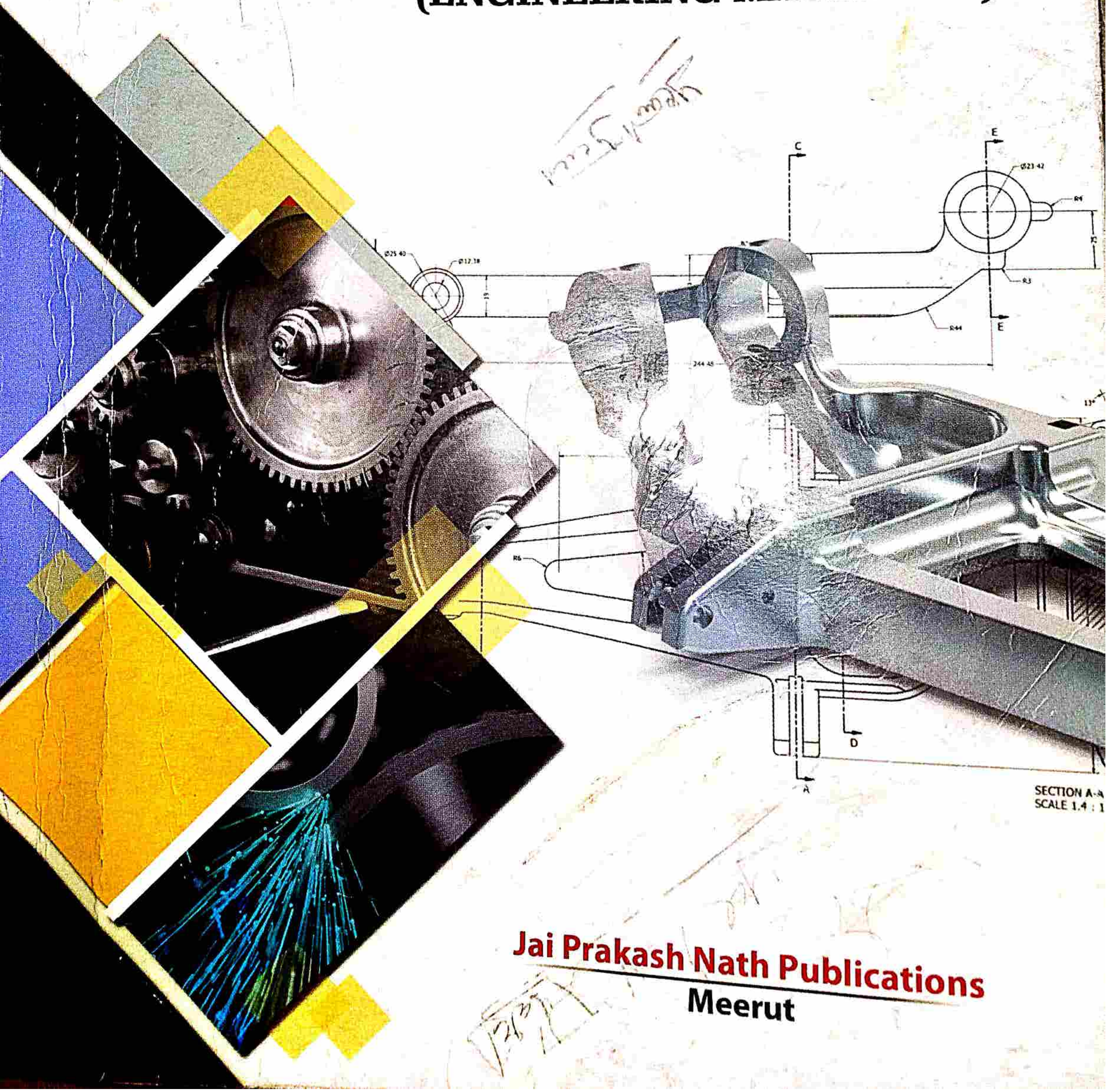
सार्थक

प्राविधिक शिक्षा परिषद् उ० प्र० द्वारा
स्वीकृत नवीनतम् पाठ्यक्रमानुसार

इंजीनियरिंग पदार्थ

(ENGINEERING MATERIALS)



Jai Prakash Nath Publications
Meerut

प्राविधिक शिक्षा परिषद् उत्तर प्रदेश द्वारा स्वीकृत 2019 के नवीनतम् संशोधित पाठ्यक्रमानुसार

सार्थक

इंजीनियरिंग पदार्थ

(Engineering Materials)

For Second Year (Third Semester) Mechanical Automobile, Refrigeration and Air-conditioning Engineering

एस० के० सेठी
A.M.I.E. (मैकेनिकल), A.M.I.E. (प्रोडक्शन)
प्रवक्ता, मैकेनिकल इंजीनियरिंग
डी०एन० पॉलीटेक्निक, मेरठ

अजय गिरि
B.E., M.E.
सहायक प्रोफेसर, मैकेनिकल इंजीनियरिंग
एम०आई०ई०टी०, मेरठ

● पूर्णतया संशोधित संस्करण ●

प्रकाशक :

जय प्रकाश नाथ पब्लिकेशन्स

गाँधी आश्रम चौराहा, नौचन्दी रोड, मेरठ – 250 002 (यू० पी०)

NATIONAL BOOK SELLERS
BOOK MARKET ★ AMINABAD, LKO. Mob. 9839191254
DECEMBER 2020

SYLLABUS

Engineering Materials

RATIONALE

Lot of development has taken place in the field of materials. New materials are being developed and it has become possible to change the properties of materials to suit the requirements. Diploma holders in this course are required to make use of different materials for various applications. For this purpose, it is necessary to teach them basics of metal structure, properties, usage and testing of various ferrous and non ferrous materials and various heat treatment processes. This subject aims at developing knowledge about the characteristics, testing and usage of various types of materials used in industries.

DETAILED CONTENTS

1. Introduction

Material, History of Material Origin, Scope of Material Science, Overview of different engineering materials and applications, Classification of materials, Thermal, Chemical, Electrical, Mechanical properties of various materials, Present and future needs of materials, Overview of Biomaterials and semi-conducting materials, Various issues of Material Usage-Economical, Environment and Social.

2. Crystallography

Fundamentals: Crystal, Unit Cell, Space Lattice, Arrangement of atoms in Simple Cubic Crystals, BCC, FCC and HCP Crystals, Number of atoms per unit Cell, Atomic Packing Factor.

Deformation: Overview of deformation behavior and its mechanism, behavior of material under load control and strain control.

Failure Mechanisms : Overview of failure modes, fracture, fatigue and creep.

3. Métals And Alloys

Ferrous Materials : Different iron ores, Raw materials in production of iron and steel, Basic process of iron-making and steel-making, Classification of iron and steel.

Cast Iron : Different types of Cast Iron, manufacture and their use. Classification of Grey cast iron and S.G. iron.

Steels : Steels and alloy steel, Classification of plain carbon steels, Properties and usage of different types of Plain Carbon Steels, Effect of various alloys on properties of steel, Uses of alloy steels (high speed steel, stainless steel, spring steel, silicon steel).

Non Ferrous Materials : Properties and uses of Aluminum, Copper and Zinc and their alloys.

4. Heat Tréatment

Purpose of heat treatment, Solid solutions and its types, Formation and decomposition of Austenite, Martensitic Transformation – Simplified Transformation Cooling Curves. Various heat treatment processes- hardening, tempering, annealing, normalizing, Case hardening and surface hardening, Hardenability of steels, Selection of case carburizing and induction hardening steels. Types of heat treatment furnaces (only basic idea).

5. Plastics

Important sources of plastics, Classification-thermoplastic and thermoset and their uses, Various trade names of plastics, Plastic coatings, food grade plastics. Applications of plastics in automobile and domestic use. Rubber classification - Natural and synthetic. Selection of rubber

6. Advanced Materials

Composites-Classification, properties, applications
Ceramics-Classification, properties, applications
Adhesives – Classification, properties and applications
Smart materials - properties and applications.

7. Miscellaneous Materials

Overview of -Tool and Die materials, Materials for bearing metals, Materials for Nuclear Energy, Refractory materials.

8. Identification and Testing of Materials (Destructive and NDT)

Identification of metal by giving mini projects.

Destructive testing : Stress testing, Harness testing.

Non-destructive testing : Eddy-current, Magnetic-particle, Liquid penetration, radiographic, Ultrasounic and visual testing.

LIST OF PRACTICALS

1. Use of diamond polishing apparatus.
2. To perform following heat treatment process on materials of known carbon percentage and checking the change in the properties
   a) Annealing
   b) Normalising
   c) Care hardening
3. Preparation of specimens and study of micro structure of given metals and alloys on metallurgical microscope
   a) Brass
   b) Bronze
   c) Grey Cast Iron
   d) Low Carbon Steel
   e) High Carbon Steel
   f) High Speed Steel
4. To prepare specimen for microscope examination for polishing.
5. To determine composition of alloy steel by steeloscope.

विषय-सूची

Chapter **Page No.**

1 सामान्य परिचय (General Introduction) — 1-22

1.1	परिचय एवं इतिहास	1-2
1.2	धातुकर्म	2-4
1.3	इंजीनियरिंग पदार्थ	4-5
1.4	इंजीनियरिंग पदार्थों के गुण	5-15
1.5	उद्योग में पदार्थ के चयन का आधार	15-16
1.6	प्रमुख इंजीनियरिंग पदार्थ	16-19
	सारांश	19
	अभ्यास प्रश्न	20-22

- New article added according to change in new syllabus **See Appendix.** 250-252

2 धातुओं की संरचना एवं विरूपण (Structure of Metals and Their Deformation) — 23-58

2.1	पदार्थों की संरचना	23-27
2.2	पदार्थों की संरचना एवं उनके गुणों में सम्बन्ध	27
2.3	परमाणवीय संरचना	28
2.4	ठोसों में परमाणु-बन्धन या रासायनिक बन्धन	28-31
2.5	रासायनिक बन्धन एवं ठोस पदार्थों के गुणों में सम्बन्ध	32
2.6	धातुओं में परमाणुओं का विन्यास	32
2.7	क्रिस्टल संरचना (Crystal Structure) के प्रकार	32
2.8	क्रिस्टल-सममिति	34-35
2.9	क्रिस्टल अपूर्णता या दोष	35
2.10	क्रिस्टल दोष के प्रकार	35-38
2.11	धातुओं का विरूपण	38-41
2.12	क्रान्तिक वियोजित कर्तन प्रतिबल	41-42
2.13	फिसलन एवं युग्मन	42-43
2.14	शीत एवं तप्त रूपण	43-45
2.15	पुनर्लाभ, पुनः क्रिस्टलन एवं कण-वृद्धि	45-47
2.16	ठोस घोल या विलयन	47-48
2.17	मिश्र धातुएँ	48
2.18	अन्तर्धात्विक यौगिक	48
2.19	पुनः क्रिस्टलन को प्रभावित करने वाले कारक	49
2.20	संक्षारण	49-53
	सारांश	53-56
	अभ्यास प्रश्न	56-58

- New article added according to change in new syllabus **See Appendix.** 253-260

3 लौह धातुएँ (Ferrous Metals) — 59-88

3.1	लौह धातुओं का वर्गीकरण	59-60
3.2	लौह अयस्क एवं प्राप्ति के स्थान	61-61
3.3	लौह-धातुओं के उत्पादन के प्रमुख कारखाने	61-61
3.4	कच्चा लोहा	62-63
3.5	पिटवाँ लोहा	64-65
3.6	ढलवाँ लोहा	65-70
3.7	इस्पात	70-76
3.8	मिश्र इस्पात	76-83
	सारांश	83-85
	अभ्यास प्रश्न	85-88

4 अलौह-पदार्थ — 89-110

4.1	अलौह धातुएँ	89-89
4.2	अलौह धातुओं के गुण	89-89
4.3	ऐल्यूमिनियम	89-92
4.4	जिंक या जस्ता	92-94
4.5	ताँबा	94-96
4.6	टिन	96-97
4.7	सीसा	97-99
4.8	चाँदी	99-99
4.9	अलौह मिश्र-धातुएँ	99-105
	सारांश	105-107
	अभ्यास प्रश्न	107-110

5 अधात्विक पदार्थ 111-177

5.1 अधात्विक पदार्थ 111-111
5.2 इमारती लकड़ी 111-114
5.3 टिम्बर की सीजनिंग 114-118
5.4 पेड़ की कटाई 118-119
5.5 टिम्बर में दोष 119-123
5.6 टिम्बर के व्यापारिक रूप 123-123
5.7 टिम्बर का परिरक्षण 123-125
5.8 भारत में पाये जाने वाले टिम्बर : उनके गुण, पहचान एवं उपयोग 125-127
5.9 टिम्बर के उत्पाद (संक्षिप्त विवरण) 127-129
5.10 प्लास्टिक एवं अन्य सिन्थेटिक पदार्थ 129-132
5.11 प्लास्टिक के प्रमुख उत्पाद 132-133
5.12 फाइबर या रेशे 133-134
5.13 पेन्ट, इनेमल, वार्निश और लैकर 134-134
5.14 पेन्ट 134-141
5.15 वार्निश 141-141
5.16 लैकर 142-143
5.17 पेन्टिंग या प्रलेपन 143-145
5.18 ऊष्मारोधी पदार्थ 145-147
5.19 विद्युतरोधी पदार्थ 147-153
5.20 विद्युत प्रतिरोधी पदार्थ 153-154
5.21 फ्यूज पदार्थ 154-155
5.22 हार्डवेयर 155-155
5.23 पाइपें 155-158
5.24 चादरें 158-158
5.25 धात्विक चादरें 158-161
5.26 अधात्विक चादरें 161-162
5.27 पाइप-फिटिंग्स 162-165
5.28 कील एवं पेंच 165-167
सारांश 167-173
अभ्यास प्रश्न 173-177

6 मिश्र-धातुओं की पहचान एवं परीक्षण 178-197

6.1 परीक्षण के उद्देश्य 179-179
6.2 परीक्षण के प्रकार 179-179
6.3 तनन परीक्षण या टेन्साइल टेस्ट 179-183
6.4 UTM-यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन 180-183
6.5 सम्पीडन परीक्षण या कम्प्रेसिव टेस्ट 183-183
6.6 कठोर परीक्षण 184-187
6.7 इम्पैक्ट या सम-आघात परीक्षण 187-189
6.8 कर्तन एवं नमन परीक्षण 189-189
6.9 थकान टेस्ट 189-190
6.10 क्रीप टेस्ट 190-190
6.11 रेडियोग्राफिक टेस्ट 190-191
6.12 चुम्बकीय कण परीक्षण 191-192
6.13 अल्ट्रासोनिक टेस्ट 192-191
6.14 विद्युत परीक्षण विधि 192-192
6.15 डैम्पिंग परीक्षण 192-192
6.16 विनाशी एवं अविनाशी परीक्षण में अन्तर 192-193
सारांश 193-195
अभ्यास प्रश्न 195-197

