Teach To India Publication

ITI Trade

Engineering Design Technician

इंजीनियरिंग डिज़ाइन टेक्नीशियन

OR

Artisan Using Advanced Tool

CTS | NSQF-Level 3.5

Second Edition

TATA-Sponsored Trade

Dual Language: English | हिंदी

TRADE THEORY + MCQs

All-in-One:

- Trade Theory
- Workshop Calculation and Science
- Engineering Drawing
- Employability Skills
- Exam Mock Test

For ITI Students Across India,
Based on the DGT/NCVT Syllabus and NIMI Exam Pattern

Teach TO India
Publication

Engineering Design Technician
इंजीनियरिंग डिज़ाइन टेक्नीशियन
OR
Artisan Using Advanced Tool

A Comprehensive Textbook with MCQ Practice and Detailed Solutions
Under the Craftsmen Training Scheme (CTS) | NSQF Level 3.5

Designed for:

ITI students across all states. This book is prepared as per the latest syllabus prescribed by DGT / NCVT and follows the NIMI examination pattern.

Key Features of the Book:

Dual Language Format: English | हिंदी

Detailed Trade Theory: Structured according to Learning Outcomes

Comprehensive MCQ Practice: Topic-wise Multiple-Choice Questions with Detailed Solutions

Complete Coverage of ITI Examination Sections:

- **Trade Theory**
- **Workshop Calculation & Science**
- **Engineering Drawing**
- **Employability Skills**

Question Bank: Includes 2 Full-Length Mock Tests with Complete Solutions.

Also Useful For:

This book is also useful for **CITS** and for preparing for various **technical recruitment examinations** conducted by the **Railways, PSUs, SSC, DRDO, ISRO, state government departments, metro projects, and other government organizations.**

Title: Engineering Design Technician
Subtitle: A Comprehensive Textbook with MCQ Practice and Detailed Solutions
Dual-Language Edition: English | हिंदी

Editor-in-Chief: Dr. Parvendra Kumar
Editorial and Technical Support: Teach To India Technical Team
Computer Graphics & Layout: Teach To India Design Team

Author:
Dr. Parvendra Kumar
B.Tech (UPTU), PG Diploma (C-DAC Hyderabad), M.Tech (IIT Roorkee), Ph.D

Reviewers:
Dhanesh Chandra
Trainer, Government ITI, Fatehpur, U.P.
Mohd Ahmed
Trainer, Government ITI, Bighapur Unnao, U.P.

Publisher:
Teach To India Publication
Adarsh Colony, Saharanpur, U.P. – 247001
Mobile: +91 9084496877
Email: info@teachtoindia.com | Website: www.teachtoindia.com

Printed at: Shree Education and Publication Private Limited, Ajmer, Rajasthan
Edition: Second Edition, 2026
ISBN: 978-81-69424-12-7

Copyright © Teach To India Publication. All rights reserved.

Legal Note:
No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means — electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise — without prior written permission of the publisher. While every effort has been made to ensure accuracy, the publisher assumes no responsibility for errors. Feedback and suggestions for improvement are always welcome.

Colophon:
This book is printed on environmentally responsible paper. The layout, typesetting, and graphics have been optimized for dual-language (English-Hindi) clarity and accessibility, suitable for technical and vocational training.

Printed in India

Price: ₹795/-

Preface | प्रस्तावना

This book, **Engineering Design Technician**, has been specially designed to help students succeed in both academic examinations and career-oriented preparation.

It includes detailed Trade Theory, Workshop Calculation and Science, Engineering Drawing, Employability Skills, and a question bank in mock test format based on the NIMI exam pattern.

This book follows the latest syllabus prescribed by **DGT/NCVT** and is aligned with the latest **NIMI** examination pattern. It is structured for easy understanding and practical application.

The MCQs in this book have been designed at multiple levels—**Remembering, Understanding, Application, and Analysis**—in a dual-language format to enhance conceptual clarity and examination readiness.

Our goal is not only to help students excel in **ITI courses and NCVT examinations**, but also to prepare them for competitive employment opportunities in both the **government and private sectors**.

यह पुस्तक, **इंजीनियरिंग डिज़ाइन टेक्नीशियन**, विद्यार्थियों को शैक्षणिक परीक्षाओं तथा करियर-केंद्रित तैयारी दोनों में सफलता दिलाने के उद्देश्य से विशेष रूप से तैयार की गई है।

इसमें विस्तृत ट्रेड थ्योरी, वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस, इंजीनियरिंग ड्रॉइंग, एम्प्लॉयबिलिटी स्किल्स तथा निमी परीक्षा पैटर्न पर आधारित मॉक टेस्ट प्रारूप में प्रश्न बैंक सम्मिलित किया गया है।

यह पुस्तक **DGT/NCVT** द्वारा निर्धारित नवीनतम पाठ्यक्रम का पालन करती है तथा नवीनतम **NIMI** परीक्षा पैटर्न के अनुरूप तैयार की गई है। इसे सरल समझ और व्यावहारिक उपयोग को ध्यान में रखते हुए संरचित किया गया है।

इस पुस्तक में दिए गए **MCQs** को बहु-स्तरीय स्तरों—**स्मरण, समझ, अनुप्रयोग, और विश्लेषण**—पर द्विभाषी प्रारूप में तैयार किया गया है, ताकि संकल्पनात्मक स्पष्टता तथा परीक्षा-तत्परता को सुदृढ़ किया जा सके।

हमारा उद्देश्य केवल विद्यार्थियों को **ITI पाठ्यक्रमों** एवं **NCVT परीक्षाओं** में उत्कृष्ट प्रदर्शन के लिए सक्षम बनाना ही नहीं, बल्कि उन्हें **सरकारी** तथा **निजी** दोनों क्षेत्रों में प्रतिस्पर्धी रोजगार अवसरों के लिए भी तैयार करना है।

How to Study This Book | इस पुस्तक का अध्ययन कैसे करें

The Trade Theory section is covered in detail. Students are advised to study this section thoroughly and carefully, and to develop a clear conceptual understanding with the help of detailed explanations, diagrams, and a flow-based presentation.

Except for the Trade Theory section, the other sections contain important summaries. These summaries are sufficient in accordance with the weightage of the respective sections.

Practice the MCQs only after completing the theory part of the module.

Students are advised to study this book in only one language, either Hindi or English. They should not compare the Hindi version with the English version during study.

In case of any discrepancy in technical terminology, translation, or conceptual interpretation, the English version shall be considered authoritative.

At the end of the book, practice sets based on the NIMI exam pattern have been provided. Students are strongly advised to practice these questions at least twice before appearing for the examination.

To practice the question bank in a computer-based mock test format, scan the QR code provided in the last part of the book.

ट्रेड थ्योरी अनुभाग को विस्तृत रूप से प्रस्तुत किया गया है। विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे इस अनुभाग का गहन एवं सावधानीपूर्वक अध्ययन करें तथा विस्तृत व्याख्याओं, आरेखों और क्रमबद्ध प्रस्तुतीकरण की सहायता से अपनी अवधारणाओं को स्पष्ट एवं सुदृढ़ करें।

ट्रेड थ्योरी अनुभाग को छोड़कर अन्य सभी अनुभागों में महत्वपूर्ण सारांश दिए गए हैं। ये सारांश संबंधित अनुभागों के वेटेज के अनुसार पर्याप्त हैं।

थ्योरी भाग पूर्ण करने के बाद ही संबंधित बहुविकल्पीय प्रश्नों (MCQs) का अभ्यास करें।

विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे इस पुस्तक का अध्ययन केवल एक ही भाषा—हिंदी अथवा अंग्रेज़ी—में करें। अध्ययन के समय हिंदी और अंग्रेज़ी संस्करणों की आपस में तुलना न करें।

तकनीकी शब्दावली, अनुवाद या अवधारणात्मक व्याख्या में किसी भी असंगति की स्थिति में अंग्रेज़ी संस्करण को प्रामाणिक माना जाएगा।

पुस्तक के अंत में NIMI परीक्षा पैटर्न पर आधारित अभ्यास सेट प्रदान किए गए हैं। विद्यार्थियों को दृढ़तापूर्वक सलाह दी जाती है कि वे परीक्षा में सम्मिलित होने से पूर्व इन प्रश्नों का कम से कम दो बार अभ्यास अवश्य करें।

प्रश्न बैंक का अभ्यास कंप्यूटर-आधारित मॉक टेस्ट प्रारूप में करने के लिए, पुस्तक के अंतिम भाग में दिए गए QR कोड को स्कैन करें।

Acknowledgment | आभार

The content of this book has been developed with reference to the official ITI syllabus and the guidelines issued by the Directorate General of Training (DGT) and the National Instructional Media Institute (NIMI). It has been prepared using the prescribed syllabus documents and standard training resources for educational purposes.

The publishers gratefully acknowledge the contribution of these institutions to curriculum development and the promotion of vocational education in India.

इस पुस्तक की सामग्री का विकास आधिकारिक आईटीआई पाठ्यक्रम तथा प्रशिक्षण महानिदेशालय (DGT) और राष्ट्रीय अनुदेशात्मक मीडिया संस्थान (NIMI) द्वारा जारी दिशा-निर्देशों के संदर्भ में किया गया है। इसे शैक्षिक उद्देश्यों के लिए निर्धारित पाठ्यक्रम दस्तावेजों एवं मानक प्रशिक्षण संसाधनों के आधार पर तैयार किया गया है।

प्रकाशक भारत में पाठ्यक्रम विकास तथा व्यावसायिक शिक्षा के प्रोत्साहन में इन संस्थानों के योगदान के प्रति कृतज्ञतापूर्वक आभार व्यक्त करते हैं।

Syllabus	
Learning Outcomes	**Trade Theory**
LO-1	Recognize and comply safe working practices.
LO-2	Make different basic drawing and mathematical geometrical calculations.
LO-3	Plan & perform basic drawing and engineering calculations.
LO-4	Identify basic materials and product manufacturing process.
LO-5	Perform inspection with different measurement tools & techniques to ensure the quality of product.
LO-6	Plan and execute the user interface and basic set up of artisan design software.
LO-7	Perform basic setting, layout setup & Interface Customization in artisan software.
LO-8	Apply standard geometrics and artisan design software (such as circle, rectangular, arcs and text).
LO-9	Perform artisan software operation to Edit Mode, Scale the Geometries, break the vectors and re-join.
LO-10	Apply basic 2D machining and Tool Database and Cutting Parameters selection and application.
LO-11	Observe and create simple and advanced 3D Design which can generate some complex reliefs in artisan operation.
LO-12	Measure texture flow function use Texture Flow function by creating scales for a relief incorporate with manufacturing standards.
LO-13	Design cylindrical surface of the model and add the required artistic details. (To develop Rings, Bannisters, Turned Furniture designs, Pillars, Statues, Roller Dies etc.)
LO-14	Perform on 3D Machining, Tool Database and Machining Parameters (Cutting).
LO-15	Work on Machine Relief Toolpaths, Roughing and Finishing functions.
LO-16	Check 3D simulation and NC code Generation using artisan software.
LO-17	Use of Rotary Machining & Modelling Setup tools.
LO-18	Assess the additive manufacturing set up CNC/ VMC set up, laser cutting machine &general tools for develop the physical model.
LO-19	Carryout processing and painting to finish the component.
Modules	**Workshop Calculation & Science**
Unit, Fractions	Classification of unit system. Fundamental and Derived units F.P.S, C.G.S, M.K.S and SI units. Measurement units and conversion. Factors, HCF, LCM and problems. Fractions - Addition, subtraction, multiplication & division. Decimal fractions - Addition, subtraction, multiplication & division. Solving problems by using calculator.
Square root, Ratio and Proportions, Percentage	Square and square root. Simple problems using calculator. Applications of Pythagoras theorem and related problems. Ratio and proportion. Ratio and proportion - Direct and indirect proportions. Percentage. Percentage - Changing percentage to decimal.
Material Science	Types of metals, types of ferrous and non-ferrous metals. Physical and mechanical properties of metals. Introduction of iron and cast iron. Difference between iron & steel, alloy steel and carbon steel. Properties and uses of rubber, timber and insulating materials.
Mass, Weight, Volume and Density	Mass, volume, density, weight and specific gravity. Related problems for mass, volume, density, weight and specific gravity.
Speed and Velocity, Work, Power and Energy	Speed and velocity - Rest, motion, speed, velocity, difference between speed and velocity, acceleration and retardation. Related problems on speed & velocity. Work, power, energy, HP, IHP, BHP and efficiency. Potential energy, kinetic energy and related problems.

Heat & Temperature and Pressure	Concept of heat and temperature, effects of heat, difference between heat and temperature, boiling point & melting point of different metals and non-metals. Scales of temperature, celsius, fahrenheit, kelvin and conversion between scales of temperature. Temperature measuring instruments, types of thermometers, pyrometer and transmission of heat - Conduction, convection and radiation. Co-efficient of linear expansion and related problems with assignments. Problem of heat loss and heat gain with assignments. Thermal conductivity and insulators. Pressure - Concept of pressure and its units in different system.
Basic Electricity	Introduction and uses of electricity, molecule, atom, how electricity is produced, electric current AC, DC their comparison, voltage, resistance and their units. Conductor, insulator, types of connections - series and parallel. Ohm's law, relation between V.I.R & related problems. Electrical power, energy and their units, calculation with assignments. Magnetic induction, self and mutual inductance and EMF generation. Electrical power, HP, energy and units of electrical energy.
Mensuration	Area and perimeter of square, rectangle and parallelogram. Mensuration - Area and perimeter of Triangles. Area and perimeter of circle, semi-circle, circular ring, sector of circle, hexagon and ellipse. Surface area and volume of solids - cube, cuboid, cylinder, sphere and hollow cylinder. Finding the lateral surface area, total surface area and capacity in litres of hexagonal, conical and cylindrical shaped vessels.
Trigonometry	Measurement of angles. Trigonometrical ratios. Trigonometrical tables. Application in calculating height and distance (Simple applications)
Modules	**Engineering Drawing**
Introduction to Engineering Drawing and Drawing Instruments	Introduction to engineering drawing and drawing instruments. Conventions. Sizes and layout of drawing sheets. Title Block, its position and content. Drawing Instrument.
Lines- Types and applications in drawing Free hand drawing of	Free hand drawing of Geometrical figures and blocks with dimension. Transferring measurement from the given object to the freehand sketches. Free hand drawing of hand tools and measuring tools.
Drawing of Geometrical figures	Angle, Triangle, Circle, Rectangle, Square, Parallelogram. Lettering & Numbering–Single Stroke.
Dimensioning	Types of arrow head. Leader line with text. Position of dimensioning (Unidirectional, Aligned)
Symbolic representation	Different symbols used in the related trades.
Concept and reading of Drawing in	Concept of Axes, Planes, and Quadrants. Concept of Orthographic and Isometric Projections. Methods of First Angle and Third Angle Projections (Definition and Difference).
Reading of Job drawing of related trades	Reading of Job Drawings related to respective trades.
Modules	**Employability Skills**
Introduction to Employability Skills	Outline the importance of Employability Skills for the current job market and future of work. List different learning and employability related GOI and private portals and their usage. Research and prepare a note on different industries, trends, required skills and the available opportunities
Constitutional values - Citizenship	Explain the constitutional values, including civic rights and duties, citizenship, responsibility towards society etc. that are required to be followed to become a responsible citizen. Discuss the role of personal values and ethics such as honesty, integrity, caring and respecting others, etc. in personal and social development.
Becoming a Professional in the 21st Century	Discuss relevant 21st century skills required for employment. Highlight the importance of practicing 21st century skills like Self-Awareness, Behavior Skills, time management, critical and adaptive thinking, problem-solving, creative thinking, social and cultural awareness, emotional awareness, learning to learn etc. in personal or professional life. Create a

