuẩn DIN EN ISO 900 và DIN EN ISO 9001 được coi là những tiêu chuẩn quan trọng nhất trong phạm vi quản lý chất lượng?
4. Bạn hãy cho ít nhất 3 thí dụ về biểu đồ diễn biến mà bạn đã gặp trong nghề nghiệp hay đời sống cá nhân.
5. Khi kiểm tra một đặc trưng định lượng và một đặc trưng định tính thì kết quả nhận được là gì?
6. Bạn hãy diễn đạt **“Chiến lược triết tiêu lỗi”** bằng lời văn của bạn.
7. Một lỗi sai hỏng nguy cấp khác một lỗi sai hỏng phụ ở chỗ nào?
8. Phiếu tổng hợp lỗi khác giản đồ đếm kiểm như thế nào?
9. Phân tích Pareto mang lại kết quả gì?



Hình 3: Biểu đồ cột (Histogram) của một dây chuyền sản xuất bulông



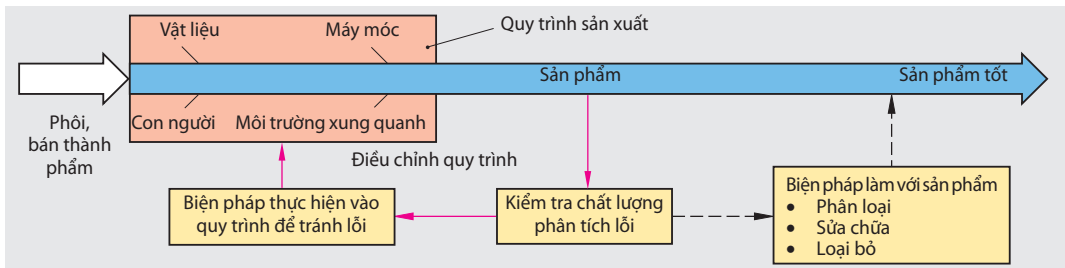
Hình 4: Đường cong phân bố của một dây chuyền sản xuất bulông

2.6 Điều chỉnh chất lượng

Điều tiên quyết cho việc điều chỉnh chất lượng là các biện pháp để đạt được quy trình ổn định cho mọi lĩnh vực để tránh lỗi sai hỏng. Nếu chỉ kiểm tra chất lượng tốt thôi thì chưa bảo đảm được là sản phẩm không bị lỗi.

Mục tiêu của điều chỉnh chất lượng là thỏa mãn yêu cầu về chất lượng bằng cách áp dụng những biện pháp ngăn ngừa, giám sát, chỉnh sửa cũng như diệt trừ những nguyên nhân gây ra lỗi để đạt được một lợi nhuận cao.

Trong điều chỉnh chất lượng ta lấy mẫu và thử nghiệm phối gia công từ quá trình sản xuất đang chạy theo quãng thời gian ấn định (**Hình 1**). Nếu số đo không thỏa trị số đòi hỏi thì ta phải có biện pháp để ngăn chặn lỗi xảy ra.



Hình 1: Điều chỉnh chất lượng để tránh lỗi

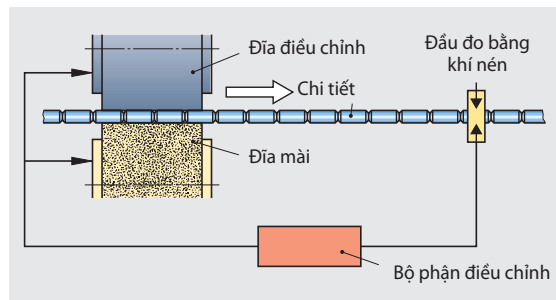
Mục tiêu điều chỉnh chất lượng trong việc giám sát một quy trình sản xuất là làm sao giữ các đặc tính của quy trình chỉ phân tán trong một giới hạn cho phép nào đó. Năm yếu tố gây ra sự phân tán quy trình là con người, máy móc, vật liệu, phương pháp và môi trường chung quanh (**Bảng 1**).

Ngoài năm yếu tố trên còn có một số yếu tố khác có ảnh hưởng đến chất lượng như tiền, tiếp thị, động cơ của nhân viên và khả năng có thể đo được. Phương pháp đo lường được chọn lựa có ảnh hưởng đến trị số đo. Một phương pháp đo được coi là thích hợp (có năng lực) để thử nghiệm một đặc tính nào đó nếu độ bất định của phép đo nhỏ không đáng kể khi so sánh với dung sai của chi tiết hay độ phân tán của sản xuất.

Con người	Trình độ nghề nghiệp, động cơ làm việc, mức chịu đựng, ý thức trách nhiệm
Máy móc	Độ bền vững, tính ổn định của sự gia công, tính định vị chính xác, sự chuyển động đồng đều, sự co giãn méo vì nhiệt, hệ thống dụng cụ và hệ thống kẹp chặt
Vật liệu	Kích thước, độ bền, độ cứng, ứng suất, thí dụ như qua xử lý nhiệt hay gia công
Phương pháp	Phương pháp sản xuất, thứ tự công việc, điều kiện cắt, phương pháp thử nghiệm
Môi trường	Nhiệt độ, sự rung chuyển của nền nhà

■ Những biện pháp điều chỉnh chất lượng

- **Kiểm soát chất lượng** trong khi hay ngay sau khi sản xuất để sớm tìm ra những phần bị lỗi.
- **Đánh giá trị số đo** ngay lập tức để điều chỉnh sản xuất, thí dụ như loại bỏ hay sửa chữa những phần bị lỗi.
- **Nhận biết khuynh hướng** để tránh lỗi.
- **Điều chỉnh quy trình** bằng những thiết bị điều chỉnh gắn trong máy để giữ kích thước được đồng đều (**Hình 2**).



Hình 2: Điều chỉnh quy trình mài

3.6.4 Tiện

Tiện là gia công cắt tạo phoi cho chi tiết có mặt trụ tròn quay chủ yếu với dụng cụ (dao tiện) một mặt cắt. Thông thường chi tiết quay với chuyển động tròn.

Nếu các phương pháp gia công khác được thực hiện thêm cho chi tiết hoàn toàn trên máy tiện, thí dụ như phay mặt chia khóa, người ta gọi đó là gia công toàn bộ (**Hình 1**). Trong trường hợp này, các dụng cụ và thiết bị phụ trợ (đồ gá) được truyền động để có thể sản xuất được các mặt phẳng, rãnh và lỗ khoan ngang.



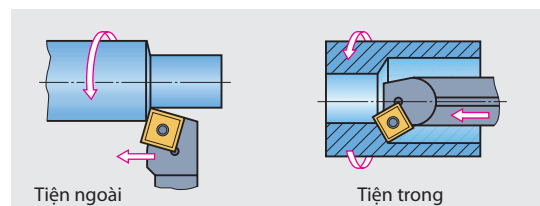
Hình 1: Chi tiết tiện

3.6.4.1 Phương pháp tiện

Tùy theo loại bề mặt gia công người ta phân biệt các phương pháp tiện: tiện tròn, tiện vạt mặt (tiện mặt đầu), tiện ren, tiện chích rãnh, tiện định hình và tiện tạo dạng (**Bảng 1**). Người ta có thể phân chia tiếp tục qua hướng chuyển động của bước tiến ngang hay dọc với trục quay.

Bảng 1: Phương pháp tiện			
Thí dụ/Tên	Đặc điểm / phương pháp đơn lẻ	Thí dụ/Tên	Đặc điểm / phương pháp đơn lẻ
Tiện trụ (tròn)	Tiện tròn tạo ra bề mặt trụ: Tiện trụ dài (hình), tiện tinh rộng và tiện trụ ngang	Tiện vạt mặt	Tiện vạt mặt tạo một bề mặt thẳng góc với trục quay của chi tiết: tiện vạt mặt ngang (Hình) và tiện cắt đứt ngang
Tiện ren	Với một dụng cụ định hình tạo ra bề mặt dạng hình ren (hình) và tiện ren bằng lược ren (dụng cụ nhiều lưỡi cắt)	Tiện chích rãnh	Dụng cụ tiện chích rãnh thực hiện một chuyển động dẫn tiến ngang (Hình) hay dọc với trục quay
Tiện định hình	Hình dạng của dao tiện được chép qua chi tiết: tiện định hình dọc và tiện định hình ngang (Hình)	Tiện tạo dạng	Qua điều khiển chuyển động của bước dẫn tiến, hình dạng chi tiết được tạo thành: tiện tạo dạng bằng NC hay tiện chép hình (hình)

Tùy theo vị trí điểm gia công ở chi tiết có thể chia phương pháp tiện ra làm **tiện trong** và **tiện ngoài** (**Hình 2**). Ở tiện ngoài, dụng cụ tiện (dao tiện) có đủ chỗ (không gian). Dao tiện có thể chọn lớn để không bị đẩy trong quá trình gia công khi lực cắt xuất hiện. Ở tiện trong, việc chọn dao tiện bị hạn chế vì hình dạng của chi tiết.



Hình 2: Vị trí điểm gia công trong phương pháp tiện

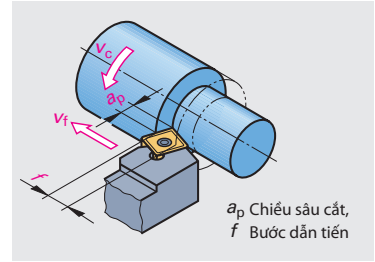
3.6.4.2 Sự chuyển động và thông số cắt tạo phoi

Trong phương pháp tiện, việc cắt tạo phoi được thực hiện qua chuyển động cắt và chuyển động bước tiến (Hình 1).

Độ lớn của **tốc độ cắt** v_c cơ bản dựa theo độ bền vật liệu của chi tiết cũng như độ bền mài mòn và độ bền chịu nhiệt của vật cắt.

Bước dẫn tiến f là đoạn đường đi của dụng cụ ở một vòng quay của chi tiết. Tiện thô sử dụng bước tiến lớn, tiện tinh sử dụng bước tiến nhỏ.

Qua chuyển động cho ăn dao, **chiều sâu cắt** a_p được xác lập.

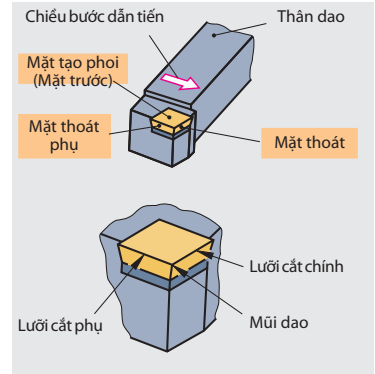


Hình 1: Thông số cắt gọt tạo phoi khi tiện

3.6.4.3. Các thông số hình học của dao tiện

Mũi dao tiện bị giới hạn qua mặt cắt tạo phoi (mặt trước) và mặt thoát (mặt sau chính) (Hình 2). Cạnh cắt của hai mặt tạo thành **lưỡi cắt chính**. Lưỡi cắt này nằm ở chiều bước dẫn tiến và thực hiện nhiệm vụ cắt chủ yếu trong quá trình tiện. Lưỡi cắt chính đi qua mũi dao bo tròn ở **lưỡi cắt phụ**.

Lưỡi cắt chính và lưỡi cắt phụ tạo thành **góc mũi dao** ϵ (Hình 3). Góc này nên lựa càng lớn càng tốt nhằm cải thiện sự tỏa nhiệt và sự ổn định của dao tiện. Để tránh mũi dao (cạnh cắt) bị mẻ thì góc mũi dao phải bo tròn. Thông thường bán kính góc mũi dao từ 0,4 mm đến 2,4 mm. Độ lớn của **bán kính mũi** r_ϵ và bước dẫn tiến f xác định độ nhấp nhô lý thuyết R_{th} ở chi tiết (Hình 4).



Hình 2: Mặt và lưỡi cắt ở dụng cụ tiện

Độ nhấp nhô lý thuyết

$$R_{th} = \frac{f^2}{8 \cdot r_\epsilon}$$

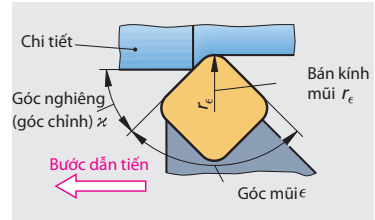
Thí dụ: Độ nhấp nhô lý thuyết R_{th} có bán kính mũi $r_\epsilon = 0,4$ mm với bước dẫn tiến $f = 0,1$ mm là bao nhiêu?

Lời giải: $R_{th} = \frac{f^2}{8 \cdot r_\epsilon} = \frac{0,1^2}{8 \cdot 0,4} = 0,003125$ mm = **3,1 μ m**

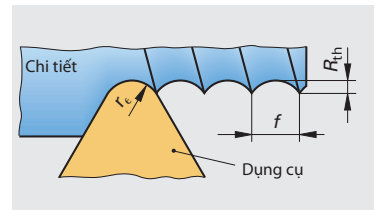
Sự ổn định của mảnh cắt trở mặt tăng lên khi góc mũi và bán kính mũi tăng.

Ở tiện thô vì lực tải cắt cao, dao tiện làm việc với góc mũi và bán kính mũi lớn hơn ở tiện tinh. Ở bán kính mũi lớn hơn với cùng bước tiến có khả năng tạo độ bóng bề mặt cao hơn ở bán kính mũi nhỏ. Tuy nhiên phần lớn bán kính nhỏ vẫn được sử dụng ở gia công tinh vì thông thường cũng được tiện với bước dẫn tiến nhỏ. Khi sử dụng bán kính mũi lớn thì lực đẩy cho dụng cụ và chi tiết qua độ lớn của của lực thụ động F_p mạnh hơn (Hình 5). Lực này có thể dẫn đến sự rung và làm xấu đi độ bóng bề mặt.

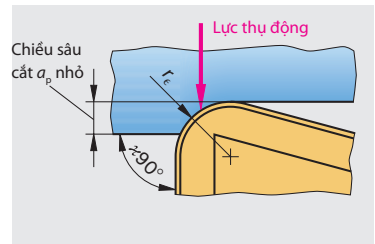
Ở tiện thô người ta làm việc với góc mũi lớn và bán kính mũi lớn, ở tiện tinh thông thường với bước dẫn tiến nhỏ và góc mũi nhỏ. Trong điều kiện làm việc ổn định bán kính mũi ở tiện tinh có thể lớn.



Hình 3: Mũi cắt

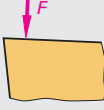
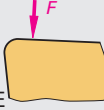
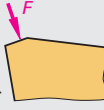
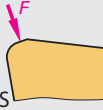


Hình 4: Ảnh hưởng của bán kính mũi

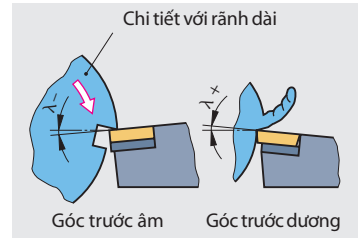


Hình 5: Bán kính mũi ở tiện tinh

Kết cấu mũi dao tiện. Sự chuyển tiếp từ lưỡi cắt chính đến mặt trước ảnh hưởng rất lớn đến tuổi thọ của dao tiện. Do đó cho những ứng dụng khác nhau phải dự kiến những kết cấu mũi dao tiện khác nhau (**Bảng 1**).

Bảng 1: Tính năng và ứng dụng của các kết cấu mũi dao tiện (mép cắt) khác nhau			
Cạnh sắc	Bo cạnh	Vát	Vát và bo
			
Dạng mũi cắt F	Dạng mũi cắt E	Dạng mũi cắt T	Dạng mũi cắt S
Lực cắt nhỏ nhất, nguy cơ bị vỡ, mẻ	Bảo vệ mũi cắt, vật liệu cắt luôn có lớp phủ mỏng	Độ ổn định của cạnh cắt lớn hơn, lực cắt lớn hơn.	An toàn gia công cao nhất, tuy nhiên sẽ làm tăng lực cắt, nhiệt độ và có xu hướng kêu lạch cạch
Tiện tinh, gia công chất dẻo	Gia công thép, ở cắt gián đoạn	Gia công thép tôi cứng và gang cứng	Cho việc cắt khó (cắt nặng tay)

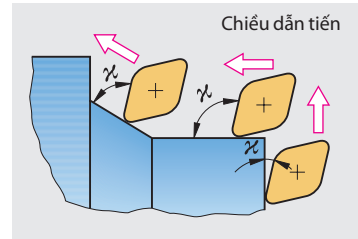
Góc trước λ quyết định việc va chạm chi tiết với mặt trước và có ý nghĩa cho định hướng phoi thoát (**Hình 1**). Góc trước âm phoi thoát dẫn vào bề mặt của chi tiết, góc trước dương phoi thoát ra khỏi bề mặt chi tiết. Ở cắt gián đoạn, một góc trước có trị số âm làm lệch mất lần chạm đầu tiên giữa chi tiết và dụng cụ của mũi dao. Do vậy giảm nguy cơ vỡ, mẻ.



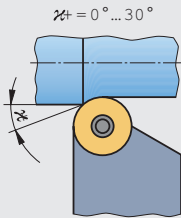
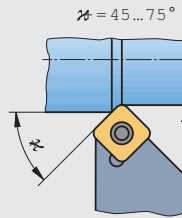
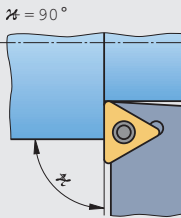
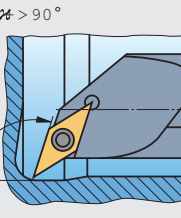
Hình 1: Góc trước

- Ở sự cắt gián đoạn và gia công phá mạnh, dự kiến một góc trước âm (-4° đến -8°)
- Ở tiện tinh và tiện trong, ưu tiên chọn một góc trước dương hay góc trung lập (0°) để bề mặt chi tiết không bị hư hỏng do phoi thoát ra.

Góc nghiêng γ là góc giữa mặt trước và bề mặt tiện. Nó ảnh hưởng đến hình thành phoi, phoi đứt, lực cắt và nổi dợn sóng. Độ lớn của góc nghiêng tùy thuộc vào dụng cụ và đường biên dạng của chi tiết (**Hình 2**). Sự chọn góc nghiêng phù hợp tùy thuộc vào sự gia công tương ứng (**Bảng 2**).