7 धातुओं का ऊष्मा उपचार 198-223

7.1 ऊष्मा-उपचार की परिभाषा 198-198
7.2 ऊष्मा-उपचार के उद्देश्य 198-199
7.3 ऊष्मा-उपचार का सिद्धांत 199-199
7.4 शुद्ध लोहे का शीतलन वक्र/आरेख 199-200
7.5 शुद्ध लोहे के क्रांतिक ताप 200-200
7.6 लौह-कार्बन साम्यावस्था आरेख 200-202
7.7 लौह-कार्बन साम्यावस्था आरेख का महत्त्व 202-202
7.8 T-T-T या समय-तापमान-रूपान्तरण आरेख या 'S' आरेख 202-204
7.9 शीतलन की दर का ऑस्टेनाइट के रूपांतरण पर प्रभाव 204-206
7.10 लोहा एवं इस्पात के सूक्ष्म-संघटक 206-208
7.11 इस्पात की सूक्ष्म संरचना एवं मरटेन्साइट-संरचना में रूपान्तरण 208-209
7.12 ऊष्मा-उपचार की विधियाँ 209-215
7.13 कुछ अन्य ऊष्मा-उपचार विधियाँ 215-217
सारांश 217-221
अभ्यास प्रश्न 221-223

- New article added according to change in new syllabus **See Appendix**. 261-264

8 विविध पदार्थ 224-244

8.1 अपघर्षी पदार्थ/अपघर्षक 224-227
8.2 सेल्युलॉयड या जाइलोमाइट 227-228
8.3 फेल्ट या नमदा 228-228
8.4 चुम्बकीय पदार्थ 228-229
8.5 अभ्रक 230-230
8.6 रिफ्रैक्टरी पदार्थ या उच्च ताप-सह पदार्थ 230-234
8.7 जोड़ने वाले पदार्थ 234-236
8.8 कम्पोजिट पदार्थ 236-238
8.9 जर्मेनियम और उसके मिश्र धातु 238-239
सारांश 239-241
अभ्यास प्रश्न 241-244

- **प्रयोगात्मक कार्य** 245-249

1 सामान्य परिचय

(General Introductoin)

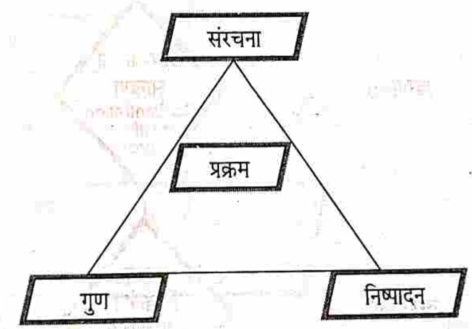
1.1 परिचय एवं इतिहास (Introduction and History)

विज्ञान की वह शाखा जिसके अन्तर्गत हम पदार्थ तथा उसके वर्गीकरण, गुणों, व्यवहार आदि का अध्ययन करते हैं, **पदार्थ विज्ञान** कहलाता है।

या

विज्ञान की वह शाखा जिसके अन्तर्गत प्रकृति से प्राप्त अयस्क तथा उसके विभिन्न गुणों का अध्ययन किया जाता है, **धातु विज्ञान** कहलाता है।

पदार्थ विज्ञान एवं इंजीनियरिंग के अन्तर्गत हम नए पदार्थ की खोज तथा उनके गुणों में परिवर्तन आदि पर विशेष ध्यान देते हैं। इसमें रसायन विज्ञान, भौतिक विज्ञान तथा इंजीनियरिंग के सिद्धान्तों का अनुप्रयोग कर पदार्थ, पदार्थ की संरचना तथा पदार्थ के गुणों (भौतिक, रासायनिक, यांत्रिक, विद्युत, तापीय) का अध्ययन किया जाता है।



पदार्थ के चार महत्त्वपूर्ण तथ्य निम्नलिखित हैं—

(i) संरचना
(ii) गुण
(iii) प्रक्रम
(iv) निष्पादन

इन तथ्यों के बीच संबंधों का व्यवस्थित आरेख संलग्न चित्र में दर्शाया गया है।

इतिहास

अभियंत्रण की सभी विधाओं के लिए यह आवश्यक है कि पदार्थ तथा उसके सभी तथ्यों का अध्ययन किया जाए। पदार्थ दैनिक जीवन का सबसे महत्त्वपूर्ण अंग है। मानवीय सभ्यता का प्रारम्भ पाषाण युग को कहा जाता है जिसमें केवल प्राकृतिक पदार्थ जैसे—पत्थर, क्ले, लकड़ी आदि का प्रयोग सभी क्रियाओं के लिए किया जाता है। भौतिक सुख-सुविधाओं में वृद्धि तथा अच्छा जीवन जीने की लालसा ने मनुष्य को तांबा युग तथा लौह युग में प्रवेश कराया। धीरे-धीरे औद्योगीकरण प्रारम्भ हुआ जिसमें मनुष्य ने लौह युग से स्टील युग तथा स्टील युगों से अंतरिक्ष युग में प्रवेश कर लिया। सभी युग में पदार्थ तथा उसके गुणों एवं अनुप्रयोगों में परिवर्तन आवश्यकतानुसार होने लगा।

प्रकृति से प्राप्त अयस्कों को आवश्यकतानुसार विभिन्न प्रक्रम की सहायता से उपयोगी वस्तुओं में परिवर्तित किया जाने लगा जिसने पदार्थों का औद्योगीकरण कर दिया। वर्तमान समय में पदार्थ को विभिन्न इंजीनियरिंग प्रक्रमों की सहायता से

उसके भौतिक गुणों में परिवर्तन कर नए एवं उपयोगी पदार्थ में परिवर्तित किया जा रहा है। वर्तमान युग को पदार्थ युग या पदार्थ परिवर्तन युग के नाम से जाना जाने लगा है।

मैटीरियल साइंस में मुख्य रूप से पदार्थ (Material) की संरचना (Structure) एवं उसके गुणों का अध्ययन करते है जबकि इंजीनियरिंग मैटीरियल्स में (i) पदार्थ की संरचना एवं गुणों के आपसी संबंध, (ii) डिजाइनिंग एवं उपयोगिता और (iii) नये पदार्थ विकसित (Develop) करने के बारे में अध्ययन करते हैं।

इंजीनियरिंग मैटीरियल्स एवं मैटीरियल साइंस में हम पदार्थ के धातु-कर्म (Metallurgy), संरचना (Structure), गुण (Property) एवं उपयोगिता (Performance) का अध्ययन करते हैं। इन्हें मैटीरियल साइंस एवं इंजीनियरिंग मैटीरियल्स के घटक (Components) भी कहते हैं। इसे निम्न ब्लॉक आरेख (diagram) द्वारा प्रदर्शित करते है—

धातुकर्म ⟶ संरचना ⟶ गुण ⟶ उपयोगिता

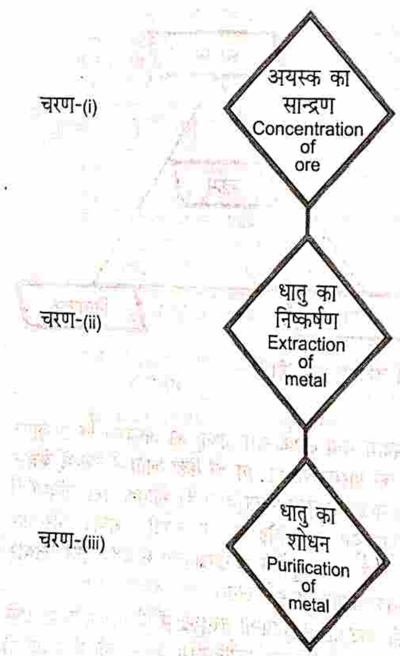
चित्र 1.1. मैटीरियल्स एवं मैटीरियल साइंस के घटक

■ 1.2 धातुकर्म (Metallurgy)

धातुकर्म विज्ञान की वह शाखा है जिसमें हम धातुओं को उनके अयस्कों (Ores) से शुद्ध अवस्था में प्राप्त करने एवं उसे विभिन्न उपयोगी आकृतियों में परिवर्तित करने की विधि (process) का अध्ययन करते हैं।

अयस्क से शुद्ध धातु प्राप्त करने की विधियाँ (Processes to Extract Metals from Ores)

अयस्क से शुद्ध धातु प्राप्त करने के प्रमुख चरण निम्नलिखित हैं—



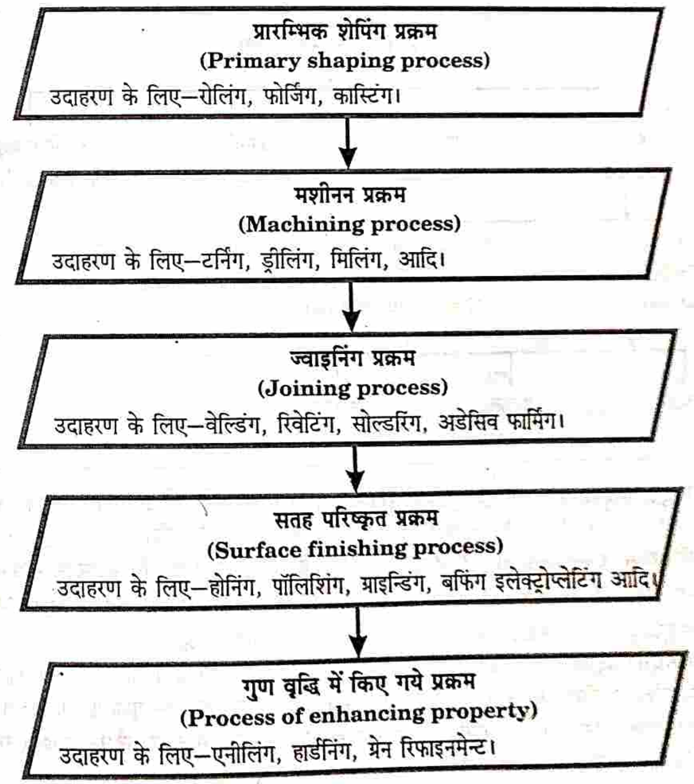
चरण-1. अयस्क का सान्द्रण (Concentration of Ore)—इस चरण में अयस्क से अशुद्धियों को अलग करते हैं। अयस्क के सान्द्रण की कई विधियाँ हैं, **जैसे**—गुरुत्वीय पृथक्करण (Gravitational separation), अवक्षेपण (Precipitation), प्लवन (Floatation) एवं विद्युत चुम्बकीय पृथक्करण (Electromagnetic separation)।

चरण-2. धातु का निष्कर्षण (Extraction of Metal)—इस चरण में सांद्रित अयस्क का शुद्धिकरण कर उसे और शुद्ध रूप में परिवर्तित किया जाता है। इसके लिए अयस्क में उपस्थित अशुद्धियों के आधार पर निष्कर्षण विधि का चयन किया जाता है। इसके लिए अपचयन (Reduction) प्रोसेस, विद्युत अपघटन जैसी विधियों को अपनाया जाता है।

चरण—3. धातु का शोधन (Purification of the Metal)—इस चरण में निष्कर्षण के बाद प्राप्त मेटल में से अशुद्धियों को दूर कर शुद्ध धातु को प्राप्त किया जाता है। सामान्यत: शोधन के लिए विद्युत अपघटन, आसवन, द्रवीकरण आदि विधियों का उपयोग किया जाता है।

यांत्रिक क्रियाएँ (Mechanical Processes)

धातुकर्म से प्राप्त शुद्ध धातु को विभिन्न यांत्रिक क्रियाओं (mechanical processes) द्वारा आवश्यक रूपों में बदला जाता है। यांत्रिक क्रियाओं को निम्न प्रकार से वर्गीकृत (classified) कर सकते हैं।



इंजीनियरिंग में धातुकर्म का स्कोप (Scope of Metallurgy in Engineering)

यह लगभग असम्भव है कि आज कोई वस्तु बगैर धातु या अन्य पदार्थ के बनाई जा सके। आज छोटी-से-छोटी एवं बड़ी-से-बड़ी सभी निर्माण में इंजीनियरिंग पदार्थ की जरूरत होती है। जैसे कृषि उपकरण, मशीन टूल्स, घरेलू सामान, उद्योग, कार, हवाई जहाज आदि सभी के निर्माण में इंजीनियरिंग पदार्थों की जरूरत पड़ती है। आधुनिक युग की जरूरतों को पूरा करने के लिए नये-नये मैटीरियल्स जैसे कम्पोजिट पदार्थ, स्मार्ट पदार्थ आदि की खोज हो रही है। इन सभी में धातुकर्म का महत्वपूर्ण योगदान है। एनर्जी (ऊर्जा) के क्षेत्र में विभिन्न तरह के पदार्थों की आवश्यकता को पूरा करने के लिए भी तेजी से कार्य हो रहा है। जैसे सोलर (सौर) ऊर्जा में कम लागत के नवीन मैटीरियल्स की खोज हो रही है, जो सौर एनर्जी (Solar energy) के उपयोग में ज्यादा प्रभावी हो।

1.3 इंजीनियरिंग पदार्थ (Engineering Materials)

जो पदार्थ इंजीनियरिंग के कार्यों में उपयोग किये जाते हैं, इंजीनियरिंग पदार्थ कहलाते हैं।

औद्योगिक महत्त्व के पदार्थों का वर्गीकरण (Classification of Materials of Industrial Importance)

इंजीनियरिंग पदार्थों को निम्न तरह से वर्गीकृत कर सकते हैं—

इंजीनियरिंग मैटीरियल्स
- धातुयें (Metals)
  - लौह-धातुयें (Ferrous Metals)
    - लोहा (Iron)
    - इस्पात (Steel)
    - मिश्र इस्पात (Alloy Steel)
  - अलौह-धातुयें (Non-ferrous Metals)
- सेरैमिक्स (Ceramics)
- कम्पोजिट्स (Composites)
- कार्बनिक बहुलक (Organic polymers)