	pathway for adopting a continuous learning mindset for personal and professional development.
Basic English Skills	Use appropriate grammar and sentences while interacting with others. Read English text with appropriate articulation. Role play a situation on how to talk appropriately to a customer in English, over the phone or in person. Write a brief note/paragraph / letter/e -mail using correct English.
Career Development & Goal Setting	Create a career development plan. Identify well-defined short- and long-term goals
Communication Skills	Demonstrate how to communicate effectively using verbal and nonverbal communication etiquette. Write a brief note/paragraph on a familiar topic. Explain the importance of communication etiquette including active listening for effective communication. Role play a situation on how to work collaboratively with others in a team.
Diversity and Inclusion	Exhibit how to behave, communicate, and conduct oneself appropriately with all genders and PwD
Financial and Legal Literacy	Discuss various financial institutions, products, and services. Demonstrate how to conduct offline and online financial transactions, safely and securely and check passbook/statement. Explain the common components of salary such as Basic, PF, Allowances (HRA, TA, DA, etc.), tax deductions. Calculate income and expenditure for budgeting. Discuss the legal rights, laws, and aids.
Essential Digital Skills	Describe the role of digital technology in day-to-day life and the workplace. Demonstrate how to operate digital devices and use the associated applications and features, safely and securely. Demonstrate how to connect devices securely to internet using different means. Follow the dos and don'ts of cyber security to protect against cybercrimes. Discuss the significance of displaying responsible online behavior while using various social media platforms. Create an e-mail id and follow e- mail etiquette to exchange e -mails. Show how to create documents, spreadsheets and presentations using appropriate applications utilize virtual collaboration tools to work effectively.
Entrepreneurship	Describe the types of entrepreneurship and enterprises. Discuss the process of identifying opportunities for potential business and relevant regulatory and statutory requirements. Describe the 4Ps of Marketing-Product, Price, Place and Promotion and apply them as per requirement. Create a sample business plan, for the selected business opportunity. Discuss various sources of funding and identify associated financial and legal risks with its mitigation plan.
Customer Service Duration	Describe different types of customers. Role play a situation on how to identify customer needs and respond to them in a professional manner. Explain various tools used to collect customer feedback. Discuss the significance of maintaining hygiene and dressing appropriately.
Getting ready for apprenticeship & Jobs	Draft a professional Curriculum Vitae (CV). Use various offline and online job search sources such as employment exchanges, recruitment agencies, and job portals respectively. Demonstrate how to apply to identified job openings using offline /online methods as per requirement. Discuss how to prepare for an interview. Role play a mock interview. List the steps for searching and registering for apprenticeship opportunities.
Introduction to Artificial Intelligence (AI)	Understanding AI. How does AI work? Types of AI. What can AI do? Impact of AI on Jobs & Industries. Exploring Careers with AI. Learning with AI. Using AI Responsibly.

Table of Contents

Part – 1: Trade Theory | ट्रेड थ्योरी 1

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 1 2

1.1 Safe Working Environment and Occupational Health & Safety Procedures | सुरक्षित कार्य वातावरण और व्यावसायिक स्वास्थ्य एवं सुरक्षा प्रक्रियाएँ 2

1.2 Identification and Reporting of Unsafe Conditions at Workplace|कार्यस्थल पर असुरक्षित परिस्थितियों की पहचान और रिपोर्टिंग 4

1.3 Fire Hazards, Safety Precautions and Reporting Procedure | अग्नि जोखिम, सुरक्षा सावधानियाँ और रिपोर्टिंग प्रक्रिया 6

1.4 Safe Handling, Storage and Disposal of Hazardous Materials | खतरनाक पदार्थों का सुरक्षित संचालन, भंडारण और निपटान 8

1.5 Site Procedures for Illness and Accident Response | बीमारी और दुर्घटना के प्रति प्रतिक्रिया के लिए साइट प्रक्रियाएँ 10

1.6 Identification and Meaning of Safety Alarms|सुरक्षा अलार्म की पहचान और अर्थ 11

1.7 Accident Reporting Procedure and Maintenance of Accident Records|दुर्घटना रिपोर्टिंग प्रक्रिया और दुर्घटना अभिलेखों का संधारण 13

1.8 Site Evacuation Procedure and Emergency Exit Practice|साइट निकासी प्रक्रिया और आपातकालीन निकास अभ्यास 14

1.9 Personal Protective Equipment (PPE) and Its Use in Different Work Environments|व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (PPE) और विभिन्न कार्य वातावरणों में उनका उपयोग. 16

1.10 Basic First Aid and Its Application Under Different Circumstances | मूलभूत प्राथमिक उपचार और विभिन्न परिस्थितियों में उसका उपयोग 17

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 19

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 2 21

2.1 Identification of Customer Requirements in Drawing and Design Work | ड्राइंग और डिज़ाइन कार्य में ग्राहक आवश्यकताओं की पहचान 21

2.2 Methods to Improve Perceived Quality Level of Product or Job | उत्पाद या कार्य की अनुभूत गुणवत्ता स्तर को सुधारने की विधियाँ 24

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 27

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 3 29

3.1 Methods of Engineering Drawing Projections (Classification and Basic Concept) | इंजीनियरिंग ड्राइंग प्रक्षेपण की विधियाँ (वर्गीकरण और मूल अवधारणा) 29

3.2 Geometric Dimensioning, Tolerancing and Preparation of Bill of Materials (BOM) | ज्यामितीय आयाम निर्धारण, टॉलरेंसिंग तथा बिल ऑफ मैटेरियल (BOM) की तैयारी 31

3.3 Basic Engineering Calculations Used in Workshop Practice (Working Principle and Applications) |कार्यशाला अभ्यास में उपयोग होने वाली मूलभूत इंजीनियरिंग गणनाएँ (कार्य सिद्धांत और अनुप्रयोग) 32

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 34

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 4 36

4.1 Selection of Engineering Materials According to Application | अनुप्रयोग के अनुसार इंजीनियरिंग सामग्री का चयन 36

4.2 Selection of Suitable Manufacturing Process for Product Making | उत्पाद निर्माण के लिए उपयुक्त निर्माण प्रक्रिया का चयन 38

4.3 Basic Engineering Calculations Used in Workshop Practice | कार्यशाला अभ्यास में उपयोग की जाने वाली मूलभूत इंजीनियरिंग गणनाएँ 40

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 42

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 5 44

5.1 Selection of Measuring Instruments for Dimensional Inspection | आयामी निरीक्षण के लिए मापन उपकरणों का चयन 44

5.2 Standard Inspection Procedure for Measuring Components and Recording Data | घटकों के मापन और डेटा अभिलेखन के लिए मानक निरीक्षण प्रक्रिया 46

5.3 Calibration of Measuring Instruments | मापन उपकरणों का कैलिब्रेशन 47

5.4 Basic Engineering Calculations in Inspection and Measurement | निरीक्षण और मापन में मूलभूत इंजीनियरिंग गणनाएँ 49

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 51

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 6 53

6.1 Basic Set Up of Graphic User Interface (GUI) in Artisan Software | आर्टिसन सॉफ़्टवेयर में ग्राफिकल यूज़र इंटरफ़ेस (GUI) का मूलभूत सेटअप 53

6.2 Customization of Software Layout for Efficient Design Work | कुशल डिज़ाइन कार्य के लिए सॉफ़्टवेयर लेआउट का अनुकूलन 54

6.3 Customization of Toolbars in Artisan Software Module | आर्टिसन सॉफ़्टवेयर मॉड्यूल में टूलबार का अनुकूलन 56

6.4 Basic Engineering Calculations Used in Artisan Design Software Work | आर्टिसन डिज़ाइन सॉफ़्टवेयर कार्य में उपयोग होने वाली मूलभूत इंजीनियरिंग गणनाएँ 58

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 60

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 7 62

7.1 Customization of Docking Toolbars, Panels and Themes in Artisan Software | आर्टिसन सॉफ़्टवेयर में डॉकिंग टूलबार, पैनल और थीम्स का अनुकूलन 62

7.2 Customization of Shortcut Keys for Improving Productivity in Artisan Software| आर्टिसन सॉफ़्टवेयर में उत्पादकता बढ़ाने के लिए शॉर्टकट कुंजियों का अनुकूलन 63

7.3 Interface Customization in Artisan Software | आर्टिसन सॉफ़्टवेयर में इंटरफेस का अनुकूलन 65

7.4 Basic Engineering Calculations Used in Software Layout and Design Work | सॉफ़्टवेयर लेआउट और डिज़ाइन कार्य में उपयोग होने वाली मूलभूत इंजीनियरिंग गणनाएँ 67

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 69

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 8..... 71

8.1 Creation of Standard Geometrical Shapes in Artisan Design Software | आर्टिजन डिज़ाइन सॉफ़्टवेयर में मानक ज्यामितीय आकृतियों का निर्माण 71

8.2 Creation of Curves, Vector Layers and Shapes in Artisan Software | आर्टिजन सॉफ़्टवेयर में वक्रों, वेक्टर लेयर्स और आकृतियों का निर्माण..... 73

8.3 Use of Node Editing Mode for Arc Conversion and Free Flow Shape Design | आर्क रूपांतरण तथा मुक्त प्रवाह आकृति डिज़ाइन के लिए नोड एडिटिंग मोड का उपयोग 74

8.4 Basic Engineering Calculations Used in Geometrical Drawing and Artisan Design | ज्यामितीय आरेखन और आर्टिजन डिज़ाइन में प्रयुक्त मूल अभियान्त्रिक गणनाएँ 76

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 78

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 9..... 80

9.1 Creation and Editing of Geometrical Shapes in Artisan Software | आर्टिजन सॉफ़्टवेयर में ज्यामितीय आकृतियों का निर्माण और संपादन 80

9.2 Scaling of Geometrical Shapes in Artisan Software | आर्टिजन सॉफ्टवेयर में ज्यामितीय आकृतियों का स्केलिंग 82

9.3 Breaking and Rejoining of Vectors in Artisan Software | आर्टिजन सॉफ्टवेयर में वेक्टर्स का तोड़ना और पुनः जोड़ना 84

9.4 Creation of Artwork Using Vector Layers in Artisan Software | आर्टिजन सॉफ्टवेयर में वेक्टर लेयर्स का उपयोग करके आर्टवर्क का निर्माण..... 85

9.5 Basic Engineering Calculations Used in Editing, Scaling and Vector Design | संपादन, स्केलिंग और वेक्टर डिज़ाइन में प्रयुक्त मूल इंजीनियरिंग गणनाएँ 87

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 89

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 10..... 91

10.1 Software Setup for Basic 2D Machining Operations |मूल 2D मशीनिंग कार्यों के लिए सॉफ्टवेयर सेटअप 91

10.2 Selection and Updating of 2D Machining Parameters in Tool Library | टूल लाइब्रेरी में 2D मशीनिंग पैरामीटरों का चयन और अद्यतन 92

10.3 Creation of Basic 2D Toolpaths: Profiling, Roughing, Drilling, V-Bit Carving and Bevel Carving | मूल 2D टूलपाथ का निर्माण: प्रोफाइलिंग, रफिंग, ड्रिलिंग, वी-बिट कार्विंग और बेवेल कार्विंग..... 94

10.4 Basic Engineering Calculations Used in 2D Machining Operations | 2D मशीनिंग परिचालनों में प्रयुक्त मूल अभियांत्रिकी गणनाएँ..... 95

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 97

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 11..... 99

11.1 Creation and Editing of 3D Shapes Using Artisan Standard Toolbar | आर्टिसन स्टैंडर्ड टूलबार का उपयोग करके 3D आकृतियों का निर्माण एवं संपादन..... 99

11.2 Addition and Subtraction of 3D Geometries in Artisan Software| आर्टिजन सॉफ्टवेयर में 3D ज्यामितियों का जोड़ और घटाव 100

11.3 Use of Smooth Relief and Sculpting Tools in Artisan Operation | आर्टिजन संचालन में स्मूथ रिलीफ तथा स्कल्प्टिंग टूल्स का उपयोग..... 102

11.4 Basic Engineering Calculations Used in 3D Design and Relief Creation | 3D डिज़ाइन और रिलीफ निर्माण में उपयोग की जाने वाली मूल अभियांत्रिक गणनाएँ..... 103

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 105

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 12..... 108

12.1 Creation and Editing of 2 Rail Sweep, Leaf Shape, Star Shape and Multiple Section in Artisan Software |आर्टिजन सॉफ़्टवेयर में 2 रेल स्वीप, लीफ शेप, स्टार शेप और मल्टीपल सेक्शन का निर्माण एवं संपादन 108

12.2 Application of Texturing and Incorporation of Texture Relief in Artisan Software| आर्टिजन सॉफ़्टवेयर में टेक्स्चरिंग का अनुप्रयोग तथा टेक्स्चर रिलीफ का समावेशन ..109

12.3 Texture Flow Spacing and Vary Scale Function in Relief Design | रिलीफ डिज़ाइन में टेक्सचर फ्लो स्पेसिंग और वैरी स्केल फ़ंक्शन 111

12.4 Basic Engineering Calculations Used in Texture Flow and Relief Scaling | टेक्सचर फ्लो और रिलीफ स्केलिंग में उपयोग की जाने वाली मूल अभियांत्रिक गणनाएँ 112

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 114

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 13..... 116

13.1 Creation of Cylindrical Surface Models Considering Manufacturing Constraints | निर्माण संबंधी सीमाओं को ध्यान में रखते हुए बेलनाकार सतह मॉडलों का निर्माण 116

13.2 Creation and Editing of Ring Side Vector in Artisan Software|आर्टिजन सॉफ्टवेयर में रिंग साइड वेक्टर का निर्माण और संपादन 117

13.3 Basic Engineering Calculations Used in Cylindrical Surface and Ring Design | सिलिंड्रिकल सतह और रिंग डिज़ाइन में उपयोग की जाने वाली मूल अभियांत्रिक गणनाएँ 119

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 121

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 14..... 123

14.1 Application and Updating of 3D Material Settings for 3D Machining | 3D मशीनिंग हेतु 3D मटेरियल सेटिंग्स का अनुप्रयोग और अद्यतन 123

14.2 Creation and Uploading of Cutting Tool Parameter Database for 3D Machining | 3D मशीनिंग के लिए कटिंग टूल पैरामीटर डेटाबेस का निर्माण और अपलोडिंग 124

14.3 Basic Engineering Calculations Used in 3D Machining and Cutting Parameter Selection | 3D मशीनिंग और कटिंग पैरामीटर चयन में उपयोग की जाने वाली मूल अभियांत्रिक गणनाएँ..... 125

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 127

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 15..... 129

15.1 Selection of Cutting Tools for Various Relief Machining Operations | विभिन्न रिलीफ मशीनिंग क्रियाओं के लिए कटिंग टूल्स का चयन 129

15.2 Generation of Machine Relief Toolpaths for Roughing and Finishing Operations | रफिंग और फिनिशिंग प्रक्रियाओं के लिए मशीन रिलीफ टूलपाथ का निर्माण130