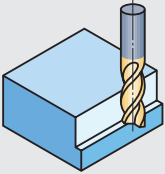
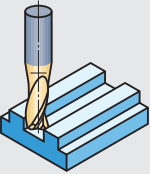
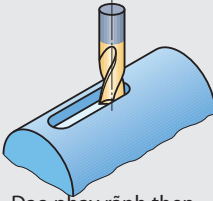
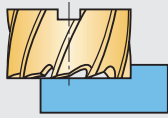

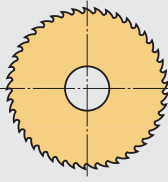
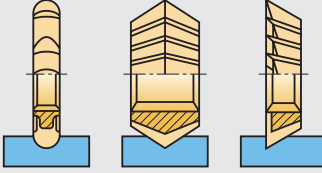
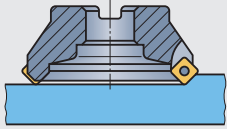
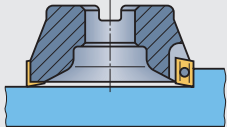
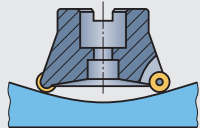
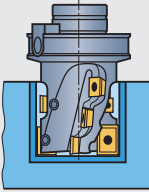
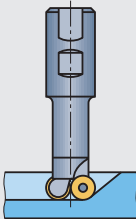
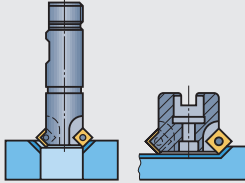
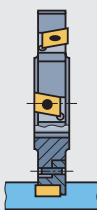
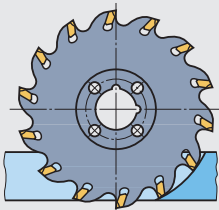
Hình 2: Góc chính khi tiện đường biên

Bảng 2: Góc chính ở những công đoạn gia công khác nhau			
$\gamma = 0^\circ \dots 30^\circ$	$\gamma = 45^\circ \dots 75^\circ$	$\gamma = 90^\circ$	$\gamma > 90^\circ$
			
Lực thụ động lớn đòi hỏi chi tiết, máy và thiết bị kẹp có độ ổn định cao	Bảo vệ mũi tiện lúc cắt mép vát	Lực thụ động nhỏ, do vậy chi tiết tiện ít bị cong và ít nổi dợn sóng	Nguy cơ bị gãy ở mũi dao tiến trước nhanh
Gia công vật liệu cứng, tiện tinh với bước dẫn tiến cao	Gia công tiện phá	Gia công tinh, tiện trong	Tiện đường biên dạng và tiện chính rãnh xén

3.6.5.2 Dụng cụ phay

Dụng cụ phay có thể phân biệt tùy theo loại của gá mang (dao phay lắp cán hay dao phay trụ), theo vật liệu cắt và hình dáng của mũi cắt hay mảnh cắt (dao phay phá hay dao phay tinh) hoặc phương pháp gia công phay, thí dụ: phay phẳng, phay góc, phay rãnh, phay chép hình (**Bảng 1**).

Bảng 1: Dụng cụ phay

<p>Dao phay trụ Dụng cụ bằng thép gió, hợp kim cứng toàn bộ hay cermet</p>	 <p>Dao phay trụ (90° - dao phay góc)</p>	 <p>Dao phay rãnh (dao phay rãnh chính xác)</p>	 <p>Dao phay rãnh then (phay lỗ dài)</p>	
<p>Dao phay lắp cán Dụng cụ bằng thép gió hay mảnh cắt hợp kim cứng hàn vẩy</p>	 <p>Dao phay lăn mặt đầu</p>	 <p>Dao phay đĩa</p>	 <p>Đĩa cưa</p>	 <p>Dao phay định hình (tiết diện bán nguyệt (lôm), chữ V, góc)</p>
<p>Dụng cụ phay với mảnh cắt trở mặt Mảnh cắt bằng hợp kim cứng (nitrit), gốm hay với mũi cắt bằng kim cương (PKD) cứng như bor nitrit (PKB)</p>	 <p>Dao phay phẳng</p>  <p>Dao phay góc</p>  <p>Dao phay chép hình (phay hình dạng và khoét, móc rỗng)</p>	 <p>Dao phay lăn mặt đầu (Dao phay góc 90°, dao phay rãnh)</p>  <p>Dao phay chép hình (phay hình dạng và khuôn dập, móc rỗng)</p>	 <p>Dao phay vạt cạnh (vạt cạnh, lã, rãnh có prôfin)</p>  <p>Dao phay đĩa (Phay rãnh, cắt rời, khía)</p>  <p>Dao phay cắt rời (Phay rãnh, cắt rời, khía)</p>	

Nhóm ứng dụng (các kiểu dao phay) N, H và W phân biệt phay trụ dựa vào góc xoắn và góc trước (góc tạo phoi) (**Bảng 1**).

Dao phay phá bằng thép gió HSS kết nối phoi ngắn và dày, tạo một lực cắt tương đối nhỏ và dễ thoát dễ dàng (**Hình 1**). Dao phay phá với khía răng dây có tiết diện tròn phù hợp để phay thô. Dao phay phá với tiết diện phẳng cho ra phoi nhuyễn hơn. Dao phay không có bộ chia phoi tạo ra độ bóng bề mặt cao, tuy nhiên lại phát sinh ra phoi rộng bản.

Tùy theo **hướng của cạnh cắt** người ta phân biệt dao phay răng thẳng, dao phay răng chéo và dao phay răng nghiêng (răng xoắn) (**Hình 2**). Đường xoắn dao phay lúc phay tạo ra lực dọc trục, lực này được triệt tiêu lẫn nhau ở dao phay răng chéo. Dao phay trụ răng xoắn phần lớn có một đường xoắn để phoi của chi tiết thoát đi.

Góc xoắn lớn cho phép nhiều lưỡi cắt tiếp xúc đồng thời vào phôi, vì thế tạo ra lực cắt đều hơn và máy hoạt động êm.

■ Vật liệu cắt ở dụng cụ phay

So sánh với dao phay bằng hợp kim cứng, dao phay trụ và dao phay lắp cán bằng thép gió HSS có độ dẻo dai cao, bởi vật liệu cắt ít cứng hơn và độ bền nhiệt ít hơn.

Dao phay trụ bằng **hợp kim cứng nguyên khối** (VHM) hay **cermet** (Titan cacbít +Titan nitrit) có tuổi thọ và độ bền vững cao so với thép gió HSS. Dao phay này cũng phù hợp cho phương pháp phay với tốc độ cao HSC (trang 166) và gia công cứng.

Dao phay với mảnh cắt:

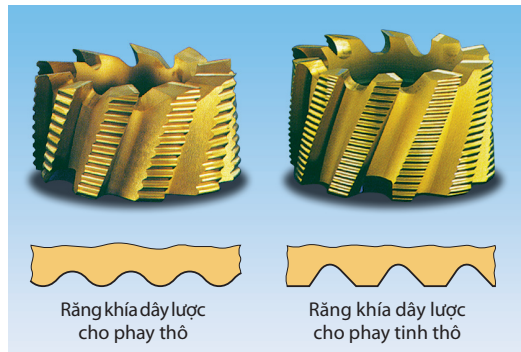
Mảnh cắt hợp kim cứng, thường được phủ lớp có khả năng sử dụng hầu như tất cả các công đoạn phay bao gồm phương pháp phay tốc độ cao HSC và gia công cứng cũng như gia công khô.

Với mảnh cắt bằng **gốm nitrit** và **oxit gốm** có thể phay được chi tiết tôi cứng và chi tiết gang xám.

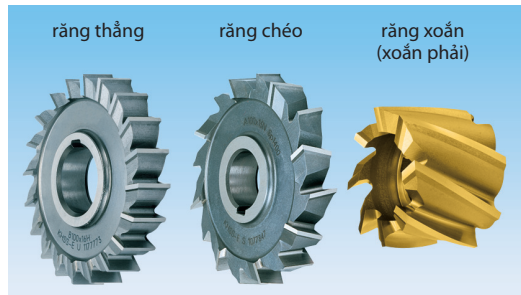
Mảnh cắt với lớp phủ bằng **kim cương** đa tinh thể (DP) có khả năng gia công kim loại nhẹ, đồng đỏ và chất dẻo với tốc độ cao và độ bóng bề mặt cao (**Hình 3**).

Mảnh cắt với một lớp bằng **Bor nitrit** khối (viết tắt là BN), phù hợp để tiện thép đã trui (tôi) cứng và phay tinh gang xám với tốc độ cắt cao.

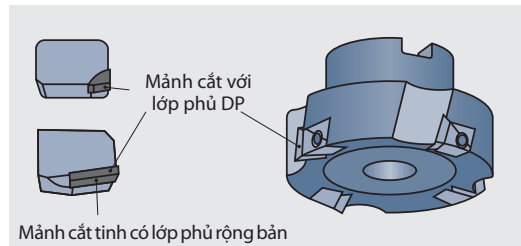
Nhóm ứng dụng	Loại vật liệu phôi	Dụng cụ
N	Thép và gang với sức bền bình thường	
H	Vật liệu cứng, cứng dẻo hay tạo phoi ngắn	
W	Vật liệu mềm, dai hay tạo phoi dài	



Hình 1: Dao phay bằng thép gió với phần chia phoi



Hình 2: Hướng cạnh cắt



Hình 3: Dao phay để gia công nhôm với mảnh cắt có lớp phủ kim cương đa tinh thể (DP)

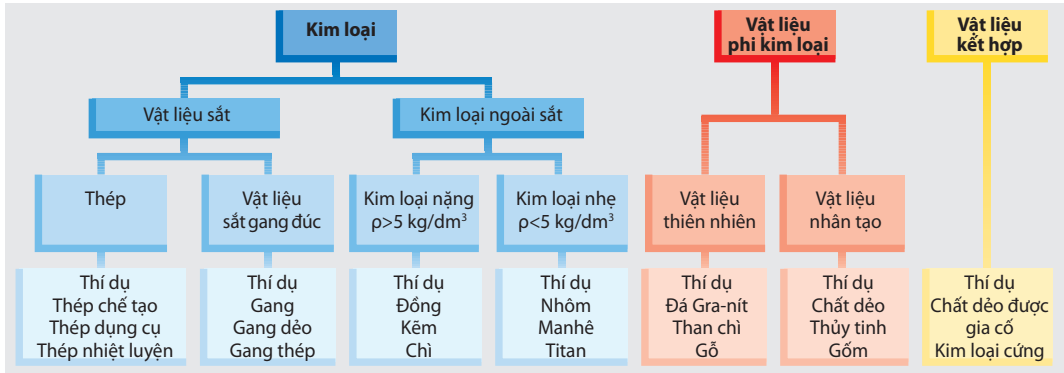
4 Kỹ thuật vật liệu

4.1 Đại cương về vật liệu và phụ liệu

4.1.1 Phân loại vật liệu

Để có cái nhìn tổng quát về tính đa dạng của vật liệu, người ta sắp xếp thành từng nhóm vật liệu theo thành phần hỗn hợp (hợp kim) hoặc theo cùng đặc tính trong nhóm vật liệu (**Hình 1**).

Ba nhóm chính của vật liệu là kim loại, phi kim loại và vật liệu kết hợp. Chúng có thể được tiếp tục chia thành nhóm phụ, thí dụ như vật liệu sắt chia thành 2 nhóm phụ là vật liệu thép và vật liệu gang hoặc kim loại ngoài sắt phân ra 2 nhóm kim loại nặng và kim loại nhẹ.



Hình 1: Phân loại vật liệu thành nhóm

■ Thép

Thép là những vật liệu gốc sắt với độ bền cao. Chúng được chủ yếu đưa vào sản xuất những cơ phận phải chịu và truyền lực: ốc, vít, bulông, bánh xe răng, prôfin (thép hình), trục (**Hình 2**).

■ Gang sắt đúc

Gang sắt là những vật liệu gốc sắt có tính dễ đúc. Gang được đúc thành cấu kiện có hình dáng phức tạp mà phương pháp đúc dễ thực hiện nhất, thí dụ thân hộp động cơ (**Hình 2**).

■ Kim loại nặng

(Tỷ trọng ρ nặng hơn 5 kg/dm^3)

Kim loại nặng như là đồng, kẽm, crôm, kền, chì. Chúng được sử dụng vì những đặc tính điển hình: Thí dụ như **đồng** dùng làm dây quấn động cơ điện và máy phát điện vì khả năng dẫn điện tốt (**Hình 3**). **Crôm** và **kền**, thí dụ là các yếu tố hợp kim trong thép để đạt được các tính chất nhất định hoặc để cải thiện.

■ Kim loại nhẹ

(Tỷ trọng ρ nhẹ hơn 5 kg/dm^3)

Kim loại nhẹ là nhôm, manhê và ti-tan. Đây là những vật liệu nhẹ có loại có độ bền cao. Lĩnh vực ứng dụng chính của chúng là những cấu kiện nhẹ, thí dụ cho ô tô hoặc máy bay (**Hình 3**).



Hình 2: Chi tiết bằng vật liệu sắt



Hình 3: Cấu kiện bằng kim loại ngoài sắt

■ Vật liệu thiên nhiên

Đây là những chất có trong thiên nhiên như các loại đá hoặc gỗ. Ứng dụng: thí dụ đá granit dùng làm nền cho bàn kiểm tra (bàn mấp, marbre) (**Hình 1**).

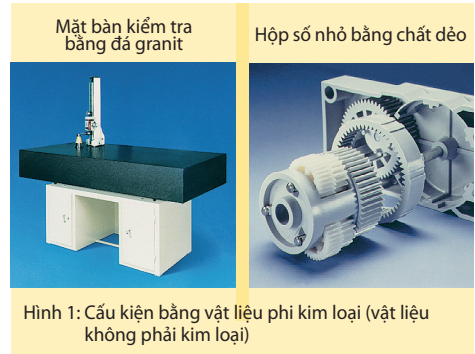
■ Vật liệu nhân tạo

Thuộc vào loại này là nhóm vật liệu lớn gốc **chất dẻo** cũng như thủy tinh và gốm. Chất dẻo có đặc điểm nhẹ, cách điện, từ loại mềm dẻo như cao su đến loại đã định hình (dạng ổn định) và cứng. Ứng dụng của chúng rất đa dạng từ vật liệu làm bánh xe cho đến cấu kiện của hộp số nhỏ (**Hình 1**). Vật liệu gốm trong công nghiệp được ứng dụng vì độ cứng và độ bền mài mòn thí dụ như mảnh dao cắt, vòi phun, vòng trượt.

■ Vật liệu kết hợp (compozit)

Vật liệu kết hợp được thành hình do sự kết nối của nhiều loại vật liệu với nhau và thống nhất trong một vật liệu mới có những đặc tính ưu điểm của từng vật liệu riêng lẻ. Thí dụ **chất dẻo được gia cố bằng sợi thủy tinh** có độ bền cao, dẻo dai và nhẹ (**Hình 2**).

Một loại vật liệu kết nối khác là **kim loại cứng** (hợp kim cứng), có độ cứng của hạt cứng và độ dẻo của kim loại kết nối (**Hình 2**). Kim loại cứng được dùng làm vật liệu cắt.



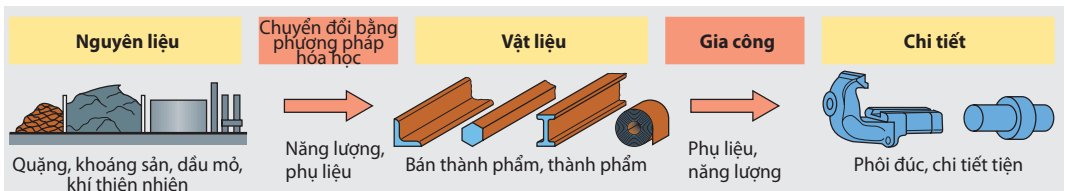
Hình 1: Cấu kiện bằng vật liệu phi kim loại (vật liệu không phải kim loại)



Hình 2: Cấu kiện bằng vật liệu kết hợp

4.1.2 Sản xuất vật liệu

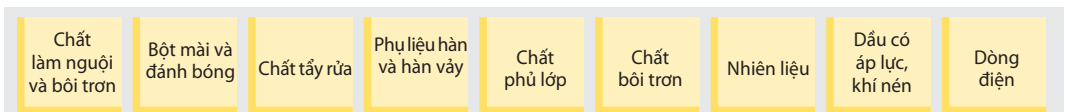
Sự sản xuất vật liệu khởi đầu bằng nguyên liệu (**Hình 3**). Đa số những nguyên liệu này được khai thác từ mỏ quặng trong lớp vỏ trái đất, thí dụ như quặng để thu hoạch kim loại hoặc là dầu hỏa để sản xuất chất dẻo. Qua phản ứng hóa học từ nguyên liệu thô sẽ đạt được những vật liệu và sẽ là sản phẩm dưới dạng những bán thành phẩm hay thành phẩm trên thị trường. Từ những vật liệu này, sẽ được sản xuất thành những chi tiết. Những vật liệu thiên nhiên được lấy trực tiếp từ thiên nhiên.



Hình 3: Từ nguyên liệu đến chi tiết

4.1.3 Phụ liệu và năng lượng

Để sản xuất vật liệu và trong gia công các chi tiết cũng như để vận hành máy móc người ta cần thêm những phụ liệu và năng lượng (**Hình 4**). Thí dụ lúc tiện một chi tiết người ta cần có dung dịch cắt gọt (chất bôi trơn làm nguội) cho dụng cụ cắt. Chất làm trơn để làm trơn bề mặt và năng lượng điện để cho máy công cụ hoạt động.



Hình 4: Phụ liệu và năng lượng

Tổng quan về các loại nhiệt luyện

Người ta gọi nhiệt luyện để chỉ tác dụng nhiệt gây thay đổi vĩnh viễn cấu trúc và đặc tính. Người ta phân biệt các phương pháp nhiệt luyện sau:

Nung	Tôi (trui)	Ủ hóa tốt	Tôi lớp da ngoài	Tôi thấm carbon	Thấm nitơ	Thấm cacbua nitơ
-------------	-------------------	------------------	-------------------------	------------------------	------------------	-------------------------

4.8.4 Nung

Nung là một phương pháp nhiệt luyện, gồm các giai đoạn nung nóng chậm, giữ cố định nhiệt độ nung và làm nguội chậm.