- **धातुएँ (Metals)**—धातु उन अवयव (elements) से बनते हैं, जो इलेक्ट्रॉन त्यागकर मेटेलिक बॉन्ड (धातु बन्ध) बनाते हैं। **जैसे**—लोहा, ताँबा, सोना, चाँदी, निकिल आदि।
- **सेरैमिक्स (Ceramics)**—ये सामान्यत: धातुओं के ऑक्साइड्स होते हैं। सेरैमिक्स सामान्यतया धातुओं एवं अधातुओं के यौगिक (compounds) होते हैं। जैसे Al_2O_3, SiC, SiO_2, MgO आदि। सामान्य वस्तुयें जैसे–ईंट, पत्थर, सीमेंट इत्यादि भी सेरैमिक की श्रेणी में आते हैं।
- **कम्पोजिट पदार्थ**—कम्पोजिट पदार्थ किन्हीं दो पदार्थों (मैटल, सेरैमिक या पॉलीमर) के मिलाने से बनते हैं। कम्पोजिट मैटीरियल बनाने का मुख्य उद्देश्य उन दोनों मैटीरियल के उत्तम गुणों को सम्मिलित कर एक नया मैटीरियल बनाना होता है, जिसमें वे सभी गुण हों जो किसी एक में न हों। **जैसे**—फाइबर ग्लास (Fibre glass), CFRP (Carbon Fibre Reinforced Polymer) आदि।

- **कार्बनिक बहुलक** (Organic Polymer)—इसमें प्लास्टिक और रबड़ जैसे पदार्थ आते हैं। ये कार्बन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन जैसे तत्त्वों की लम्बी शृंखलाओं (Chains) के निर्माण से बनते हैं। कुछ सामान्य उपयोग में आने वाली वस्तुयें **जैसे**—पेपर, ईंधन, लकड़ी, बैकेलाइट, कपड़े आदि भी कार्बनिक बहुलक (Organic polymer) की श्रेणी में ही आते हैं।

1.4 इंजीनियरिंग पदार्थों के गुण (Properties of Engineering Materials)

पदार्थों का गुण वह कारक है जो उन्हें किसी औद्योगिक उपयोग के लिए उपयुक्त या अनुपयुक्त बनाता है। किसी पदार्थ का गुण उसके आकार और भार पर निर्भर नहीं करता है। पदार्थों के गुणों को निम्नलिखित वर्गों में बाँट सकते हैं—

1. रासायनिक गुण (Chemical properties)
2. ऊष्मीय गुण (Thermal properties)
3. चुम्बकीय गुण (Magnetic properties)
4. वैद्युतीय गुण (Electrical properties)
5. यांत्रिक गुण (Mechanical properties)
6. प्रौद्योगिकीय गुण (Technological properties)

रासायनिक गुण (Chemical properties)

वे गुण जो पदार्थों के रूपान्तरण (Transformation) के समय उनकी रासायनिक क्रियाओं में देखे जाते हैं, रासायनिक गुण कहलाते हैं।

प्रमुख रासायनिक गुण निम्नलिखित हैं—

(i) अम्लीयता
(ii) क्षारकता
(iii) ऑक्सीकरण
(iv) अपचयन
(v) संक्षारण प्रतिरोध
(vi) रासायनिक संघटन

उपरोक्त रासायनिक गुणों का वर्णन निम्नलिखित है—

(i) **अम्लीयता एवं क्षारकता** (Acidity and Alkalinity)—पदार्थों पर अम्ल तथा क्षार के प्रभाव का अध्ययन अम्लीयता एवं क्षारकता के गुण से करते हैं। धातुओं पर दोनों का प्रभाव हानिकारक होता है। आपस में दोनों उदासीन होते हैं।

(ii) **ऑक्सीकरण एवं अपचयन** (Oxidation and Reduction)—किसी रासायनिक क्रिया में ऑक्सीजन का जुड़ना ऑक्सीकरण कहलाता है जबकि किसी रासायनिक क्रिया में ऑक्सीजन का निकलना या हाइड्रोजन का जुड़ना अपचयन (Reduction) कहलाता है। इन अभिक्रियाओं का उपयोग धातुओं के निष्कर्षण एवं इलेक्ट्रोप्लेटिंग जैसी क्रियाओं में किया जाता है।

(iii) **संक्षारण प्रतिरोध** (Corrossion Resistance)—पदार्थ और पर्यावरण के बीच रासायनिक, वैद्युत-रासायनिक अथवा मैटलर्जीकल क्रियाओं द्वारा पदार्थ का क्षय संक्षारण कहलाता है। कुछ धातुओं में संक्षारण की संभावना कम होती है या लगभग नहीं होती है, **जैसे**—सोना, चाँदी, स्टेनलेस स्टील आदि। संक्षारण से पदार्थ की सामर्थ्य धीरे-धीरे कम हो जाती है। इसे रोकने के लिए धातु पर इलेक्ट्रोप्लेटिंग (विद्युत लेपन), पेन्टिंग, वार्निश इत्यादि करते हैं।

(iv) **रासायनिक संघटन** (Chemical Composition)—किसी भी पदार्थ का रासायनिक संघटन उसके गुणों पर बहुत प्रभाव डालता है। जैसे स्टील में कार्बन की मात्रा उसके स्ट्रेंथ, गलनांक, कठोरता आदि पर प्रभाव डालती है। इसी प्रकार विभिन्न प्रकार के तत्त्व जैसे—Mn, S, Cr, W आदि को मिलाकर वांछित गुणों वाले पदार्थ बनाये जाते हैं।

अन्य रासायनिक गुणों में प्रमुख तथ्य निम्नलिखित हैं—

(i) पदार्थ का परमाणु भार (Atomic weight of material)

(ii) पदार्थ का अणु भार (Molecular Weight of Material)
(iii) पदार्थ का परमाणु क्रमांक (Atomic Number of Material)
(iv) पदार्थ का तुल्यांकी भार (Equivalent Weight of Material)
(v) पदार्थ की संयोजकता (Valency of Material)

ऊष्मीय गुण (Thermal Properties)

पदार्थ के ऊष्मीय प्रभाव का अध्ययन हम इसके ऊष्मीय गुणों से करते हैं। जो पदार्थ ऊष्मा के संपर्क में आते हैं, जैसे भट्टियाँ, बॉयलर एवं ओवन (Oven), उनके लिए ऊष्मीय गुणों का अध्ययन अत्यन्त जरूरी होता है। पदार्थ के ऊष्मीय गुण—ऊष्मा धारिता (Heat capacity), विशिष्ट ऊष्मा (Specific heat), ऊष्मीय प्रसार (Thermal expansion), ऊष्मीय चालकता (Thermal conductivity), गलनांक बिन्दु (Melting point), तापीय शॉक प्रतिरोध (Thermal shock resistance) आदि होते हैं।

(i) ऊष्मा धारिता (Heat Capacity)—किसी पदार्थ को 1°C तक गर्म करने के लिए जितनी ऊर्जा (ऊष्मा) की आवश्यकता होती है, उसे उस पदार्थ की ऊष्मा धारिता कहते हैं। इसकी इकाई J/°C (जूल प्रति डिग्री सेन्टीग्रेड) है।

(ii) विशिष्ट ऊष्मा (Specific Heat)—यह ऊष्मा की वह मात्रा है जो किसी पदार्थ के 1 किग्रा द्रव्यमान का तापमान 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक है। इसकी इकाई J / (kg × °C) (जूल प्रति किग्रा प्रति डिग्री सेन्टीग्रेड) है।

(iii) ऊष्मीय प्रसार गुणांक (Thermal Expansion Coefficient)—यह वह गुण है जिससे किसी पदार्थ में तापमान (temperature) बढ़ने पर उसके आकार (Dimension) में वृद्धि होती है तथा तापमान घटने पर आकार में कमी आती है। किसी पदार्थ की इकाई लम्बाई में इकाई तापमान बढ़ाने पर होने वाली वृद्धि को पदार्थ का ऊष्मीय प्रसार गुणांक कहते हैं। इसे α (अल्फा) से प्रदर्शित करते हैं।

(iv) ऊष्मीय चालकता (Thermal Conductivity)—पदार्थ का वह गुण जिसके द्वारा पदार्थ में ऊष्मा का संचरण चालन (conduction) विधि द्वारा होता है। जिन पदार्थों में ऊष्मा का प्रवाह आसानी से होता है उन्हें सुचालक एवं जिन पदार्थों में ऊष्मा का प्रवाह आसानी से नहीं होता है अधातुएँ तथा सेरैमिक कुचालक कहलाता है।

(v) थर्मल शॉक प्रतिरोध (Thermal Shock Resistance)—किसी पदार्थ के बाह्य या आंतरिक ऊष्मीय वातावरण में अचानक तीव्र परिवर्तन को थर्मल शॉक (Thermal Shock) कहते हैं। पदार्थ के इस तरह तीव्र ऊष्मीय परिवर्तन को सहने की क्षमता को थर्मल शॉक प्रतिरोध कहते हैं। **जैसे**—इस तरह का ऊष्मीय वातावरण वेल्डिंग (Welding) में होता है।

चुम्बकीय गुण (Magnetic Properties)

पदार्थों के चुम्बकीय गुणों का अध्ययन आवश्यक है क्योंकि इनका उपयोग विभिन्न औद्योगिक इकाइयों में होता है, **जैसे**—ट्रान्सफॉरमर, रेडियो, टेलीविजन आदि का निर्माण। कुछ चुम्बकीय गुण निम्न हैं—

(i) परमिएबिलिटी (Permeability)—किसी पदार्थ में कितनी आसानी से चुम्बकत्व उत्पन्न किया जा सकता है, इसका मूल्यांकन (Measurement) है चुम्बकीय परमिएबिलिटी। इसे μ (म्यू) से प्रदर्शित करते हैं। इसे हम चुम्बकीय प्रेरण और चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता के अनुपात के रूप में परिभाषित करते हैं। अर्थात्

$$\mu = \frac{B}{H}$$

जहाँ B = चुम्बकीय प्रेरण

H = चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

(ii) कोएरसिव बल (Coercive Force)—यह प्रतिरोधी चुम्बकीय बल है जो पहले से उपस्थित चुम्बकीय प्रभाव को दूर करने के लिए आवश्यक है।

(iii) अतिचालकता (Super conductivity)—अतिचालकता एक अवधारणा (Phenomenon) है, जिसमें किसी पदार्थ का विद्युत प्रतिरोध (Electrical resistance) एक निश्चित ताप के नीचे शून्य हो जाता है। इस ताप को क्रान्तिक ताप (Critical temperature) कहते हैं। सुपर-कन्डक्टर पूर्णतः डाइमैग्नेटिक (Diamagnetic) पदार्थ होते हैं।

वैद्युतीय गुण (Electrical Properties)

विद्युत उपकरण या सामान बनाने में विद्युतीय गुणों के आधार पर पदार्थों का चयन किया जाता है। कुछ वैद्युतीय गुण **जैसे**—प्रतिरोधकता (Resistivity), चालकता (Conductivity), डाइइलेक्ट्रिक स्ट्रेन्थ (Dielectric strength) आदि प्रमुख हैं।

(i) प्रतिरोधकता (Resistivity)—यह पदार्थ का वह विद्युतीय गुण है जो धारा-प्रवाह (Flow of electricity) का विरोध करता है। इसे 'ρ' (रो) से प्रदर्शित करते हैं एवं इसकी इकाई ओम-सेमी है।

प्रतिरोधकता, $\rho = \frac{R \times A}{l}$ होता है, जहाँ R = चालक का प्रतिरोध (ओम में)

A = चालक के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल (सेमी^{2} में)

l = चालक की लम्बाई (सेमी० में)

(ii) चालकता (Conductivity)—पदार्थ के इसी गुण के कारण विद्युत का संचरण होता है। यह प्रतिरोधकता का व्युत्क्रम होता है अर्थात् चालकता,

$$\sigma = \frac{1}{\rho},$$ जहाँ σ (सिग्मा) = चालकता

यह पदार्थ का वह गुण है जिसमें पदार्थ में विद्युत-धारा का प्रवाह आसानी से होता है। चालकता के आधार पर पदार्थ तीन तरह के होते हैं—

(अ) चालक, (ब) अर्द्धचालक (Semi-conductivity), (स) कुचालक (Insulators)।

(iii) डाइइलेक्ट्रिक स्ट्रेन्थ (Dielectric Strength)—इसका अर्थ है किसी पदार्थ द्वारा अधिक विभवान्तर (Voltage difference) में विद्युत धारा का विरोध करना। डाइइलेक्ट्रिक पदार्थ विद्युत के कुचालक होते हैं।

(iv) ऊष्मीय चालकता (Thermo Electricity)—यह पदार्थ में उत्पन्न वह प्रभाव होता है जो दो असमान धातुओं को जोड़ने से उत्पन्न वोल्टेज से प्राप्त होता है।

(v) सुपर-चालकता (Super-conductivity)—पदार्थ का वह गुण जिसके अन्तर्गत वह शून्य परम ताप क्रम पर पहुँचने से पूर्व प्रतिरोधकता समाप्त कर देता है, तथा विद्युत प्रवाह में कोई अवरोध नहीं उत्पन्न होता है, सुपर-चालकता कहलाता है।

यांत्रिक गुण (Mechanical Properties)

पदार्थ की उन विशेषताओं को यांत्रिक गुण कहते हैं, जो बाह्य बल लगाने पर पदार्थ द्वारा प्रदर्शित होती है। प्रमुख यांत्रिक गुण निम्नलिखित हैं—

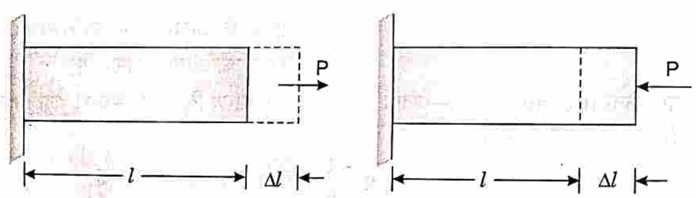
(i) प्रत्यास्थता (Elasticity)
(ii) सुघट्यता (Plasticity)
(iii) कठोरता (Hardness)
(iv) तन्यता (Ductility)
(v) आघातवर्ध्यता (Malleability)
(vi) भंगुरता (Brittleness)
(vii) कड़ापन या दुर्नम्यता (Stiffness)
(viii) सामर्थ्य (Strength)
(ix) यील्ड सामर्थ्य (Yield Strength)
(x) विसर्पण (Creep)
(xi) श्रान्त (Fatigue)
(xii) चीमड़पन (Toughness)

प्रमुख गुणों का वर्णन निम्न है—

(i) प्रत्यास्थता (Elasticity)—सामान्यत: पदार्थ पर बल लगाने पर उसके आकार (Size) (जैसे लंबाई, चौड़ाई, मोटाई, व्यास आदि) में परिवर्तन हो जाता है। पदार्थ का वह गुण जिससे पदार्थ बल हटाने पर अपनी प्रारम्भिक अवस्था में वापस आ जाता है, प्रत्यास्थता कहलाता है। प्रत्यास्थता का मापन प्रत्यास्थता गुणांक से किया जाता है। प्रत्यास्थता को समझने के लिए प्रतिबल एवं विकृति को परिभाषित करना आवश्यक होता है।