15.3 Simulation and Optimization of Machining Toolpaths|मशीनिंग टूलपाथ का सिमुलेशन और अनुकूलन. 131

15.4 Basic Engineering Calculations Used in Relief Toolpath Machining | रिलीफ टूलपाथ मशीनिंग में उपयोग की जाने वाली मूल अभियांत्रिक गणनाएँ 133

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 135

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 16..... 137

16.1 Generation of Toolpath Simulation and NC Output for Machining | मशीनिंग के लिए टूलपाथ सिमुलेशन और एनसी आउटपुट का जनरेशन 137

16.2 3D Simulation of Generated NC Code in Artisan Software |आर्टिसन सॉफ्टवेयर में जनरेटेड NC कोड का 3D सिमुलेशन..... 138

16.3 Basic Engineering Calculations Used in NC Code Generation and 3D Simulation | एनसी कोड जनरेशन और 3D सिमुलेशन में उपयोग की जाने वाली मूल अभियांत्रिक गणनाएँ..... 140

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 142

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 17..... 144

17.1 Rotary Machining Setup in Artisan Software | आर्टिसन सॉफ्टवेयर में रोटरी मशीनिंग सेटअप..... 144

17.2 Ring Design and Pillar Design Commands in Rotary Modelling | रोटरी मॉडलिंग में रिंग डिज़ाइन और पिलर डिज़ाइन कमांड्स..... 145

17.3 Basic Engineering Calculations Used in Rotary Machining | रोटरी मशीनिंग में उपयोग की जाने वाली मूल अभियांत्रिक गणनाएँ..... 147

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न 149

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 18..... 151

18.1 Export of 3D Model into Different CAD File Formats|विभिन्न CAD फ़ाइल प्रारूपों में 3D मॉडल का एक्सपोर्ट 151

18.2 Development of Physical Product by Additive Manufacturing Technique | एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग तकनीक द्वारा भौतिक उत्पाद का विकास..... 152

18.3 Development of Physical Product by CNC/VMC Machine | CNC/VMC मशीन द्वारा भौतिक उत्पाद का विकास 154

18.4 Development of Physical Product by Laser Cutting Machine | लेज़र कटिंग मशीन द्वारा भौतिक उत्पाद का विकास 155

18.5 Basic Engineering Calculations Used in Physical Model Development |भौतिक मॉडल विकास में प्रयुक्त मूल अभियांत्रिकी गणनाएँ 156

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 158

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 19..... 160

19.1 Post-Processing Methods for Finishing of Components | घटकों की फिनिशिंग के लिए पोस्ट-प्रोसेसिंग विधियाँ..... 160

19.2 Painting of Components in Paint Booth for Aesthetic Finishing|19.2 सौंदर्यपरक फिनिशिंग हेतु पेंट बूथ में अवयवों की पेंटिंग..... 162

19.3 Basic Engineering Calculations Used in Finishing and Painting Work | फिनिशिंग और पेंटिंग कार्य में प्रयुक्त मूल इंजीनियरिंग गणनाएँ 163

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 165

Part – 2: Workshop Calculation and Science | वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस 167

1. Unit, Fractions | इकाई, भिन्न 168

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 170

2. Square Root, Ratio and Proportions, Percentage | वर्गमूल, अनुपात और समानुपात, प्रतिशत 173

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 175

3. Material Science | भौतिक सामग्री..... 178

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 180

4. Mass, Weight, Volume and Density | द्रव्यमान, भार, आयतन और घनत्व..... 184

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 186

5. Speed and Velocity, Work, Power and Energy | गति और वेग, कार्य, शक्ति और ऊर्जा 190

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 192

6. Heat & Temperature and Pressure | ऊष्मा और तापमान तथा दाब..... 195

MCQ’s | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 197

7. Basic Electricity | बेसिक इलेक्ट्रिसिटी..... 201

MCQ’s | बहुविकल्पीय प्रश्न..... 203

8. Mensuration | क्षेत्रमिति 206

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....208
9. Trigonometry | त्रिकोणमिति....211
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....213
Part – 3: Engineering Drawing | अभियांत्रिकी चित्रण....216
1. Introduction to Engineering Drawing and Drawing Instruments | इंजीनियरिंग ड्राइंग और ड्राइंग उपकरणों का परिचय....217
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....219
2. Lines and Free Hand Drawing | रेखाएँ और मुक्त हाथ से चित्रण....223
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....225
3. Drawing of Geometrical Figures | ज्यामितीय आकृतियों का चित्रण....229
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....231
4. Dimensioning | मापांकन....235
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....237
5. Concept and Reading of Drawing | ड्राइंग की अवधारणा और पढ़ाई....241
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....243
6. Symbolic Representation | प्रतीकात्मक प्रस्तुति....248
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....250
7. Reading Job Drawings of the Trade | ट्रेड की जॉब ड्रॉइंग पढ़ना....255
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....257
Part – 4: Employability Skills | रोजगार योग्य कौशल....261
1. Introduction to Employability Skills | रोज़गारयोग्यता कौशल का परिचय....262
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....265
2. Constitutional values – Citizenship | संवैधानिक मूल्य - नागरिकता....271
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....273
3. Becoming a Professional in the 21st Century | 21वीं सदी में एक पेशेवर बनना....280
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....282
4. Basic English Skills | मूल अंग्रेज़ी कौशल....289
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....291
5. Career Development & Goal Setting | कैरियर विकास और लक्ष्य निर्धारण....297
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....299
6. Communication Skills | संचार कौशल....306
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....308
7. Diversity and Inclusion | विविधता और समावेशन....314
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....316
8. Financial and Legal Literacy | वित्तीय और कानूनी साक्षरता....323
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....325
9. Essential Digital Skills | आवश्यक डिजिटल कौशल....331
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....333
10. Entrepreneurship | उद्यमिता....340
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....342
11. Customer Service | ग्राहक सेवा....349
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....351
12. Getting ready for apprenticeship & Jobs | प्रशिक्षुता और नौकरियों के लिए तैयारी....358
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....360
13. Introduction to Artificial Intelligence (AI) | कृत्रिम बुद्धिमत्ता का परिचय....367
MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न....371
Part – 5: Mock Tests | मॉक टेस्ट्स....378
Mock Tests | मॉक टेस्ट - 1....379
Mock Tests | मॉक टेस्ट - 2....389

Part – 1: Trade Theory | ट्रेड थ्योरी

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 15

15.1 Selection of Cutting Tools for Various Relief Machining Operations | विभिन्न रिलीफ मशीनिंग क्रियाओं के लिए कटिंग टूल्स का चयन

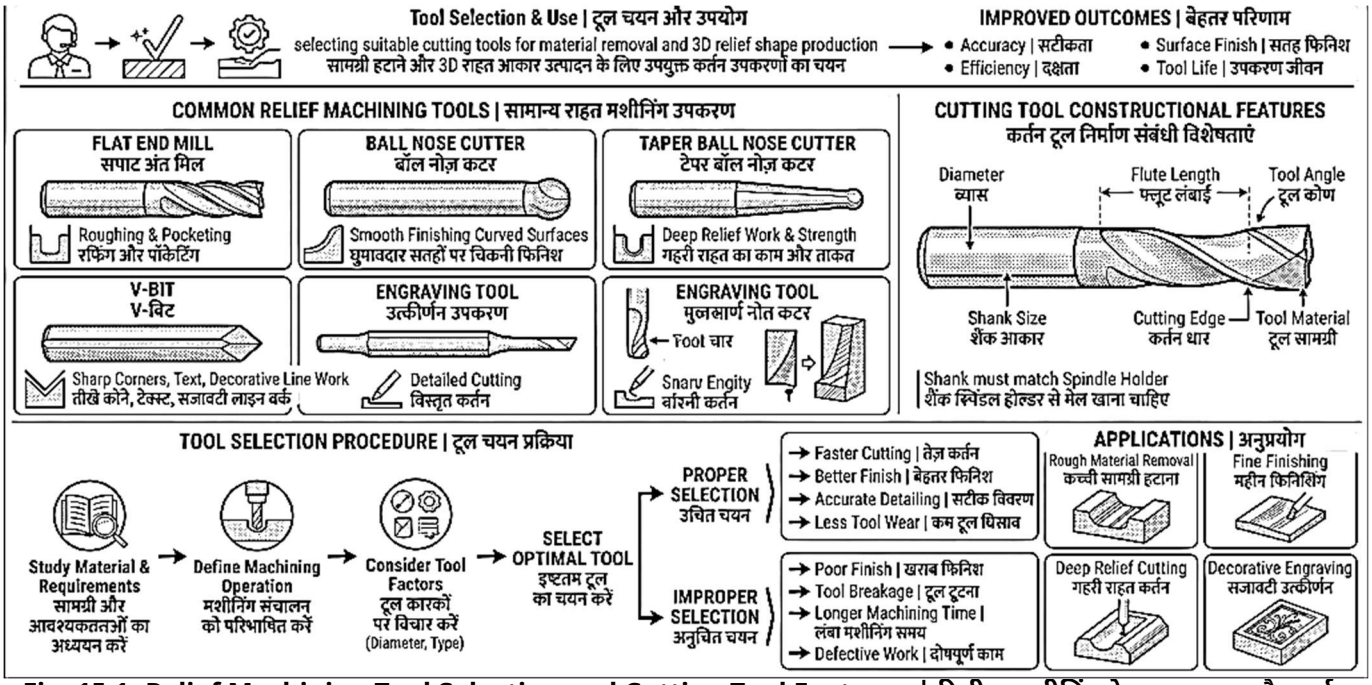


Fig. 15.1: Relief Machining Tool Selection and Cutting Tool Features | रिलीफ मशीनिंग हेतु टूल चयन और कर्तन उपकरण विशेषताएँ

Means: (Fig.15.1)

Tooling in relief machining means the selection and use of suitable cutting tools for removing material and producing the required 3D relief shape. Correct tool selection is very important because different operations such as roughing, finishing, engraving, and detailed cutting need different tool shapes and sizes. Proper selection improves machining accuracy, surface finish, cutting efficiency, and tool life.

Common tools used in relief machining are flat end mill, ball nose cutter, taper ball nose cutter, V-bit, and engraving tool. Flat end mills are mainly used for roughing and pocketing. Ball nose cutters are used for smooth finishing of curved surfaces. Taper ball nose cutters are suitable for deep relief work with better strength. V-bits and engraving tools are used for sharp corners, text, and decorative line work.

The main constructional features of cutting tools are diameter, flute length, tool angle, shank size, cutting edge, and tool material. Tool diameter affects cutting width and detail level. Flute length controls cutting depth. Tool angle is important in V-bits and engraving tools. Shank size must match the spindle holder. Cutting edge and tool material affect wear resistance and finish quality.

The selection procedure starts by studying the material, cutting depth, required finish, and machining operation. Large diameter tools are

अर्थ: (Fig.15.1)

रिलीफ मशीनिंग में टूलिंग का अर्थ मटेरियल को हटाने और आवश्यक 3D रिलीफ आकार उत्पन्न करने के लिए उपयुक्त कटिंग टूल्स के चयन और उपयोग से है। सही टूल चयन अत्यंत महत्वपूर्ण है, क्योंकि रफिंग, फिनिशिंग, एंग्रेविंग और सूक्ष्म कटिंग जैसी विभिन्न प्रक्रियाओं के लिए अलग-अलग टूल आकार और माप की आवश्यकता होती है। उचित चयन मशीनिंग सटीकता, सतह फिनिश, कटिंग दक्षता और टूल लाइफ में सुधार करता है।

रिलीफ मशीनिंग में सामान्यतः प्रयुक्त टूल्स हैं फ्लैट एंड मिल, बॉल नोज कटर, टेपर बॉल नोज कटर, V-बिट और एंग्रेविंग टूल। फ्लैट एंड मिल का मुख्यतः उपयोग रफिंग और पॉकेटिंग के लिए किया जाता है। बॉल नोज कटर का उपयोग वक्र सतहों की स्मूथ फिनिशिंग के लिए किया जाता है। टेपर बॉल नोज कटर बेहतर मजबूती के साथ गहरे रिलीफ कार्य के लिए उपयुक्त होते हैं। V-बिट और एंग्रेविंग टूल का उपयोग तीखे कोनों, टेक्स्ट और सजावटी रेखा कार्य के लिए किया जाता है।

कटिंग टूल्स की मुख्य संरचनात्मक विशेषताएँ हैं व्यास, फ्लूट लंबाई, टूल कोण, शैंक आकार, कटिंग एज और टूल मटेरियल। टूल व्यास कटिंग चौड़ाई और डिटेल स्तर को प्रभावित करता है। फ्लूट लंबाई कटिंग गहराई को नियंत्रित करती है। V-बिट और एंग्रेविंग टूल्स में टूल कोण महत्वपूर्ण होता है। शैंक आकार स्पिंडल होल्डर के अनुरूप होना चाहिए। कटिंग एज और टूल मटेरियल घिसाव प्रतिरोध तथा फिनिश गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं।

चयन प्रक्रिया मटेरियल, कटिंग गहराई, आवश्यक फिनिश और मशीनिंग ऑपरेशन के अध्ययन से प्रारम्भ होती है। तेज रफिंग के लिए बड़े व्यास वाले टूल्स चुने जाते हैं, जबकि सूक्ष्म विवरण के लिए छोटे

selected for fast roughing, while small tools are used for fine details. Ball nose tools are preferred for smooth relief surfaces, and V-bits are chosen for engraving work. Proper tool selection gives faster cutting, better finish, accurate detailing, and less tool wear. Improper selection causes poor finish, breakage, longer machining time, and defective work. Applications include rough material removal, fine finishing, deep relief cutting, and decorative engraving.

Simple Numerical Example Based on Tool Diameter and Cutting Suitability

For roughing, a 12 mm flat end mill removes material faster. For fine relief detail, a 3 mm ball nose cutter gives better shape accuracy.