■ **Các phương pháp nung.** Các phương pháp nung khác nhau ở nhiệt độ và thời gian nung (Hình 1).

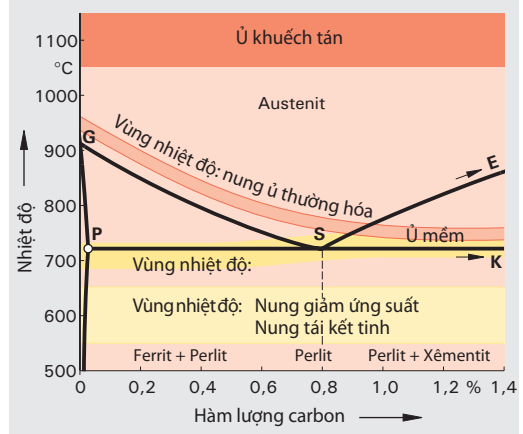
• Qua **nung giảm ứng suất** tất cả dạng ứng suất do chảy dẻo trong chi tiết sẽ giảm đi. Các ứng suất bên trong (*ứng suất nội thể*) có thể do đúc, cán, rèn hay hàn phát sinh ra. Người ta nung các chi tiết ở 550°C đến 650°C trong 1 đến 2 giờ (Hình 1).

• **Nung tái kết tinh** (ủ trung gian) được ứng dụng đưa cấu trúc bị biến thể do biến dạng nguội trở về cấu trúc chưa biến thể. Một cấu trúc hoàn toàn mới được hình thành qua tác động nung nhiều giờ ở nhiệt độ 550°C đến 650°C (Hình 2).

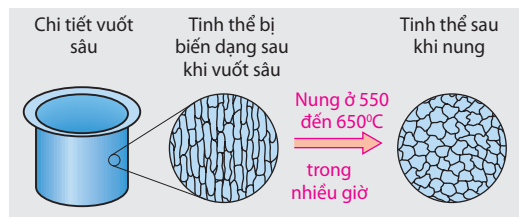
• Khi **nung mềm (ủ mềm)**, tùy theo hàm lượng carbon của thép, người ta nung nóng lên 680°C đến 750°C và giữ cố định nhiệt độ trong nhiều giờ. Cũng có thể đạt tác dụng như thế bằng phương pháp nung thay đổi nhiệt độ, nghĩa là với nhiều lần thay đổi nhiệt độ vượt qua đường PSK (Hình 1). Qua nung mềm xêmentit sọc biến đổi thành xementit hạt (Hình 3). Nhờ thế mà vật liệu dễ biến dạng và dễ cắt gọt.

• **Nung ủ thường hóa** được ứng dụng khi cần phải loại bỏ cấu trúc không đồng đều hay có hạt to. Việc này đạt được với cách nung với thời gian ngắn ở nhiệt độ nằm gần trên đường GSK (Hình 1). Điều này đưa đến sự cấu tạo hạt hoàn toàn mới. Qua đó hình thành một cấu trúc hạt mịn và đồng đều (Hình 4). Quá trình này cũng được gọi là **làm mịn lại (Hồi tinh thể)**.

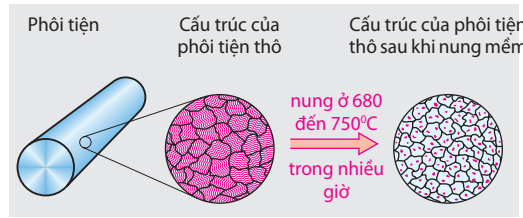
• Người ta hiểu nghĩa thuật ngữ **ủ khuếch tán** là một cách nung thời gian dài ở nhiệt độ 1050°C đến 1250°C. Mục đích là để cân bằng hàm lượng khác biệt trong chi tiết, phát sinh qua quá trình đúc (sự chia tách hay thiên tích).



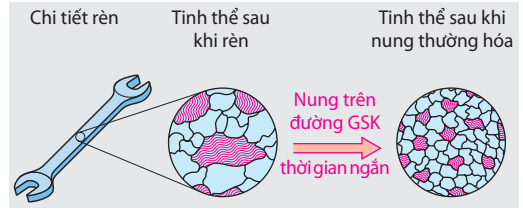
Hình 1: Nhiệt độ nung thép carbon, vẽ vào biểu đồ trạng thái Fe-C



Hình 2: Nung tái kết tinh



Hình 3: Ủ mềm



Hình 4: Nung ủ thường hóa (làm mịn lại)

■ **Lỗi nung.** Không giữ cố định nhiệt độ và thời gian nung sẽ không đưa đến sự thay đổi cấu trúc như mong muốn. Khi nung với thời gian quá dài và nhiệt độ vượt quá mức, vật liệu sẽ bị hư hại hay bị phá hủy.

4.8.5 Tôi (trui)

Phương pháp tôi bao gồm nhiều công đoạn gia công (**Hình 1**). Đầu tiên chi tiết được **nung nóng** lên nhiệt độ tôi và tiếp theo là giữ cố định nhiệt độ này. Rồi chi tiết được **làm nguội đột ngột**, tức là nhúng vào nước hay dầu. Nhờ đó mà thép rất cứng, nhưng cũng giòn và dễ gãy. Vì thế chi tiết tiếp tục được **ram**, nghĩa là nung lên nhiệt độ ram, tiếp theo đó chi tiết được để làm nguội trong không khí. Chất thép sẽ có độ cứng cần dùng.

Tôi là một phương pháp nhiệt luyện làm cho thép cứng và có độ bền chống hao mòn.

Trước tiên dụng cụ và cấu kiện chịu mài mòn được tôi (**Hình 2**).

■ Quá trình diễn tiến bên trong lúc tôi

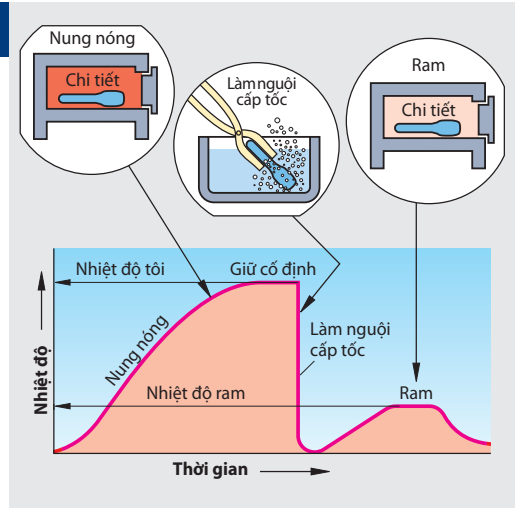
- **Lúc nung nóng** thép vượt qua nhiệt độ của đường GSK trong biểu đồ trạng thái Fe-C tinh thể biến đổi từ lập phương tâm khối của mạng ferit sang lập phương tâm mặt của mạng austenit (Hình 2, trang 279). Chỗ trống (được giải phóng) ở tâm khối của tinh thể được một nguyên tử carbon có nguồn gốc từ thành phần cấu trúc xêmentit (Fe_3C) chiếm lấy. Sự biến đổi này xuất hiện ở dạng cấu trúc austenit có thể thấy được trong ảnh mài (ảnh chụp cấu trúc tế vi).

- **Làm nguội chậm.** Khi làm nguội chậm thép austenit, sự biến đổi sẽ đảo ngược. Mạng tinh thể lập phương tâm khối sẽ xuất hiện trở lại (Hình 2, trang 279). Nguyên tử carbon rút đi (khuếch tán) ra khỏi tâm khối lập phương và kết nối với nguyên tử sắt thành xêmentit (Fe_3C), tự tách rời dưới dạng sọc. Cấu trúc peclit hình thành giống như trước khi nung.

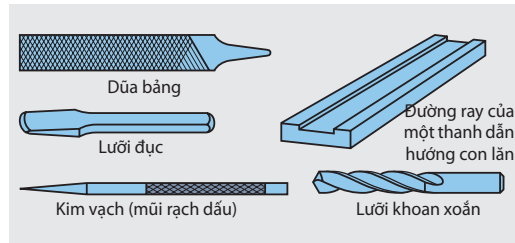
- **Làm nguội cấp tốc** (Nhúng làm nguội). Nếu thép austenit được làm nguội thật nhanh, mạng austenit lập phương tâm mặt sẽ lật chuyển đột ngột thành mạng ferit lập phương tâm khối khi nhiệt độ xuống thấp hơn đường GSK (**Hình 3**). Nguyên tử carbon ở giữa khối không có thì giờ rút ra khỏi mạng. Ở giữa mạng có cùng lúc một nguyên tử carbon và có thêm một nguyên tử sắt. Vì thế mạng tinh thể bị bóp méo rất mạnh. Một cấu trúc dưới dạng những hình kim mịn, được gọi là **mactensit**. Cấu trúc này rất cứng nhưng giòn.

Mactensit chỉ được hình thành khi chi tiết được làm nguội đủ nhanh (với một tốc độ làm nguội tối thiểu) và khi thép có đủ hàm lượng carbon.

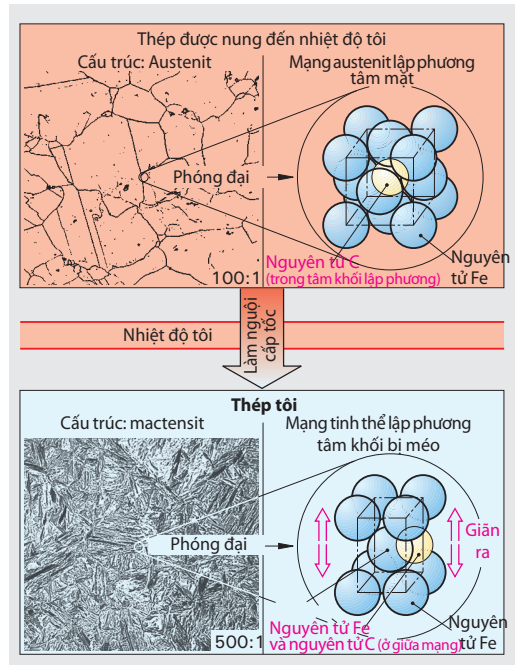
Chỉ những loại thép có trên 0,2% carbon mới thích hợp cho nhiệt luyện tôi.



Hình 1: Quá trình diễn tiến nhiệt độ trong phương pháp tôi



Hình 2: Chi tiết gia công đã tôi

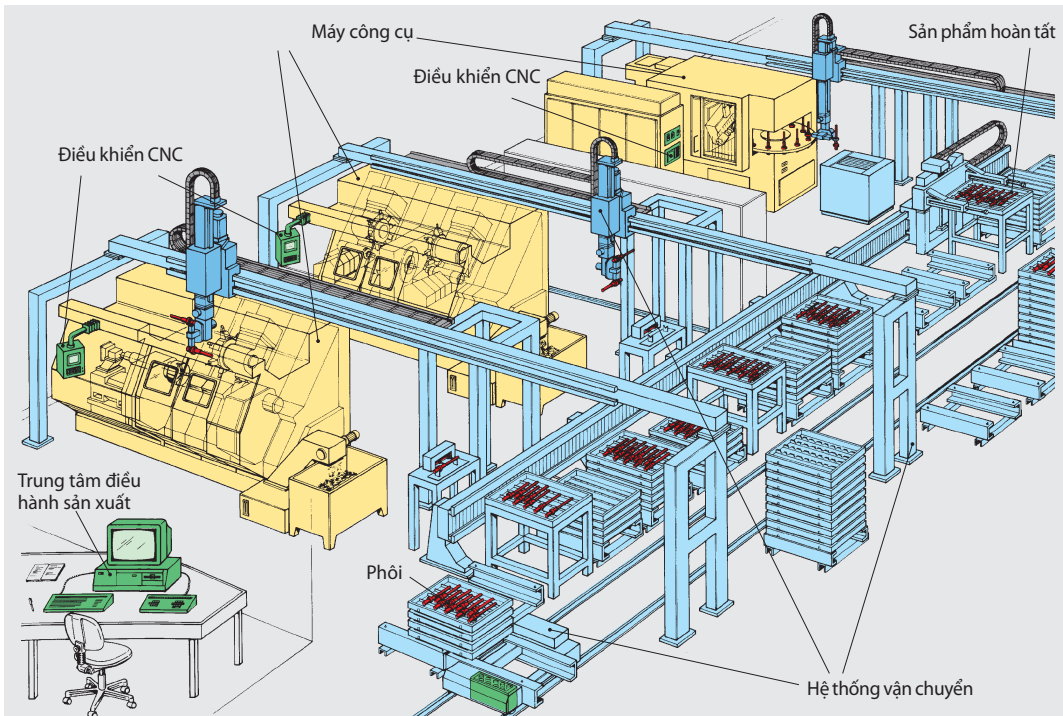


Hình 3: Biến đổi cấu trúc lúc làm nguội cấp tốc

5.1.4 Dây chuyền sản xuất

Một dây chuyền sản xuất hiện đại bao gồm nhiều máy móc và thiết bị khác nhau, trong đó năng lượng, vật liệu và thông tin được biến đổi (**Hình 1**). Máy động lực, máy làm việc (máy gia công), hệ thống tay máy (*thiết bị xử lý thao tác*) và vận chuyển cũng như hệ thống xử lý dữ liệu được kết nối thành một đơn vị thống nhất, tạo điều kiện sản xuất với giá cả thuận lợi.

- Việc **cung ứng năng lượng** được thực hiện với các động cơ điện như là động cơ truyền động và trợ động (trợ lực hay servo) trong từng máy gia công và thiết bị vận chuyển.
- Việc **gia công** phôi được tiến hành trên máy công cụ CNC trong những công đoạn sản xuất nối tiếp.
- Việc **vận chuyển vật liệu** được đảm bảo bởi một hệ thống vận chuyển pa lét vận hành theo chu trình (định thời) và cổng nạp phôi. Hệ thống này đưa phôi vào máy công cụ và lấy ra sau khi gia công, chất vào bệ để hàng (pa lét) và chuẩn bị cho công đoạn gia công tới. Mạng lưới dữ liệu nối các điều khiển máy và trung tâm điều khiển sản xuất. Từ đây việc gia công trên những máy công cụ cũng như chuẩn bị vật liệu qua hệ thống vận chuyển sẽ được điều khiển và như thế các máy và thiết bị được kết nối thành một hệ thống tổng thể.



Hình 1: Hệ thống sản xuất cho gia công lắp hộp số (trục hộp số) với sản lượng nhỏ và vừa

Ôn tập và đào sâu

1. Hãy giải thích nghĩa của máy biến đổi vật liệu qua thí dụ máy phay được thể hiện ở hình 2, trang 168.
2. Hàng rời ướt được chạy qua một lò đường hầm (*lò tunnel*) để làm khô trên băng chuyền xích bản lề qua một đường hầm dài 12 m. Băng chuyền phải có vận tốc nào để đạt đến thời gian làm khô là 1,6 phút?
3. Vòng quay của một động cơ điện là bao nhiêu (1/min) khi nó đạt đến 36 vòng trong 3 giây?
4. Với phương trình nào người ta tính luồng khối lượng trên một băng vận chuyển?
5. Người ta hiểu thế nào về nguyên tắc NXX?
6. Hệ thống vận chuyển nào thực hiện việc vận chuyển vật liệu trong dây chuyền sản xuất ở hình 1?

5.2 Xử lý trong sản xuất và lắp ráp

5.2.1 Kỹ thuật về hệ thống xử lý

Quy trình xử lý cần thiết cho các công việc vận chuyển, gia công, lắp ráp và lịch trình kiểm tra trong sản xuất. Những hệ thống xử lý phù hợp cho việc thực hiện hoàn tất các công việc trên, thí dụ robot công nghiệp trong dây chuyền lắp ráp (Hình 1).

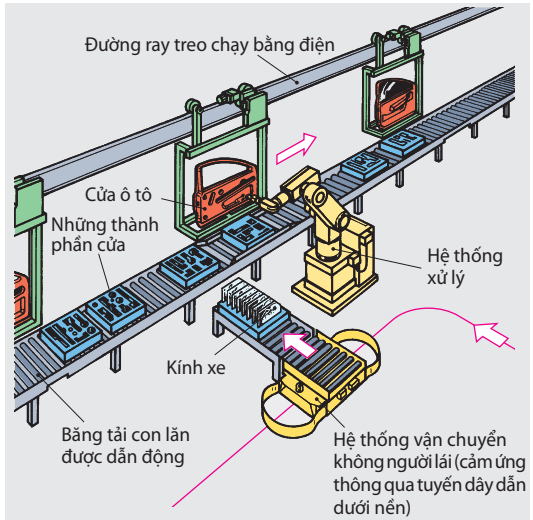
Ở đây hình thành một **đòng vật liệu** đến những nơi sản xuất và lắp ráp cũng như từ đó đi ra. **Xử lý** là một phần chức năng của dòng vật liệu này cũng như **vận chuyển** và **lưu kho**.

Những chức năng xử lý được chia làm 5 phần phạm vi. Để đơn giản hóa việc mô tả và soạn tài liệu cho những chức năng này, người ta sử dụng những biểu tượng tương ứng (Hình 2).

Hệ thống xử lý thao tác cho việc nạp vào và dỡ ra trong máy tiện thực hiện chủ yếu những chuyển động thẳng (ngang, dọc) và chuyển động quay. Qua đây, phối được đưa đến mâm cặp và sau quá trình gia công thì được đặt vào thùng vận chuyển xem như là chi tiết hoàn tất để đưa đi (Hình 3).

Bậc tự do của mỗi hệ thống xử lý cho phép thực hiện những chuyển động này (thẳng và quay). Bậc tự do cơ học f cho biết số chuyển động độc lập, thí dụ trượt hoặc quay của cấu kiện đối với hệ chuẩn của nó (Hình 4). Có 3 bậc tự do **tịnh tiến** (thẳng), đó là chuyển động theo hướng trục X, Y và Z. Những chuyển động thẳng này làm thay đổi vị trí của cấu kiện.