विकृति—किसी पदार्थ के विमा (Dimension) में परिवर्तन की दर को विकृति कहते हैं। यह विमाहीन राशि है। विकृति निम्न प्रकार की होती है—

(अ) रेखीय विकृति (Linear strain)—किसी पदार्थ में विरूपण के कारण उसकी लम्बाई में परिवर्तन और प्रारम्भिक लम्बाई के अनुपात को रेखीय विकृति (Linear strain) कहते हैं। यहाँ लम्बाई में परिवर्तन बल की दिशा में होना चाहिए। यदि 'P' बल लगाने पर 'l' प्रारम्भिक लम्बाई की वस्तु में Δl लम्बाई में परिवर्तन होता है, तो



तनाव विकृति (Tensile strain) सम्पीडन विकृति (Compressive strain)

चित्र 1.2

विकृति, $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$, जहाँ ε = विकृति

Δl = लम्बाई में परिवर्तन = अन्तिम लम्बाई – प्रारम्भिक लम्बाई

l = प्रारम्भिक लम्बाई

यदि Δl (लम्बाई में परिवर्तन) धनात्मक (Positive) है, तो उसे तनाव विकृति कहते हैं जबकि यदि लम्बाई में परिवर्तन ऋणात्मक है, तो विकृति को सम्पीड़न विकृति कहते हैं।

(ब) लेटेरल विकृति (Lateral strain)—बल लगाने पर किसी वस्तु में बल की लम्बवत् दिशा में विमा में परिवर्तन और संगत (Corresponding) विमा के प्रारम्भिक मान के अनुपात को लेटेरल विकृति कहते हैं।

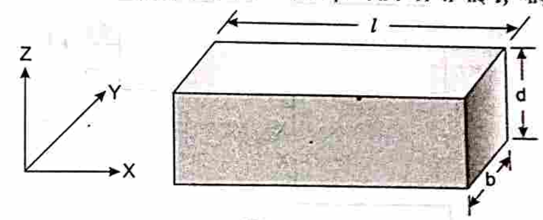
(स) आयतनिक विकृति (Volumetric strain)—विरूपण के कारण किसी वस्तु (body) के आयतन (volume) में परिवर्तन और उसके प्रारम्भिक आयतन के अनुपात को आयतनिक विकृति (volumetric strain) कहते हैं। इसे सामान्यतया E_v से व्यक्त करते हैं। अर्थात्

$$E_v = \frac{dv}{v}$$

जहाँ, dv = आयतन में परिवर्तन

v = प्रारम्भिक आयतन

आयतनिक विकृति और रेखीय विकृति में सम्बन्ध—माना एक घनाभ की लम्बाई l, चौड़ाई b एवं मोटाई d है।



चित्र 1.3

तो आयतन $V = lbd$

$\Rightarrow$ $\delta V = \delta lbd + \delta bld + \delta dlb$

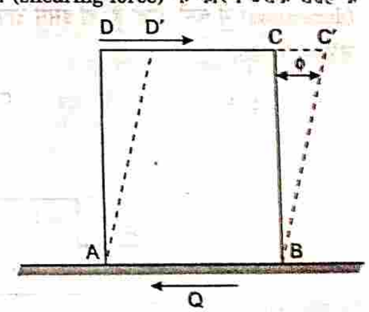
$\Rightarrow$ $\delta V / V = (\delta l / l) + (\delta b / b) + (\delta d / d)$

$\Rightarrow$ $e_v = e_x + e_y + e_z$

अर्थात् आयतनिक विकृति, तीनों लम्बवत् दिशाओं में उत्पन्न रेखीय विकृति (Linear Strain) के योग के बराबर होता है।

(द) कर्तन विकृति (Shear strain)—किसी वस्तु में कर्तन बल (shearing force) के कारण उसके सतह के (जिस सतह पर बल लग रहा है) कोणीय विरूपण (deformation) को कर्तन विकृति कहते हैं। इसे रेडियन में प्रदर्शित करते हैं।

माना $ABCD$ की सतह DC पर एक Q बल लगाया जाता है, तो उसकी सतह AB पर एक विपरीत बल Q लग जाएगा, जिसके कारण वस्तु ϕ कोण से विरूपित हो जाएगी। इस ϕ (कोण) के कोणीय मान (ϕ रेडियन में) को कर्तन विकृति (shear strain) कहते हैं।



चित्र 1.4

अत: $\phi = \frac{CC'}{BC}$ रेडियन

प्रतिबल—बाह्य बल द्वारा किसी पदार्थ में इकाई क्षेत्रफल पर उत्पन्न आंतरिक प्रतिरोध को प्रतिबल कहते हैं। अर्थात्

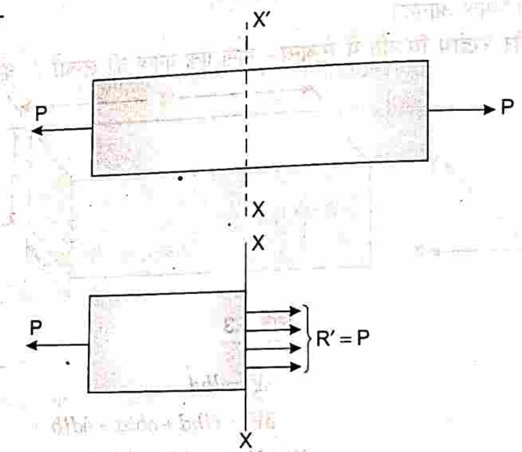
$$\text{प्रतिबल (Stress)} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$$

प्रतिबल की इकाई (unit) N/m^2 है, इसे पास्कल (Pa) भी कहते हैं।

प्रतिबल सामान्यत: निम्न प्रकार का होता है—

(अ) तनन प्रतिबल (Tensile stress)—किसी वस्तु में बल लगाने पर यदि उसके विमा में वृद्धि होती है, तो उसके संगत उत्पन्न प्रतिबल को तनन प्रतिबल कहते हैं। वस्तु के किसी भाग में उत्पन्न तनन प्रतिबल, आंतरिक प्रतिरोधी बल और बल

के लम्बवत् क्षेत्रफल के अनुपात द्वारा व्यक्त किया जाता है। जैसे यदि किसी वस्तु पर 'P' बल लगाया जाए तो उसके क्रॉस-सेक्शन X-X में उत्पन्न आंतरिक प्रतिरोधी बल (Internal resistance) 'R' होगा। तो तनन प्रतिबल, जिसे σ_t द्वारा प्रदर्शित किया जाता है—

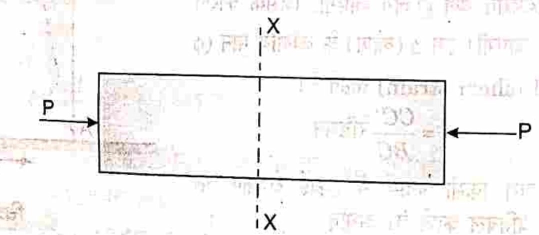


चित्र 1.5. तनन प्रतिबल (Tensile stress)

$$\sigma_t = \frac{R}{A} = \frac{P}{A},$$ जहाँ A = क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्रफल

(ब) संपीडन प्रतिबल (Compressive stress)—यदि बल लगाने पर किसी वस्तु में बल की दिशा में विमा (dimension) में कमी आती है, तो इससे उत्पन्न प्रतिबल संपीडन प्रतिबल कहलाता है। इसे σ_c से व्यक्त करते हैं। अतः संपीडन प्रतिबल,

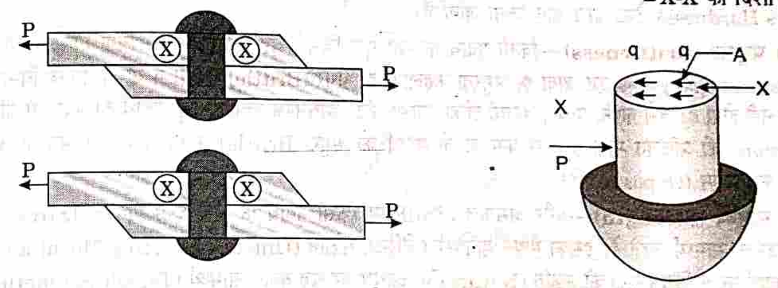
$$\sigma_c = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{P}{A}$$



चित्र 1.5(a)

(स) कर्तन प्रतिबल (Shear Stress)—किसी वस्तु में बल के स्पर्शी सतह पर उत्पन्न प्रतिबल कर्तन प्रतिबल कहलाता है। जैसे दो प्लेट एक रिवेट (revet) द्वारा जुड़े हुए हैं। यदि प्लेट के दोनों सिरों पर बल 'P' लगाने पर रिवेट में कर्तन हो जाता है, तो कर्तन प्रतिबल (q),

$$q = \frac{P}{A},$$ जहाँ A = बल 'P' के स्पर्शी दिशा में क्षेत्रफल = X-X की दिशा में क्षेत्रफल



चित्र 1.6

प्रत्यास्थता गुणांक (Elastic constant)—किसी वस्तु में प्रत्यास्थता की सीमा में प्रतिबल और विकृति के अनुपात को प्रत्यास्थता गुणांक कहते हैं। हुक के नियम के अनुसार, प्रत्यास्थता की सीमा में प्रतिबल विकृति के समानुपाती होता है। अर्थात्

$$\text{प्रतिबल} \propto \text{विकृति}$$

$$\Rightarrow \quad \text{प्रतिबल} = E \times \text{विकृति}$$

$$\Rightarrow \quad E = \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}$$ जहाँ E = प्रत्यास्थता गुणांक

जिस पदार्थ का प्रत्यास्थता गुणांक जितना ज्यादा होता है, वह पदार्थ उतना ही प्रत्यास्थ होता है।

(ii) सुघट्यता (Plasticity) या प्लास्टीसिटी—किसी पदार्थ में प्रत्यास्थता की सीमा से अधिक बल या दाब लगाने पर बिना टूटे स्थायी विकृति होने के गुण को प्लास्टीसिटी कहते हैं। पदार्थ के इस गुण के कारण विभिन्न प्रकार के सामान बनाये जाते हैं **जैसे**—सिक्के, ट्यूब (Tube), चादर (Sheets), तार आदि। Plasticity का मापन पदार्थ के प्रतिशत तन्यता (Percentage elongation) से करते हैं।

प्रतिशत इलांगेशन को निम्न सूत्र द्वारा परिभाषित कर सकते हैं—

$$\text{प्रतिशत इलांगेशन (Percentage elongation)} = \frac{\Delta l}{l} = 100$$

जिस पदार्थ की प्रतिशत इलांगेशन जितनी ज्यादा होती है, उसमें उतनी ही अधिक प्लास्टीसिटी होती है।

(iii) तन्यता (Ductility)—पदार्थ का वह गुण जिससे उसके तार बनाये जा सकते हैं, तन्यता (Ductility) कहलाता है। इसका मापन भी प्रतिशत इलांगेशन से किया जाता है। किसी पदार्थ के लिए प्रतिशत इलांगेशन (Percentage elongation) का निर्धारण तन्यता परीक्षण (Tensile test) एवं संपीडन (Compression) टेस्ट से करते हैं। सोना (Gold) सबसे ज्यादा तन्य पदार्थ है। सामान्यतः ठण्डी अवस्था में धातुएँ अधिक तन्य (ductile) होती हैं।

(iv) आघातवर्ध्यता (Malleability)—यह पदार्थ का वह गुण है जिससे इसके बिना टूटे या फटे चादर (Sheets) बनाये जा सकते हैं। इस गुण का उपयोग मुख्य रूप से रोलिंग एवं फोर्जिंग ऑपरेशन में किया जाता है। सोना सबसे ज्यादा आघातवर्ध्य है। आघातवर्ध्यता किसी पदार्थ का संपीडन (Compressive) गुण माना जाता है; जबकि तन्यता (Ductility) तनाव (Tensile) गुण माना जाता है।

(v) कठोरता (Hardness)—यह पदार्थ का वह गुण है जिससे वह घिसने, खुरचने या छेदने का विरोध करता है। कठोरता को ब्रिनेल हार्डनेस (Brinell Hardness), रॉकवेल हार्डनेस (Rockwell Hardness) या विकर्स हार्डनेस (Vicker's Hardness) टेस्ट द्वारा ज्ञात किया जाता है।

(vi) भंगुरता (Brittleness)—किसी पदार्थ का वह गुण जिससे वह बल लगने पर बिना किसी विमीय परिवर्तन (Dimensional change) के टूट जाता है, भंगुरता कहलाता है। भंगुर (Brittle) पदार्थों में या तो नगण्य विमीय परिवर्तन होता है या नहीं होता है। जैसे कार्क, पत्थर, ढलवाँ लोहा, सीसा, ईंट, डायमण्ड इत्यादि भंगुर पदार्थ हैं। पदार्थ में यदि विरूपण (Elongation) की प्रतिशत मात्रा 5% से कम हो तो पदार्थ को भंगुर (Brittle) पदार्थ कहते हैं। भंगुरता और तन्यता एक-दूसरे के विलोम (Opposite) हैं।

(vii) सामर्थ्य (Strength)—बगैर असफल (Fail) हुए किसी पदार्थ के अधिकतम प्रतिबल (Stress) सहने की क्षमता को उसकी सामर्थ्य कहते हैं। इसका मापन यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन (Universal Testing Machine) द्वारा किया जाता है। पदार्थ पर लोडिंग (भार) की प्रकृति (Nature) के आधार पर यह तनाव सामर्थ्य (Tensile Strength), संपीडन सामर्थ्य (Compressive Strength) एवं कर्तन सामर्थ्य (Shear Strength) आदि तरह के हो सकते हैं। इसे हम प्रतिबल-विकृति (Stress-Strain) आरेख (Diagram) द्वारा समझ सकते हैं।

तन्य धातुओं के लिए प्रतिबल-विकृति (Stress-Strain) आरेख—धातुओं एवं अधातुओं के प्रतिबल-विकृति आरेख को चित्र 1.7 एवं 1.8 द्वारा प्रदर्शित किया गया है। प्रतिबल-विकृति आरेख के विशिष्ट बिन्दु एवं उनके वर्णन निम्न हैं—

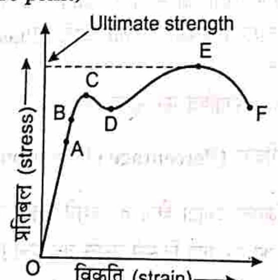
जहाँ A = समानुपातिक सीमा (Proportional limit)

B = प्रत्यास्थता सीमा (Elastic limit)

C, D = उच्च एवं निम्न पराभव बिन्दु (Upper and lower yield points)

