بنام خدا:
ابزار شناسی و ماشینکاری

Dr. Parviz Kahhal

نحوه امتیاز دهی

- پایانترم ۱۵ نمره
- پروژه ۵ نمره

منابع

- ASM Handbook Vol.16
- Machining technology : machine tools and operations
  - Helmi A. Youssef, Hassan El-Hofy
- Metal Machining: Theory and Applications
  - Thomas Childs

- ابزار شناسی و ماشینکاری
- دکتر رازفر

سرفصل مطالب

- Chapter 1 Machining Technology
- Chapter 2 Basic Elements and Mechanisms of Machine Tools
- Chapter 3 General-Purpose Machine Tools
- Chapter 4 Thread Cutting
- Chapter 5 Gear Cutting Machines and Operations
- Chapter 6 Turret and Capstan Lathes
- Chapter 7 Automated Lathes
- Chapter 8 Numerical Control and Computer Numerical Control Technology

سرفصل مطالب

- Chapter 9 Hexapods and Machining Technology
- Chapter 10 Machine Tool Dynamometers
- Chapter 11 Nontraditional Machine Tools and Operations
- Chapter 12 Environment-Friendly Machine Tools and Operations
- Chapter 13 Design for Machining
- Chapter 14 Accuracy and Surface Integrity Realized by Machining Processes
- Chapter 15 Automated Manufacturing System

مقدمه

- ساخت یک فعالیت صنعتی است که شکل مواد خام را درجهت تولید محصولات تغییر می دهد.
- ریشه اصلی واژه manufacture به معنی ساخته شده توسط دست می باشد.
- با توجه به اینکه توان ابزار های دستی پایین می باشد، امروزه ساخت به صورت گسترده ای توسط ماشین آلات انجام می شود.
- تکنولوژی ساخت تمامی روش های مورد استفاده برای شکل دادن مواد خام به محصولات نهایی را در بر می گیرد.

Lecture 1: Machining Technology

Dr. Parviz Kahhal

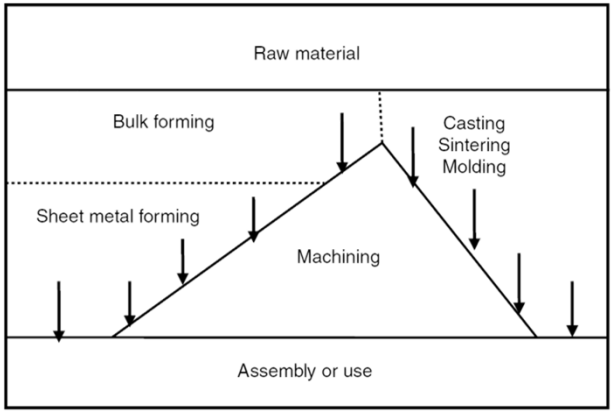

FIGURE 1.2 Definition of manufacturing.

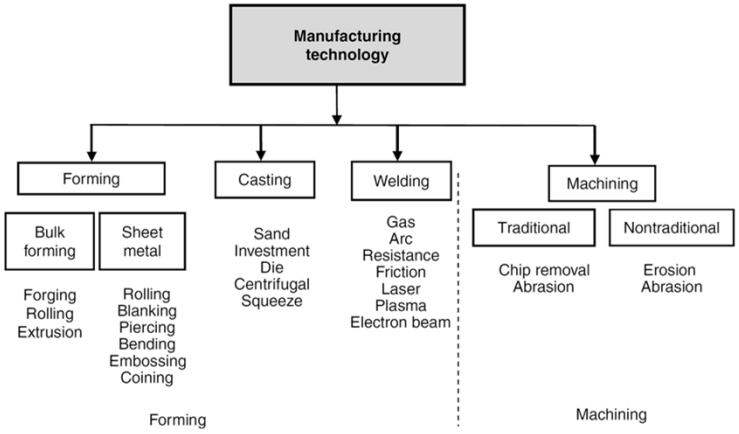

FIGURE 1.1 Classification of manufacturing processes.