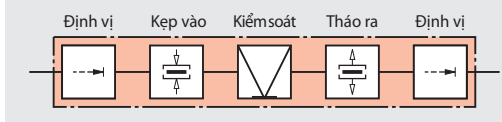
Ba bậc tự do **quay** (xoay) làm thay đổi **định hướng** của vật. Đó là nói về từng trường hợp xoay của các trục A, B và C.



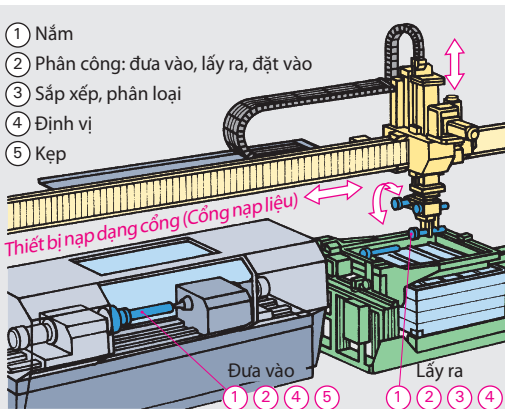
Hình 1: Lắp ráp cấu kiện cửa ô tô với thiết bị xử lý

Lưu trữ	Thay đổi số lượng	Chuyển động	Khóa	Kiểm soát
Lưu trữ có sắp xếp	Rẽ nhánh	Định vị	Kẹp	Kiểm tra
Thí dụ: Máng trữ, bộ nhớ	Thí dụ: Ghi rãnh, thiết bị phân phối	Thí dụ: Cờ chặn	Thí dụ: Tay kẹp, nhận	Thí dụ: Cảm ứng, hệ thống kiểm tra

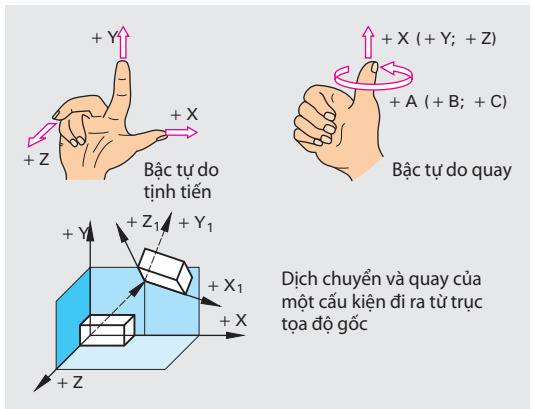
Thí dụ: Quá trình xử lý tại một trạm kiểm tra



Hình 2: Các biểu tượng (ký hiệu) diễn tả những chức năng xử lý



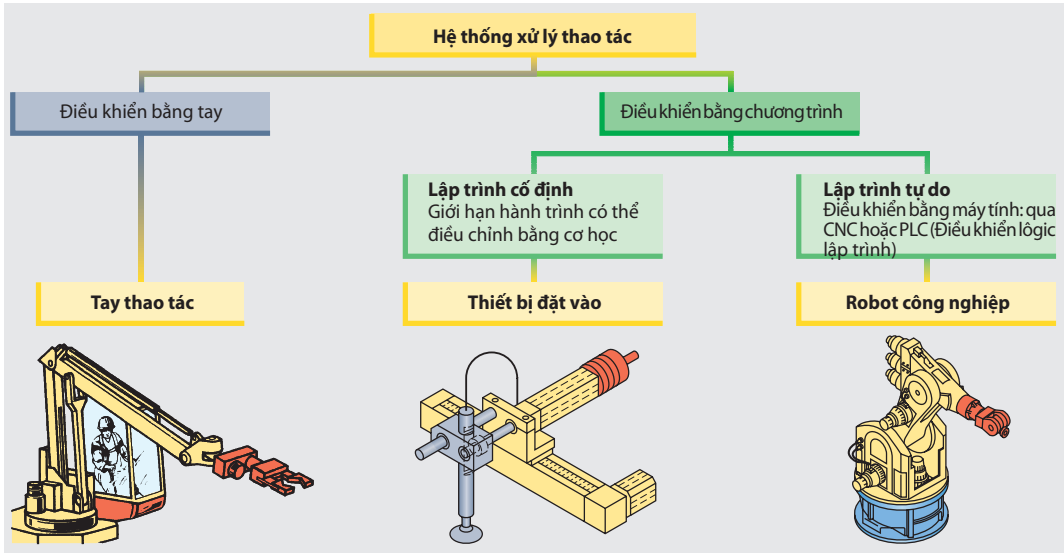
Hình 3: Những chức năng xử lý cho việc nạp vào và lấy ra của máy tiện



Hình 4: Bậc tự do của một vật

5.2.1.1 Phân loại hệ thống xử lý

Người ta phân biệt giữa tay máy (thiết bị thao tác, thiết bị giả động tác tay người), thiết bị đặt vào (điền vào) và robot công nghiệp (RBCN). Các loại đó có những hệ điều khiển và những khả năng lập trình khác nhau cho trình tự chuyển động.



Hình 1: Phân chia hệ thống xử lý theo loại điều khiển

Tay máy có thể di chuyển những cấu kiện nặng của máy và những tải nặng nguy hiểm thông qua điều khiển bằng tay. Qua việc điều khiển từ xa, thiết bị thao tác có thể sử dụng trong những nơi mà con người không được phép bước vào vì nhiệt độ nóng, lạnh, có áp suất hay chịu tia phóng xạ.

Thiết bị đặt vào (điền vào, nạp liệu) là những thiết bị được trang bị cho chuyển động tay kẹp tự động. Nó được đưa vào sử dụng trong sản xuất với số lượng lớn, khi thực hiện di chuyển từ điểm-tới-điểm, thí dụ như đưa chi tiết hoặc dụng cụ từ máng trữ đến máy. Những chuyển động đơn giản, như chuyển động nâng và chuyển động xoay, được điều chỉnh qua cỡ chặn hoặc công tắc giới hạn.

Robot công nghiệp có thể chuyển động hầu như không giới hạn trong không gian hoạt động. Chuyển động có thể được lập trình tự do hoặc điều khiển qua cảm biến.

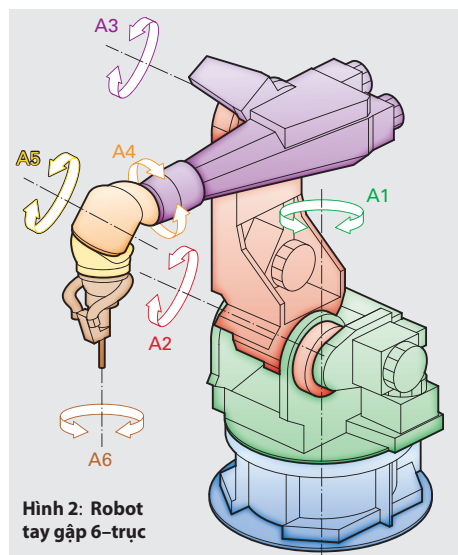
5.2.1.2 Động học và các loại kết cấu của robot công nghiệp (RBCN)

Cấu tạo động học của RBCN được xác định qua cách bố trí, loại và số trục tham gia vào chuyển động. **Trục** là những phần tử chuyển động của robot được điều khiển và được truyền động không lệ thuộc vào nhau.

Người ta phân biệt:

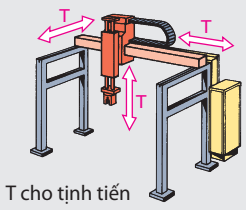
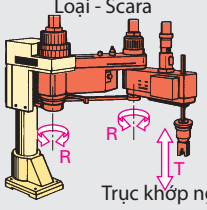
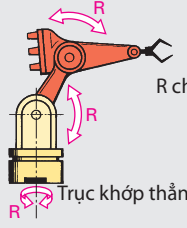
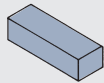

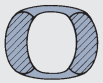
Trục quay: Với trục quay thì chuyển động quay nhanh có thể được thực hiện trong những khớp quay (khớp các đấng) A1 tới A6 (Hình 2).

Trục tịnh tiến: Với trục tịnh tiến thì trục chuyển động có thể là đường thẳng, tuyến tính song song với những trục tọa độ X, Y và Z.



Hình 2: Robot tay gập 6-trục

Loại kết cấu và những khả năng chuyển động (= động học) của robot cũng như sự hiện diện của các chuyển động quay (R) hoặc tịnh tiến (T) của trục chính robot xác định **không gian có thể hoạt động (Hình 1)**. Không gian có thể ở dạng hình trụ, hình cầu và hình hộp thẳng. Dạng kết hợp giữa các phần tử cơ bản này được gọi là dạng lai: thí dụ không gian hoạt động của loại Scara¹⁾.

Đặc điểm	Loại kết cấu		
	Robot cổng	Robot tay xoay ngang	Robot tay gấp thẳng đứng
Sắp xếp của những trục chuyển động (cấu tạo động học)	 T cho tịnh tiến	 Loại - Scara Trục khớp ngang	 R cho quay Trục khớp thẳng đứng
Kết hợp các trục	3 trục tuyến tính Cấu trúc trục tọa độ TTT	1 trục tuyến tính 2 trục quay RRT (TRR)	3 trục quay RRR
Không gian hoạt động			
Phạm vi sử dụng	Nạp dụng cụ và chi tiết đến, lắp ráp, đặt lên palét	Lắp ráp, khoan, phay, kiểm tra	Hàn, làm sạch ba via, sơn, lắp ráp

Hình 1: Loại kết cấu và phạm vi đưa vào sử dụng của robot công nghiệp

Từ loại kết cấu cho ra kết quả về tính năng công suất của RBCN:

- **Số trục chuyển động.** Robot có càng nhiều trục (khớp) thì càng linh động hơn. Bậc tự do cao nhất $f = 6$ đòi hỏi tối thiểu là 6 trục chuyển động.
- **Không gian hoạt động.** Mô tả khả năng không gian di chuyển. Không gian hoạt động được tạo thành từ những vùng di chuyển của tất cả trục và đồng thời diễn tả những **phạm vi nguy hiểm** cho người sử dụng và bảo trì robot.
- **Tải trọng danh nghĩa.** Luôn luôn nhỏ hơn tải trọng cho phép tối đa và có thể được di chuyển với vận tốc không giới hạn.
- **Vận tốc.** Được tổng hợp theo thành phần từ các chuyển động của trục.
- **Độ chính xác lặp lại.** Độ lệch tối đa phát sinh bởi sự lặp lại việc tiếp cận tại một vị trí với những điều kiện giống nhau và ở trong phạm vi $\pm 0,01\text{mm}$ và $\pm 2\text{mm}$.
- **Độ chính xác định vị.** Độ lệch tối đa khi định vị của tải trọng danh nghĩa.

Đặc thù và đặc trưng của RBCN được xác định bởi đặc điểm về công suất của nó: số trục chuyển động, độ chính xác định vị và độ chính xác lặp lại cũng như vận tốc.

Robot cổng được bố trí theo dạng cầu đi qua không gian hoạt động. Đặc biệt phù hợp cho những đường di chuyển dài và chuyển động nhanh với tải trọng lớn.

Robot cánh tay xoay ngang được sử dụng chủ yếu làm robot lắp ráp. Nó có độ bền vững lớn trong trục thẳng đứng và có thể di chuyển nhanh theo chiều ngang. Theo nguyên tắc kết cấu thì loại này giống cánh tay người nhất.

Robot cánh tay gấp thẳng đứng cũng được gọi là **robot khớp** vì loại cấu tạo của nó. Lợi điểm là có không gian hoạt động tương đối lớn so với kích cỡ của nó, chuyển động nhanh và việc chỉnh thẳng bất kỳ của tay kẹp hoặc dụng cụ trong không gian. Vì sự linh hoạt của loại robot này nên người ta đưa vào sử dụng nhiều trong những công việc hàn và sơn. Loại robot này được sử dụng rộng rãi cho việc xử lý và gia công nên được xem là **robot vạn năng**.

1) **Scara** là chữ viết tắt của tiếng Anh: selective compliance assembly robot arm = Tay máy mềm dẻo tùy ý để lắp ráp

5.2.1.3 Các đơn vị chức năng của robot công nghiệp (RBCN)

Truyền động của RBCN phần lớn từ động cơ servo (trợ lực) 3 pha có thể điều chỉnh vòng quay được với thắng điện tử. Số vòng quay cao của động cơ điện được giảm tốc mạnh với bộ truyền động bánh răng điều hòa (Trang 428, hình 1) hoặc bộ truyền động bánh răng cyclo-fine (Hộp số trợ động với bánh răng hành tinh). Người ta có được số vòng quay trong phạm vi từ 0,2 đến 2 vòng quay mỗi giây.

Bộ cảm biến là “giác quan” của robot. Có nhiều bộ cảm biến được đưa vào với các chức năng khác nhau (Hình 1). Những phần tử tín hiệu qua tiếp xúc biết được hình dạng và vị trí của chi tiết để gia công. Bộ cảm biến quang hoặc điện hoạt động không tiếp xúc xác định những thông tin từ không gian hoạt động của robot đến điều khiển, để theo dõi các lực và các chuyển động xuất hiện (Trang 468).




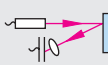
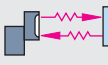



Hệ thống đo hành trình tuyệt đối theo kỹ thuật số (digital) với đĩa phân đoạn nhị phân nắm bắt được vị trí thật của trục quay và trục tịnh tiến.

Thiết bị analog thông báo vận tốc góc và vị trí góc, còn gọi là **bộ giải góc (Resolver¹⁾** và chiết áp tuyến tính cho những dịch chuyển theo đường thẳng là những thiết bị được sử dụng rộng rãi (Hình 2). **Bộ giải góc** được gắn trên trục rôto. Nó tương ứng với cơ cấu của một máy phát điện xoay chiều với một cuộn dây rôto và hai cuộn dây stato đặt lệch nhau một góc 90°. Cả hai cuộn dây cố định được cung cấp điện. Khi xoay sẽ cảm ứng trong rôto một điện thế lệch pha. Góc lệch pha α_x là độ lớn analog của góc quay mỗi trục.

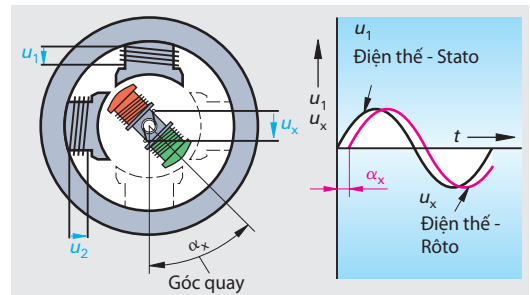
5.2.1.4 Lập trình của RBCN (Robot công nghiệp)

Lập trình được thực hiện hoặc là trực tuyến (online), nghĩa là trực tiếp tại bảng điều khiển robot ở nơi làm việc (tế bào gia công) hay ngoại tuyến (offline) tại nơi lập trình với máy tính cá nhân mà không trực tiếp thấy robot (Hình 3).



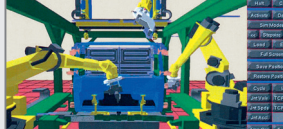
Trong **lập trình bằng phương pháp dạy học (teach-in)²⁾** thì việc chạy đến những điểm trong không gian và khởi động những chức năng của tay máy được điều khiển bằng tay qua một bảng điều khiển tương ứng. Chương trình lập được qua đó có thể thử nghiệm và tối ưu hóa. Vận tốc di chuyển tay và vận tốc do chương trình có thể được chỉnh một cách liên tục.

Loại cảm biến		Chức năng
	Bộ tạo bước góc, đĩa phân đoạn	Xác định chỗ, vị trí, vận tốc, gia tốc
	Công tắc giới hạn, rào ánh sáng	Giám sát sự an toàn
	Cảm biến tiệm cận cảm ứng hoặc dung tính: 0,1...10mm.	Đo khoảng cách, ghi nhận những cấu kiện
	Cảm biến quang khoảng cách 1mm ...10 mm.	
	Công tắc cảm biến 0,1..... 10 mm.	
	Công tắc nút ấn (dò).	
	Công tắc nút ấn (dò). Xử lý ảnh qua hệ thống máy quay phim.	Ghi nhận đường biên của chi tiết. Nhận biết đường dẫn quỹ đạo, vị trí và trạng thái.
	Cảm biến lực	Đo lực, áp suất, mômen quay.