टूल्स का उपयोग किया जाता है। स्मूथ रिलीफ सतहों के लिए बॉल नोज टूल्स को प्राथमिकता दी जाती है, और एंग्रेविंग कार्य के लिए V-बिट चुने जाते हैं। उचित टूल चयन से तेज कटिंग, बेहतर फिनिश, सटीक डिटेलिंग और कम टूल घिसाव प्राप्त होता है। अनुचित चयन के कारण खराब फिनिश, टूट-फूट, अधिक मशीनिंग समय और दोषपूर्ण कार्य होता है। इसके अनुप्रयोगों में रफ मटेरियल हटाना, सूक्ष्म फिनिशिंग, गहरा रिलीफ कटिंग और सजावटी एंग्रेविंग शामिल हैं।

टूल व्यास और कटिंग उपयुक्तता पर आधारित सरल संख्यात्मक उदाहरण

रफिंग के लिए 12 मिमी फ्लैट एंड मिल सामग्री को अधिक तेजी से हटाती है। सूक्ष्म रिलीफ विवरण के लिए 3 मिमी बॉल नोज कटर बेहतर आकार सटीकता प्रदान करता है।

15.2 Generation of Machine Relief Toolpaths for Roughing and Finishing Operations | रफिंग और फिनिशिंग प्रक्रियाओं के लिए मशीन रिलीफ टूलपाथ का निर्माण

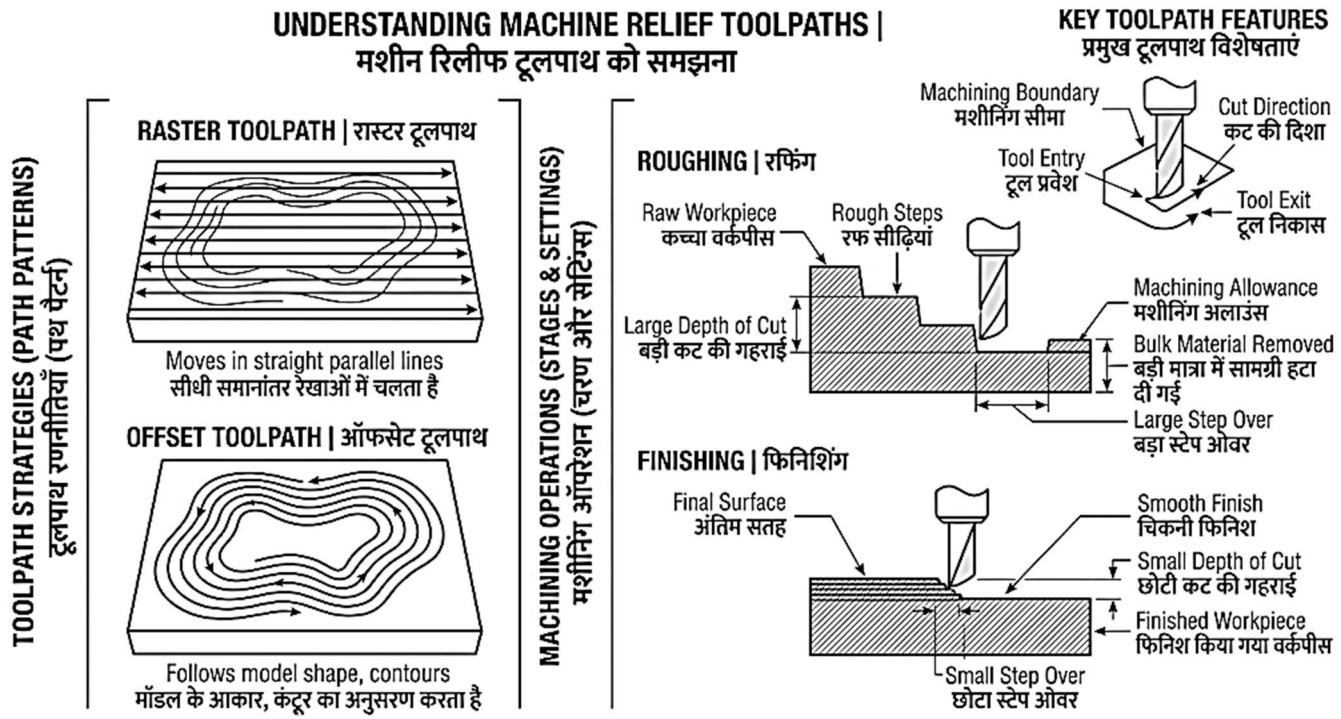


Fig. 15.2: Machine Relief Toolpath Strategies and Machining Stages | मशीन रिलीफ टूलपाथ रणनीतियाँ और मशीनिंग चरण

Definition (Fig.15.2)

A machine relief toolpath is the programmed path followed by the cutting tool to remove material from a 3D relief model. In Artisan software, toolpath generation means converting the designed relief surface into controlled machining movements for roughing, semi-finishing, and finishing operations.

Importance of Correct Toolpath Generation

Correct toolpath generation is important for proper material removal, dimensional accuracy, smooth surface finish, reduced machining time, and safe tool

परिभाषा और अर्थ (Fig.15.2)

मशीन रिलीफ टूलपाथ वह प्रोग्रामित पथ है जिसका अनुसरण कटिंग टूल 3D रिलीफ मॉडल से सामग्री हटाने के लिए करता है। आर्टिजन सॉफ़्टवेयर में टूलपाथ जेनरेशन का अर्थ डिज़ाइन की गई रिलीफ सतह को रफिंग, सेमी-फिनिशिंग और फिनिशिंग क्रियाओं के लिए नियंत्रित मशीनिंग गतियों में परिवर्तित करना है।

सही टूलपाथ जनरेशन का महत्व

सही टूलपाथ जनरेशन उचित सामग्री हटाने, आयामी शुद्धता, चिकनी सतह फिनिश, कम मशीनिंग समय, और सुरक्षित टूल गति के लिए

movement. It helps to avoid tool marks, uncut material, excessive load, and damage to the workpiece.

Types of Relief Toolpaths

The main types are **roughing toolpath**, **finishing toolpath**, **raster toolpath**, **offset toolpath**, and **relief machining path**. Roughing removes bulk material quickly. Finishing gives the final surface quality. Raster toolpath moves in straight parallel lines. Offset toolpath follows the contour shape.

Constructional Features of Toolpath Settings

Important toolpath settings are machining boundary, cut direction, step over, depth of cut, machining allowance, and tool entry/exit. The machining boundary defines the working area. Step over controls the gap between adjacent cuts. Depth of cut controls material removal in each pass. Machining allowance keeps extra material for finishing.

Working Principle

First, import the 3D relief model and define the machining boundary. Select the roughing tool and set roughing parameters. Generate the roughing toolpath to remove excess material. Next, select semi-finishing or finishing tool, set fine step over and depth values, and generate the finishing path. Simulate the toolpath and check the final machined surface.

महत्वपूर्ण है। यह टूल मार्क्स, बिना कटी सामग्री, अत्यधिक लोड, और वर्कपीस को क्षति से बचाने में सहायता करता है।

रिलीफ टूलपाथ के प्रकार

मुख्य प्रकार रफिंग टूलपाथ, फिनिशिंग टूलपाथ, रास्टर टूलपाथ, ऑफसेट टूलपाथ और रिलीफ मशीनिंग पथ हैं। रफिंग बड़े पैमाने पर सामग्री को शीघ्रता से हटाती है। फिनिशिंग अंतिम सतह गुणवत्ता प्रदान करती है। रास्टर टूलपाथ सीधी समानांतर रेखाओं में चलता है। ऑफसेट टूलपाथ कंटूर आकार का अनुसरण करता है।

टूलपाथ सेटिंग्स की संरचनात्मक विशेषताएँ

महत्वपूर्ण टूलपाथ सेटिंग्स में मशीनिंग बाउंड्री, कट दिशा, स्टेप ओवर, डेप्थ ऑफ कट, मशीनिंग अलाउंस, तथा टूल एंट्री/एग्जिट शामिल हैं। मशीनिंग बाउंड्री कार्य क्षेत्र को परिभाषित करती है। स्टेप ओवर क्रमिक कटों के बीच के अंतर को नियंत्रित करता है। डेप्थ ऑफ कट प्रत्येक पास में सामग्री हटाने को नियंत्रित करती है। मशीनिंग अलाउंस फिनिशिंग के लिए अतिरिक्त सामग्री बनाए रखता है।

कार्य सिद्धांत

सबसे पहले 3D रिलीफ मॉडल को इम्पोर्ट करें और मशीनिंग सीमा निर्धारित करें। रफिंग टूल का चयन करें तथा रफिंग पैरामीटर सेट करें। अतिरिक्त सामग्री हटाने के लिए रफिंग टूलपाथ जनरेट करें। इसके बाद सेमी-फिनिशिंग या फिनिशिंग टूल का चयन करें, सूक्ष्म स्टेप ओवर और गहराई के मान सेट करें, तथा फिनिशिंग पाथ जनरेट करें। टूलपाथ का सिमुलेशन करें और अंतिम मशीन की गई सतह की जाँच करें।

15.3 Simulation and Optimization of Machining Toolpaths | मशीनिंग टूलपाथ का सिमुलेशन और अनुकूलन

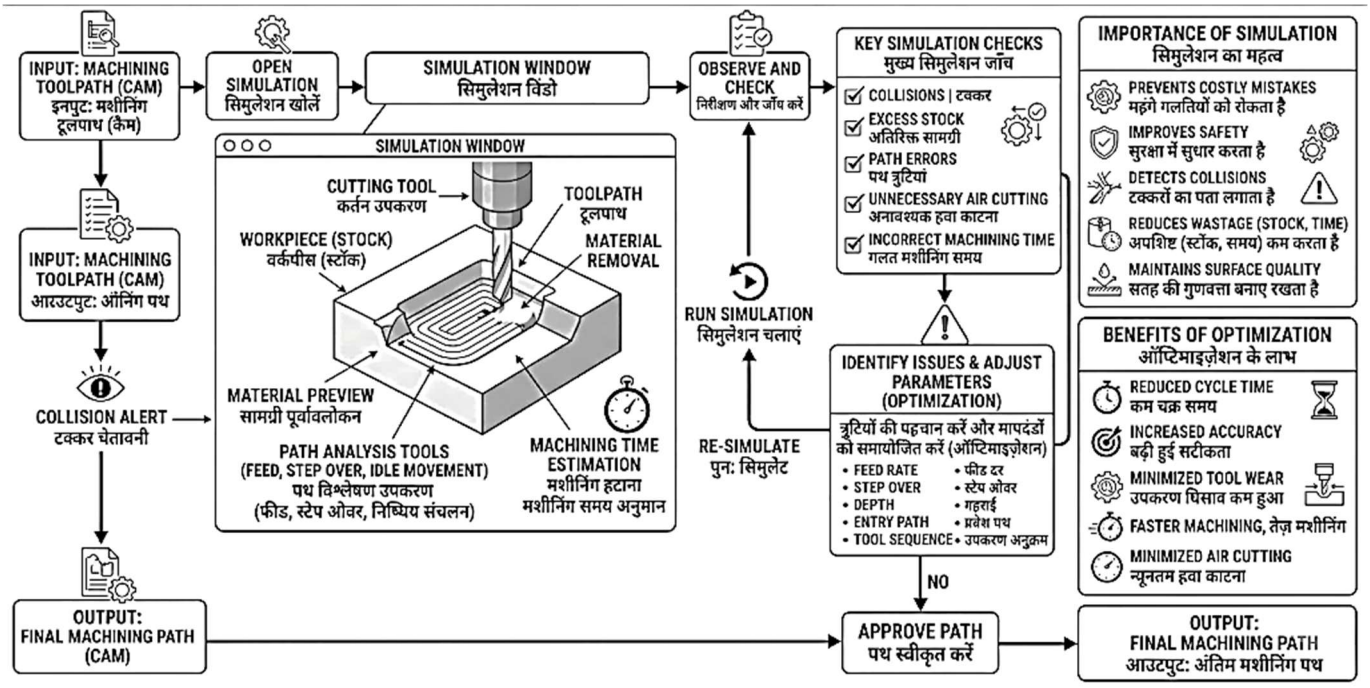


Fig. 15.3: CAM Toolpath Simulation and Optimization Workflow | CAM टूलपाथ सिमुलेशन और अनुकूलन कार्यप्रवाह

Definition (Fig.15.3)
Toolpath simulation is the digital checking of the machining path before actual cutting. It shows how the selected tool moves over the material and how much material is removed. Toolpath optimization means improving that path so that machining becomes faster, safer, and more accurate. In artisan operation, simulation and optimization help the trainee verify whether the toolpath is correct for production.

Importance of Simulation Before Machining
Simulation is important because it prevents costly mistakes before the job is run on the machine. It helps detect collision, excess material, wrong tool movement, unnecessary air cutting, and incorrect machining time. By checking the toolpath in advance, the operator can improve safety, reduce wastage, and maintain required surface quality.

Types and Constructional Features
The main simulation checks are collision checking, excess material checking, path verification, and machining time estimation. Important features include simulation window, material preview, tool movement display, collision alert, and path analysis tools. The simulation window shows the full machining process. Material preview shows stock removal. Tool movement display shows the actual path. Collision alert warns unsafe contact. Path analysis tools help examine feed, step over, and idle movement.

Working Procedure
First, generate the machining toolpath and open the simulation window. Then run the simulation and observe tool movement, material removal, and machining sequence. Check for collisions, excess stock, path errors, and air cutting. After this, adjust feed rate, step over, depth, entry path, or tool sequence to optimize the toolpath. Re-simulate and approve the final machining path.

Merits, Demerits
Optimized toolpaths reduce machining time, improve surface finish, avoid tool collision, and minimize air cutting. Non-optimized toolpaths increase cycle time, tool wear, and machining errors. A sample workflow is: generate toolpath, simulate, detect error, edit parameters, recheck, and finalize machining path.

परिभाषा (Fig.15.3)
टूलपाथ सिमुलेशन वास्तविक कटिंग से पहले मशीनिंग पथ की डिजिटल जाँच है। यह दर्शाता है कि चयनित टूल सामग्री पर कैसे चलता है और कितनी सामग्री हटाई जाती है। टूलपाथ ऑप्टिमाइज़ेशन का अर्थ उस पथ में सुधार करना है, ताकि मशीनिंग अधिक तेज, सुरक्षित और अधिक सटीक हो सके। आर्टिजन संचालन में सिमुलेशन और ऑप्टिमाइज़ेशन प्रशिक्षु को यह सत्यापित करने में सहायता करते हैं कि उत्पादन के लिए टूलपाथ सही है या नहीं।

मशीनिंग से पूर्व सिमुलेशन का महत्त्व
सिमुलेशन महत्त्वपूर्ण है क्योंकि यह जॉब को मशीन पर चलाने से पहले महंगी त्रुटियों को रोकता है। यह टक्कर, अतिरिक्त सामग्री, गलत टूल मूवमेंट, अनावश्यक एयर कटिंग और गलत मशीनिंग समय का पता लगाने में सहायता करता है। टूलपाथ की पूर्व जाँच करके ऑपरेटर सुरक्षा में सुधार कर सकता है, अपव्यय को कम कर सकता है और आवश्यक सतह गुणवत्ता बनाए रख सकता है।

प्रकार एवं संरचनात्मक विशेषताएँ
मुख्य सिमुलेशन जाँचों में टक्कर जाँच, अतिरिक्त सामग्री जाँच, पथ सत्यापन, तथा मशीनिंग समय का आकलन शामिल हैं। महत्वपूर्ण विशेषताओं में सिमुलेशन विंडो, सामग्री पूर्वावलोकन, टूल मूवमेंट डिस्प्ले, टक्कर चेतावनी, तथा पथ विश्लेषण उपकरण शामिल हैं। सिमुलेशन विंडो संपूर्ण मशीनिंग प्रक्रिया को प्रदर्शित करती है। सामग्री पूर्वावलोकन स्टॉक हटाने को दर्शाता है। टूल मूवमेंट डिस्प्ले वास्तविक पथ को दिखाता है। टक्कर चेतावनी असुरक्षित संपर्क के बारे में सचेत करती है। पथ विश्लेषण उपकरण फीड, स्टेप ओवर, तथा निष्क्रिय गति की जाँच में सहायता करते हैं।

कार्य प्रक्रिया
सबसे पहले मशीनिंग टूलपाथ तैयार करें और सिमुलेशन विंडो खोलें। इसके बाद सिमुलेशन चलाएँ और टूल की गति, सामग्री निष्कासन तथा मशीनिंग क्रम का अवलोकन करें। टक्कर, अतिरिक्त स्टॉक, पाथ त्रुटियों तथा एयर कटिंग की जाँच करें। इसके पश्चात टूलपाथ के अनुकूलन हेतु फीड रेट, स्टेप ओवर, गहराई, प्रवेश पथ या टूल क्रम को समायोजित करें। पुनः सिमुलेशन करें और अंतिम मशीनिंग पथ को स्वीकृत करें।