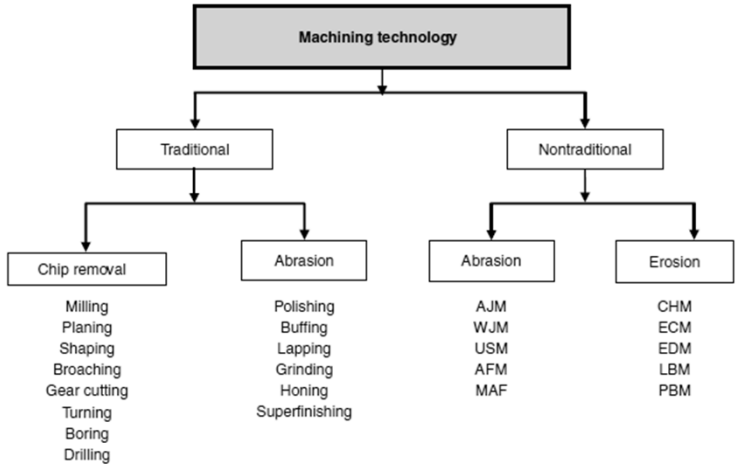

FIGURE 1.3 Classification of machining processes. AJM, abrasive jet machining; WJM, water jet machining; USM, ultrasonic machining; AFM, abrasive flow machining; MAF, magnetic abrasive finishing; CHM, chemical machining; ECM, electrochemical machining; EDM, electrodischarge machining; LBM, laser beam machining; PBM, plasma beam machining.

مقدمه

- ماشینکاری برداشت ماده ناخواسته از قطعه کار برای دستیابی به قطعه نهایی با اندازه، شکل و صافی سطح مطلوب می باشد.
- عمل برداشت ماده با استفاده از روش های برش در ابتدا با ابزار های دستی ساخته شده از استخوان، چوب، یا سنگ انجام می شهد است که این ابزار ها بعدا جای خود را به ابزار های برنزی و فولادی دادند.
- آب، بخار و بعدا الکتریسیته برای راندن و هدایت این ابزار ها در ماشین های ابزار به کار گرفته شده اند.
- توسعه مواد ابزار جدید یک دریچه جدید را به روی صنعت ماشینکاری باز نموده است.
- تکنیک های ماشینکاری غیر سنتی روش های جایگزینی برای ماشینکاری قطعات با ماده سخت تر، محکمتر، و چقرمه تر شده اند که ماشینکاری آن ها با روش های سنتی مشکل می باشد.

مقدمه

- در مقایسه به تکنولوژی شکل دهی پلاستیک، تکنولوژی ماشینکاری معمولا در مواردی به کار گرفته می شود که دقت قطعه و کیفیت سطح اهمیت بیشتری دارند.
- ماشینهای ابزار حدود ۷۰% عملیات ماشنیهای تولیدی را انجام می دهند.
- عملیات های ماشنیکاری تقریبا ۲۰% فعالیتهای ساخت را در ایالات متحده در برمی گیرند.

تاریخچه ماشین ابزار

- The development of metal cutting machines (once briefly called machine tools) started from the invention of the cylinder, which was changed to a roller guided by a journal bearing.
- The ancient Egyptians used these rollers for transporting the required stones from a quarry to the building site.
- The use of rollers initiated the introduction of the first wooden drilling machine, which dates back to 4000 bc.
- In such a machine, a pointed flint stone tip acted as a tool. The fi rst deep hole drilling machine was built by Leonardo da Vinci (1452–1519).
- In 1840, the first engine lathe was introduced.

HISTORY OF MACHINE TOOLS

- In 1818, Whitney built the first milling machine; the cylindrical grinding machine was built for the first time by Brown and Sharpe in 1874.
- The first gear shaper was introduced by Fellows in 1896.
- In 1879, Pfauter invented the gear hobber, and the gear planers of Sunderland were developed in 1908.

HISTORY OF MACHINE TOOLS

- Maudslay (1771–1831) added the lead screw, back gears, and the tool post to the previous design. Later, slide ways for the tailstock and automatic tool feeding systems were incorporated.
- Planers and shapers have evolved and were modified by Sellers (1824–1905). Fitch designed the first turret lathe in 1845. That machine carried eight cutting tools on a horizontally mounted turret for producing screws.
- A completely automatic turret lathe was invented by Spencer in 1896. He was also credited with the development of the multispindle automatic lathe.