Hình 1: Các loại cảm biến và chức năng của nó



Hình 2: Ghi nhận góc quay với Resolver (Bộ giải góc)

Lập trình trực tiếp: ON-LINE	Lập trình gián tiếp: OFF-LINE	
<p>Lập trình qua phương pháp Dạy (Teach)</p>  <p>Khởi động và nhớ những điểm di chuyển</p>	<p>Phương pháp văn bản</p> <p>Chỗ lập trình</p>  <p>P2 P1 GOTO P1 GOTO P2</p>	<p>Phương pháp tương tác qua đồ họa</p> 

Hình 3: Các phương pháp lập trình Robot

¹⁾ tiếng Anh resolver = phân giải

²⁾ Tiếng Anh teach = dạy, huấn luyện

6 Kỹ thuật tự động hóa

6.1 Điều khiển và điều chỉnh 459

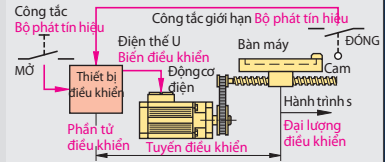
Khái niệm cơ bản của kỹ thuật điều khiển..... 459

Khái niệm cơ bản của kỹ thuật điều chỉnh..... 461

Các loại điều chỉnh 462

Bộ điều chỉnh gián đoạn 462

Bộ điều chỉnh liên tục 462

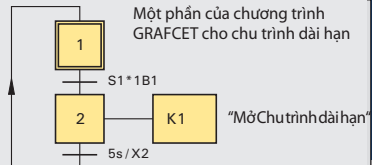


6.2 Cơ bản về việc giải quyết các nhiệm vụ điều khiển 465

Cách vận hành của các hệ điều khiển 465

Các thành phần của hệ điều khiển 466

GRAFCET 476

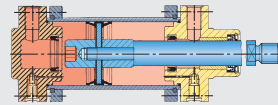


6.3 Điều khiển bằng khí nén 479

Cấu kiện của hệ thống thiết bị khí nén 479

Sơ đồ mạch của hệ điều khiển bằng khí nén 488

Điều khiển điện - khí nén 491



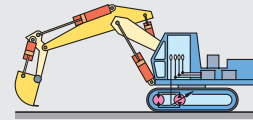
6.4 Điều khiển bằng thủy lực..... 496

Các thành phần chính 496

Dầu thủy lực, bơm thủy lực 496

Xi lanh thủy lực, động cơ thủy lực, bình chứa thủy lực . 498

Điều khiển điện thủy lực 504

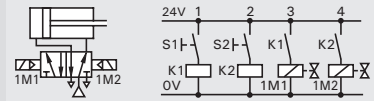


6.5 Điều khiển bằng điện 507

Cấu tạo..... 507

Thiết bị chuyển mạch điện 507

Điều khiển công tắc bằng điện..... 509



6.6 Điều khiển logic lập trình 511

Điều khiển logic lập trình làm môđun điều khiển nhỏ (môđun logic) 511

Điều khiển logic lập trình làm một hệ thống tự động hóa theo mô-đun..... 514



6.7 Điều khiển CNC 523

Đặc tính của máy NC 523

Tọa độ, điểm gốc và điểm chuẩn 527

Các loại điều khiển, những hiệu chỉnh 529

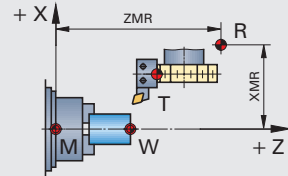
Tạo chương trình CNC 532

Chu trình và chương trình con 537

Lập trình cho máy tiện NC 538

Lập trình cho máy phay NC 546

Những phương pháp lập trình 551



6 Kỹ thuật tự động hóa

6.1 Điều khiển và điều chỉnh

Máy móc và thiết bị được tự động hóa nhờ vào việc sử dụng kỹ thuật điều khiển và kỹ thuật điều chỉnh. Thí dụ, động cơ truyền động cho trục chính của một máy tiện đưa số vòng quay lên đến 1000 vòng/phút, quá trình này được gọi là **điều khiển**. Ngược lại, khi đo giá trị thực tế của số vòng quay và so sánh với giá trị cài đặt trước và chỉnh lại nếu có chênh lệch, quá trình này được gọi là **điều chỉnh**.

6.1.1 Khái niệm cơ bản của kỹ thuật điều khiển

Sự điều khiển làm việc theo nguyên tắc Nhập-Xử lý-Xuất:

- **Nhập** tín hiệu, thí dụ như qua nút bấm, công tắc ấn và cảm biến...
- **Xử lý** tín hiệu, thí dụ như qua liên kết với một rơ le
- **Xuất** tín hiệu, thí dụ ở một động cơ truyền động

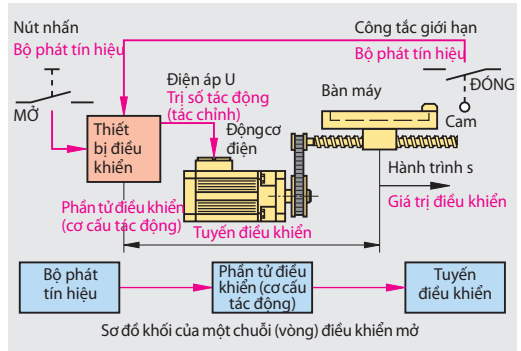
Để truyền động bàn máy (**Hình 1**), động cơ điện khởi động bằng một nút ấn qua thiết bị điều khiển và kéo trục chính chạy. Bàn máy chạy cho tới khi cam đạt đến công tắc giới hạn và tạo ra tín hiệu DỪNG. Sự sai lệch của quãng đường chạy được cài đặt trước do hồng học của một hoặc vài bộ phận trên máy thường không được ghi lại hoặc hiệu chỉnh. Quá trình Đóng và Mở này gọi là điều khiển.

■ Các khái niệm cơ bản

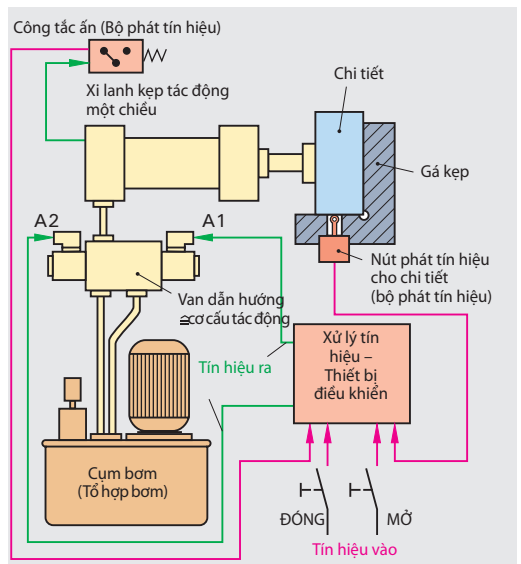
Các thành phần của hệ thống điều khiển được diễn tả bằng những khái niệm tiêu chuẩn hóa (**Hình 1**): Công tắc MỞ là **bộ phát tín hiệu**, thiết bị điều khiển là **phần tử điều khiển (cơ cấu tác động)**, điện thế U để điều khiển động cơ điện là **biến điều khiển (trị số tác động)**. Hành trình s của bàn máy được gọi là **đại lượng điều khiển (trị số điều khiển)**. Các đơn vị của máy chịu ảnh hưởng bởi tín hiệu vào được gọi là **tuyến điều khiển**. Toàn bộ hệ thống, gọi tắt là hệ điều khiển, có thể được trình bày qua một sơ đồ khối đơn giản hóa, trong đó mỗi phần tử riêng rẽ của điều khiển được biểu thị bằng khối chữ nhật (**Hình 1**). Dòng tín hiệu giữa các khối được trình bày qua các **đường tác động**. Không có tác động ngược lại (sự phản hồi) từ đại lượng điều khiển đến biến điều khiển. Do đó người ta gọi đây là một **chuỗi điều khiển** mở hay một một trình tự tác động mở.

■ Thí dụ về một hệ điều khiển (Hình 2)

Pittông của xi lanh kẹp chỉ được phép chạy ra khi có chi tiết gia công trong gá kẹp VÀ nút MỞ được nhấn xuống. Sự kết nối hai tín hiệu vào này sẽ mở van dẫn hướng để xi lanh chạy tới (**Trang 453**). Khi lực kẹp đạt đến mức xác định, công tắc ấn phát ra tín hiệu để gia công chi tiết. Qua nút ĐÓNG và tín hiệu A2 xi lanh sẽ được điều khiển trở lại.



Hình 1: Thí dụ về hệ điều khiển



Hình 2: Thiết bị kẹp thủy lực

Trong điều khiển, sự sai lệch giữa giá trị thực tế và giá trị đặt trước không được hiệu chỉnh.

■ Các loại điều khiển

Các loại điều khiển được phân biệt theo phương pháp xử lý tín hiệu và lập trình.

Phân loại theo phương pháp xử lý tín hiệu

Điều khiển kết hợp logic: Để khởi động động cơ dẫn tiến của bàn máy (A1), lưới che chắn bảo vệ (S1) phải được đóng kín, bàn máy tại vị trí cuối (S2) và nút (S3) phải được tác động (Hình 1). Như vậy ba tín hiệu vào phải được kết nối logic VÀ với nhau để có tín hiệu ra A1.

Trong điều khiển kết hợp logic, điều kiện đóng mở chỉ được đáp ứng khi các tín hiệu kết nối logic với nhau.

Điều khiển trình tự (Điều khiển chu trình). Trong điều khiển trình tự của một công việc, quá trình chuyển động được giải quyết từng bước.

Trong **điều khiển trình tự theo thời gian**, tín hiệu được phát ra thí dụ qua một cơ cấu cam chuyển mạch (Hình 2), một rơ le thời gian hoặc một bộ định thời.

Trong điều khiển trình tự theo quy trình, công việc tiếp theo chỉ bắt đầu khi bước trước đó đã kết thúc (Hình 3). Sau khi khởi động bằng nút công tắc S0, bàn máy tiến đến vị trí làm việc. Tại đó công tắc giới hạn S1 phát tín hiệu cho chuyển động nhanh của đơn vị khoan. Sau đó công tắc S2 xuất tín hiệu cho dẫn tiến gia công vv...

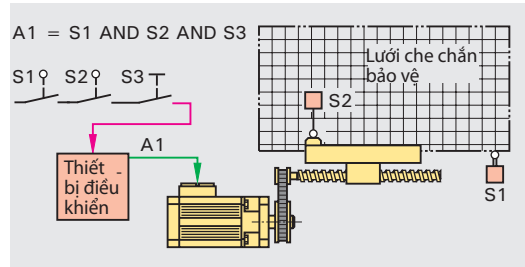
Đối với điều khiển phụ thuộc vào thời gian, nếu một bước vận hành bị lỗi hoặc không xảy ra, bước kế tiếp theo vẫn được thực hiện, do đó có thể dẫn tới sự cố. Vì thế các điều khiển trình tự theo quy trình an toàn hơn các điều khiển trình tự theo thời gian. Điều khiển trình tự theo quy trình được gọi là **điều khiển hành trình theo kế hoạch định trước**, khi những bước gia công tương ứng với hành trình đã qua, thí dụ như đoạn dịch chuyển của một bàn máy (Hình 3).

Phân loại theo phương pháp lập trình

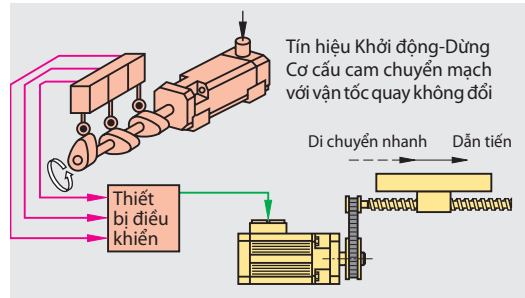
Điều khiển kết nối được lập trình. Trong hệ thống điều khiển bằng khí nén (Hình 4), các cấu kiện được kết nối với nhau bằng đường dẫn theo sơ đồ mạch. Khi thay đổi trình tự điều khiển, các đường dẫn phải được lắp đặt lại.

Đối với điều khiển kết nối được lập trình, quy trình hoạt động được xác định trước qua các cấu kiện và kết nối của chúng.

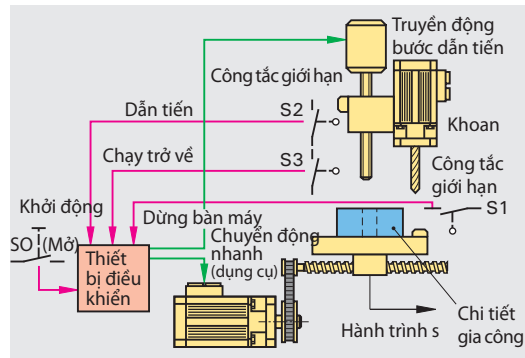
Điều khiển lập trình theo chương trình lưu trong bộ nhớ, hay còn gọi là **điều khiển logic lập trình (PLC)**. Đối với điều khiển logic lập trình (Hình 4) trình tự điều khiển được thiết lập qua một chương trình (Trang 514).



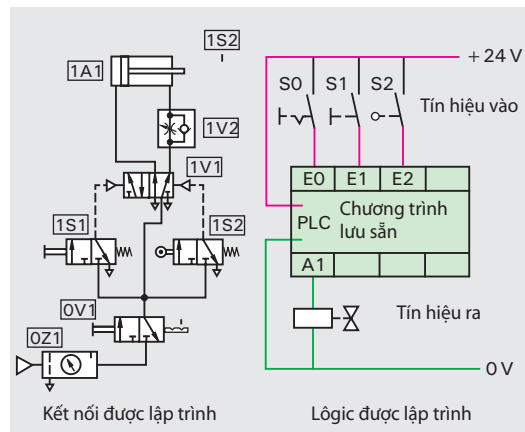
Hình 1: Điều khiển kết hợp logic



Hình 2: Điều khiển trình tự theo thời gian



Hình 3: Điều khiển trình tự theo quy trình



Hình 4: Điều khiển kết nối và điều khiển logic lập trình

6.1.2 Khái niệm cơ bản về kỹ thuật điều chỉnh

Các quá trình trong kỹ thuật được tự động hóa với các hệ thống thiết bị điều chỉnh. Chức năng của các hệ thống thiết bị điều chỉnh là đạt đến hoặc duy trì các giá trị định trước, thí dụ như vòng quay, vị trí, vận tốc, nhiệt độ. v.v...

Điều chỉnh theo giá trị cố định. Được gọi là điều chỉnh giá trị cố định khi giá trị cho trước phải được duy trì, không thay đổi trong suốt quá trình điều khiển, thí dụ như vận tốc của máy tiện.

Điều chỉnh tuần tự. Khi dụng cụ được điều khiển liên tục theo trị số đã được tính toán trước, thí dụ như đường kính khi tiện theo biên dạng, điều này được gọi là điều chỉnh tuần tự.

Thí dụ: Điều chỉnh vòng quay trên máy tiện CNC (Hình 1)

Số vòng quay thực của trục chính (**Đại lượng điều chỉnh**), thí dụ được đo bằng đồng hồ đo vòng quay kỹ thuật số và được so sánh liên tục tại vị trí so sánh với giá trị định mức của vòng quay (**Trị số kiểm tra, trị số định trước hay biến chuẩn**). Khi có sai lệch, thí dụ vì lực cắt dao động (**đại lượng gây nhiễu, biến gây nhiễu, trị số rời**) bộ điều chỉnh sẽ chỉnh lại số vòng quay cho bằng với giá trị định mức.

Quy trình điều chỉnh được thực hiện bằng cách so sánh liên tục giữa giá trị định mức và giá trị thực của biến điều khiển luôn luôn là vòng khép kín, do đó được gọi là vòng điều chỉnh (**Hình 2**).

Mỗi quy trình điều chỉnh đều được định rõ đặc điểm qua ba quá trình:

- **Đo** biến được điều khiển (Đại lượng điều chỉnh)
- **So sánh** với các trị số định trước (Biến chuẩn)
- **Cân bằng** qua việc điều chỉnh lại

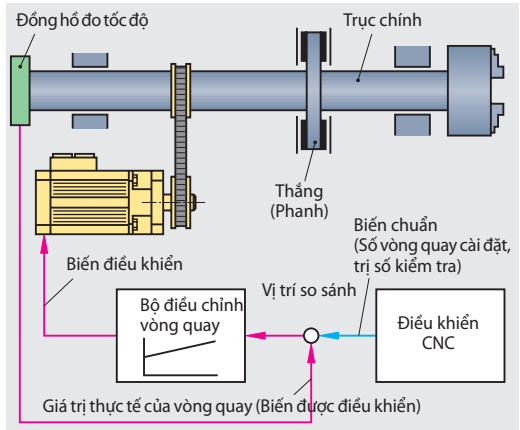
Bộ điều chỉnh và thiết bị hiệu chỉnh lại tạo thành **hệ thống điều chỉnh**. Các đơn vị chịu ảnh hưởng của hệ thống điều chỉnh được gọi là **tuyến điều chỉnh (đối tượng điều chỉnh, hệ được điều khiển vòng kín)**.

Thí dụ về điều chỉnh vị trí (Hình 3)

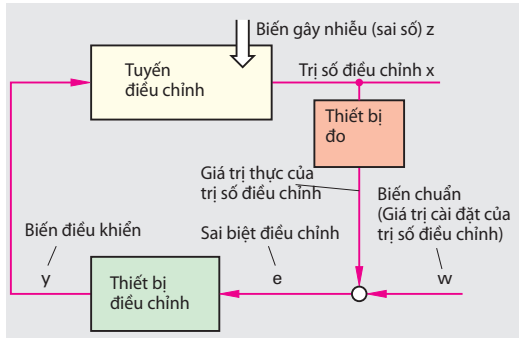
Mỗi máy CNC, ngoài việc điều chỉnh vòng quay còn có một bộ điều chỉnh vị trí để có thể điều chỉnh được dụng cụ hoặc bàn máy theo giá trị định mức đã được lập trình trước (Trang 524). Tuyến điều chỉnh của vòng điều chỉnh vị trí (Hình 3) bao gồm động cơ truyền động bằng ren cầu, bàn máy, và thiết bị đo. Vị trí của bàn máy được đo liên tục và so sánh với giá trị định mức của chương trình. Khi giá trị thực bị sai lệch so với giá trị yêu cầu, bàn máy sẽ chuyển động cho đến khi giá trị thực đạt đến giá trị định mức.

Thí dụ về các quá trình điều chỉnh:

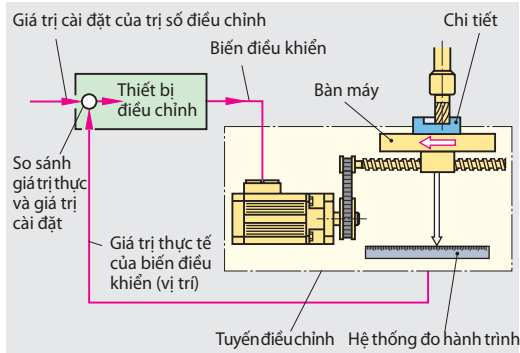
- Điều chỉnh vòng quay khi tiện mặt đầu
- Điều chỉnh vận tốc của ô tô (Tempomat)
- Điều chỉnh nhiệt độ trong lò tôi
- Điều chỉnh áp suất trong thiết bị khí nén
- Điều chỉnh khoảng cách của béc trong máy cắt laser



Hình 1: Điều chỉnh vòng quay trong phương pháp tiện



Hình 2: Sơ đồ khối của vòng điều chỉnh



Hình 3: Vòng điều chỉnh vị trí bộ truyền động dẫn tiến

■ Các loại điều chỉnh

Tùy theo cách vận hành người ta phân biệt điều chỉnh liên tục và không liên tục.