लाभ, हानियाँ
अनुकूलित टूलपाथ मशीनिंग समय को कम करते हैं, सतह फिनिश में सुधार करते हैं, टूल टक्कर से बचाते हैं, और एयर कटिंग को न्यूनतम करते हैं। अननुकूलित टूलपाथ चक्र समय, टूल घिसाव, और मशीनिंग त्रुटियों को बढ़ाते हैं। एक नमूना कार्यप्रवाह इस प्रकार है: टूलपाथ तैयार करें, सिमुलेशन करें, त्रुटि का पता लगाएँ, पैरामीटर संपादित करें, पुनः जाँच करें, और मशीनिंग पाथ को अंतिम रूप दें।

15.4 Basic Engineering Calculations Used in Relief Toolpath Machining | रिलीफ टूलपाथ मशीनिंग में उपयोग की जाने वाली मूल अभियांत्रिक गणनाएँ

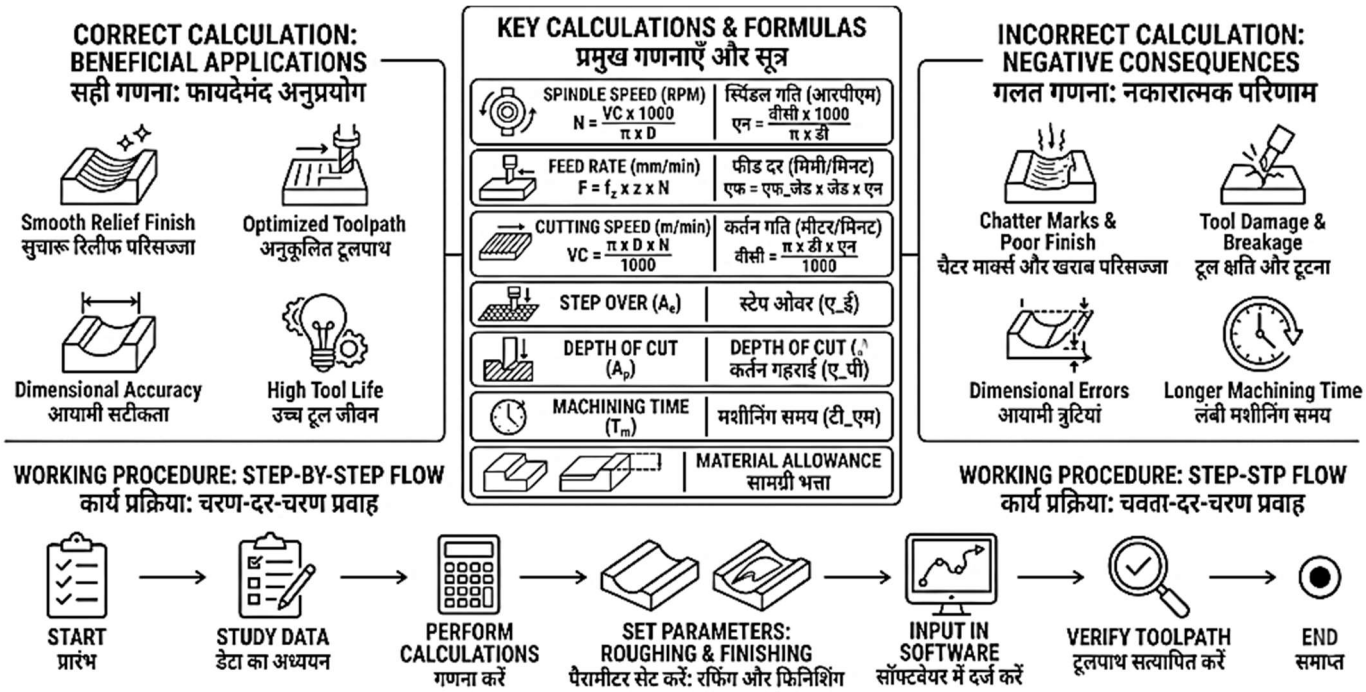


Fig. 15.4: Key Machining Calculations and Formula-Based Workflow for Toolpath Accuracy | टूलपाथ सटीकता हेतु प्रमुख मशीनिंग गणनाएँ और सूत्र-आधारित कार्यप्रवाह

Definition (Fig.15.4)

Engineering calculation in relief machining means the use of machining formulas and measured values to set cutting conditions for roughing and finishing toolpath operations. These calculations help the operator decide spindle speed, feed rate, depth of cut, step over, and machining time for accurate relief machining.

Importance in Machining Quality

Calculation is important because correct machining parameters improve surface finish, dimensional accuracy, tool life, and production efficiency. In relief work, wrong calculation may cause poor finish, excess cutting load, tool breakage, dimensional error, and longer machining time. Therefore, calculation is essential for safe and quality output.

Types of Basic Calculations

The main calculations used are cutting speed calculation, spindle speed calculation, feed rate calculation, step over calculation, depth of cut calculation, machining time calculation, and material allowance calculation. Cutting speed decides surface cutting condition. Spindle speed is calculated from tool diameter and cutting speed. Feed rate controls tool movement. Step over decides surface smoothness. Depth of cut controls material removal in each pass. Machining time helps in job planning. Material allowance is kept for finishing accuracy.

परिभाषा (Fig.15.4)

रिलीफ मशीनिंग में इंजीनियरिंग गणना का अर्थ रफिंग और फिनिशिंग टूलपाथ संचालन के लिए कटिंग कंडीशन्स निर्धारित करने हेतु मशीनिंग सूत्रों और मापे गए मानों के उपयोग से है। ये गणनाएँ ऑपरेटर को सटीक रिलीफ मशीनिंग के लिए स्पिंडल स्पीड, फीड रेट, कट की गहराई, स्टेप ओवर और मशीनिंग समय निर्धारित करने में सहायता करती हैं।

मशीनिंग गुणवत्ता में महत्त्व

गणना महत्त्वपूर्ण है क्योंकि सही मशीनिंग पैरामीटर सतह फिनिश, आयामी सटीकता, टूल लाइफ और उत्पादन दक्षता में सुधार करते हैं। रिलीफ कार्य में गलत गणना के कारण खराब फिनिश, अधिक कटिंग लोड, टूल टूटना, आयामी त्रुटि और अधिक मशीनिंग समय हो सकता है। इसलिए, सुरक्षित और गुणवत्तापूर्ण आउटपुट के लिए गणना आवश्यक है।

मूल गणनाओं के प्रकार

प्रयुक्त मुख्य गणनाएँ कटिंग स्पीड गणना, स्पिंडल स्पीड गणना, फीड रेट गणना, स्टेप ओवर गणना, डेप्थ ऑफ कट गणना, मशीनिंग टाइम गणना, तथा मटेरियल अलाउंस गणना हैं। कटिंग स्पीड सतही कटिंग स्थिति निर्धारित करती है। स्पिंडल स्पीड की गणना टूल के व्यास और कटिंग स्पीड से की जाती है। फीड रेट टूल की गति को नियंत्रित करती है। स्टेप ओवर सतह की चिकनाई निर्धारित करता है। डेप्थ ऑफ कट प्रत्येक पास में सामग्री हटाने को नियंत्रित करती है। मशीनिंग टाइम जॉब योजना बनाने में सहायता करता है। मटेरियल अलाउंस फिनिशिंग की शुद्धता के लिए रखा जाता है।

Working Procedure
First, study the job data, material type, tool diameter, and required relief depth. Then calculate cutting speed, spindle speed, feed rate, step over, and depth of cut. Set roughing values for higher material removal and finishing values for better surface quality. Enter these values in the software and verify the generated toolpath before machining.

Applications
Correct calculation gives smooth relief finish, proper machining time, better toolpath optimization, and less tool wear. Incorrect calculation causes chatter marks, poor finish, tool damage, and inaccurate machining. Example: if cutting speed = 60 m/min and tool diameter = 10 mm, spindle speed = (1000 × 60) ÷ (3.14 × 10) ≈ 1910 RPM. If feed per tooth = 0.05 mm and flutes = 2, feed rate = 0.05 × 2 × 1910 = 191 mm/min.

कार्य प्रक्रिया
सबसे पहले जॉब डाटा, सामग्री के प्रकार, टूल व्यास तथा आवश्यक रिलीफ गहराई का अध्ययन करें। इसके बाद कटिंग स्पीड, स्पिंडल स्पीड, फीड रेट, स्टेप ओवर तथा कट की गहराई की गणना करें। अधिक सामग्री हटाने के लिए रफिंग मान तथा बेहतर सतह गुणवत्ता के लिए फिनिशिंग मान निर्धारित करें। इन मानों को सॉफ़्टवेयर में दर्ज करें और मशीनिंग से पहले उत्पन्न टूलपाथ का सत्यापन करें।

अनुप्रयोग
सही गणना से स्मूथ रिलीफ फिनिश, उपयुक्त मशीनिंग समय, बेहतर टूलपाथ ऑप्टिमाइज़ेशन, और कम टूल घिसाव प्राप्त होता है। गलत गणना से चैटर मार्क्स, खराब फिनिश, टूल क्षति, और असटीक मशीनिंग होती है। उदाहरण: यदि कटिंग स्पीड = 60 m/min और टूल व्यास = 10 mm हो, तो स्पिंडल स्पीड = (1000 × 60) ÷ (3.14 × 10) ≈ 1910 RPM होगी। यदि प्रति दाँत फीड = 0.05 mm और फ्लूट्स = 2 हों, तो फीड रेट = 0.05 × 2 × 1910 = 191 mm/min होगी

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न

Q1. Which function removes bulk material in machine relief toolpath operations? / मशीन रिलीफ टूलपाथ संचालन में थोक सामग्री को हटाने का कार्य कौन सा फंक्शन करता है?
(a) Finishing / फिनिशिंग
(b) Roughing / रफिंग
(c) Polishing / पॉलिशिंग
(d) Detailing / डिटेलिंग
Ans. b | Sol. : Roughing (रफिंग) removes large amounts of material quickly to prepare for finer finishing operations (रफिंग बड़ी मात्रा में सामग्री जल्दी हटाती है ताकि फिनिशिंग के लिए तैयार हो सके)।

Q2. What is the purpose of setting model position before machining? / मशीनिंग से पहले मॉडल पोजिशन सेट करने का उद्देश्य क्या है?
(a) To save time / समय बचाने के लिए
(b) To avoid errors during cutting / कटाई के दौरान त्रुटियों से बचने के लिए
(c) To enhance color / रंग बढ़ाने के लिए
(d) To select toolpath strategy / टूलपाथ रणनीति चुनने के लिए
Ans. b | Sol. : Correct model positioning (सही मॉडल स्थिति) ensures precise machining and avoids tool collisions (सही मॉडल स्थिति सटीक मशीनिंग सुनिश्चित करती है और टूल टकराव से बचाती है)।

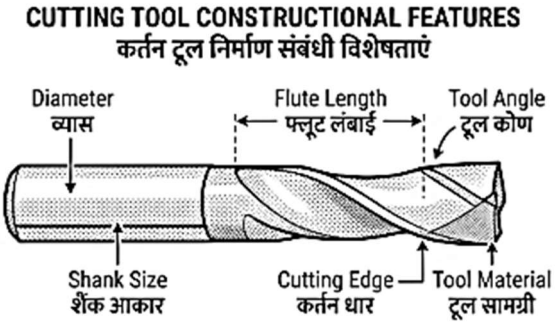
Q3. Which parameter must be checked to ensure proper material removal during roughing? / रफिंग के दौरान उचित सामग्री हटाने को सुनिश्चित करने के लिए किस पैरामीटर की जांच करनी चाहिए?
(a) Tool sharpness / टूल की धार
(b) Material thickness / सामग्री मोटाई
(c) Feed rate / फीड दर
(d) Toolpath overlap / टूलपाथ ओवरलैप
Ans. c | Sol. : Proper feed rate (सही फीड दर) is crucial to ensure effective material removal without tool damage (सही फीड दर से सामग्री प्रभावी ढंग से हटती है और टूल को नुकसान नहीं होता)।

Q4. What determines the number of roughing passes required? / आवश्यक रफिंग पासेस की संख्या किससे निर्धारित होती है?
(a) Tool color / टूल का रंग
(b) Relief size and depth / रिलीफ का आकार और गहराई
(c) Coolant flow / कूलेंट प्रवाह
(d) Workbench height / कार्य मेज की ऊंचाई
Ans. b | Sol. : Larger and deeper reliefs (बड़े और गहरे रिलीफ) need more roughing passes to remove material efficiently (सामग्री को कुशलता से हटाने के लिए अधिक रफिंग पासेस की आवश्यकता होती है)।

Q5. Why is roughing important before finishing in machine relief? / मशीन रिलीफ में फिनिशिंग से पहले रफिंग क्यों महत्वपूर्ण है?
(a) To enhance color / रंग बढ़ाने के लिए
(b) To prepare model for fine detailing / बारीक विवरण के लिए मॉडल तैयार करने के लिए
(c) To polish the surface / सतह को चमकाने के लिए
(d) To change material property / सामग्री गुण बदलने के लिए
Ans. b | Sol. : Roughing (रफिंग) clears unwanted material and prepares the surface for fine finishing (रफिंग अवांछित सामग्री को हटाती है और फिनिशिंग के लिए सतह तैयार करती है)।

Q6. What is the primary objective of roughing in relief machining? / रिलीफ मशीनिंग में रफिंग का प्राथमिक उद्देश्य क्या है?
(a) Remove fine material / महीन सामग्री हटाना
(b) Remove excess bulk material / अतिरिक्त थोक सामग्री हटाना
(c) Add new material / नई सामग्री जोड़ना
(d) Polish the surface / सतह को पॉलिश करना
Ans. b | Sol. : Roughing (रफिंग) removes excess bulk material to create a rough shape for the final design. / रफिंग अतिरिक्त थोक सामग्री को हटाकर अंतिम डिज़ाइन के लिए एक मोटा आकार तैयार करता है।

Q7. During a machining operation, an operator notices that the cutting tool is not rigid and is slipping in the machine spindle collet. Which constructional feature labeled in the image is most likely incorrect for this machine setup? / एक मशीनिंग ऑपरेशन के दौरान, एक ऑपरेटर नोटिस करता है कि कर्तन टूल (cutting tool) कठोर नहीं है और मशीन स्पिंडल कोलेट में फिसल रहा है। छवि में लेबल की गई कौन सी निर्माण विशेषता इस मशीन सेटअप के लिए गलत होने की सबसे अधिक संभावना है?



(a) Flute Length / फ्लूट लंबाई
(b) Cutting Edge / कर्तन धार
(c) Shank Size / शैंक आकार
(d) Tool Angle / टूल कोण
Ans. b | Sol. : The 'Shank Size' refers to the part of the tool that is held by the machine's holding mechanism (like a collet or chuck). If the shank size does not precisely match the size of the holding mechanism, the tool will not be held securely, leading to slippage and instability during cutting. / 'शैंक आकार' टूल के उस हिस्से को संदर्भित करता है जिसे मशीन के होल्डिंग तंत्र (जैसे कोलेट या चक) द्वारा पकड़ा जाता है। यदि शैंक का आकार होल्डिंग तंत्र के आकार से सटीक रूप से मेल नहीं खाता है, तो टूल सुरक्षित रूप से नहीं पकड़ा जाएगा, जिससे कटिंग के दौरान फिसलन और अस्थिरता होगी।

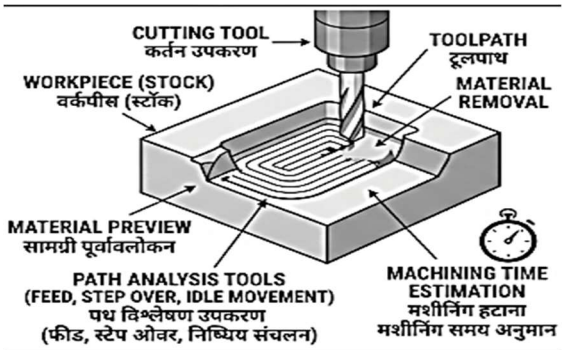
Q8. Which factor decides the strength of the model during relief machining? / रिलीफ मशीनिंग के दौरान मॉडल की मजबूती किस कारक पर निर्भर करती है?