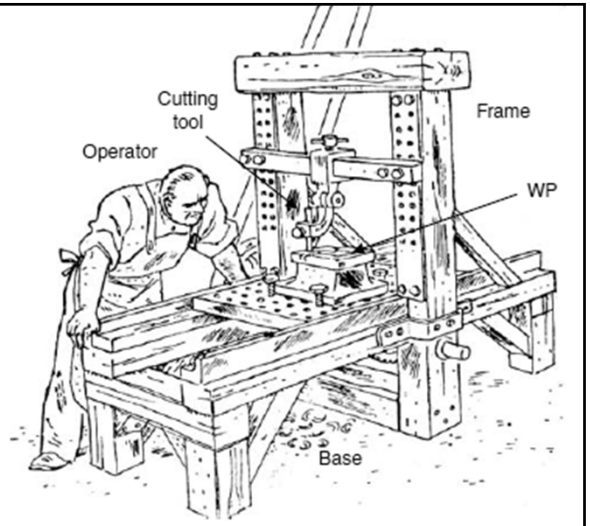

FIGURE 1.5 Wooden planer machine (1855).

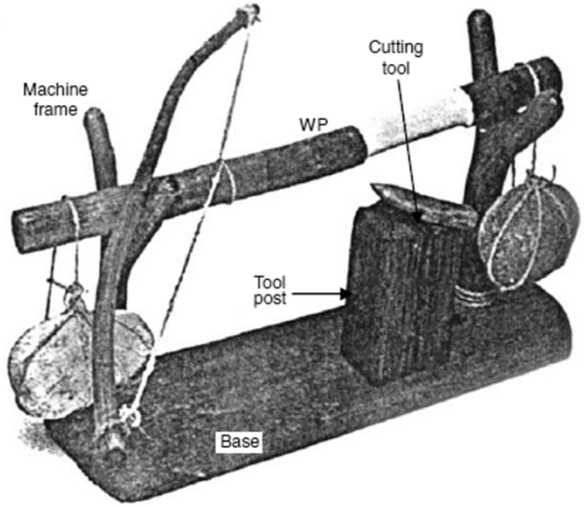

FIGURE 1.4 First wooden lathe machine.

TABLE 1.1
Developments of Machine Tools

1200–1299	Horizontal bench lathe appears, using foot treadle to rotate object
1770	Screw-cutting lathe invented: first to get satisfactory results (Ramsden, Britain)
1810	Lead screw adapted to lathe, leading to large-quantity machine-tool construction (Maudslay, Britain)
1817	Metal planing machine (Roberts, Britain)
1818	Milling machine invented (Whitney, United States)
1820–1849	Lathes, drilling, boring machines, and planers (most primary machine tools) refined
1830	Gear-cutting machine with involute cutters and geared indexing improved (Whitworth, Britain)
1830–1859	Milling machines, shapers, and grinding machines (United States)
1831	Surface-grinding machine patented (J. W. Stone, United States)
1834	Grinding machine developed: perhaps first (Wheaton, United States)
1836	Shaping machine invented; Whitworth soon added crank mechanism (Nasmyth, Britain)
1840 ca.	Vertical pillar drill with power drive and feed in use (originated in 1750)
1842	Gear-generating machine for cutting cycloidal teeth developed (Saxton, United States)
1850	Commercially successful universal milling machine designed (Robbins and Lawrence, Howe, and Windsor, United States)
1853	Surface grinder patented (Darling, United States)
1854 ca.	Commercial vertical turret lathe built for Robbins and Lawrence by Howe and Stone (Stone, Howe, Lawrence, United States)
1857	Whitney gauge lathe built (Whitney, United States)
1860–1869	First cylindrical grinder made; replaces single-point tool of engine lathe (United States)
1860–1879	Universal milling (1861–1865) and universal grinding machines (1876) produced (Brown and Sharpe, United States)

FIGURE 1.6 First industrial EDM machine in the world. Presentation of the Eleroda DI at the EMO exhibition in Milan Italy, 1955. (Courtesy of Charmilles, 560 Bond St., Lincolnshire, IL.)

حرکت های اصلی در ماشین ابزار

- در ماشین ابزار سنتی، تعداد زیادی از مشخصه های محصول با کمک حرکت ابزار یا قطعه کار تولید می شوند.
- شکل ابزار نقش قابل توجهی در سطح نهایی به دست آمده دارد.
- اساسا دو حرکت اصلی در یک ماشین ابزار وجود دارد:
  - حرکت اولیه، کلا به ابزار یا قطعه کار داده می شود و سرعت برش را معین می کند.
  - حرکت ثانویه که ابزار را نسبت به قطعه کار تغذیه می کند.
- در برخی موارد حرکت اولیه به صورت ترکیبی به ابزار و قطعه کار داده می شود.