Bộ điều chỉnh không liên tục (gián đoạn)

Bộ điều chỉnh không liên tục có hai hoặc nhiều vị trí đóng mở. Bộ điều chỉnh thay đổi biến điều khiển không liên tục bằng cách đóng mở theo bậc. Nếu bộ điều chỉnh chỉ có hai vị trí ĐÓNG và MỞ thì nó được gọi là bộ điều chỉnh hai điểm.

Bộ điều chỉnh hai điểm còn được sử dụng như một bộ điều chỉnh lưỡng kim trong mạch điều chỉnh nhiệt độ (Hình 1). Khi mở lò sưởi, lúc đầu các tiếp điểm của lò xo lưỡng kim đóng. Khi lò sưởi nóng dần, lò xo lưỡng kim bị cong và mở tiếp điểm tại giới hạn trên của nhiệt độ. Chỉ khi nhiệt độ giảm xuống dưới nhiệt độ giới hạn dưới thì tiếp điểm đóng trở lại và lò sưởi bắt đầu hoạt động.

Sự khác biệt giữa nhiệt độ mở và nhiệt độ đóng là **khe vi sai** của bộ điều khiển hai tiếp điểm. Nhiệt độ trong lò tự điều chỉnh qua quá trình dẫn nhiệt trễ giữa hai nhiệt độ giới hạn (Hình 2).

Bộ điều chỉnh liên tục

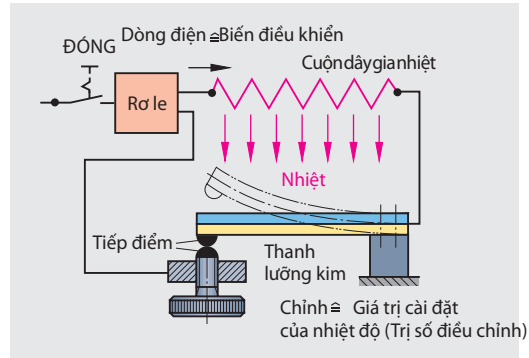
Bộ điều chỉnh liên tục tập hợp biến điều chỉnh x và thay đổi biến điều khiển y liên tục trong phạm vi điều chỉnh (Hình 3). Hệ thống có thể duy trì biến điều chỉnh, thí dụ như mực nước trong bình chứa, một cách chính xác hơn bộ điều chỉnh không liên tục.

Để khảo sát đặc tính của bộ điều chỉnh liên tục, người ta thay đổi tín hiệu đầu vào x một cách gián đoạn và quan sát sự phản ứng tín hiệu đầu ra y (Hình 4). Cách mà tín hiệu đầu ra thay đổi trong suốt thời gian quan sát được gọi là **hàm chuyển tiếp** hoặc **bước phản hồi nhảy bật** của bộ điều chỉnh. Ở các bộ điều chỉnh liên tục, người ta phân biệt bộ điều chỉnh P, bộ điều chỉnh I, bộ điều chỉnh PI, bộ điều chỉnh D và bộ điều chỉnh PID.

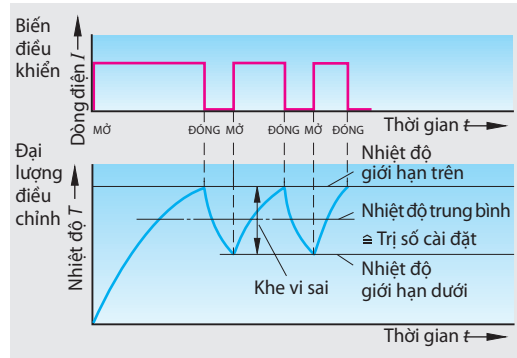
Bộ điều chỉnh P. Thí dụ: Do trực trực, dòng nước chảy vào trong ống làm tăng mức nước (Hình 3). Phao nổi theo tác động lên van qua một đòn bẩy, do đó dòng nước dẫn vào giảm dần. Sự thay đổi xảy ra tương ứng với tỷ lệ truyền động của cần van. Sự phản hồi của bộ điều chỉnh cũng là sự thay đổi **tỷ lệ** với tín hiệu đầu vào (Hình 4).

Van trong ống dẫn nước vào phải đóng lại sao cho lượng nước chảy vào bình cố định, cho dù lượng nước được dẫn vào tăng lên. Điều này cũng đòi hỏi mức phao và do đó bộ chỉ mức cao hơn. **Bộ điều chỉnh P** như thế luôn còn một sai lệch so với trị giá định mức.

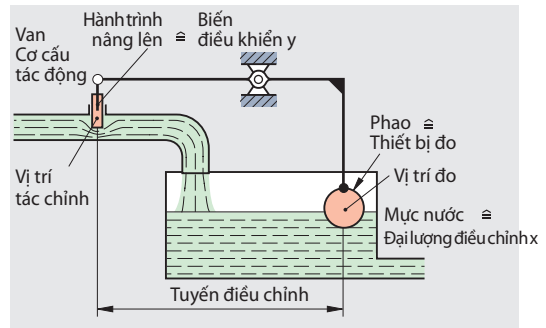
Bộ điều chỉnh tỷ lệ (điều chỉnh P) phản ứng nhanh khi tín hiệu thay đổi, nhưng vẫn tồn tại một sai lệch điều chỉnh.



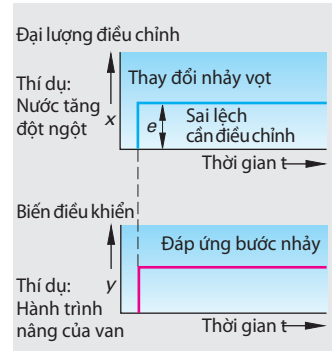
Hình 1: Bộ điều chỉnh gián đoạn của lò sưởi



Hình 2: Tính năng điều chỉnh của bộ điều chỉnh hai điểm



Hình 3: Bộ điều chỉnh liên tục



Hình 4: Đặc tính P (tỷ lệ)

Bộ điều chỉnh I: Trong **bộ điều chỉnh tích phân** (Bộ điều chỉnh I) một sự thay đổi đột ngột trị số điều chỉnh tạo ra một thay đổi vận tốc của biến điều khiển ((**Hình 1**). Sự sai lệch điều chỉnh (e_2 , e_1) càng lớn tại đầu vào của bộ điều chỉnh khiến phần tử điều khiển (cơ cấu tác động) thay đổi càng nhanh (Đặc tuyến 1 và 2).

Mức nước của bồn được bộ điều chỉnh I duy trì không thay đổi (**Hình 2**). Khi mức nước đạt đến giá trị yêu cầu, điện áp tại thiết bị đo điện áp bằng không. Động cơ đứng yên. Khi phao hạ xuống, động cơ nhận được điện áp. Phao càng hạ thấp, động cơ quay càng nhanh, do đó van mở nhanh hơn. Vận tốc chỉnh của van tỷ lệ thuận trực tiếp với sự sai lệch điều chỉnh của phao. Chiều điện áp thay đổi khi phao dâng lên trở lại. Qua đó chiều quay của động cơ thay đổi. Van đóng. Trị số thực đạt giá trị yêu cầu, hầu như không có chênh lệch đáng kể.

Bộ điều chỉnh I chậm hơn bộ điều chỉnh P, nhưng loại trừ được hoàn toàn sự sai lệch điều chỉnh.

Bộ điều chỉnh PI. Trong **bộ điều chỉnh PI**, bộ điều chỉnh P (tỷ lệ) và bộ điều chỉnh I (tích phân) lắp song song. Qua đó bộ điều chỉnh PI kết hợp được ưu điểm của bộ điều chỉnh P (điều chỉnh nhanh) với ưu điểm của bộ điều khiển I (không cho phép còn sai lệch điều chỉnh). Thí dụ bộ điều chỉnh PI được dùng để điều chỉnh vị trí bàn máy trong máy CNC.

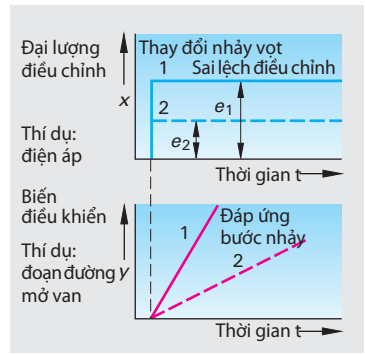
Bộ điều chỉnh D. Ở bộ điều chỉnh tác động **vi phân** (Bộ điều chỉnh D), với một sự sai lệch e rất nhanh, trị số chỉnh y thay đổi trong thời gian ngắn và sau đó trở lại trị số ban đầu (**Hình 3**). Sự sai lệch càng nhanh, sự thay đổi của trị số điều chỉnh càng lớn. Do **bộ điều chỉnh D** chỉ thay đổi trị số trong thời gian ngắn, không thể bù cho sự sai lệch cố định. Nó chỉ có thể sử dụng chung với bộ điều chỉnh P, I hoặc PI.

Thành phần vi phân (Thành phần D) trong bộ điều khiển làm tăng tốc trị số điều chỉnh và gây ra tác động rất nhanh.

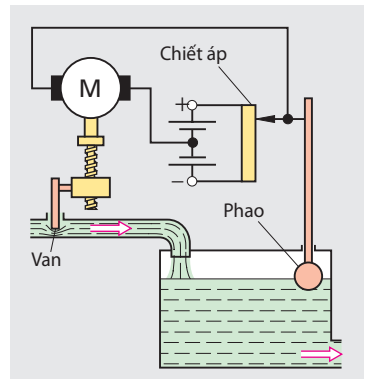
Bộ điều chỉnh PID. **Bộ điều chỉnh PID** tác động còn nhanh hơn bộ điều chỉnh PI. Sau khi thay đổi tín hiệu vào một cách đột ngột (**Hình 4**), ảnh hưởng của thành phần D thay đổi trong thời gian ngắn trị số tác chỉnh ($P1$). Vì bây giờ phần P của bộ điều chỉnh tác động rất nhanh đến trị số tác chỉnh tương ứng với sự sai lệch điều chỉnh, nên nó sẽ không trở lại trị số ban đầu ($P2$). Giá trị mới của trị số tác chỉnh được cộng vào phần I của bộ điều chỉnh, do đó sự sai lệch điều chỉnh trở lại bằng không.

Với bộ điều chỉnh PID, người ta có thể điều chỉnh chẳng hạn như số vòng quay của động cơ điện một chiều, qua đó số vòng quay của động cơ cũng không thay đổi ngay cả khi tải khác nhau.

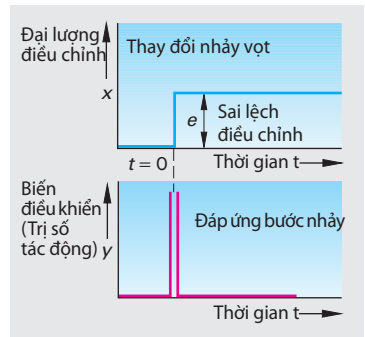
Bộ điều chỉnh PID kết hợp ưu điểm của các bộ điều chỉnh P, I và D, đáp ứng nhanh và loại trừ hoàn toàn sự sai lệch điều chỉnh.



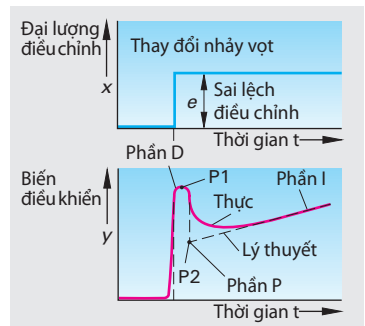
Hình 1: Tính năng I (Đáp ứng tích phân)



Hình 2: Bộ điều chỉnh tích phân I



Hình 3: Tính năng D (Đáp ứng vi phân)



Hình 4: Tính năng PID (Sự tác dụng tỷ lệ - vi-tích phân)

Các ký hiệu ảnh (hình tượng) theo tiêu chuẩn được sử dụng để biểu thị các phần quan trọng của mạch điều chỉnh (**Bảng 1**).

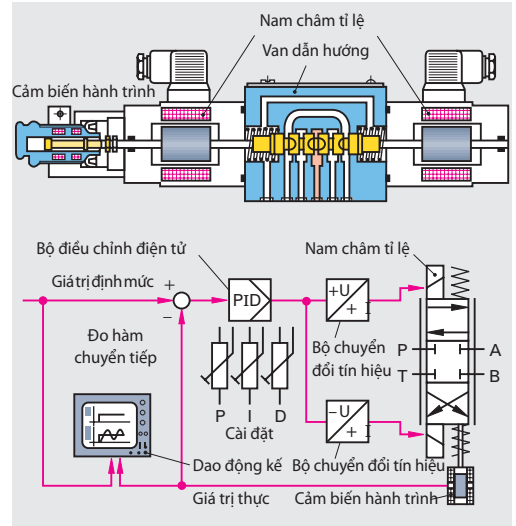
Bảng 1: Ký hiệu ảnh sử dụng trong kỹ thuật điều khiển và điều chỉnh				
Ký hiệu ảnh	Ý nghĩa	Ký hiệu ảnh	Ý nghĩa	Thí dụ: Điều chỉnh áp suất
	Vị trí đo, đầu dò		Bộ chuyển đổi tín hiệu hoặc trị số đo	<p>Thiết bị cài đặt, tác chỉnh bằng tay-tự động</p> <p>Bộ chuyển đổi trị số đo</p> <p>Dòng điện I P Áp suất</p> <p>Bộ điều chỉnh điện tử</p> <p>Tuyến điều chỉnh</p> <p>Cơ cấu dẫn động bằng điện tử</p>
	Phần tử tác chỉnh, vị trí tác chỉnh		Bộ điều chỉnh, tổng quát	
	Cơ cấu dẫn động, tổng quát		Bộ cài đặt/tác chỉnh, tổng quát	

■ Bộ điều chỉnh điện

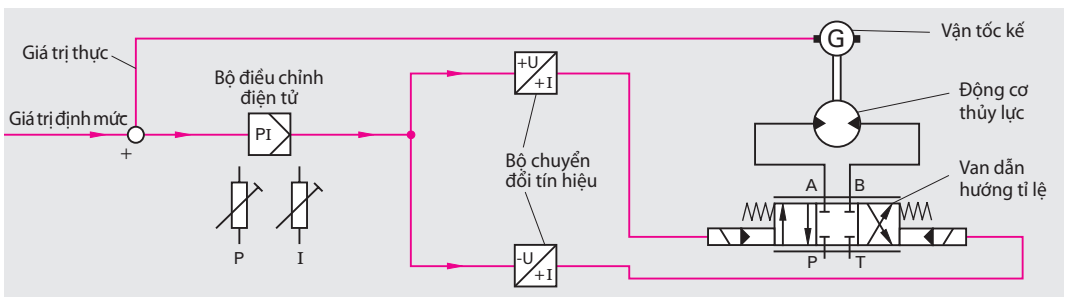
Trong kỹ thuật điều chỉnh, việc xử lý tín hiệu hầu như chỉ được thực hiện bằng bộ điều chỉnh điện.

Thí dụ: Van tỉ lệ với bộ điều chỉnh PID. Vận tốc của xi lanh thủy lực có thể được điều chỉnh vô cấp bằng van tỉ lệ (**Hình 1**). Chúng có bộ ghi nhận hành trình (*cảm biến hành trình*) để đo quãng đường đi của van bằng điện và chuyển đổi sang dòng điện điều khiển. Dòng điện này được điều chỉnh lại qua bộ điều chỉnh PID theo giá trị định mức và cấp cho nam châm tỉ lệ (**Trang 502**).

Thí dụ: Điều chỉnh vòng quay của động cơ thủy lực. Trục đùn ép của máy đúc áp lực được truyền động từ động cơ thủy lực. Để duy trì tốc độ vòng quay không đổi, người ta sử dụng bộ điều chỉnh PI (**Hình 2**). Phần tử tác chỉnh là một van tỉ lệ. Vận tốc kế cho biết trị số thực của vòng quay. Khi số vòng quay thực bị giảm, lưu lượng qua van sẽ thay đổi do bộ điều chỉnh PI. Điều này sẽ tác động làm thay đổi số vòng quay.



Hình 1: Van dẫn hướng tỉ lệ với bộ điều chỉnh PID



Hình 2: Điều chỉnh vòng quay của động cơ thủy lực

Ôn tập và đào sâu

1. Điều khiển kết nối logic có những đặc tính nào?
2. Hai loại điều khiển trình tự phân biệt với nhau như thế nào?
3. Làm cách nào để phân biệt giữa điều khiển kết nối và điều khiển logic lập trình?
4. Làm thế nào để phân biệt giữa bộ điều chỉnh liên tục và không liên tục?
5. Bộ điều chỉnh P và I có những đặc tính nào?
6. Thành phần D tác động như thế nào trong bộ điều khiển liên tục?
7. Hãy nêu hai ứng dụng của bộ điều chỉnh PID.

6.2 Cơ bản về việc giải quyết các nhiệm vụ điều khiển

Chức năng của máy, thiết bị và toàn bộ hệ thống được xác định bằng hệ điều khiển của chúng. Hệ thống điều khiển bao gồm bộ cấp tín hiệu, các phần tử điều khiển, thiết bị đóng mở và các phần tử truyền động (cơ cấu chấp hành). Các cấu kiện này có thể vận hành bằng điện, thủy lực, khí nén hoặc cơ khí. Cấu tạo cơ bản và chức năng của các hệ điều khiển có thể được trình bày một cách thống nhất và không lệ thuộc vào loại vận hành (xem trang 476).