(a) Toolpath selection / टूलपाथ चयन
(b) Material thickness / सामग्री मोटाई
(c) Tool sharpness / टूल की धार
(d) Machine speed / मशीन गति
Ans. b | Sol. : Material thickness (सामग्री मोटाई) is a key factor in determining the model's strength and durability. / सामग्री की मोटाई मॉडल की मजबूती और टिकाऊपन निर्धारित करने में एक प्रमुख कारक है।

Q9. Why is it important to set the correct material thickness before machining? / मशीनिंग से पहले सही सामग्री की मोटाई सेट करना क्यों महत्वपूर्ण है?
(a) To reduce machine wear / मशीन के घिसाव को कम करने के लिए
(b) To ensure the toolpath does not cut too deep or too shallow / यह सुनिश्चित करने के लिए कि टूलपाथ बहुत गहरा या बहुत उथला न कटे
(c) To save time during machining / मशीनिंग के दौरान समय बचाने के लिए
(d) To enhance the color of the material / सामग्री के रंग को बढ़ाने के लिए
Ans. b | Sol. : Setting the correct material thickness ensures that the toolpath cuts at the appropriate depth, preventing damage to the tool or workpiece. / सही सामग्री मोटाई सेट करने से टूलपाथ उचित गहराई पर कटता है, जिससे टूल या वर्कपीस को नुकसान नहीं होता।

Q10. What happens if the model is incorrectly positioned during relief machining? / अगर रिलीफ मशीनिंग के दौरान मॉडल गलत तरीके से पोजिशन किया जाए तो क्या होगा?
(a) Better accuracy / बेहतर सटीकता
(b) Uneven depth of cut / कट की गहराई असमान हो जाएगी
(c) Faster production / उत्पादन तेज होगा
(d) Improved surface finish / सतह की फिनिशिंग बेहतर होगी
Ans. b | Sol. : Incorrect positioning causes inconsistent cutting depths, leading to defects and material wastage. / गलत पोजिशनिंग से कटाई की गहराई असंगत हो जाती है, जिससे दोष और सामग्री की बर्बादी होती है।

Q11. Based on the simulation features provided in the image, by analyzing and minimizing "Idle Movement" using the Path Analysis Tools, which other output parameter shown will be directly reduced? / छवि में दी गई सिमुलेशन विशेषताओं के आधार पर, 'पथ विश्लेषण उपकरण' (Path Analysis Tools) का उपयोग करके 'निष्क्रिय संचलन' (Idle Movement) का विश्लेषण और न्यूनतम करके, कौन सा अन्य दिखाया गया आउटपुट पैरामीटर सीधे कम हो जाएगा?



(a) Material Removal Rate / सामग्री हटाने की दर
(b) Machining Time Estimation / मशीनिंग समय अनुमान
(c) Material Preview Quality / सामग्री पूर्वावलोकन गुणवत्ता
(d) Cutting Tool Wear / कर्तन उपकरण टूट-फूट
Ans. b | Sol. : The total Machining Time is the sum of cutting time and non-cutting time (idle movement). Therefore, reducing "Idle Movement" will directly lead to a lower Machining Time Estimation. / कुल मशीनिंग समय कर्तन समय और गैर-कर्तन समय (निष्क्रिय संचलन) का योग है। इसलिए, 'निष्क्रिय संचलन' को कम करने से मशीनिंग समय अनुमान सीधे कम हो जाएगा।

Q12. Why is it essential to adjust finishing feed rates? / फिनिशिंग फीड दरों को समायोजित करना क्यों आवश्यक है?
(a) To heat up the material / सामग्री को गर्म करने के लिए
(b) To maintain surface detail integrity / सतह विवरण की अखंडता बनाए रखने के लिए
(c) To reduce toolpath complexity / टूलपाथ जटिलता को कम करने के लिए
(d) To produce vibration / कंपन उत्पन्न करने के लिए
Ans. b | Sol. : Proper feed rates during finishing preserve intricate details without damaging the surface. / फिनिशिंग के दौरान उचित फीड दरें जटिल विवरणों को बिना सतह को नुकसान पहुँचाए संरक्षित करती हैं।

Q13. Incorrect tool selection during roughing leads to: / रफिंग के दौरान गलत औजार चयन से होता है:
(a) Longer tool life / लंबी औजार आयु
(b) Better chip evacuation / बेहतर चिप निकासी
(c) Reduced machine wear / कम मशीन घिसाव
(d) Poor material removal rate / खराब सामग्री निष्कासन दर
Ans. d | Sol. : Inappropriate tools cannot remove material efficiently, slowing down the process. / अनुपयुक्त औजार सामग्री को प्रभावी रूप से नहीं हटा सकते, जिससे प्रक्रिया धीमी हो जाती है।

Q14. What is the primary reason for adjusting model position before starting a Machine Relief Toolpath? / मशीन रिलीफ टूलपाथ शुरू करने से पहले मॉडल की स्थिति को समायोजित करने का मुख्य कारण क्या है?
(a) To improve spindle speed / स्पिंडल गति बढ़ाने के लिए
(b) To optimize cutting angle and tool engagement / कटिंग कोण और टूल संलग्नता को अनुकूलित करने के लिए
(c) To save electricity / बिजली बचाने के लिए
(d) To reduce toolpath generation time / टूलपाथ जेनरेशन समय कम करने के लिए
Ans. b | Sol. : Correct model positioning ensures optimal cutting angles and tool engagement, reducing wear and improving finish quality. / सही मॉडल स्थिति सुनिश्चित करती है कि कटिंग कोण और टूल संलग्नता अनुकूल हो, जिससे घिसावट कम होती है और फिनिश गुणवत्ता बढ़ती है।

Learning Outcome | अधिगम परिणाम – 16

16.1 Generation of Toolpath Simulation and NC Output for Machining | मशीनिंग के लिए टूलपाथ सिमुलेशन और एनसी आउटपुट का जनरेशन

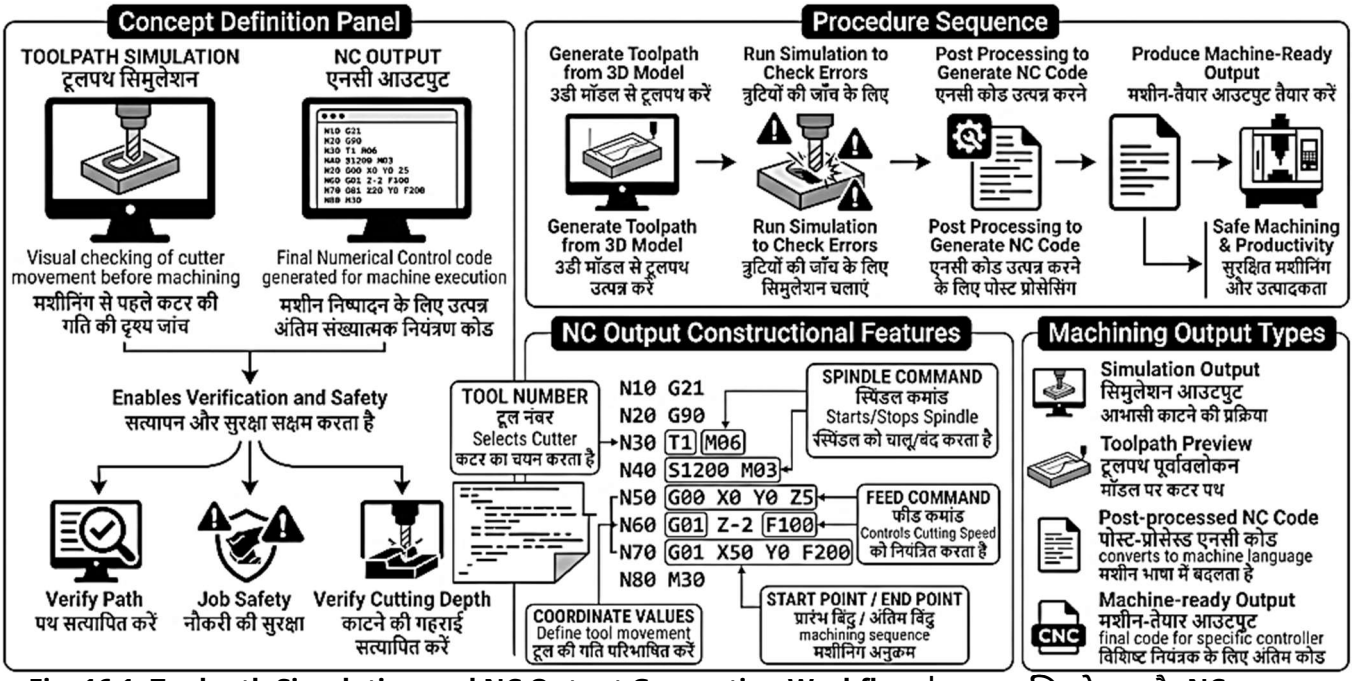


Fig. 16.1: Toolpath Simulation and NC Output Generation Workflow | टूलपाथ सिमुलेशन और NC आउटपुट निर्माण कार्यप्रवाह

Meaning: (Fig.16.1)

Toolpath simulation means the visual checking of cutter movement on the job before actual machining. NC output means the final Numerical Control code generated by the software for machine execution. In artisan software, these two functions are important because they help the trainee verify machining path, cutting depth, tool movement, and job safety before sending the program to the CNC machine. Correct simulation and NC output reduce machining errors, tool collision, material wastage, and machine damage.

Machining outputs are mainly of four types: simulation output, toolpath preview, post-processed NC code, and machine-ready output. Simulation output shows the virtual machining process. Toolpath preview shows the cutter path on the model. Post-processed NC code converts the toolpath into machine language. Machine-ready output is the final code suitable for a specific CNC controller.

The main constructional features of NC output are tool number, spindle command, feed command, coordinate values, start point, end point, and machining sequence. Tool number selects the cutter. Spindle command starts or stops the spindle. Feed command controls cutting speed. Coordinate values define tool movement in X, Y, and Z directions.

अर्थ: (Fig.16.1)

टूलपाथ सिमुलेशन का अर्थ वास्तविक मशीनिंग से पहले जॉब पर कटर की गति की दृश्यात्मक जाँच से है। NC आउटपुट का अर्थ मशीन निष्पादन के लिए सॉफ़्टवेयर द्वारा उत्पन्न अंतिम न्यूमेरिकल कंट्रोल कोड से है। आर्टिजन सॉफ़्टवेयर में ये दोनों कार्य महत्वपूर्ण हैं, क्योंकि ये प्रशिक्षु को प्रोग्राम को CNC मशीन पर भेजने से पहले मशीनिंग पथ, कटिंग गहराई, टूल मूवमेंट और जॉब सुरक्षा का सत्यापन करने में सहायता करते हैं। सही सिमुलेशन और NC आउटपुट मशीनिंग त्रुटियों, टूल टक्कर, सामग्री की बर्बादी और मशीन क्षति को कम करते हैं।

मशीनिंग आउटपुट मुख्यतः चार प्रकार के होते हैं: सिमुलेशन आउटपुट, टूलपाथ प्रीव्यू, पोस्ट-प्रोसेस्ड NC कोड, और मशीन-रेडी आउटपुट। सिमुलेशन आउटपुट वर्चुअल मशीनिंग प्रक्रिया को दर्शाता है। टूलपाथ प्रीव्यू मॉडल पर कटर पथ को दिखाता है। पोस्ट-प्रोसेस्ड NC कोड टूलपाथ को मशीन भाषा में परिवर्तित करता है। मशीन-रेडी आउटपुट किसी विशिष्ट CNC नियंत्रक के लिए उपयुक्त अंतिम कोड होता है।

NC आउटपुट की मुख्य संरचनात्मक विशेषताओं में टूल नंबर, स्पिंडल कमांड, फीड कमांड, कोऑर्डिनेट मान, प्रारंभ बिंदु, अंतिम बिंदु और मशीनिंग अनुक्रम शामिल हैं। टूल नंबर कटर का चयन करता है। स्पिंडल कमांड स्पिंडल को चालू या बंद करता है। फीड कमांड कटिंग स्पीड को नियंत्रित करता है। कोऑर्डिनेट मान X, Y और Z दिशाओं में टूल मूवमेंट को परिभाषित करते हैं।

कार्यविधि 3D मॉडल से टूलपाथ उत्पन्न करने से प्रारम्भ होती है।

The procedure starts with generating the toolpath from the 3D model. Then the simulation is run to check movement, depth, and possible errors. After successful checking, post processing is done to generate the NC code according to the required machine format. Correct NC generation gives safe machining, accurate output, and better productivity. Incorrect output may cause overcutting, collision, wrong dimensions, and machine faults. Applications include relief machining, profile cutting, finishing work, and model engraving.