1873	Automatic screw machine invented (1893, produced finished screws from coiled wire—A2) (Spencer, United States)
1887	Spur-gear hobbing machine patented (Grant, United States)
1895	Multispindle automatic lathe introduced for small pieces (United States)
1896–1940	Heavy-duty precision, high production rate grinding machine introduced at Brown and Sharpe (Norton, United States)
1921	First industrial jig borer made for precision machining: based on 1912 single-point tool (Société Genevoise, Switzerland)
1943	Electrodischarge machining (spark erosion) developed for machine tool manufacturing
1944–1947	Centerless thread-grinding machine patented (Scrivener, Britain; United States)
1945	The USM was patented by Balamuth
1947	The first prototype of EBM was designed by Steigerwald
1950	Electrochemical machines introduced into industry
1952	Alfred Herbert Ltd.'s first NC machine tool operating
1958	Laser phenomenon first predicted by Schawlaw and Townes

Source: ASME International, 3 Park Ave., New York. With permission.

Tool and WP Motions for Nontraditional Machine Tools

Machining Process	WP: Stationary ●	Tool: Feed Movement ↓	Tool: Stationary ●	Remarks
Chemical (erosion)				In the slitting processes (plate cutting), a relative motion between tool and WP (traverse speed v_t) is imparted in horizontal directions (X,Y).
CHM	●	●		
ECM (sinking)	●	↓		
Thermal (erosion)				
EDM (sinking)	●	↓		
EBM (drilling)	●	●		
LBM (drilling)	●	●		
PBM (drilling)	●	●		
Mechanical (abrasion)				
USM	●	↓		
AJM	●	●		
WJM	●	●		
Abrasive water jet machining (AWJM)	●	●		

Note: ↷, Rotation; ●, stationary; →, linear motion; ⇢, intermittent.

Tool and WP Motions for Machine Tools Used for Traditional Machining

Machining Process	Tool and WP Movements: v (↷ →)		f (→)		Remarks
Chip removal					
Turning	WP	↷	Tool	→	WP stationary
Drilling	Tool	↷	Tool	→	
Milling	Tool	↷	WP	→	
Shaping	Tool	→	WP	⇢	Intermittent feed
Planing	WP	→	Tool	⇢	
Slotting	Tool	→	WP	⇢	
Broaching	Tool	●	WP	●	Feed motion is built in the tool
	WP	→	Tool	●	
Gear hobbing	Tool	↷	WP	↷	
			Tool	→	
Abrasion					
Surface grinding	Tool	↷	WP	→	
Cylindrical grinding	Tool	↷	WP	↷	
			Tool or WP	→	
Honing	Tool	↷ →		●	WP stationary
Superfinishing	WP	↷	Tool	→	

Note: ↷, Rotation; ●, stationary; →, linear motion; ⇢, intermittent.

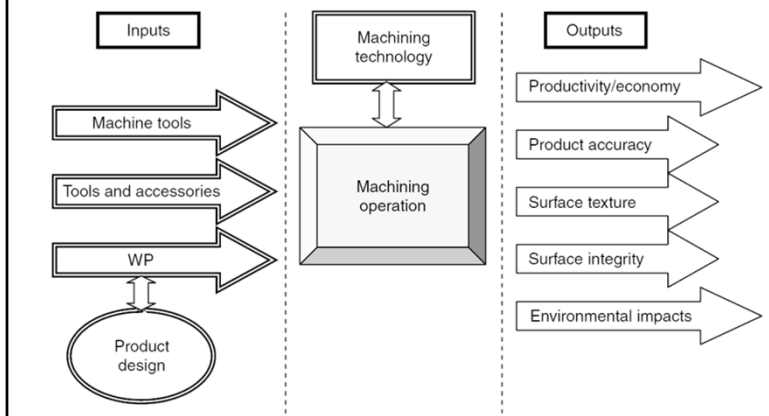

FIGURE 1.7 General aspects of machining technology.