6.2.1 Cách vận hành của các hệ điều khiển

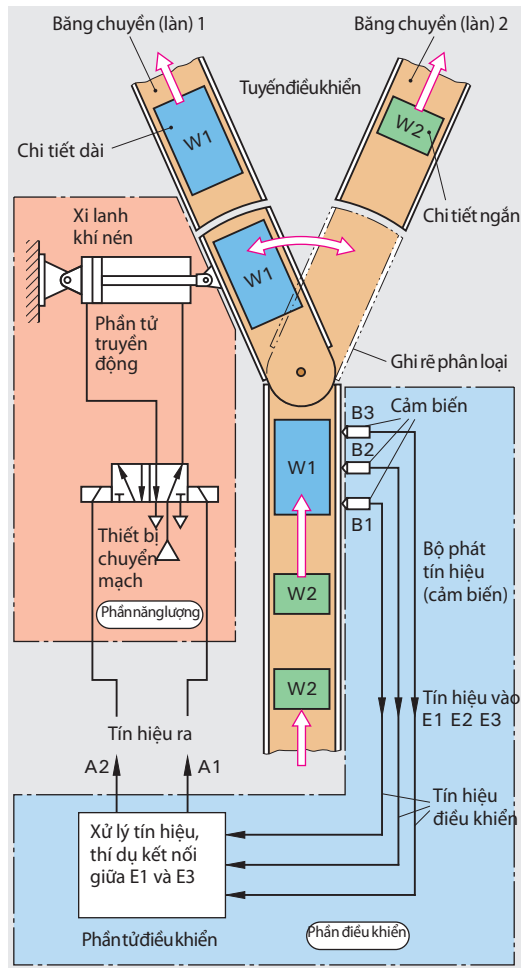
Hệ điều khiển nhận tín hiệu đến từ bộ phát tín hiệu, "xử lý" chúng trong các phần tử điều khiển thực sự sau đó phát lệnh chuyển mạch đến bộ phận đóng mở. Các phần tử truyền động được điều khiển bởi bộ chuyển mạch thực hiện các chuyển động trên máy.

Thí dụ về điều khiển: Máy phân loại chi tiết (Hình 1)
Nhiệm vụ. Các chi tiết dài (W1) và chi tiết ngắn (W2) được đưa vào trên băng tải của thiết bị phân loại và sẽ được phân loại tại đây.

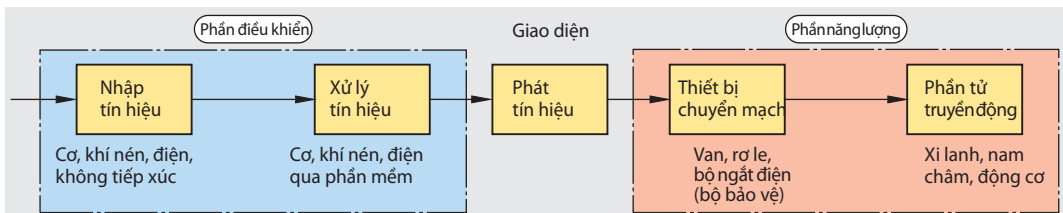
Quá trình phân loại: Chi tiết đi ngang qua 3 cảm biến trong thiết bị phân loại B1, B2, B3; chi tiết dài che trong thời gian ngắn tất cả ba cảm biến, chi tiết ngắn chỉ che cảm biến ở giữa trong thời gian ngắn. Tín hiệu của các cảm biến được nối kết với nhau trong hệ điều khiển (Trang 473) và kết quả là lệnh chuyển mạch phát đến van dẫn hướng 5/2. Van này điều khiển xi lanh khí nén. Đối với các chi tiết dài, xi lanh kéo ghi rê về phía trái. Ghi rê đứng ở vị trí này cho đến khi cảm biến lại nhận ra một chi tiết ngắn. Sau đó xi lanh đẩy ghi rê sang phía phải. Vị trí này được duy trì cho đến chi tiết dài kế tiếp.

Các nhóm cấu kiện của hệ điều khiển

Hệ điều khiển thường bao gồm phần điều khiển thực sự và phần năng lượng (Hình 2). Phần điều khiển và năng lượng kết nối với nhau bằng các giao diện. Tín hiệu được đưa vào và xử lý trong phần điều khiển, được chuyển đến phần năng lượng, trong đó thiết bị đóng mở điều khiển các phần tử truyền động. Để giữ cho hệ điều khiển nhỏ như có thể, thông thường phần điều khiển được vận hành với điện áp hoặc áp suất nhỏ hơn phần năng lượng. Ví thế, tại các giao diện cần phải khuếch đại tín hiệu đầu ra của phần điều khiển.



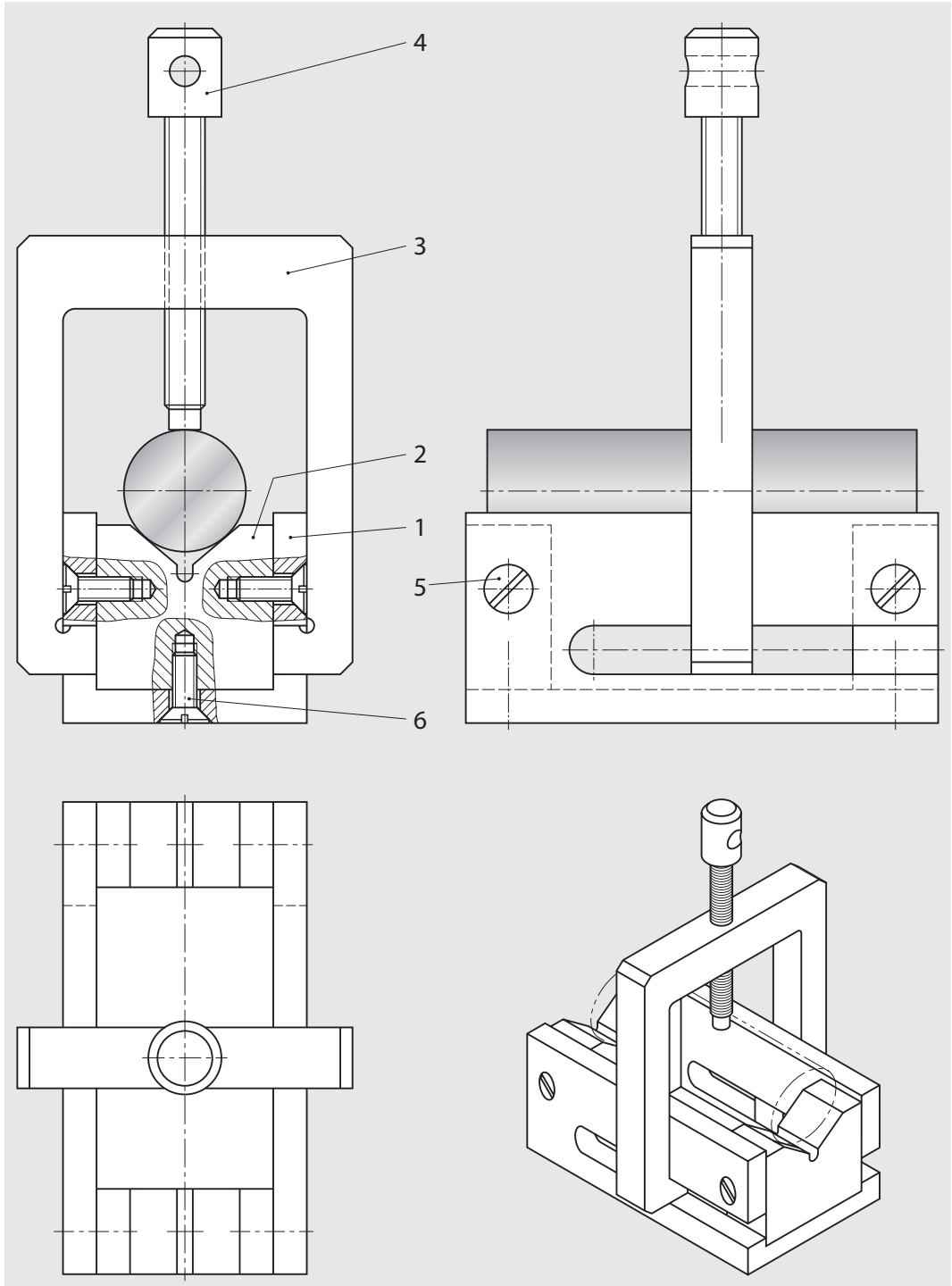
Hình 1: Điều khiển thiết bị phân loại



Hình 2: Các nhóm cấu kiện của hệ điều khiển

Lĩnh vực học tập 2: Chế tạo cấu kiện với máy

Đề án hướng dẫn được chọn: Gá kẹp cho chi tiết dạng tròn



Lĩnh vực học tập 2: Chế tạo cấu kiện với máy

Đề án hướng dẫn được chọn: Gá kẹp cho chi tiết dạng tròn

Mục đích và nội dung	Chỉ dẫn, phương tiện trợ giúp
----------------------	-------------------------------

Phân tích: Nhiệm vụ và chức năng của gá kẹp

<ul style="list-style-type: none"> • Mô tả nhiệm vụ và chức năng dựa trên bản vẽ cho trước (trang 584) • Xác định dạng chi tiết nào sẽ được kẹp với gá kẹp • Lên danh sách chi tiết dưới dạng đơn giản • Thực hiện bản vẽ chi tiết của các chi tiết gia công với tất cả dữ liệu cần thiết cho việc chế tạo. • Thay đổi vòng kẹp (vị trí 3) sao cho yêu cầu gia công bằng tay đường biên trong được giảm bớt. 	<p>Kiểm tra việc trình bày theo phép chiếu đẳng cự của thiết bị kẹp có những ưu điểm và nhược điểm nào.</p> <p>Vị trí, số lượng, tên</p> <p>Ký hiệu tiêu chuẩn và vật liệu</p> <p>Kích thước dung sai, ký hiệu bề mặt</p> <p>Cơ bản về dung sai lắp ghép</p>
--	--

Tính toán

<ul style="list-style-type: none"> • Lực kẹp của vít kẹp và các độ lớn có ảnh hưởng của nó • Sự liên quan giữa đường kính, số vòng quay và tốc độ cắt ở gia công cắt gọt • Tốc độ bước dẫn tiến ở khoan và phay • Tính sơ bộ trọng lượng của gá kẹp hoàn chỉnh. 	<p>Nói về ưu điểm (thí dụ như tự hãm, được giữ lại nhờ ma sát) và khuyết điểm (thí dụ như hiệu suất thấp) của gá kẹp cơ.</p> <p>Phân biệt giữa truyền động điện vô cấp và truyền động có cấp cho số vòng quay và tốc độ bước dẫn tiến.</p> <p>Vật liệu tiêu hao tuyệt đối và tính theo phần trăm qua gia công cắt gọt.</p>
---	--

Ấn định vật liệu thích hợp, xử lý nhiệt

<ul style="list-style-type: none"> • Xác định các yêu cầu về vật liệu • Cân nhắc việc xử lý nhiệt • Đại cương về phương pháp xử lý nhiệt • Kích thước của vật liệu: cố gắng sử dụng bán thành phẩm và sản phẩm tiêu chuẩn cũng như sản phẩm hiện có trong xí nghiệp. 	<p>Ký hiệu vật liệu đúng tiêu chuẩn, Bán thành phẩm, sản phẩm thép</p> <p>Khả năng kiểm tra độ cứng</p> <p>Kiểm tra xem việc sử dụng các thép tiết diện kéo nhẵn (kéo/cán láng) có thể tiết kiệm được phần nào trong gia công cắt gọt không.</p>
--	--

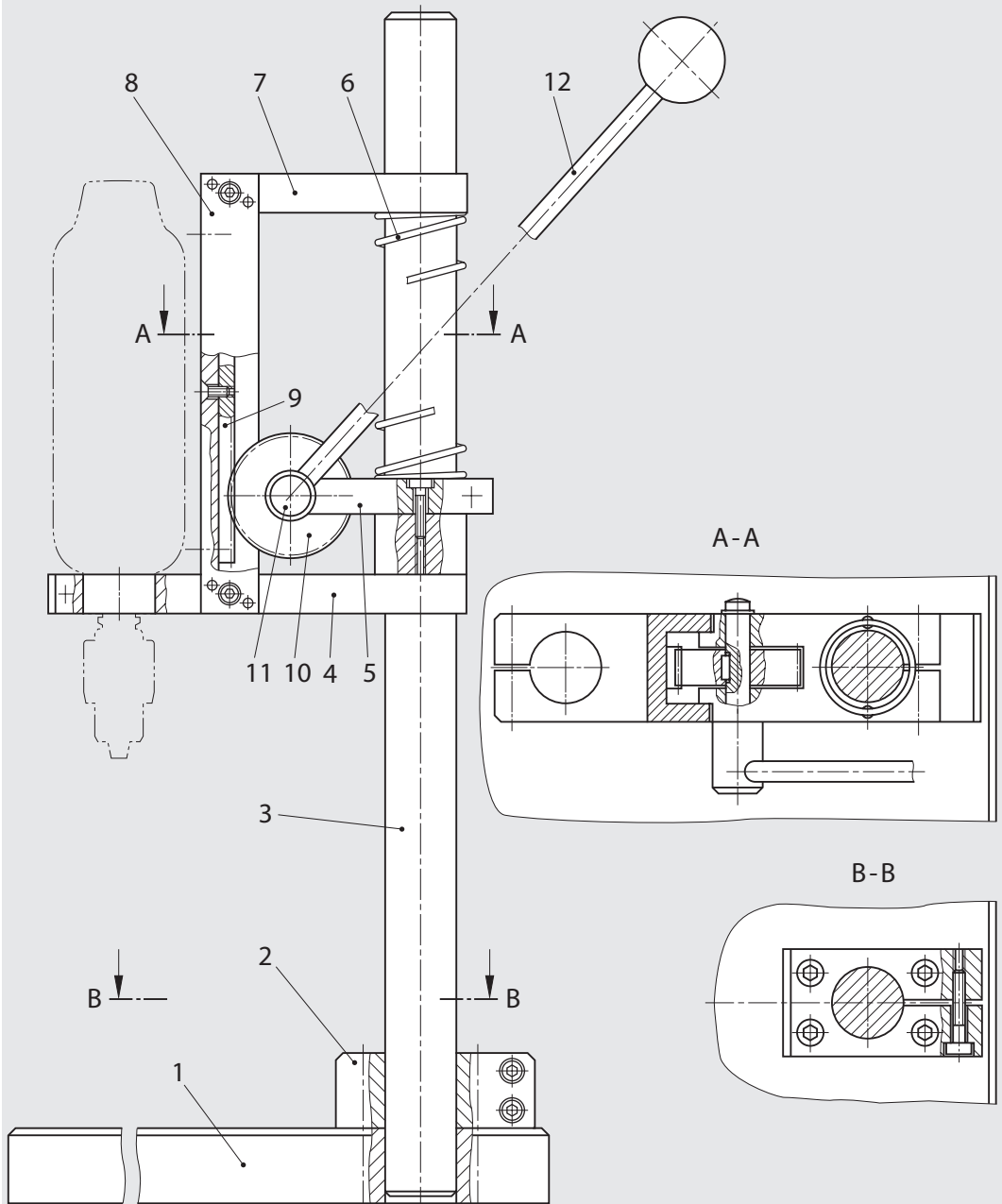
Chế tạo cũng như lên kế hoạch gia công

<ul style="list-style-type: none"> • Lập kế hoạch gia công • Tiện và phay: Khái niệm cơ bản • Vật liệu cắt: Chủng loại, đặc điểm, ứng dụng • Dữ liệu cắt, dụng cụ, khả năng kẹp • Bôi trơn làm nguội: Mục đích, quy tắc làm việc • Xác định phương tiện đo lường và phương tiện kiểm tra • Chú ý đến an toàn lao động và bảo vệ môi trường 	<p>Phân loại các phương pháp</p> <p>Cấu tạo của máy</p> <p>Quá trình cắt gọt:</p> <p>Chỉ khái niệm cơ bản, việc đào sâu sẽ tiếp tục ở các mô đun tới.</p> <p>Kế hoạch kiểm tra đơn giản</p>
--	---

Kiểm tra, đánh giá, lập tài liệu, trình bày

Lĩnh vực học tập 3: Chế tạo cụm lắp ráp đơn giản

Đề án hướng dẫn được chọn: Trụ máy khoan cho máy khoan tay



Danh sách chi tiết (không có các chi tiết tiêu chuẩn)

Vị trí	Tên	Vị trí	Tên	Vị trí	Tên	Vị trí	Tên
1	Tấm đế	4	Bộ giữ máy khoan	7	Tấm dẫn hướng	10	Bánh răng
2	Kẹp chặt cột	5	Giá giữ bánh răng	8	Tấm kết nối	11	Trục
3	Cột (trục máy)	6	Lò xo nén	9	Thanh răng	12	Cần gạt tay

Lĩnh vực học tập 3: Chế tạo cụm lắp ráp đơn giản

Đề án hướng dẫn được chọn: Trụ máy khoan cho máy khoan tay

Mục tiêu và nội dung	Chỉ dẫn, phương tiện trợ giúp
----------------------	-------------------------------

Phân tích: Chức năng của trụ máy khoan

<ul style="list-style-type: none"> • Nhận xét trước: Trụ máy khoan trình bày ở trang trước do học viên đã đào tạo năm thứ nhất triển khai. • Nắm bắt công việc sản xuất và chức năng của trụ máy khoan theo bản vẽ lắp chung (tổng quát). • Định nghĩa và thảo luận các yêu cầu cho trụ máy khoan liệu có đáp ứng với thiết kế dự tính hay không. • So sánh trụ máy khoan được thiết kế với máy sẵn có đã mua theo tiêu chí giá cả và khả năng vận hành. • Thiết kế các bản vẽ chi tiết cho những cấu kiện cần sản xuất theo cách làm việc nhóm. 	<p>Máy khoan nên được sản xuất hàng loạt với số lượng lớn hơn và bán cho nhân viên xí nghiệp.</p> <p>Trên một bản vẽ được sao lại, đánh dấu bằng màu tất cả chi tiết liên quan đến việc di chuyển xuống dưới của ụ khoan (đầu khoan) trượt.</p> <p>Nhận xét các điểm yếu của thiết kế này và đề xuất cải tiến.</p> <p>Tên gọi của chi tiết quan trọng nhất (cả bằng tiếng Anh).</p> <p>Soạn thảo bản hướng dẫn vận hành.</p>
--	--