इसके बाद गति, गहराई और संभावित त्रुटियों की जाँच के लिए सिमुलेशन चलाया जाता है। सफल जाँच के बाद आवश्यक मशीन प्रारूप के अनुसार NC कोड उत्पन्न करने हेतु पोस्ट प्रोसेसिंग की जाती है। सही NC जनरेशन से सुरक्षित मशीनिंग, सटीक आउटपुट और बेहतर उत्पादकता प्राप्त होती है। गलत आउटपुट के कारण ओवरकटिंग, टक्कर, गलत आयाम और मशीन दोष उत्पन्न हो सकते हैं। इसके अनुप्रयोगों में रिलीफ मशीनिंग, प्रोफ़ाइल कटिंग, फिनिशिंग कार्य और मॉडल एन्ग्रेविंग शामिल हैं।

Simple Sample NC Code Format for Basic Machining Operation

N10 G21
N20 G90
N30 T1 M06
N40 S1200 M03
N50 G00 X0 Y0 Z5
N60 G01 Z-2 F100
N70 G01 X50 Y0 F200
N80 M30

मूलभूत मशीनिंग संचालन के लिए सरल नमूना एनसी कोड प्रारूप

N10 G21
N20 G90
N30 T1 M06
N40 S1200 M03
N50 G00 X0 Y0 Z5
N60 G01 Z-2 F100
N70 G01 X50 Y0 F200
N80 M30

16.2 3D Simulation of Generated NC Code in Artisan Software |आर्टिसन सॉफ्टवेयर में जनरेटेड NC कोड का 3D सिमुलेशन

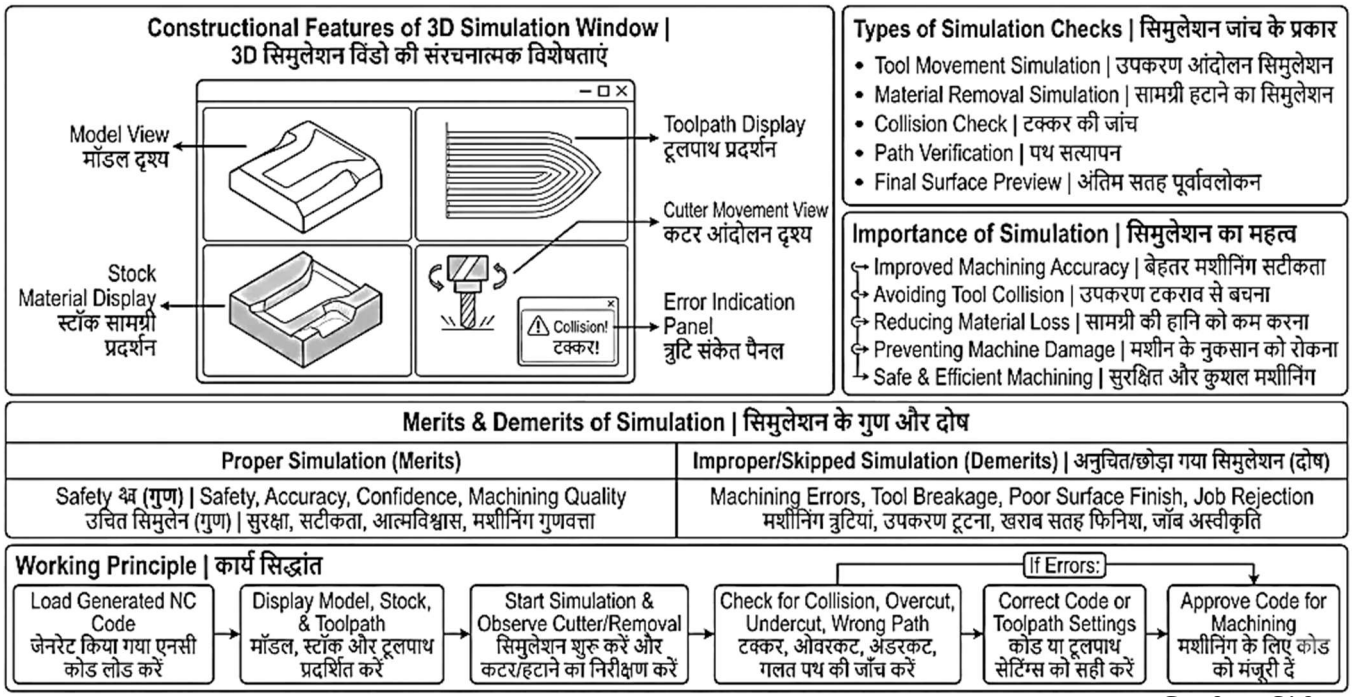


Fig. 16.2: 3D Simulation Window Features and Machining Verification Workflow | 3D सिमुलेशन विंडो विशेषताएँ और मशीनिंग सत्यापन कार्यप्रवाह

Definition (Fig.16.2)

3D simulation of NC code is the process of virtually running the generated machining program in Artisan software before actual machining. It shows the movement of the cutter on the digital model and displays how the material will be removed. This process helps the operator understand whether the

परिभाषा (Fig.16.2)

NC कोड का 3D सिमुलेशन वास्तविक मशीनिंग से पहले आर्टिजन सॉफ़्टवेयर में जनरेट किए गए मशीनिंग प्रोग्राम को आभासी रूप से चलाने की प्रक्रिया है। यह डिजिटल मॉडल पर कटर की गति को दर्शाता है और दिखाता है कि सामग्री किस प्रकार हटाई जाएगी। यह प्रक्रिया ऑपरेटर को यह समझने में सहायता करती है कि जनरेट

generated NC code will produce the required 3D shape correctly.

Importance of Simulation
Simulation is important for checking machining accuracy, avoiding tool collision, reducing material loss, and preventing machine damage. It helps to verify the toolpath before actual cutting and ensures safe and efficient machining in workshop practice.

Types of Simulation Checks
The main types of simulation checks are **tool movement simulation**, **material removal simulation**, **collision check**, **path verification**, and **final surface preview**. Tool movement simulation checks cutter travel. Material removal simulation shows how stock is cut. Collision check detects clash between tool and workpiece. Path verification confirms the programmed route. Final surface preview shows the expected machined finish.

Constructional Features of 3D Simulation Window
The simulation window generally contains model view, toolpath display, cutter movement view, stock material display, and error indication panel. These features help the user observe machining conditions and detect mistakes clearly.

Working Principle
First, load the generated NC code into the simulation window. Display the model, stock, and toolpath. Start the simulation and observe cutter movement and material removal. Check for collision, overcut, undercut, and wrong path movement. If any error is found, correct the code or toolpath settings and run the simulation again. Approve the code only after satisfactory results.

Merits and Demerits
Proper simulation improves safety, accuracy, confidence, and machining quality. Improper or skipped simulation may lead to machining errors, tool breakage, poor surface finish, and job rejection.

किया गया NC कोड आवश्यक 3D आकृति को सही प्रकार से बनाएगा या नहीं।

सिमुलेशन का महत्व
सिमुलेशन मशीनिंग की शुद्धता जाँचने, टूल टक्कर से बचने, सामग्री की हानि कम करने तथा मशीन की क्षति को रोकने के लिए महत्वपूर्ण है। यह वास्तविक कटिंग से पहले टूलपाथ का सत्यापन करने में सहायता करता है तथा कार्यशाला अभ्यास में सुरक्षित और दक्ष मशीनिंग सुनिश्चित करता है।

सिमुलेशन जाँच के प्रकार
सिमुलेशन जाँच के मुख्य प्रकार हैं टूल मूवमेंट सिमुलेशन, मटेरियल रिमूवल सिमुलेशन, कोलिजन जाँच, पाथ वेरिफिकेशन, तथा अंतिम सतह पूर्वावलोकन। टूल मूवमेंट सिमुलेशन कटर की गति पथ की जाँच करता है। मटेरियल रिमूवल सिमुलेशन यह दिखाता है कि स्टॉक किस प्रकार काटा जा रहा है। कोलिजन जाँच टूल और वर्कपीस के बीच टकराव का पता लगाती है। पाथ वेरिफिकेशन प्रोग्राम किए गए मार्ग की पुष्टि करता है। अंतिम सतह पूर्वावलोकन अपेक्षित मशीन की गई फिनिश को दर्शाता है।

3D सिमुलेशन विंडो की संरचनात्मक विशेषताएँ
सिमुलेशन विंडो में सामान्यतः मॉडल दृश्य, टूलपाथ प्रदर्शन, कटर गति दृश्य, स्टॉक सामग्री प्रदर्शन तथा त्रुटि संकेत पैनल शामिल होते हैं। ये विशेषताएँ उपयोगकर्ता को मशीनिंग स्थितियों का अवलोकन करने और त्रुटियों को स्पष्ट रूप से पहचानने में सहायता करती हैं।

कार्य सिद्धांत
सबसे पहले जनरेट किए गए NC कोड को सिमुलेशन विंडो में लोड करें। मॉडल, स्टॉक और टूलपाथ को प्रदर्शित करें। सिमुलेशन प्रारंभ करें और कटर की गति तथा सामग्री हटने की प्रक्रिया का अवलोकन करें। टक्कर, ओवरकट, अंडरकट और गलत पथ गति की जाँच करें। यदि कोई त्रुटि पाई जाए, तो कोड या टूलपाथ सेटिंग्स को सही करें और सिमुलेशन पुनः चलाएँ। संतोषजनक परिणाम प्राप्त होने के बाद ही कोड को स्वीकृत करें।

लाभ और हानियाँ
उचित सिमुलेशन से सुरक्षा, सटीकता, आत्मविश्वास और मशीनिंग गुणवत्ता में सुधार होता है। अनुचित या छोड़ा गया सिमुलेशन मशीनिंग त्रुटियों, टूल टूटने, खराब सतह फिनिश और जॉब अस्वीकृति का कारण बन सकता है।

16.3 Basic Engineering Calculations Used in NC Code Generation and 3D Simulation | एनसी कोड जनरेशन और 3D सिमुलेशन में उपयोग की जाने वाली मूल अभियांत्रिक गणनाएँ

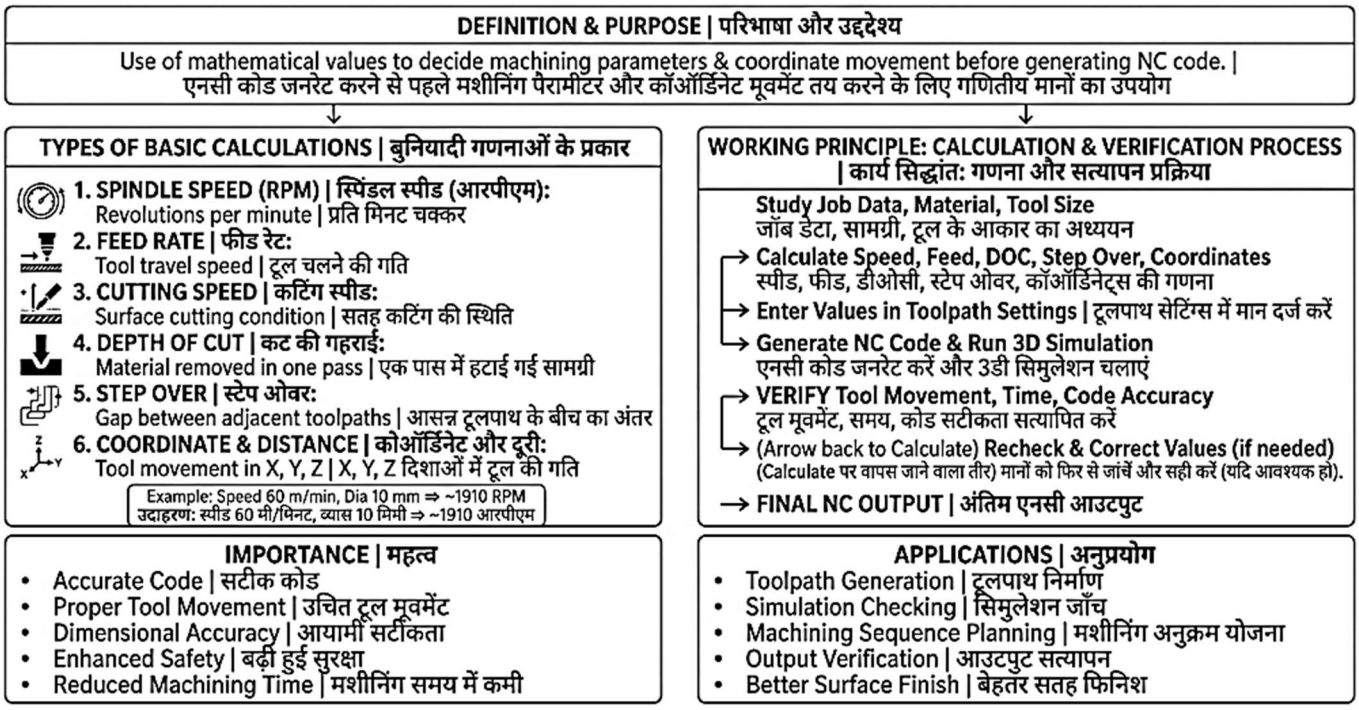


Fig. 16.3: Basic Machining Calculations and Verification Process for NC Code Generation | NC कोड निर्माण हेतु बुनियादी मशीनिंग गणनाएँ और सत्यापन प्रक्रिया

Definition (Fig.16.3)

Engineering calculation in NC machining and 3D simulation means the use of mathematical values to decide correct machining parameters and coordinate movement before generating NC code. These calculations help the operator prepare accurate spindle speed, feed rate, depth of cut, step over, machining time, and coordinate values for toolpath and simulation work.

Importance in NC Machining and Simulation

Correct calculation is important for obtaining accurate code, proper tool movement, and correct machining results. If values are wrong, the tool may move in the wrong direction, cut excess material, miss the profile, or increase machining time. Proper calculation improves safety, dimensional accuracy, and simulation reliability.

Types of Basic Calculations

The common calculations are cutting speed, spindle speed, feed rate, depth of cut, step over, machining time, and coordinate and distance calculation. Cutting speed decides the surface cutting condition. Spindle speed gives revolutions per minute. Feed rate controls tool travel speed. Depth of cut defines material removed in one pass. Step over controls the gap between adjacent toolpaths. Coordinate and

परिभाषा (Fig.16.3)

NC मशीनिंग और 3D सिमुलेशन में इंजीनियरिंग गणना का अर्थ NC कोड जनरेट करने से पहले सही मशीनिंग पैरामीटर और निर्देशांक गति निर्धारित करने के लिए गणितीय मानों के उपयोग से है। ये गणनाएँ ऑपरेटर को टूलपाथ और सिमुलेशन कार्य के लिए सटीक स्पिंडल स्पीड, फीड रेट, कट की गहराई, स्टेप ओवर, मशीनिंग समय और निर्देशांक मान तैयार करने में सहायता करती हैं।

NC मशीनिंग और सिमुलेशन में महत्व

सही गणना सटीक कोड प्राप्त करने, उचित टूल मूवमेंट सुनिश्चित करने और सही मशीनिंग परिणाम प्राप्त करने के लिए महत्वपूर्ण है। यदि मान गलत हों, तो टूल गलत दिशा में चल सकता है, अतिरिक्त सामग्री काट सकता है, प्रोफाइल छूट सकती है, या मशीनिंग समय बढ़ सकता है। उचित गणना सुरक्षा, आयामी शुद्धता और सिमुलेशन की विश्वसनीयता में सुधार करती है।

मूल गणनाओं के प्रकार

सामान्य गणनाएँ कटिंग स्पीड, स्पिंडल स्पीड, फीड रेट, डेप्थ ऑफ कट, स्टेप ओवर, मशीनिंग टाइम, तथा निर्देशांक और दूरी गणना हैं। कटिंग स्पीड सतही कटिंग स्थिति निर्धारित करती है। स्पिंडल स्पीड प्रति मिनट घूर्णनों की संख्या बताती है। फीड रेट टूल की चलने की गति को नियंत्रित करती है। डेप्थ ऑफ कट एक पास में हटाई गई सामग्री को परिभाषित करती है। स्टेप ओवर क्रमिक टूलपाथों के बीच के अंतर को नियंत्रित करता है। निर्देशांक और दूरी गणना X, Y, और Z दिशाओं में टूल की गति को परिभाषित करती है।

distance calculation define tool movement in X, Y, and Z directions.

Working Principle

First, study job data, material type, and tool size. Then calculate spindle speed, feed rate, cutting speed, depth of cut, step over, and coordinate distances. Enter these values in toolpath settings and generate NC code. Run 3D simulation to verify tool movement, machining time, and code accuracy. Recheck and correct the values before final output.

Applications

Correct calculation gives accurate simulation, proper code output, better surface finish, and reduced machining error. Incorrect calculation causes wrong toolpath, code faults, time loss, and poor job quality. These calculations are used in toolpath generation, simulation checking, machining sequence planning, and output verification. Example: if cutting speed = 60 m/min and tool diameter = 10 mm, spindle speed ≈ 1910 rpm.