E = अधिकतम सामर्थ्य (Ultimate strength)

F = विभंजन बिन्दु (Failure point)

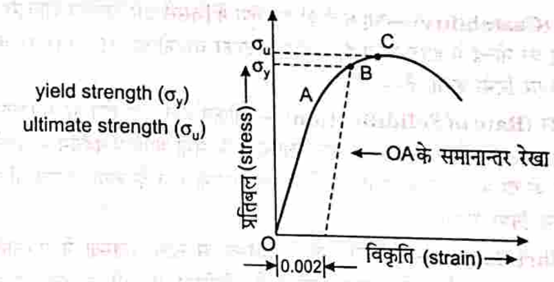


चित्र 1.7. मृदु-इस्पात के लिए प्रतिबल-विकृति आरेख (Stress-Strain diagram for Mild Steel)

समानुपातिक सीमा (Proportional limit)—इस सीमा में (O से A तक) पदार्थ हुक के नियम (Hooke's Law) का पालन करता है। इस नियम के अनुसार प्रतिबल, विकृति के सीधा समानुपाती होता है। अर्थात्

प्रतिबल ∝ विकृति

⇒ प्रतिबल = प्रत्यास्थता गुणांक × विकृति



चित्र 1.8. अलौह धातुओं (Cu/Al) के लिए प्रतिबल-विकृति आरेख

(viii) यील्ड स्ट्रेन्थ (Yield Strength)—यह वह प्रतिबल है जिस पर पदार्थ में पहली बार परिवर्तन (Deformation) होने का पता चलता है अर्थात् यह वह अधिकतम प्रतिबल है जो स्थायी विकृति का प्रतिरोध करता है। इसके बाद पदार्थ में स्थायी विकृति होने लगती है। यह मृदु इस्पात में निश्चित होता है। इस बिन्दु पर आरेख में तीव्र (Sharp) परिवर्तन होता है जबकि अलौह धातुओं (Al/Cu) में **यील्ड स्ट्रेन्थ** 2% विकृति लाइन द्वारा निर्धारित की जाती है। यील्ड स्ट्रेन्थ (Yield Strength) दृढ़ संरचनाओं (Rigid Structures/Machines) के अभिकल्पन (Design) के लिए बहुत ही महत्वपूर्ण कारक है। भंगुर पदार्थों जैसे ढलवाँ लोहा (Cast Iron), कंक्रीट (Concrete), सीसा (Glass) आदि की संपीडन सामर्थ्य (Compressive strength) अच्छा होता है, जबकि इनकी तनाव एवं कर्तन (Shear) सामर्थ्य बहुत कम होती है। तन्य पदार्थों (Ductile Materials) की तनाव एवं कर्तन सामर्थ्य उच्च होती है।

(ix) स्टिफनेस (Stiffness)—इस गुण के कारण पदार्थ प्रत्यास्थ विरूपण का विरोध करती है। जिस पदार्थ में जितनी ज्यादा स्टिफनेस होगी वह उतना ही कम विरूपित होगा। स्प्रिंग या कमानी बनाने में इस गुण का उपयोग होता है।

(x) चीमड़पन या टफनेस (Toughness)—किसी पदार्थ में विभंजन बिन्दु (Failure Point) से पहले तक ऊर्जा समाहित (store) करने की क्षमता को उस पदार्थ का टफनेस कहते हैं। यह प्रतिबल-विकृति आरेख के नीचे के क्षेत्रफल द्वारा दर्शाते हैं। मृदु इस्पात (Mild steel) तथा पीतल में टफनेस का गुण पर्याप्त पाया जाता है जबकि ढलवाँ लोहा (Cast iron) में टफनेस बहुत कम होती है।

(xi) विसर्पण (Creep)—उच्च ताप पर अधिक समय तक प्रतिबल/भार के द्वारा पदार्थ में स्थायी विरूपण (Permanent deformation) को विसर्पण (Creep) कहते हैं। यह अवांछनीय (Undesirable) गुण है।

(xii) फटिग (Fatigue)—किसी वस्तु में लगने वाले प्रतिबलों में लगातार परिवर्तन होने पर, कुछ समय बाद वस्तु अचानक टूट जाती है। प्रतिबल में परिवर्तन उसके व्यवहार (Nature) अर्थात् तनाव प्रतिबल से संपीडन प्रतिबल या उसके अंकीय मान में परिवर्तन द्वारा हो सकती है। इस (Failure) को फटिग (Fatigue) कहते हैं क्योंकि पदार्थ बार-बार प्रतिबल के परिवर्तन के कारण कुछ समय बाद टूट जाता है।

प्रौद्योगिकीय गुण (Technological Properties)

प्रौद्योगिकीय गुण पदार्थ के वे गुण हैं जो उन्हें विभिन्न प्रक्रियाओं (Processes) के लिए उपयोगी बनाते हैं। कुछ प्रौद्योगिकीय गुणों **जैसे**—ढलाई-योग्यता (Castability), मशीनन-योग्यता (Machinability), वेल्डिंग-योग्यता (Weldability), वर्केबिलिटी (Workability) या फॉर्मेबिलिटी (Formability) आदि का वर्णन नीचे वर्णित है—

1. ढलाई-योग्यता (Castability)—यह धातु का वह गुण है जिससे उसे विभिन्न आकारों में ढाला जा सकता है। इसके लिए धातु को द्रवीकृत कर मोल्ड में डाला जाता है, जहाँ ठंडा होकर वह मोल्ड (Mould) का रूप/आकार ले लेता है। ढलाई-योग्यता निम्न कारकों पर निर्भर करती है—

(i) **जमने की दर (Rate of Solidification)**—द्रवीकृत धातु ठंडा होने पर संकुचित होता है। पिघली धातु (Molten Metal) साँचे (Mould) में जाने तथा साँचे के सभी भागों में पहुँचने से पहले ठोस न हो जाये, यह उसके जमने की दर पर निर्भर करता है। जमने की दर पिघली धातु के तापमान एवं गेटिंग डिजाइन (Gating Design) पर निर्भर करती है।

(ii) **संकुचन (Shrinkage)**—जब धातु पिघली अवस्था से ठोस अवस्था में परिवर्तित होती है तो उसका आयतन कम हो जाता है, इसे संकुचन कहते हैं। विभिन्न धातुओं के लिए संकुचन (Shrinkage) अलग-अलग होता है। इसे कम्पन्सेट (Compensate) करने के लिए गेट (Gate) डिजाइन में श्रिंकेज (Shrinkage) अलाउन्स (Allowance) दिया जाता है।

(iii) **छिद्रता (Porosity)**—पिघली धातु का तापमान (temperature) ज्यादा होना अच्छा होता है। लेकिन ज्यादा अधिक होने पर धातुएँ अपने अन्दर गैसों को समाहित कर (सोख) लेती हैं और ऑक्सीकरण की सम्भावना बढ़ जाती है। इस तरह ढलाई (casting) में छोटे-छोटे छिद्र बन जाते हैं।

2. मशीनन योग्यता या मशीनेबिलिटी (Machinability)—सामान्यता मशीन, सरलता से किसी पदार्थ पर मशीनन (Machining) क्रिया के होने को कहते हैं। यह विभिन्न कारकों (Factors) पर निर्भर करती है। **जैसे**—

(i) **मशीनिंग बल एवं शक्ति की खपत (Machining Force and Power Consumption)**—अगर किसी मशीनिंग क्रिया में बहुत अधिक बल की आवश्यकता पड़ती है, तो इसका अर्थ है पदार्थ की मशीनन योग्यता कम है जबकि यदि कम बल की आवश्यकता पड़े तो पदार्थ की मशीनेबिलिटी बहुत अच्छी है। जितनी ज्यादा बल की आवश्यकता पड़ेगी, उतनी ही अधिक शक्ति की खपत (Power Consumption) होगी।

(ii) **सतह परिष्करण (Surface Finish)**—अच्छे गुणवत्ता की सतह परिष्करण अच्छे मशीनेबिलिटी का प्रतीक है।

(iii) **टूल अवधि (Tool Life)**—वह समय-अन्तराल जिसमें हम टूल को मशीनिंग क्रियाओं (Machining Operations) में बिना धार लगाए या बदले उपयोग करते हैं, टूल-अवधि कहते हैं। मशीनेबिलिटी के निर्धारण करने का यह सबसे उपयुक्त कारक (Parameter) है। जिस पदार्थ के लिए टूल अवधि जितनी ज्यादा होती है, उस पदार्थ की मशीनेबिलिटी उतनी ही अच्छी होती है।

इसके अलावा मशीनेबिलिटी, कटिंग स्पीड (Cutting Speed), मैटीरियल रिमूवल की दर (Rate of Removal of Material), चिप के प्रकार (Types of chips formation) एवं कटिंग फ्लूड (Cutting fluid) के प्रकार पर भी निर्भर करती है।

3. वेल्डेबिलिटी (Weldability)—पदार्थ का वह गुण जिसके कारण दो समान या असमान धातुओं को आवश्यक रचनात्मक (Fabrication) परिस्थितियों में एक निश्चित कार्य के लिए आपस में जोड़ा जा सकता है, वेल्डेबिलिटी कहलाता है। वेल्डेबिलिटी निम्नलिखित कारकों (Factors) पर निर्भर करती है—

(i) वेल्डिंग के प्रकार (Types of Welding),

(ii) पदार्थ की संरचना एवं प्रकार (Types of Material and its structure),

(iii) वेल्डिंग इलेक्ट्रोड के प्रकार (Types of Welding electrode),

(iv) पदार्थ की ऊष्मा-चालकता एवं ऊष्मा प्रसार गुणांक (Thermal Conductivity and Coefficient of Expansion of the Material)

अच्छी वेल्डिबिलिटी पदार्थ को कंस्ट्रक्शन (Construction) एवं स्ट्रक्चरल (Structural) कार्यों के लिए उपयुक्त बनाती है।

4. वर्केबिलिटी (Workability) या फॉर्मेबिलिटी (Formability)—किसी पदार्थ का वह गुण जिसके कारण उसे बिना पिघलाये विभिन्न आकारों में निर्मित किया जा सकता है, फॉर्मेबिलिटी (Formability) कहलाता है। फॉर्मेबिलिटी पदार्थ की तन्यता (Ductility), मॉलिएबिलिटी (Malleability) और प्लास्टीसिटी (Plasticity) गुणों पर निर्भर करती है। इस गुण के कारण विभिन्न प्रकार की फॉर्मिंग (Forming) प्रक्रियाएँ (Processes) होती हैं **जैसे**—रोलिंग (Rolling), एक्सट्रूजन (Extrusion), वायर ड्राइंग (Wire drawing) आदि। फॉर्मिंग प्रक्रियाएँ दो प्रकार से की जाती हैं—

(i) कोल्ड वर्किंग (Cold Working), एवं

(ii) हॉट वर्किंग (Hot Working)

फॉर्मेबिलिटी को प्रभावित करने वाले अन्य कारक

(i) धातु की क्रिस्टल संरचना (Crystal Structure of Material),

(ii) कणों का आकार (Grain size),

(iii) पदार्थ का ऊष्मा-उपचार (Heat Treatment of Material), **जैसे**—अनीलिंग एवं नार्मलाइज़िंग आदि।

1.5 उद्योग में पदार्थ के चयन का आधार
(Criteria of Selection of Material for use in Industry)

उद्योगों में पदार्थ का चयन, किसी विशेष (Particular) कार्य के लिए करना सबसे महत्त्वपूर्ण होता है। सही पदार्थ का चयन, एक इंजीनियर (अभियन्ता) के लिए चुनौती एवं दायित्व भी होता है। प्रत्येक पदार्थ में कुछ अच्छे गुण एवं सर्विस की विशेषता होती है। एक इंजीनियर को अपने कार्य के उपयुक्त सही पदार्थ का चयन करना होता है। **पदार्थ के चयन के आधार को निर्धारित करने वाले अग्र कारक हैं**—

(i) **पदार्थ का गुण**—पदार्थ के चयन में सबसे महत्त्वपूर्ण है उसका गुण जो उसे किसी विशेष कार्य के योग्य बनाता है। जैसे भट्ठियों (Furnaces) के लिए पदार्थ को अतितप्त प्रतिरोधी (High Temperature resistant) होना चाहिए जबकि स्प्रिंग बनाने के लिए पदार्थ में प्रत्यास्थता का गुण पर्याप्त मात्रा में होना चाहिए।

(ii) **पदार्थ के निष्पादन के आधार पर (Performance Requirement of Material)**—किसी मशीन या संरचना में लगे पदार्थ को बिना खराब (Fail) हुए या टूटे (Break) हुए कार्य को निश्चित अवधि (Specified Time) तक करना चाहिये। इसके लिए अनुरक्षण की परिस्थितियों के अनुसार पदार्थ के आवश्यक गुणों के आधार पर पदार्थ का चयन किया जाता है। जैसे ट्रस (Truss) के लिए उच्च सामर्थ्य (High strength), बिजली के उपकरणों या मशीन के लिए इलेक्ट्रीकल कण्डक्टीविटी या इन्सुलेटिंग का गुण होना चाहिए एवं फेब्रीकेशन के लिए वेल्डेबिलिटी, मशीनेबिलिटी आदि का गुण होना चाहिए।

(iii) **उपलब्धता (Availability)**—जिस पदार्थ का हम चयन करे वह सरलता से उपलब्ध होना चाहिए अन्यथा पदार्थ की अनुपलब्धता या कमी एक बड़ी समस्या बन सकती है।

(iv) **कार्यकारी दशाएँ (Working Environment Condition)**—पदार्थ का चयन उसके कार्य के वातावरण एवं कार्य करने वाले लोगों की सुरक्षा को ध्यान में रखकर करना चाहिये। जैसे रासायनिक कारखानों में संक्षारण की समस्या होती है एवं पदार्थ हमेशा द्रवों के संपर्क में रहता है, तो पदार्थ संक्षारण प्रतिरोधी

(Corrosion resistant), जल प्रतिरोधी (Water resistant) होना चाहिए। कोयले की खदानों में आग लगने की सम्भावना होती है, तो पदार्थ आग प्रतिरोधी (Fire resistant) होना चाहिए।

(v) **अपशिष्ट का भंडारण या निस्तारण एवं पुन:चक्रण (Storage of Disposal of Waste and Recycling)**—पदार्थ के चयन में आजकल यह एक महत्त्वपूर्ण कारक है। यह पर्यावरण की समस्या बन रही है। जैसे न्यूक्लियर ऊर्जा के पदार्थों का चयन।