Tính toán

<ul style="list-style-type: none"> • Chuyển động thẳng và chuyển động quay • Góc quay của cánh tay đòn cho một hành trình nhất định cũng như đoạn dẫn tiến • Trình bày trong một biểu đồ sự liên quan giữa góc quay và hành trình • Xác định lực bước tiến nhờ luật đòn bẩy • Xác định lực tải trước cần thiết của lò xo nén và quy định kích thước của lò xo nén bằng cách sử dụng bảng tính. • Trình bày bằng đồ thị đường đặc trưng của lò xo. 	<p>Trình bày đồ thị:</p> <p>Giới thiệu, thiết lập và cách đọc.</p> <p>Thay thế những tính toán khó (thí dụ như của một lò xo nén) qua việc đọc từ bảng.</p>
---	---

Ấn định vật liệu thích hợp

<ul style="list-style-type: none"> • Xác định vật liệu theo những yêu cầu của chi tiết. • So sánh vật liệu đã chọn với vật liệu của trụ máy khoan đã mua. • Kiểm tra các đặc tính quan trọng và trị số đặc trưng của vật liệu trong phòng thí nghiệm. 	<p>Khái quát về thép, vật liệu gang đúc và chất dẻo.</p> <p>Thảo luận về việc chọn lựa vật liệu của trụ máy khoan đã mua.</p> <p>Kiểm tra bằng mắt thường.</p> <p>Phương pháp thử đơn giản ở phân xưởng.</p>
---	--

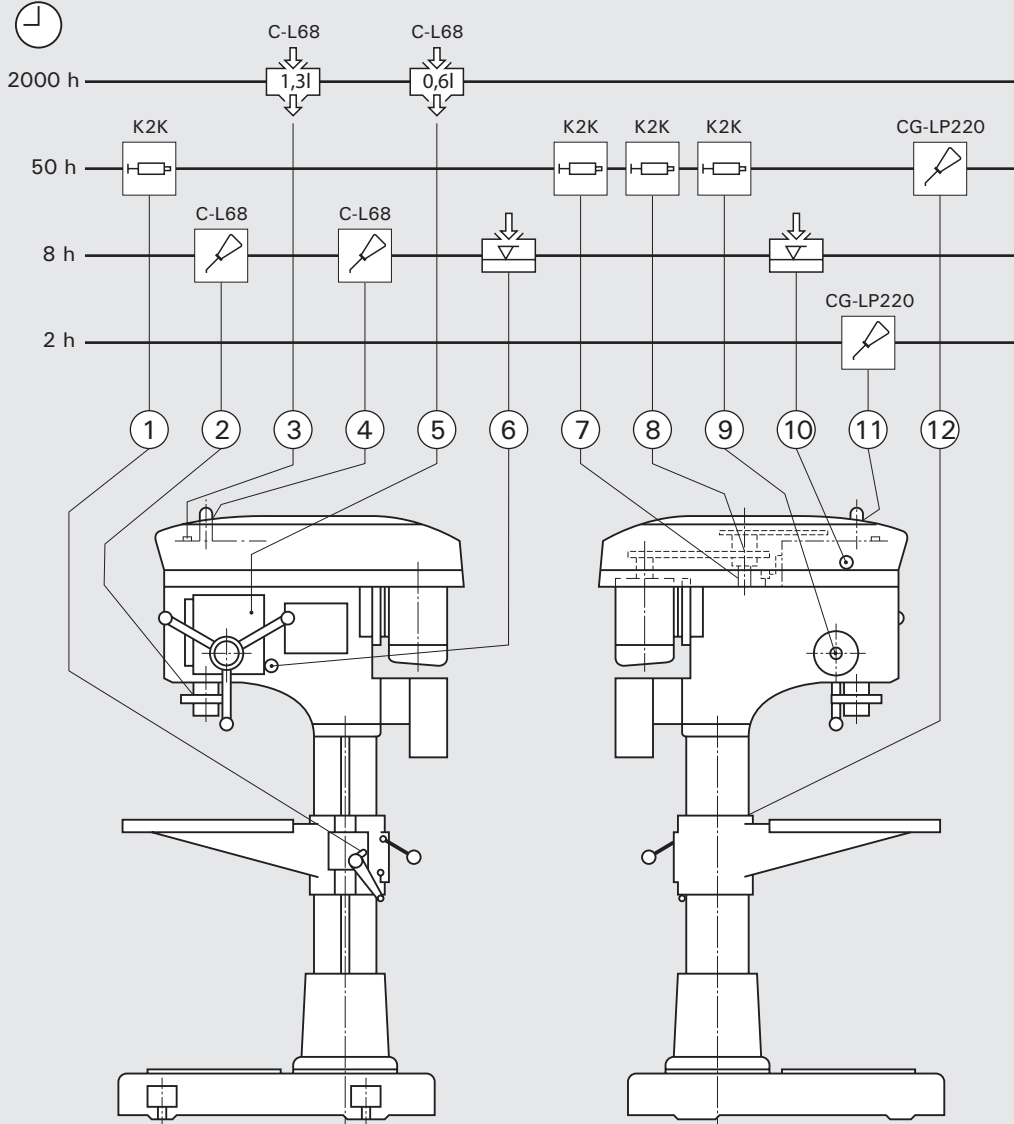
Kế hoạch, chế tạo, kiểm tra

<ul style="list-style-type: none"> • Lên kế hoạch làm việc • Gia công chi tiết: tiện, phay, khoan • Kỹ thuật kết nối: khái quát về kết nối cứng và kết nối tháo ra được, dạng kết nối chặt và kết nối lợc. • Quy định các kết nối ở trụ máy khoan và xác định các chi tiết tiêu chuẩn thuộc về trụ máy. • Lắp ráp chi tiết và kiểm tra chức năng 	<p>Ở phòng thí nghiệm: xác định tải của vít; chú ý đến chiều sâu vặn vào vừa đủ nhưng không quá lớn.</p> <p>Kiểm tra khả năng hàn, để giảm số lượng của chi tiết và nâng cao độ bền vững của trụ.</p> <p>Kế hoạch lắp ráp cho việc lắp chung.</p>
--	---

Lĩnh vực học tập 4: Bảo dưỡng hệ thống kỹ thuật

Đề án hướng dẫn được chọn: Bảo dưỡng một máy khoan đứng

Sơ đồ bảo dưỡng và bảo quản



Danh sách chi tiết (cơ phận)			Các ký hiệu cho vị trí bôi trơn		
1 Cơ cấu truyền động cho hành trình của bàn khoan	5 Vít Chambers Hộp số bước dẫn tiến	9 Trục bước dẫn tiến			
2 Ống lồng (pinole)	6 Kính kiểm tra nhớt Hộp số truyền động bước tiến	10 Kính kiểm tra nhớt Hộp tốc độ (Hộp số)			
3 Nút Chambers	7 Điều chỉnh số vòng quay	11 Ống dẫn			
4 Trục then hoa chính	8 Cơ cấu truyền động vô cấp	12 Trụ máy (cột)			

Lĩnh vực học tập 4: Bảo dưỡng hệ thống kỹ thuật

Đề án hướng dẫn được chọn: Bảo dưỡng một máy khoan đứng

Mục tiêu và nội dung	Chỉ dẫn, phương tiện trợ giúp
----------------------	-------------------------------

Phân tích nhiệm vụ công việc

Giải thích tường tận về khái niệm cơ bản của bảo trì: Bảo dưỡng, kiểm tra, sửa chữa. Ý nghĩa của việc sửa chữa.	Giải thích tường tận về khía cạnh an toàn, trạng thái sẵn sàng làm việc, tính khả dụng và hiệu quả kinh tế.
--	---

Cung cấp và chuẩn bị sẵn sàng tài liệu làm việc

Kế hoạch (sơ đồ) bảo dưỡng và bảo quản, sơ đồ sắp xếp Chỉ dẫn vận hành và chỉ dẫn sử dụng Trợ giúp tìm các chỗ khuyết tật và lỗi Giới thiệu chất bôi trơn của nhà sản xuất máy Danh mục sản phẩm (Catalogue) của chất bôi trơn Danh sách chi tiết hao mòn Tài liệu về mạch điện	Cung cấp, yêu cầu và chuẩn bị sẵn tài liệu làm việc. Tài liệu của nhà sản xuất máy. Danh mục sản phẩm (catalogue) của nhà sản xuất chất bôi trơn. Tài liệu của các nhà sản xuất chi tiết hao mòn như: vòng bi, vòng kín, dây đai thang. Sách chuyên ngành, sách bảng tra cứu (cẩm nang).
---	--

Soạn thảo tỉ mỉ nội dung kỹ thuật

Khái niệm cơ bản về kỹ thuật máy móc và thiết bị. Cụm lắp ráp và đơn vị chức năng của máy. Chi tiết máy: bộ trục, đệm kín, trục truyền, cốt (láp), ly kết, đường dẫn trượt, truyền động bằng bánh răng và dây đai. Cung ứng và kết nối điện. Các linh kiện điện: công tắc, cầu chì. Động cơ điện. Chất bôi trơn và chất bôi trơn làm nguội (dung dịch cắt gọt). Sự ăn mòn và chống ăn mòn.	Tìm hiểu về chi tiết máy liên quan trong hệ thống, đặc biệt là những chi tiết có thể bị ăn mòn cần phải được bôi trơn. Bàn về khả năng tránh hoặc giảm sự mài mòn. Catalogue và tài liệu quảng cáo từ nhà sản xuất máy và động cơ điện. Sách chuyên ngành, sách bảng tra cứu.
--	---

Thực hiện tính toán

Số vòng quay, tỷ lệ truyền động, đường dẫn tiến và tốc độ dẫn tiến. Điện thế và cường độ dòng điện, định luật Ohm. Công điện và công suất điện. Các thông số đặc trưng của động cơ điện.	Thảo luận về sự nguy hiểm của dòng điện Sách chuyên ngành, sách tính toán, sách bảng tra cứu (cẩm nang).
---	---

Thi hành công việc

Công việc bảo dưỡng được thực hiện trên máy khoan đứng sau mỗi ca làm việc.	Thực hiện ở phòng máy, phân xưởng của trường hay cộng tác với cơ sở đào tạo.
---	--

Lưu ý đến an toàn lao động và bảo vệ môi trường

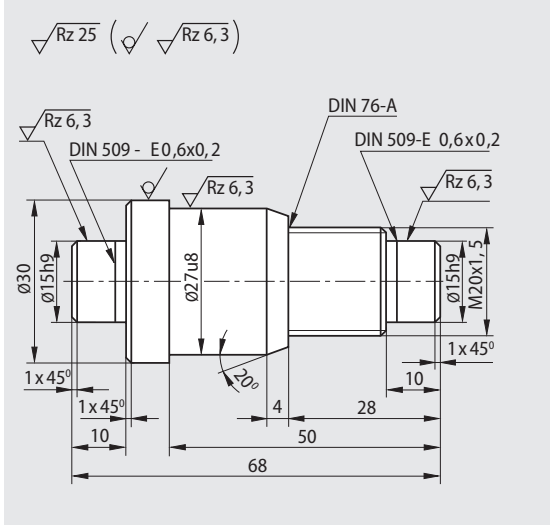
Quy định về an toàn, các biện pháp bảo vệ điện, tác động vào sức khỏe. Xử lý các chất bôi trơn và chất bôi trơn làm nguội đã sử dụng.	Các tài liệu về an toàn lao động của Hiệp Hội Nghề. Quy định về việc xử lý nhớt cũ Sách chuyên ngành.
---	---

Kiểm tra đề án, lập tài liệu và đánh giá

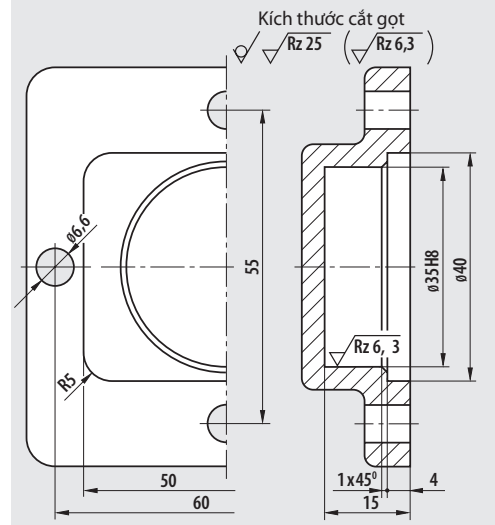
Kiểm tra các biện pháp bảo dưỡng đã hướng dẫn. Phòng tính chi phí cho thời gian làm việc và chi phí sử dụng vật tư. Thảo luận về các khả năng cải tiến.	Bàn bạc về những khả năng bảo dưỡng khác nhau và chiến lược bảo trì. Sách chuyên ngành.
---	---

Lĩnh vực học tập 6: Lập trình và gia công trên máy công cụ điều khiển bằng kỹ thuật số

Công việc được giao (Lệnh công tác): Sản xuất trục truyền động bánh răng (Hình 1) trên máy tiện CNC và nắp bọ trục (Hình 2) trên máy phay CNC



Hình 1: Trục truyền động bánh răng bằng thép C45



Hình 2: Nắp bọ trục bằng vật liệu EN AC-AISI9

Hiểu biết nhiệm vụ và soạn thảo tình trạng học tập một cách rõ ràng để hiểu

Bước học tập 1:	Mục đích, nội dung	Thực hiện, Hướng dẫn
<p>Bước học tập 1: Tìm hiểu cụm lắp ráp và chức năng của máy CNC</p>	<p>Cấu tạo và chức năng của máy CNC, Hệ thống tọa độ và các trục, Các điểm chuẩn</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nghiên cứu và giải thích về cấu tạo và chức năng của máy tiện và máy phay CNC ở phòng thí nghiệm - Khởi động chạy đến điểm tham khảo - Xác định điểm 0 ở chi tiết và khởi động chạy
<p>Bước học tập 2: Lập kế hoạch sản xuất trục trên máy tiện CNC</p>	<p>Mục đích, nội dung</p> <p>Kế hoạch làm việc, kế hoạch dụng cụ, bảng chuẩn bị thông số cắt, dữ liệu công nghệ cho tiện, tính toán dữ liệu hình học còn thiếu, phác họa sơ đồ kẹp</p>	<p>Thực hiện, Hướng dẫn</p> <p>Bước đầu hạn chế ở một bên của trục: xác định trình tự làm việc, chọn dụng cụ, xác định v_c, f và a_p, lập một phác họa sơ đồ kẹp.</p>
<p>Bước học tập 3: Lập kế hoạch gia công khoan và gia công phay cho nắp đậy bọ trục trên máy phay CNC</p>	<p>Mục đích, nội dung</p> <p>Kích thước tọa độ, kế hoạch dụng cụ, bảng thông số cắt, dữ liệu công nghệ cho phay và khoan</p>	<p>Thực hiện, Hướng dẫn</p> <p>Lập bảng tọa độ, xác định dữ liệu công nghệ, tính số vòng quay và tốc độ bước tiến, lập bảng thông số cắt và phác họa sơ đồ kẹp.</p>

Lĩnh vực học tập 6: Lập trình và gia công trên máy công cụ điều khiển bằng kỹ thuật số

Bước học tập 4: Lập chương trình CNC cho tiện và phay, mô phỏng trên máy tính cá nhân (PC)	Mục đích, nội dung Cấu trúc chương trình, tạo ra các chương trình CNC (cũng với sự trợ giúp của các phương pháp lập trình đồ họa, thí dụ như cho đường biên chi tiết), kiểm tra qua mô phỏng	Thực hiện, Hướng dẫn Khái niệm cơ bản về lập trình, lập trình theo DIN, ứng dụng chu trình (chu trình phay ren và chu trình phay bọng), lập trình tiện và phay CNC, ứng dụng phần mềm có sẵn, mô phỏng và khắc phục các lỗi chương trình, lưu trữ và in ra chương trình.
--	---	---

Bước học tập 5: Sản xuất chi tiết trên máy tiện và máy phay CNC	Mục đích, nội dung Cài đặt máy tiện và máy phay CNC, sản xuất trực tuyến động bánh răng và nắp đậy bộ trục dưới sự lưu ý về an toàn lao động	Thực hiện, Hướng dẫn Đo dụng cụ, nạp dữ liệu dụng cụ vào trong bộ nhớ dụng cụ, chuẩn bị cho máy tiện và máy phay CNC, nạp chương trình CNC (bằng tay hay trực tuyến), chạy thử và sản xuất chi tiết.
---	---	---

Bước học tập 6: Kiểm tra chi tiết và tối ưu hóa quy trình cắt gọt	Mục đích, nội dung Chọn phương tiện kiểm tra, lên kế hoạch kiểm tra trên cơ sở sản xuất hàng loạt, hiệu chỉnh dụng cụ, tối ưu hóa sản xuất theo hướng kích thước, độ bóng bề mặt và năng suất (Bảng 1)	Thực hiện, Hướng dẫn Xác định đặc điểm kiểm tra và phương tiện kiểm tra, kiểm tra các chi tiết đã gia công và thực hiện chỉnh sửa cần thiết để cải thiện chất lượng và năng suất.
---	--	--

Bảng 1: Các biện pháp để tối ưu hóa sản xuất

Mục đích mong muốn đạt được	Các biện pháp khả thi
Chỉnh sửa kích thước gia công (loại trừ sai lệch kích thước hay chỉnh sửa vào tâm dung sai)	Thay đổi kích thước chỉnh sửa trong bộ nhớ chi tiết, thay đổi giá trị tọa độ đã lập trình trong chương trình CNC, kiểm tra việc chỉnh sửa bán kính lưỡi cắt hoặc quỹ đạo.
Cải thiện độ bóng bề mặt	Tăng tốc độ cắt, giảm bước dẫn tiến, sử dụng dung dịch bôi trơn làm nguội, thay thế dụng cụ khi mòn, sử dụng mảnh hợp kim trở mặt với dạng hình học khác hay phủ lớp, chọn vật liệu cắt khác, tạo điều kiện cắt ổn định hơn (ứng suất chi tiết và ứng suất dụng cụ)
Nâng cao năng suất	Bước dẫn tiến lớn hơn lúc tiện phả, tăng tốc độ bước dẫn tiến lúc phay, tăng tốc cắt và sử dụng dung dịch bôi trơn làm nguội, giảm thay thế dụng cụ cần thiết thông qua sử dụng dụng cụ khác, lập trình đường tiến dao ngang nhanh ngắn hơn, tránh khoảng cách điều chỉnh dài hơn không cần thiết