कार्य सिद्धांत

सबसे पहले जॉब डाटा, सामग्री के प्रकार तथा टूल के आकार का अध्ययन करें। इसके बाद स्पिंडल स्पीड, फीड रेट, कटिंग स्पीड, कट की गहराई, स्टेप ओवर तथा निर्देशांक दूरियों की गणना करें। इन मानों को टूलपाथ सेटिंग्स में दर्ज करें और NC कोड उत्पन्न करें। टूल की गति, मशीनिंग समय तथा कोड की शुद्धता का सत्यापन करने के लिए 3D सिमुलेशन चलाएँ। अंतिम आउटपुट से पहले मानों की पुनः जाँच करें और आवश्यक सुधार करें।

अनुप्रयोग

सही गणना से सटीक सिमुलेशन, उचित कोड आउटपुट, बेहतर सतह फिनिश, और कम मशीनिंग त्रुटि प्राप्त होती है। गलत गणना से गलत टूलपाथ, कोड त्रुटियाँ, समय की हानि, और कार्य की खराब गुणवत्ता होती है। इन गणनाओं का उपयोग टूलपाथ जनरेशन, सिमुलेशन जाँच, मशीनिंग अनुक्रम योजना, और आउटपुट सत्यापन में किया जाता है। उदाहरण: यदि कटिंग स्पीड = 60 m/min और टूल व्यास = 10 mm हो, तो स्पिंडल स्पीड ≈ 1910 rpm होगी।

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न

Q1. Which simulation provides a more realistic representation of machining? / कौन सा सिमुलेशन मशीनिंग का अधिक यथार्थवादी प्रतिनिधित्व प्रदान करता है?
(a) 1D Simulation / 1डी सिमुलेशन
(b) 2D Simulation / 2डी सिमुलेशन
(c) 3D Simulation / 3डी सिमुलेशन
(d) 4D Simulation / 4डी सिमुलेशन
Ans. c | Sol. : 3D simulation (3डी सिमुलेशन) shows the realistic machining view, helping identify errors before actual machining. / 3डी सिमुलेशन यथार्थवादी मशीनिंग दृश्य दिखाता है, जो वास्तविक मशीनिंग से पहले त्रुटियों की पहचान करने में मदद करता है।

Q2. Which toolbar allows customizing toolpath settings in 3D machining? / 3डी मशीनिंग में टूलपाथ सेटिंग्स को अनुकूलित करने के लिए कौन सा टूलबार उपयोग होता है?
(a) View Toolbar / व्यू टूलबार
(b) 3D Machining Toolbar / 3डी मशीनिंग टूलबार
(c) Editing Toolbar / एडिटिंग टूलबार
(d) File Toolbar / फाइल टूलबार
Ans. b | Sol. : 3D Machining Toolbar (3डी मशीनिंग टूलबार) enables customization of toolpath settings. / 3डी मशीनिंग टूलबार टूलपाथ सेटिंग्स को अनुकूलित करने की सुविधा देता है।

Q3. What is an advantage of modifying toolpaths? / टूलपाथ को संशोधित करने का क्या लाभ है?
(a) Increases machining time / मशीनिंग समय बढ़ाता है
(b) Reduces tool wear / टूल घिसाव को कम करता है
(c) Decreases productivity / उत्पादकता घटाता है
(d) Reduces accuracy / सटीकता घटाता है
Ans. b | Sol. : Modified toolpaths (संशोधित टूलपाथ) optimize the tool's movements, reducing wear and improving tool life. / संशोधित टूलपाथ उपकरण की मूवमेंट को अनुकूलित कर घिसाव कम करते हैं और उपकरण की आयु बढ़ाते हैं।

Q4. What represents tool movements visually during simulation? / सिमुलेशन के दौरान टूल मूवमेंट्स को दृश्य रूप से क्या दर्शाता है?
(a) Path line / पाथ लाइन
(b) Material color / सामग्री का रंग
(c) Machine name / मशीन का नाम
(d) Simulation background / सिमुलेशन पृष्ठभूमि
Ans. a | Sol. : Path lines (पाथ लाइन्स) visually represent tool movements in simulation. / पाथ लाइन्स सिमुलेशन में टूल मूवमेंट्स को दृश्य रूप से दर्शाती हैं।

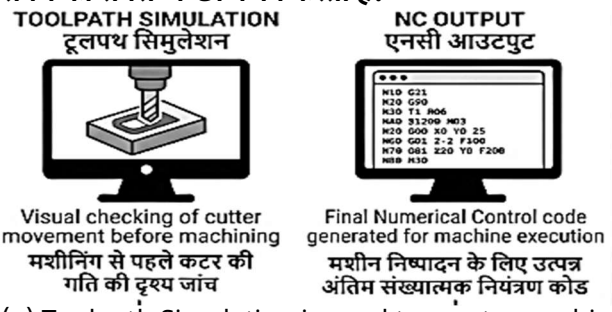
Q5. What is essential after generating NC code? / NC कोड जनरेट करने के बाद क्या आवश्यक होता है?
(a) Printing NC code / NC कोड का प्रिंट निकालना
(b) Save the NC file / NC फाइल को सहेजना
(c) Delete old file / पुरानी फाइल को हटाना
(d) Changing machine settings / मशीन सेटिंग्स बदलना
Ans. b | Sol. : After generating NC code (NC कोड जनरेट करने के बाद), saving the NC file ensures it can be reused without reworking. / NC कोड जनरेट करने के बाद NC फाइल को सहेजना सुनिश्चित करता है कि उसे बिना दोबारा काम किए पुनः उपयोग किया जा सके।

Q6. The primary industrial application of 2D simulation is in: / 2D सिमुलेशन का मुख्य औद्योगिक अनुप्रयोग किसमें है?
(a) Simple laser cutting / साधारण लेज़र कटिंग
(b) Deep cavity milling / गहरी गुहा मिलिंग
(c) 5-axis machining / 5-अक्ष मशीनिंग
(d) Complex surfacing / जटिल सतह बनाना
Ans. a | Sol. : 2D simulation suffices for flat operations like laser cutting where depth is minimal. / 2D सिमुलेशन सपाट ऑपरेशनों जैसे लेज़र कटिंग के लिए पर्याप्त है जहाँ गहराई न्यूनतम होती है।

Q7. NC code is primarily generated for: / NC कोड मुख्यतः किसके लिए उत्पन्न किया जाता है?
(a) Human reading / मानव पढ़ने के लिए
(b) CNC machine operation / CNC मशीन संचालन के लिए
(c) Graphic display / ग्राफिक प्रदर्शन के लिए
(d) Manual machining / मैनुअल मशीनिंग के लिए
Ans. b | Sol. : NC code contains machine-readable instructions for tool movement and cutting. / NC कोड टूल मूवमेंट और कटाई के लिए मशीन पठनीय निर्देशों को सम्मिलित करता है।

Q8. Machining operation orientation is crucial for: / मशीनिंग ऑपरेशन ओरिएंटेशन किसके लिए महत्वपूर्ण है?
(a) Material color choice / सामग्री रंग चयन
(b) Correct tool engagement with workpiece / वर्कपीस के साथ टूल की सही पकड़
(c) Machine cleaning schedule / मशीन सफाई कार्यक्रम
(d) CNC operator lunch break / CNC ऑपरेटर का लंच ब्रेक
Ans. b | Sol. : Proper orientation ensures correct depth, angles, and surface quality. / सही ओरिएंटेशन सही गहराई, कोण और सतह गुणवत्ता सुनिश्चित करता है।

Q9. Based on the visual data and text descriptions shown in the image, which of the following best describes the relationship between the two processes? / छवि में दिखाए गए दृश्य डेटा और पाठ विवरण के आधार पर, निम्नलिखित में से कौन सा दोनों प्रक्रियाओं के बीच संबंध का सबसे अच्छा वर्णन करता है?

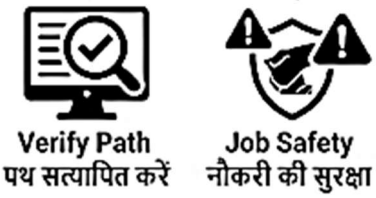


(a) Toolpath Simulation is used to create graphic design concepts, which have no direct link to the text-based NC Output. / टूलपथ सिमुलेशन का उपयोग ग्राफिक डिजाइन अवधारणाओं को बनाने के लिए किया जाता है, जिसका टेक्स्ट-आधारित NC आउटपुट से कोई सीधा लिंक नहीं है।
(b) The NC Output is generated first to create a rough G-code program, which is then manually converted into a visual Toolpath Simulation. / NC आउटपुट पहले एक

रफ G-कोड प्रोग्राम बनाने के लिए जेनरेट किया जाता है, जिसे फिर मैन्युअल रूप से एक दृश्य टूलपथ सिमुलेशन में परिवर्तित किया जाता है।
(c) Toolpath Simulation is a purely mathematical check of code, while NC Output is the actual machining of a part. / टूलपथ सिमुलेशन कोड की विशुद्ध रूप से गणितीय जांच है, जबकि NC आउटपुट किसी भाग की वास्तविक मशीनिंग है।
(d) Toolpath Simulation provides visual validation of planned operations to ensure the final NC Output is error-free and safe for machine execution. / टूलपथ सिमुलेशन नियोजित ऑपरेशनों का दृश्य सत्यापन प्रदान करता है ताकि यह सुनिश्चित हो सके कि अंतिम NC आउटपुट त्रुटि मुक्त और मशीन निष्पादन के लिए सुरक्षित है।
Ans. d | Sol. : Based on the image's subtitles, the Toolpath Simulation screen is specifically for "Visual checking of cutter movement *before machining*," suggesting a verification step. The NC Output screen is defined as the "*Final*... code generated for machine execution." Therefore, the simulation visually confirms the tool paths are correct before finalizing and generating the executable G-code list. The relationship is one of verification and validation before final data output. / छवि के उपशीर्षक के आधार पर, टूलपथ सिमुलेशन स्क्रीन विशेष रूप से "*मशीनिंग से पहले* कटर की गति की दृश्य जांच" के लिए है, जो एक सत्यापन चरण का सुझाव देती है। NC आउटपुट स्क्रीन को "मशीन निष्पादन के लिए उत्पन्न *अंतिम*... कोड" के रूप में परिभाषित किया गया है। इसलिए, सिमुलेशन विज़ुअली टूल पथों की पुष्टि करता है कि वे अंतिम रूप देने और निष्पादन योग्य G-कोड सूची जेनरेट करने से पहले सही हैं। संबंध अंतिम डेटा आउटपुट से पहले सत्यापन और मान्यता का है।

Q10. In Artisan, modifying toolpath is crucial because it helps in / Artisan में टूलपाथ को संशोधित करना क्यों महत्वपूर्ण है?
(a) Increasing cycle time / चक्र समय बढ़ाने के लिए
(b) Reducing material waste / सामग्री अपव्यय को कम करने के लिए
(c) Ignoring feed rate / फीड दर को अनदेखा करने के लिए
(d) Avoiding spindle control / स्पिंडल नियंत्रण को टालने के लिए
Ans. b | Sol. : Modifying the toolpath (टूलपाथ को संशोधित करना) optimizes movement, reducing material waste and machining errors (यह मूवमेंट को अनुकूलित करता है और सामग्री की बर्बादी कम करता है)।

Q11. Considering the distinct graphical elements and text, which statement provides the most accurate analysis of the relationship between these two procedural steps? / इन दो प्रक्रियात्मक तत्वों के बीच संबंध पर विचार करते हुए, कौन सा कथन उनके अलग-अलग कार्यों का सबसे सटीक विश्लेषण है?



(a) 'Verify Path' focuses specifically on checking a procedural plan or technical route, while 'Job Safety' focuses on overall personnel and environmental protection. / 'पथ सत्यापित करें' विशेष रूप से एक प्रक्रियात्मक योजना या तकनीकी मार्ग की जाँच करने पर केंद्रित है, जबकि 'नौकरी की सुरक्षा' समग्र कर्मियों और पर्यावरणीय सुरक्षा पर केंद्रित है।
(b) 'Verify Path' is for equipment checks, while 'Job Safety' is for human safety training. / 'पथ सत्यापित करें' उपकरणों की जाँच के लिए है, जबकि 'नौकरी की सुरक्षा' मानव सुरक्षा प्रशिक्षण के लिए है।
(c) 'Job Safety' must always precede 'Verify Path' for a complex task. / एक जटिल कार्य के लिए 'नौकरी की सुरक्षा' को हमेशा 'पथ सत्यापित करें' से पहले होना चाहिए।
(d) The checks are identical in scope and purpose, and both can be performed simultaneously. / ये जाँचें दायरे और उद्देश्य में समान हैं, और दोनों को एक साथ किया जा सकता है।
Ans. a | Sol. : The graphic elements clearly distinguish their specific focus. 'Verify Path' uses a computer monitor and magnifying glass over a route/plan, indicating a check of a specific process step or route. 'Job Safety' uses a shield and multiple warning icons, symbolizing broad, holistic protection and risk mitigation for the people and the environment involved in the job. / हल: ग्राफिक्स स्पष्ट रूप से उनके विशिष्ट फोकस को अलग करते हैं। 'पथ सत्यापित करें' एक मार्ग/योजना पर मॉनिटर और आवर्धक लेंस का उपयोग करता है, जो एक विशिष्ट प्रक्रिया चरण या मार्ग की जांच का संकेत देता है। 'नौकरी की सुरक्षा' एक शील्ड और कई चेतावनी चिह्नों का उपयोग करती है, जो नौकरी में शामिल लोगों और पर्यावरण के लिए व्यापक, समग्र संरक्षण और जोखिम न्यूनीकरण का प्रतीक है।

Q12. To simulate a roughing process accurately in Artisan, which setting is most crucial? / Artisan में रफिंग प्रक्रिया का सही सिमुलेशन करने के लिए कौन सी सेटिंग सबसे महत्वपूर्ण है?
(a) Final surface finish / अंतिम सतह फिनिश
(b) Toolpath step-over / टूलपाथ स्टेप-ओवर
(c) Post-processing template / पोस्ट-प्रोसेसिंग टेम्पलेट
(d) Cutting coolant type / कटिंग कूलेंट प्रकार
Ans. b | Sol. : Step-over (स्टेप-ओवर) defines the lateral distance between tool passes, crucial for roughing accuracy (स्टेप-ओवर टूल पास के बीच की दूरी को परिभाषित करता है, जो रफिंग सटीकता के लिए महत्वपूर्ण है)।

Q13. In NC code generation, selecting the wrong post-processor can cause / NC कोड जनरेशन में गलत पोस्ट-प्रोसेसर चुनने से क्या हो सकता है?
(a) Better cutting efficiency / बेहतर कटिंग दक्षता
(b) Wrong machine commands / गलत मशीन कमांड
(c) Reduced machining errors / मशीनिंग त्रुटियों में कमी
(d) Faster toolpath creation / तेज टूलपाथ निर्माण
Ans. b | Sol. : Wrong post-processor (गलत पोस्ट-प्रोसेसर) generates incorrect machine-specific codes leading to errors (यह गलत मशीन-विशिष्ट कोड उत्पन्न करता है, जिससे त्रुटियाँ होती हैं)।

Liked this sample? Get the complete book with all modules, MCQs, and practice questions.

How to Purchase This Book

Scan the QR code below to get the complete book at a special discount. Order directly from-
https://teachtoindia.com/product/engineering-design-technician/

Browse All ITI Trade Books at Special Discounted Prices

View the full collection at: https://teachtoindia.com/iti-books/

Also available on Flipkart, Amazon, and Meesho.

Trusted by ITI Students, Trainees, and Instructors Across India.

For any queries related to our books, please contact us:

WhatsApp/Mobile: +91 9084496877
Email: teachtoindia1@gmail.com
Website: www.teachtoindia.com