(vi) **आर्थिक कारक (Economic Factors)**—पदार्थ या उससे बने हुए उत्पाद (Product) की कीमत (Cost) भी पदार्थ के चयन का एक महत्त्वपूर्ण कारक है। एक निश्चित कीमत (Cost) के बाद उत्पाद (Product) का चयन बदलना पड़ सकता है क्योंकि उत्पादक का प्रयास उपभोक्ता को न्यूनतम कीमत पर सामान (उत्पाद) को उपलब्ध कराना होता है। किसी उत्पाद या प्रोजेक्ट की सम्पूर्ण लागत पदार्थ की मौलिक कीमत एवं उस पर किए कार्य (Processing) की लागत से मिलकर बनती है। अत: पदार्थ का चयन इस प्रकार होना चाहिए कि उत्पाद निर्धारित लागत में तैयार हो जाए।

अन्य घटक निम्नलिखित हैं—

- कार्य दशाएँ (Working Conditions)
- कार्यकारी वातावरण (Working Environment)
- प्रक्रम नियंत्रण (Process Control)
- प्रतिरोधकता (Resistance)
  - फटाव प्रतिरोधकता (Cavitation Resistance)
  - संक्षारण प्रतिरोधकता (Corrosion Resistance)
  - रासायनिक प्रतिरोधकता (Chemical Resistance)
  - आर्द्रता प्रतिरोधकता (Moisture Resistance)
  - फ्लेम प्रतिरोधकता (Flame Resistance)
  - सुघट्य प्रतिरोधकता (Impact Resistance)
  - सतह निघर्षण प्रतिरोधकता (Surface Wear Resistance)
  - विकिरण प्रतिरोधकता (Radiation Resistance)
- स्थिरता (Stabilitiy)
- मितव्ययिता (Economic)

1.6 प्रमुख इंजीनियरिंग पदार्थ (Main Engineering Materials)

प्रमुख इंजीनियरिंग पदार्थ निम्नलिखित हैं—

(i) लौह धातुएँ एवं उसकी मिश्र धातुएँ
(ii) ऐल्यूमिनियम एवं उसकी मिश्र धातुएँ
(iii) मैग्नीशियम एवं उसकी मिश्र धातुएँ
(iv) निकिल मिश्र धातु
(v) बियरिंग मिश्र धातु
(vi) कॉपर एवं उसकी मिश्र धातु
(vii) जिंक एवं उसकी मिश्र धातु
(viii) प्लास्टिक
(ix) सेरैमिक्स
(x) रिफ्रेक्टरी पदार्थ

(i) लौह धातुएँ—वह धातुएँ जिसमें आयरन की मात्रा अधिक पाई जाती है, लौह धातुएँ कहलाती हैं। लौह धातुओं की प्राप्ति आयरन अयस्क या लौह अयस्क से होती है।

विभिन्न प्रकार के आयरन अयस्क निम्नलिखित हैं—

- मैग्नेटाइड
- हीमेटाइड
- लिमोनाइट
- साइडेराइट

लौह धातुओं का वर्गीकरण—

1. पिग आयरन या कच्चा लोहा
2. ढलवाँ लोहा या कास्ट आयरन
   - (i) ग्रे ढलवाँ लोहा
   - (ii) श्वेत ढलवाँ लोहा
   - (iii) नोड्यूल ढलवाँ लोहा
   - (iv) आघातवर्ध्य ढलवाँ लोहा
   - (v) मिश्र ढलवाँ लोहा
3. पिटवाँ लोहा
4. स्टील या इस्पात
   - (i) मृदु इस्पात या निम्न कार्बन इस्पात
   - (ii) मध्य कार्बन इस्पात
   - (iii) उच्च कार्बन इस्पात
5. मिश्र इस्पात

(ii) ऐल्यूमिनियम एवं उसकी मिश्र धातु

- यह बॉक्साइट अयस्क से प्राप्त होता है।
- इसका गलनांक 658°C होता है।
- यह तन्य एवं आघातवर्ध्य होता है।
- इसका विशिष्ट गुरुत्व 2.7 होता है।

प्रमुख ऐल्यूमिनियम मिश्र धातु

- γ-मिश्र धातु
- हिन्डेलियम
- मैग्नेलियम
- ड्यूरालुमिन

(iii) मैग्नीशियम एवं मिश्र धातु

मैग्नीशियम मिश्र धातु के प्रमुख संघटक निम्नलिखित हैं—

- ऐल्यूमिनियम = 3 – 10%
- जिंक = 1 – 3·5%
- मैंगनीज = 0·4%

प्रमुख मिश्र धातु निम्नलिखित हैं—

- डॉ-धातु (Dow-Metal)
- इलेक्ट्रॉन धातु (Electron Metal)

(iv) निकिल मिश्र धातु

प्रमुख मिश्र धातु निम्नलिखित हैं—

- मैंगनीज मिश्र धातु
- इकोनोल
- मोनल धातु
- नाइक्रोम
- ब्राइट ट्रे

(v) बियरिंग मिश्र धातु

प्रमुख बियरिंग मिश्र धातु निम्नलिखित हैं—

- एडमिराल्टी गन धातु
- फास्फोरस ब्रान्ज
- बियरिंग ब्रान्ज
- सफेद धातु
- गेफ्राइट बियरिंग धातु
- पोरस बियरिंग धातु
- बेरेलियम—कॉपर बियरिंग मिश्र धातु
- कैडमियम—सिल्वर बियरिंग मिश्र धातु
- सीसा ब्रान्ज बियरिंग धातु
- बैबिट धातु आदि

(vi) कॉपर एवं मिश्र धातु

कॉपर के प्रमुख अयस्क निम्नलिखित हैं—

- कॉपर पाइराइट ($CuFeS_2$)
- कॉपर ग्लान्स (Cu_2S)
- एजूराइट ($2CuCO_3.CuO_2H_2$)
- मेलेचाइट ($CuCO_3.CuO_2H_2$)

प्रमुख कॉपर मिश्र धातु

- ब्रास (Brass)
- ब्रॉन्ज (Bronze)

(vii) जिंक एवं उसकी मिश्र धातु

जिंक की प्राप्ति निम्न अयस्कों से होती है—

- जिनक्राइट
- कैलेमाइन
- जिंक ब्लेन्ड
- फ्रानक्लीनाइड

प्रमुख मिश्र धातु निम्नलिखित हैं—

- ऐल्यूमिनियम-जिंक मिश्र धातु
- कॉपर-जिंक मिश्र धातु
- सीसा-जिंक मिश्र धातु
- आयरन-जिंक मिश्र धातु
- मैग्नीशियम-जिंक मिश्र धातु

(viii) प्लास्टिक

यह प्राकृतिक या कृत्रिम रेजिन की सहायता से बनाया जाता है।

प्राकृतिक रेजिन—

- मोम
- चमड़ा
- डामर
- रबड़

कृत्रिम रेजिन—

- फार्मेल्डीहाइड
- विनाइल एसीटेट
- मैलामीन
- फिनोल
- सेल्यूलोज
- स्टाइरीन
- यूरिया
- प्रोपाइलीन
- विनाइल क्लोराइड
- इथाइलीन

प्लास्टिक के प्रकार—दो प्रकार के प्लास्टिक पाए जाते हैं—

- थर्मोसेटिंग
- थर्मोप्लास्टिक

(ix) सेरैमिक

यह फायर क्ले उत्पाद से प्राप्त होता है।

उदाहरण के लिए फायर ब्रिक, फाइल, टेराकोटा, पोर्सलिन।

प्रमुख सेरैमिक पदार्थ—

- सिलीकेट्स
- बोराइट्स
- ऐल्यूमिनेट्स
- नाइट्राइट्स
- ऑक्साइड्स
- हाइड्राइड्स
- कार्बाइड्स

(x) रिफ्रेक्टरी

- गलनांक बिन्दु = 2000°C

प्रमुख रिफ्रेक्टरी धातु निम्नलिखित है—

- टंगस्टन
- मॉलिब्डेनम
- टेन्टेलम
- निओबियम

सारांश

पदार्थ विज्ञान—इसके अन्तर्गत हम पदार्थ तथा उसकी संरचना का अध्ययन करते हैं।

धातुकर्म—विज्ञान की वह शाखा जिसके अन्तर्गत हम धातु को उनके अयस्कों से प्राप्त करने तथा विभिन्न उपयोगी वस्तु बनाने में करते हैं, धातुकर्म कहलाता है।

अयस्क से धातु प्राप्त करने के चरण—

- अयस्क का सान्द्रण
- धातु का निष्कर्षण
- धातु का शोधन

प्रमुख यांत्रिक क्रियाएँ—निम्नलिखित हैं—

- प्रारम्भिक शेपिंग प्रक्रम
- सतह परिष्कृत प्रक्रम
- गुणवत्ता वृद्धि के लिए प्रयुक्त प्रक्रम
- मशीनिंग प्रक्रम
- ज्वाइनिंग प्रक्रम

इंजीनियरिंग पदार्थ के प्रमुख गुण—

(i) रासायनिक गुण
(ii) ऊष्मीय गुण
(iii) चुम्बकीय गुण
(iv) वैद्युतीय गुण
(v) यांत्रिक गुण
(vi) प्रौद्योगिकीय गुण

उद्योगों में चयन का आधार

- पदार्थ का गुण
- उपलब्धता
- अपशिष्ट का भण्डारण या निस्तारण एवं पुनः चक्रण
- पदार्थ के कार्य करने की आवश्यकता
- पर्यावरणीय समस्या
- आर्थिक कारक

प्रमुख इंजीनियरिंग पदार्थ

(i) लौह धातुएँ एवं उसकी मिश्र धातुएँ
(ii) ऐल्यूमिनियम एवं उसकी मिश्र धातुएँ
(iii) मैग्नीशियम एवं उसकी मिश्र धातुएँ
(iv) निकिल मिश्र धातु
(v) बियरिंग मिश्र धातु
(vi) कॉपर एवं उसकी मिश्र धातु
(vii) जिंक एवं उसकी मिश्र धातु
(viii) प्लास्टिक
(ix) सेरैमिक
(x) रिफ्रेक्टरी पदार्थ

अभ्यास प्रश्न

1. धातु विज्ञान क्या है? इंजीनियरिंग क्षेत्र में इसका क्या प्रभाव है? (2011, 03)
2. निम्नलिखित का धातुओं के गुणों पर पड़ने वाले प्रभावों का संक्षेप में वर्णन कीजिये–
   (i) ताप उपचार (Heat treatment), (ii) निम्न ताप (Low temperature), (iii) कण माप (Grain size)
3. पदार्थ विज्ञान (Material Science) एवं धातुकर्म (Metallurgy) से आप क्या समझते हैं?
4. औद्योगिक कार्यों के आधार पर पदार्थों का वर्गीकरण कीजिए तथा उनका संक्षेप में वर्णन कीजिए। (2007, 06, 03, 01)
5. पदार्थों के निम्नलिखित गुणों का संक्षिप्त वर्णन कीजिए–
   (i) वैल्डनीयता (Weldability)
   (ii) मशीनन योग्यता (Machinability)
   (iii) ढलनीयता (Castability)
   (iv) आकार देने की योग्यता (Formability) (2002)
6. इस्पात के वलकृत गुणधर्म से आप क्या समझते हैं? (2003)
7. औद्योगिक उत्पादन में उपयोग होने वाले पदार्थों में कौन-से अभियांत्रिकी गुणधर्म होते हैं? लिखिए। (2008)
8. धातुओं के विभिन्न यांत्रिक गुणों (Mechanical properties) के नाम लिखिये। मृदु इस्पात (Mild Steel) का प्रतिबल-विकृति (Stress-strain) आरेख बनाइये एवं यांत्रिक गुणों को दर्शाइये। (2002)
9. इंजीनियरिंग में धातुकर्म (Metallurgy) का क्या स्कोप (Scope) है?
10. अभियांत्रिकी पदार्थों (Engineering Materials) के विभिन्न रासायनिक गुणों का वर्णन कीजिए।
11. अभियांत्रिकी पदार्थों (Engineering Materials) के विभिन्न यांत्रिक गुणों (Mechanical properties) का वर्णन कीजिए।
12. इंजीनियरिंग मैटीरियल्स के प्रौद्योगिकीय/शिल्पीय (Technological) गुणों का वर्णन कीजिए।
13. किसी विशेष प्रकार के कार्यों के लिए सही प्रकार के पदार्थ का चयन कैसे करते हैं? (2007)
14. किसी पदार्थ के चयन के लिए किन-किन बातों का ध्यान रखना चाहिए? (2002)
15. किसी पदार्थ की ढलाई (Casting) की योग्यता (Castability) किन कारकों (Factors) पर निर्भर करती है?
16. पदार्थों के फॉर्मेबिलिटी (Formability) के गुण को प्रभावित करने वाले कौन-कौन से कारक हैं?
17. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये–
   (i) पदार्थ को आकार देने का गुण (Formability),
   (ii) मशीनन-योग्यता (Machinability),
   (iii) वेल्डन-योग्यता (Weldability),
   (iv) उद्योग में पदार्थ के चयन का आधार,
   (v) चुम्बकीय गुण (Magnetic Properties)

18. निम्नलिखित गुणों को परिभाषित कीजिए–
   (i) संक्षारण प्रतिरोध (Corrosion resistance),
   (ii) ऊष्माधारिता (Heat capacity),
   (iii) थर्मल शॉक प्रतिरोध (Thermal shock resistance),
   (iv) ऊष्मीय चालकता (Thermal conductivity)।
19. निम्नलिखित पदों को समझाइये–
   (i) सामर्थ्य (Strength), (ii) सुघट्यता (Plasticity), (iii) तन्यता (Ductility), (iv) चीमड़पन (Toughness), (v) फटिग (Fatigue)।
20. विकृति की परिभाषा दीजिए। विकृति का वर्गीकरण कैसे किया जाता है? प्रत्यास्थ एवं अप्रत्यास्थ विकृति की तुलना कीजिए। (2013)
21. अभियांत्रिकी पदार्थों का वर्गीकरण एवं उद्देश्यों में इसके चयन सिद्धान्त की व्याख्या कीजिए।