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری

- تکنولوژی ماشینکاری رنج وسیعی از مفاهیم را در بر می گیرد که درک آن ها برای انتخاب های مهم در فرآیند الزامی می باشد.
- ابزار شناسی، ضمائم و ماشین ابزار، طبیعت عملیات ماشینکاری روی یک ماده خاص را تعیین می کنند.
- هدف اصلی تکنولوژی ماشینکاری تولید اقتصادی و با نرخ بالای قطعه می باشد.
- قطعات در سطوح مختلف دقت، بافت سطح، و یکپارچگی سطح ماشینکاری می شوند تا به حالت مطلوب طراح رسیده و از عملیات های بعد از ماشینکاری در جهت کاهش هزینه جلوگیری شود.

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری: ماشین ابزار

- هر ماشین ابزار قابلیت انجام چند عملیات ماشینکاری را برای تولید قطعه مورد نیاز با دقت و صافی سطح مشخص شده را دارد.
- ماشینکاری روی ماشین ابزارهای متنوعی با اهداف عمومی انجام می شود که به ترتیب عملیات هایی شامل تکنیک های براده برداری و سایش را انجام می دهند و سطوح استوانه ای و تخت را تولید می کنند.
- به علاوه، ماشین ابزار های با اهداف خاص نیز برای تولید چرخدنده، پیچ، و شکل های خاص دیگر استفاده می شوند.
- تکنولوژی پرداخت کاری برای هندسه های مختلف شامل سنگ زنی، هونینگ، لپینگ و تکنیک های پرداخت پیشرفته می باشد.

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری: ماشین ابزار

- نمونه های ماشین ابزار با اهداف عمومی
- تراشکاری
- سوراخکاری
- فرز
- سنگ زنی
- خان کشی
- Jig boring
- لپینگ
- ماشینهای با اهداف خاص
- چرخدنده زنی
- رزوه زنی
- دقت محصول در حین ماشینکاری بستگی به مشارکت اپراتور در عملیات دارد.
- ماشین های Capstan و turret ماشین های رایجی هستند که نقش اپراتور را در ماشینکاری قطعه کاری ها میله ای و برقو شکل در نرخ ها و دقت های بالا، کاهش می دهد.

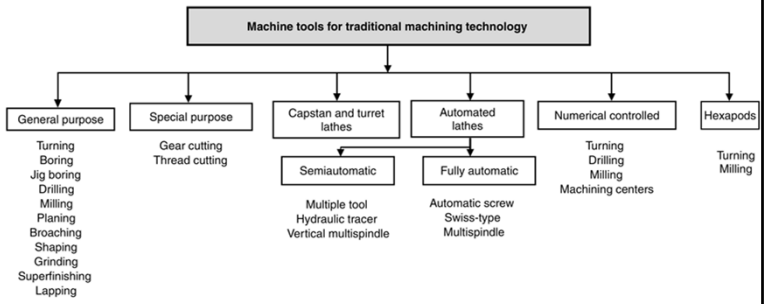

FIGURE 1.8 Classification of machine tools for traditional machining technology.

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری: ماشین ابزار

- ماشین های ابزار نیمه اتوماتیک حرکات کنترل شده اتوماتیک را انجام می دهند، در حالیکه قطعه کار به صورت دستی باز و بسته می شود.
- در ماشین های ابزار تمام اتوماتیک جابجایی قطعه کار و برش و همچنین عملیات های کمکی دیگر به صورت اتوماتیک انجام می شوند.
- ماشین های ابزار نیمه و تمام اتوماتیک بهترین انتخاب برای تولید محصولات با تعداد زیاد می باشند
- نقش اپراتور کمینه یا کاملا حذف شده و قطعات دقیق تر و اقتصادی تر تولید می شوند.

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری: ماشین ابزار

- ماشین های ابزار NC فرمی از اتوماسیون توسط اعداد، حروف و سمبل ها می باشند که از یک واحد کنترل و نوارخوان استفاده می کنند، در حالیکه ماشین های ابزارCNC از یک برنامه کامپیوتری ذخیره شده برای انجام تمام عملکرد های NC بهره می کیرند.
- NC و CNC مزایای زیادی را به تکنولوژِی ماشینکاری اضافه کرده اند،
  - o تعداد کم و زیاد قطعات قابل تولید هستند،
  - o هندسه قطعات از طریق کنترل انعطاف پذیر برنامه قطعات، قابل تغییر می باشد.
- یکپارچه سازی سیستم های CAD/CAM با تکنولوژی ماشینکاری، زمینه های صنعتی جدیدی را خلق نموده است.

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری: ماشین ابزار

- هگزاپاد ها زمینه جدیدی از ماشینکاری را خلق نموده اند که می توان قطعات پیچیده را با یک ابزار که قابلیت دارد از هر طرف به قطعه کار برسد، ماشینکاری نمود.
- هگزاپاد شش درجه آزادی در حرکت دارد و قابیلت یک ربات و صلبیت و دقت یک ماشین ابزار را دارد.
- برای ماشینکاری با اهداف عمومی، هگزاپاد یک ماشین ابزار ایده آل برای ماشینکاری قالب می باشد.

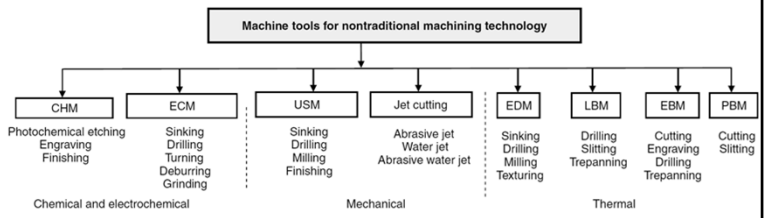

FIGURE 1.9 Classification of machine tools for nontraditional machining technology.

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری: ماده قطعه کار

- ماده قطعه کار در انتخاب روش ماشینکاری اثرگذار می باشد.
- اغلب مواد را می توان با طیفی از فرآیند ها ماشینکاری نمود، وبرخی را فقط با یک طیف محدود می توان ماشینکاری نمود.
- در هر حالت خاص، انتخاب ماده به شکل و اندازه، تلرانس ابعادی ، صافی سطح و مقدار مطلوب بستگی دارد.
- همچنین این انتخاب تنها به تناسب تکنیکی بستگی ندارد، بلکه به ملاحظات اقتصادی و زیست محیطی نیز بستگی دارد.

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری: بهره وری ماشینکاری

- در انتخاب هر روش ماشینکاری باید نرخ تولید که با زمان ماشینکاری نسبت معکوس دارد، درنظر گرفته شود.
- روش های افزایش بهره وری شامل موارد زیر می باشند:
- سرعت های بالای ماشینکاری
- نرخ های تغذیه بالا
- کمینه سازی زمان غیر ماشینکاری
- مکانیزم های اتوماتیک تعویض ابزار و تغذیه
- چگالی های بالای توان

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری: دقت و یکپارچگی سطح

- انتخاب یک تکنولوژی ماشینکاری به دقت و صافی سطح مورد نظر بستگی دارد.
- زیر سطح ماشینکاری برخی تغییرات در نتیجه مکانیزم براده برداری انتخاب شده به وجود می آیند.
- آزمایش دقیق این لایه بسیار مهم است.
- این لایه در خصوصیات قطعات ماشینکاری شده ازقبیل استحکام خستگی، خوردگی و مقاومت به سایش تاثیر گذار می باشد.
- در برخی موارد، ممکن است یک تکنولوژی فرا پرداخت (Post Fininshing) برای حل برخی مشکلات به کار گرفته شود که این هزینه تولید را بالا می برد.

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری: طراحی قطعه برای ماشینکاری اقتصادی

- این مفهوم در تولید قطعات دقیق و اقتصادی بسیار مهم می باشد.
- توصیه های طراحی قطعات برای هر عملیات باید دقیقا توسط طراح قطعه رعایت شوند.
- باید از پیچیدگی های طراحی اجتناب شود تا زمان ماشینکاری کاهش و به تبع آن نرخ تولید افزایش یابد.
- قابلیت ماشین ابزار و عملیات بر اساس دقت و صافی سطح ممکن نیز باید در نظر گرفته شود، تا بهترین روش، ماشین ابزار و عملیات انتخاب شود.

مفاهیم تکنولوژی ماشینکاری: اثرات محیطی ماشینکاری

- خطرات محتمل تکنولوژی انتخاب شده ممکن است بر سلامت اپراتور، ماشین ابزار و محیط پیرامون اثر داشته باشد.
- کاهش این خطرات نیازمند مانیتورینگ دیقیق، آنالیز، درک و کنترل در جهت تکنولوژی ماشینکاری از نظر زیست محیطی پاک می باشد.
- خطرات تولید شده توسط مایعات برشی باعث معرفی روش های روانکاری با مقدار کمینه (MQL) ، ماشینکاری Cryogenic و تکنیک های ماشینکاری خشک شده است.