वस्तुनिष्ठ प्रश्नावली

1. **प्लवन निम्न में से किस प्रक्रम के लिए प्रयोग किया जाता है?**
   (a) धातु शोधन (b) अयस्क सान्द्रण (c) धातु निष्कर्षण (d) उपरोक्त सभी,
2. **बर्फिंग निम्न से कौन-सा प्रक्रम है?**
   (a) सतह परिष्कृत प्रक्रम (b) ज्वाइनिंग प्रक्रम (c) मशीनन प्रक्रम (d) प्रारम्भिक शेपिंग प्रक्रम
3. **CFRP है–**
   (a) धातु (b) सेरैमिक (c) कम्पोजिट पदार्थ (d) कार्बनिक बहुलक
4. **विशिष्ट ऊष्मा का मात्रक है–**
   (a) J/kg°C (b) kJ/kg°C (c) (c) व (b) दोनों (d) इनमें से कोई नहीं
5. **परमीएबिलिटी का सूत्र है–**
   (a) $\mu = B \times H$ (b) $\mu = \frac{H}{B}$ (c) $\mu = \frac{B}{H}$ (d) $\mu = 2BH$
6. **प्रतिरोधकता (σ) होता है–**
   (a) $\sigma = \frac{R \times A}{l}$, (b) $\sigma = \frac{R}{l}$ (c) $\sigma = R \times A \times l$ (d) $\sigma = R$
7. **चालकता होता है–**
   (a) प्रतिरोधकता के समानुपाती (b) प्रतिरोधकता के व्युत्क्रमानुपाती
   (c) प्रतिरोधकता के बराबर (d) इनमें से कोई नहीं।
8. **आघातवर्ध्यता होता है–**
   (a) संपीडन गुण (b) तनाव गुण
   (c) इनमें से कोई नहीं (d) (a) व (b) दोनों
9. **तन्यता होता है–**
   (a) संपीडन गुण (b) तनाव गुण (c) इनमें से कोई नहीं (d) (a) व (b) दोनों

10. परम चुम्बकत्व होता है–
(a) $\mu = \mu_o \times \mu_r$ (b) $4\pi \times 10^7$ H/m (c) इनमें से कोई नहीं (d) (a) व (b) दोनों

11. मैग्नेटाइट में आयरन की मात्रा होती है–
(a) 72.5% (b) 65-70% (c) 60% (d) 40-44%

12. श्वेत ढलवाँ लोहा में आयरन की प्रतिशत मात्रा होती है–
(a) 97% (b) 96% (c) 95% (d) 94%

13. पिटवाँ लोहा होता है–
(a) 100% शुद्ध लोहा (b) 99% शुद्ध लोहा (c) 99.5% शुद्ध लोहा (d) इनमें से कोई नहीं

14. लिमोनाइट का रासायनिक सूत्र है–
(a) Fe_3O_4 (b) Fe_2O_3 (c) $2Fe_2O_3.3H_2O$ (d) $FeCO_3$

15. ऐल्यूमिनियम का विशिष्ट गुरुत्व होता है–
(a) 2.7 (b) 3.0 (c) 0.3 (d) 0.27

16. कठोर बियरिंग ब्रान्ज के मुख्य संघटक हैं–
(a) Cu = 85%, Sn = 15% (b) Sn = 85%, Cu = 15%
(c) Cu = 95%, Sn = 05% (d) Sn = 95%, Cu = 05%

17. जिंक ब्लेन्ड का रासायनिक सूत्र है–
(a) $ZnCO_3$ (b) ZnO (c) ZnO_2 (d) ZnS

18. जिंक का विशिष्ट गुरुत्व होता है–
(a) 6.9 (b) 6.6 (c) 6.3 (d) 6.2

19. कॉपर का अनीलीकरण तापमान होता है–
(a) 500-600°C (b) 600-700°C (c) 700-800°C (d) 900-1000°C

20. सीसा ब्रान्ज के मुख्य संघटक हैं–
(a) Cu = 70%, Sn = 20%, Pb = 10% (b) Cu = 70%, Sn = 10%, Pb = 20%
(c) Cu = 80%, Sn = 20%, Pb = 00% (d) Cu = 80%, Sn = 10%, Pb = 10%

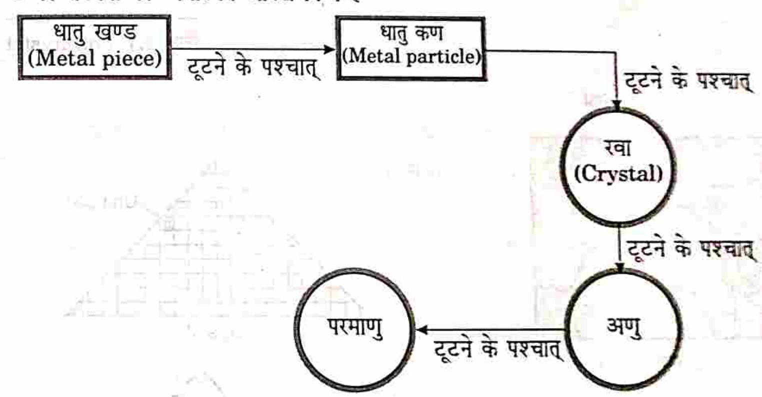
उत्तरमाला

1. (b)	2. (a)	3. (c)	4. (d)	5. (c)	6. (a)	7. (b)	8. (a)	9. (b)	10. (d)
11. (a)	12. (d)	13. (c)	14. (c)	15. (a)	16. (a)	17. (d)	18. (a)	19. (a)	20. (d)

2 धातुओं की संरचना एवं विरूपण
(Structure of Metals and their Deformation)

परिचय (Introduction)—सभी पदार्थ परमाणुओं (Atoms) और अणुओं (Molecules) से मिलकर बनते हैं। पदार्थों के महत्वपूर्ण गुण (Properties) उनके आण्विक या परमाणवीय संरचनाओं एवं बन्धन (Bond) पर निर्भर करता है। किसी धातु को परिभाषित उसके रवे (Crystals) तथा दाने (Grain) द्वारा किया जाता है। धातु का गुण रवे तथा दाने के परस्पर एक दूसरे से जुड़ने पर निर्भर होता है।

धातुखण्ड की संरचना का व्यवस्थित आरेख निम्न है—



अतः किसी धातु की सम्पूर्ण जानकारी के लिए परमाणु के सभी तथ्यों का ज्ञान आवश्यक है। इस अध्याय में हम पदार्थों की संरचना एवं उनके गुणों पर पड़ने वाले प्रभाव का अध्ययन करेंगे।

2.1 पदार्थों की संरचना

पदार्थों की आंतरिक बनावट (structure) को दो भागों में वर्गीकृत कर सकते हैं—

1. स्थूल संरचना (Macro structure)
2. सूक्ष्म संरचना (Micro structure)

स्थूल संरचना (Macro structure)—पदार्थ की वह संरचना जिसे हम बिना किसी उपकरण की सहायता से केवल आँखों द्वारा देख सकते हैं, स्थूल संरचना कहलाती है। **जैसे**—ढलवाँ ब्रास (Cast Brass) की संरचना को इचिंग एवं पॉलिशिंग के बाद आँखों द्वारा देखा जा सकता है।

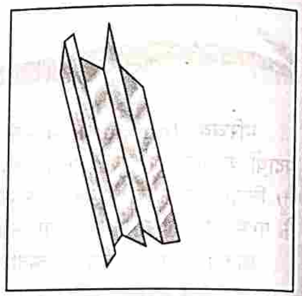
सूक्ष्म संरचना (Micro structure)—पदार्थ की वह संरचना जिसे देखने के लिए हमें अधिक आवर्धन क्षमता (High Magnification Capacity) के उपकरणों (**जैसे**—सूक्ष्मदर्शी) की आवश्यकता पड़ती है, सूक्ष्म संरचना कहलाती है। इसे हम तीन तरह से वर्गीकृत (Classify) कर सकते हैं—

1. क्रिस्टल संरचना (Crystal structure)
2. इलेक्ट्रॉन संरचना (Electron structure)
3. न्यूक्लियर संरचना (Nuclear structure)

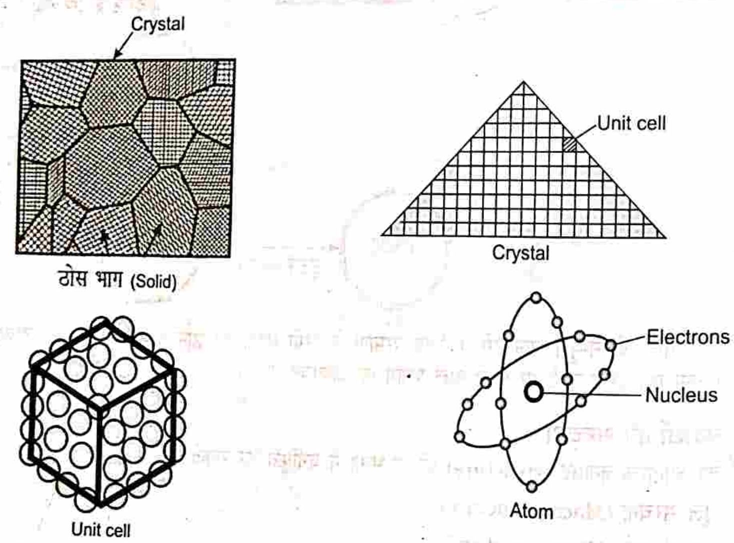
1. क्रिस्टल संरचना (Crystal structure)—अणुओं की नियमित त्रिवीमीय पुनरावृत्ति वाली आकृतियों के विन्यास को रवा कहते हैं। उदाहरण—क्वार्ट्ज का रवा।

Arrangement of atoms in regular three-dimensional repeated pattern is known as crystal.

क्रिस्टल परमाणुओं से बना होता है जो एक विशेष व्यवस्था में बंधे होते हैं, जिसे हम यूनिट सेल या एकांक कोशिका कहते हैं। क्रिस्टल, एकांक कोशिका, परमाणु तथा इलेक्ट्रॉन एवं नाभिक की व्यवस्था का क्रमबद्ध आरेख निम्नलिखित हैं—



चित्र 2.1. Polycrystal structure



चित्र 2.2

- ❖ यदि ठोसीकरण की गति तीव्र होती है तो रवे छोटे व अधिक बनते हैं।
- ❖ यदि ठोसीकरण की गति धीमी होती है तो रवे बड़े व कम संख्या में बनते हैं।

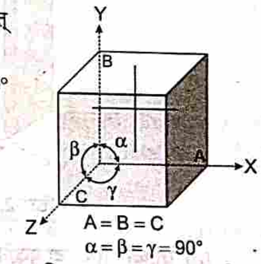
रवा पद्धति (Crystal System)

रवो की बनावट या आकृति को रवा पद्धति कहते हैं। विभिन्न प्रकार की रवा पद्धति निम्नलिखित हैं—

(a) घन रवा पद्धति (Cubic Crystal System)
(b) एकनत रवा पद्धति (Monoclinic Crystal System)
(c) त्रिनत रवा पद्धति (Triclinic Crystal System)
(d) षट्कोणीय या त्रिकोणीय रवा पद्धति (Hexagonal or Trigonal Crystal System)
(e) चतुष्कोणीय रवा पद्धति (Tetragonal Crystal System)
(f) समचतुर्भुज रवा पद्धति (Rhombic Crystal System)

(a) घन रवा पद्धति—इस रवा पद्धति में तीन समान अक्ष एक-दूसरे के लम्बवत् होती हैं।

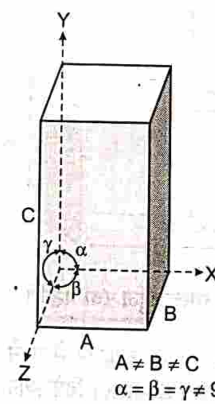
इसमें $A = B = C$ तथा $\alpha = \beta = \gamma$ होता है एवं तीनों के बीच $(\alpha = \beta = \gamma) = 90°$ कोण होता है। इस रवा पद्धति में *FCC*, *BCC* एवं साधारण घन आता है।



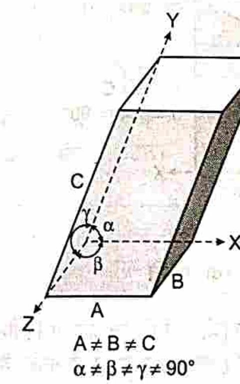
चित्र 2.3. घन रवा पद्धति

(b) एकनत रवा पद्धति—इस पद्धति में असमान लम्बाई के तीन अक्ष होते हैं। दो अक्ष एक-दूसरे को तिर्यक कोण पर काटते हैं। तीसरा अक्ष इन दोनों के समतल पर लम्बवत् होता है। इसमें $A \neq B \neq C$ होता है तथा $\alpha = \beta = \gamma \neq 90°$ होते हैं। व्यवस्थित आरेख चित्र 2.4 में दर्शाया गया है।

(c) त्रिनत अक्षीय रवा पद्धति—इस रवा पद्धति में तीन असमान लम्बाई के अक्ष एक दूसरे के साथ तिर्यक व्यवस्थित होते हैं। इसमें $A \neq B \neq C$ तथा $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90°$ होते हैं जैसा कि चित्र 2.5 में दर्शाया गया है।

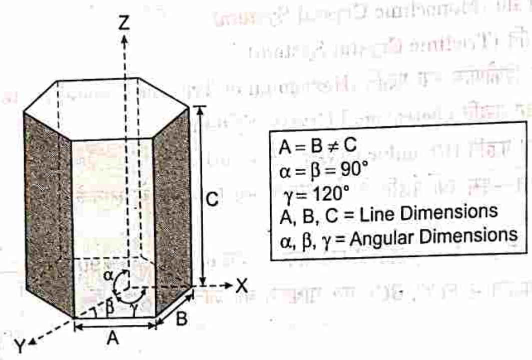


चित्र 2.4. एकनत रवा पद्धति



चित्र 2.5. त्रिनत अक्षीय रवा पद्धति

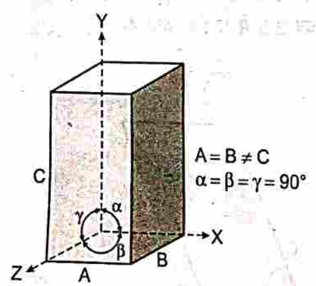
(d) षट्कोणीय अक्षीय रवा पद्धति—इस रवा पद्धति में चार अक्ष होते हैं। तीन अक्ष समान लम्बाई के होते हैं तथा एक ही समतल में परस्पर 60° पर एक-दूसरे के सापेक्ष काटते हैं। चौथा अपेक्षाकृत छोटा एवं बड़ा हो सकता है परन्तु दोनों समान अक्ष लम्बवत् होते हैं। इसमें $A = B \neq C$ तथा $\alpha = \beta = 90°$ और $\gamma = 120°$ होता है।



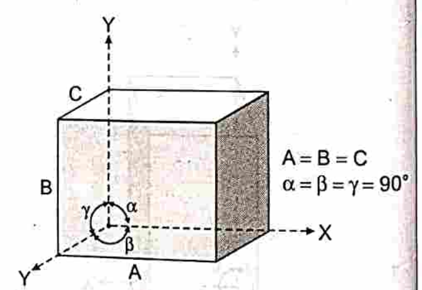
चित्र 2.6. षट्कोणीय रवा पद्धति

(e) चतुष्कोणीय रवा पद्धति—इस रवा पद्धति में तीन अक्ष होते हैं जिसमें से दो बराबर अक्ष होते हैं तथा एक-दूसरे के समकोण होते हैं। तीसरा अक्ष छोटा या बड़ा होता है जो दोनों समान अक्ष के लम्बवत् होता है। यह *BCC* तथा Simple cubic में पाया जाता है। इसमें $A = B \neq C$ तथा $\alpha = \beta = \gamma = 90°$ होता है। जैसा कि चित्र 2.7 में दर्शाया गया है।

(f) समचतुर्भुज रवा पद्धति—इसमें तीन असमान लम्बाई के अक्ष होते हैं जो एक-दूसरे को समकोण पर काटते हैं। इनमें से एक को ऊर्ध्वाधर अक्ष तथा दो को पार्श्व अक्ष माना जाता है। इसमें $A \neq B \neq C$ तथा $\alpha = \beta = \gamma = 90°$ पर होते हैं। जैसा कि चित्र 2.8 में दर्शाया गया है।



चित्र 2.7. चतुष्कोणीय रवा पद्धति



चित्र 2.8. समचतुर्भुज रवा पद्धति

क्रिस्टल संरचना, अणुओं के निश्चित क्रम में त्रिवीमीय (Three-dimensional) संयोजन से बनने वाले यूनिट सेल (Unit cell) के बार-बार (आवर्ती) संयोजन से बनता है। इसका अध्ययन एक्स-रे (X-Ray) डिफ्रेक्शन (Diffraction) तकनीक से किया जाता है।

(ii) इलेक्ट्रॉन संरचना (Electron Structure)—इसमें पदार्थ के परमाणुओं (Atoms) की बाहरी कक्षा (Outer Shell) में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों का अध्ययन करते हैं। इसका अध्ययन स्पेक्ट्रोस्कोप (Spectroscope) की सहायता से किया जाता है।

(iii) नाभिकीय संरचना (Nuclear Structure)—इसमें हम न्यूक्लियस में प्रोटॉन एवं न्यूट्रॉन की स्थिति के बारे में अध्ययन करते हैं। इसका अध्ययन न्यूक्लियर मैग्नेटिक रेजोनेंस (Nuclear Magnetic Resonance) तकनीक से किया जाता है।

2.2 पदार्थों की संरचना एवं उनके गुणों में सम्बन्ध (Relation between Structure and Properties of Materials)

पदार्थों की संरचना को पदार्थ विज्ञान के सन्दर्भ में दो वर्गों में वर्गीकृत कर सकते हैं—

1. क्रिस्टलीय संरचना (Crystalline Structure), और
2. अक्रिस्टलीय संरचना (Non-crystalline Structure)।

धातुओं की संरचना क्रिस्टलीय होती है, जबकि सेरैमिक्स (Ceramics) एवं पॉलिमर्स/बहुलक (Polymers) की संरचना सामान्यतः अक्रिस्टलीय होती है। पदार्थों की संरचना एवं गुणों में सम्बन्ध को निम्न टेबल (Table) द्वारा प्रदर्शित किया गया है—

विभिन्न पदार्थों के संरचना एवं गुणों में सम्बन्ध (Relation between Structure and Properties of Different Materials)

पदार्थ (Materials)	संरचना (Structure)	उदाहरण (Example)	प्रमुख गुण (Main Properties)
धातुएँ (Metals)	क्रिस्टलीय	लोहा, ताँबा, स्टेनलेस स्टील, सोना आदि।	ऊष्मा एवं विद्युत के सुचालक, तन्य एवं आघातवर्ध्य (Ductile and Malleable), उच्च सामर्थ्य (High Strength) और अपारदर्शी (Opaque)।
सेरैमिक्स (Ceramics)	(i) क्रिस्टलीय	क्वार्ट्ज (Quartz), मैग्नेसिया (Magnesia) [MgO]	उच्च गलनांक (High melting point), भंगुर (Brittle), कठोर एवं ऊष्मा एवं विद्युत के कुचालक।
	(ii) अक्रिस्टलीय	सिलिका ग्लास (Silica glass), कंक्रीट, सीमेन्ट आदि।	ऊष्मा एवं विद्युत के कुचालक, भंगुर एवं कठोर।
पॉलीमर्स या बहुलक (Polymers)	अक्रिस्टलीय	रबड़, प्लास्टिक आदि।	निम्न गलनांक (Low melting point), निम्न सामर्थ्य (Low strength), अधिक विरूपण (Highly Plastic Deformable)।

■ 2.3 परमाणवीय संरचना (Atomic Structure)

पदार्थों की संरचना सूक्ष्म तत्त्वों (Elements) से मिलकर बनती है जिन्हें परमाणु कहते हैं। परमाणु मुख्य रूप से न्यूट्रॉन, प्रोटॉन एवं इलेक्ट्रॉन से मिलकर बनते हैं। ये सभी पदार्थों में लगभग एक जैसे ही होते हैं। परमाणु की संरचना के बारे में थॉमस, रदरफोर्ड, चेडविक, आदि कई वैज्ञानिकों ने अध्ययन किया एवं सिद्धान्त प्रतिपादित किए।

परमाणु के मुख्य अवयव (Basic Elements of an Atom)

प्रोटॉन, न्यूट्रॉन एवं इलेक्ट्रॉन को परमाणु के मुख्य अवयव कहते हैं। इनके अलावा परमाणु में सबएटॉमिक (Subatomic) अवयव भी होते हैं, **जैसे**—पॉजीट्रॉन, न्यूट्रीनो, ड्यूट्रॉन (Deutron), अल्फा कण (α-Particle), मेसॉन (Meson) आदि।

(i) **इलेक्ट्रॉन**—इलेक्ट्रॉन परमाणु का सबसे महत्त्वपूर्ण अवयव है। ये परमाणु संरचना में नाभिक (Nucleus) के चारों ओर विभिन्न कक्षाओं (Orbits) में घूमते हैं। बाहरी कक्षा में स्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या परमाणु की संयोजकता को निर्धारित करती है। इलेक्ट्रॉन में ऋण-आवेश होता है, जिसका मान प्रोटॉन के धन-आवेश के बराबर होता है। इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (Mass) प्रोटॉन के द्रव्यमान का 1/1836वाँ भाग होता है।

(ii) **प्रोटॉन** (Proton)—मुख्य रूप में परमाणु भार (Atomic weight) प्रोटॉन एवं न्यूट्रॉन के भार के योग के बराबर होता है। प्रोटॉन परमाणु के नाभिक में स्थित होता है। इसमें धन-आवेश होता है, जो इलेक्ट्रॉन के आवेश के बराबर होता है। प्रोटॉनों की संख्या, किसी परमाणु में, उसे परमाणु संख्या (Atomic number) के बराबर होती है।

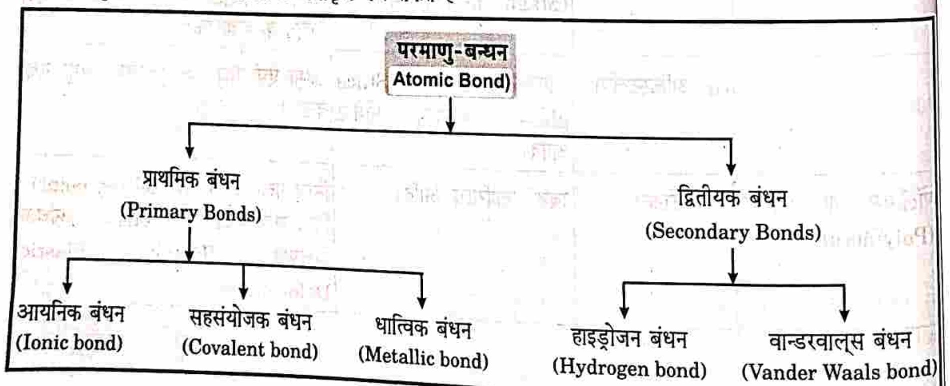
(iii) **न्यूट्रॉन** (Neutron)—यह परमाणु के नाभिक में स्थित होते हैं। न्यूट्रॉन उदासीन अर्थात् आवेशरहित होते हैं। इनका भार लगभग प्रोटॉन के बराबर होता है। इनकी संख्या भी प्रोटॉनों की संख्या के बराबर होती है।

■ 2.4 ठोसों में परमाणु-बन्धन या रासायनिक बन्धन (Atomic Bonding in Solids)

ठोस पदार्थ परमाणुओं के बीच लगने वाले आन्तरिक बन्धन बलों (Internal bonding forces) से संयोजित (बँधे) होते हैं। बन्धन की वजह से पदार्थ में परमाणु एक-दूसरे से जुड़े रहते हैं। बन्धन की प्रकृति (Nature) पर पदार्थ के भौतिक, यांत्रिक, तकनीकी, विद्युत एवं अन्य गुण निर्भर करते हैं।

परमाणु बन्धन का वर्गीकरण (Classification of Atomic Bonds)

परमाणु-बन्धन को निम्न प्रकार से वर्गीकृत कर सकते हैं—

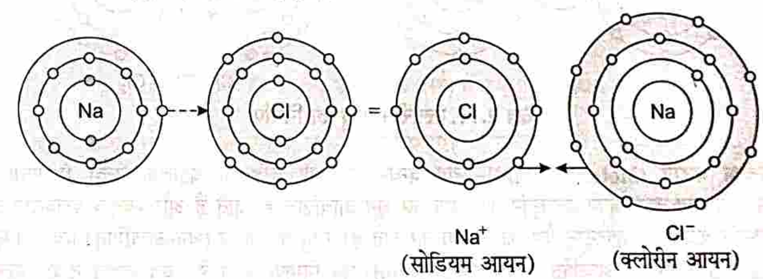


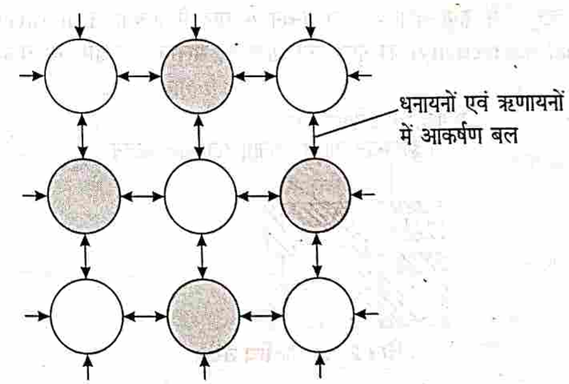
प्राथमिक बन्धन (Primary Bond)—यह बन्धन (Bond) परमाणुओं में संयोजक इलेक्ट्रॉन की वजह से होता है। बन्धन की प्रकृति बन्धन में भाग लेने वाले परमाणुओं की इलेक्ट्रॉनिक संरचना (Electronic structure) पर निर्भर करती है। प्राथमिक बन्धन तीन प्रकार का होता है—

1. आयनिक बन्धन (Ionic bond),
2. सह-संयोजक बन्धन (Covalent bond), और
3. धात्विक बन्धन (Metallic bond)।

1. आयनिक बन्धन (Ionic Bond)—यह बन्धन धात्विक और अधात्विक तत्त्वों के यौगिकों (Compounds) में पाया जाता है। इसमें धात्विक तत्त्व अपने संयोजी इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है जबकि अधात्विक तत्त्व उस संयोजी इलेक्ट्रॉन को ग्रहण करता है और बन्ध (Bond) का निर्माण हो जाता है। इस प्रक्रिया में सभी परमाणु स्थायी विन्यास को प्राप्त कर लेते हैं। उदाहरण के लिए सोडियम क्लोराइड (NaCl), मैग्नीशियम क्लोराइड ($MgCl_2$), क्यूप्रस ऑक्साइड (CuO), पोटैशियम ऑक्साइड (K_2O) इत्यादि में आयनिक बन्धन होता है। सोडियम क्लोराइड (NaCl) में सोडियम (Na) अपने इलेक्ट्रॉन को त्याग कर धनावेशित हो जाता है, जबकि क्लोरीन (Cl) इलेक्ट्रॉन का ग्रहण कर ऋणावेशित हो जाता है। दोनों में परस्पर स्थिर वैद्युत आकर्षण (Electrostatic Attraction) स्थापित हो जाता है।

$$Na \longrightarrow Na^+ + e^-$$
$$Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$$
$$Na^+ + Cl^- \longrightarrow NaCl$$



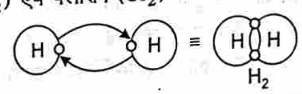


चित्र 2.9. आयनिक बन्धन की संरचना

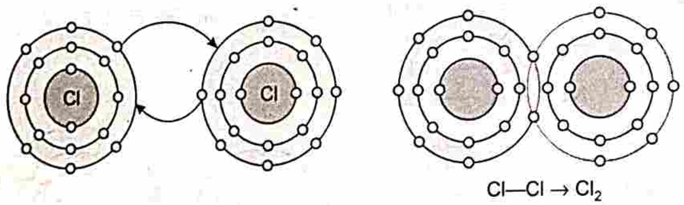
आयनिक बन्धन वाले ठोसों में निम्न ऊष्मा चालकता (Low thermal conductivity), उच्च गलनांक (High Melting point), भंगुरता (Brittleness) एवं कठोरता के गुण पाए जाते हैं।

2. सहसंयोजक बन्धन (Covalent Bond)—सहसंयोजक बन्धन का निर्माण संयोजी इलेक्ट्रॉनों के आपस में बँटवारे (Sharing) के द्वारा होता है। यह बन्धन अधात्विक तत्वों के बीच होता है, जिनकी बाह्य कक्षा आधी-भरी हुई होती है, **जैसे**—हाइड्रोजन, कार्बन, नाइट्रोजन इत्यादि। यह बन्धन कार्बनिक पदार्थों, **जैसे**—एल्कोहल, ईथर, बेन्जीन आदि में भी पाया जाता है। सामान्यतः इस बन्धन वाले ठोस ऊष्मा एवं विद्युत के कुचालक होते हैं।

सहसंयोजक बन्धन में परमाणु अपनी बाहरी कक्षा के इलेक्ट्रॉन को आपस में बाँटकर स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त कर लेते हैं। **जैसे**—हाइड्रोजन (H_2) एवं क्लोरीन (Cl_2) में सहसंयोजक बन्धन का निर्माण अग्र प्रकार से होता है।

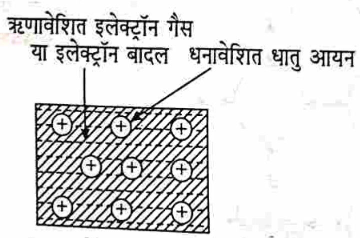


चित्र 2.10. H_2 अणु का बनना



चित्र 2.11. क्लोरीन अणु का निर्माण

3. धात्विक बन्धन (Metallic Bond)—यह बन्धन एक ही तरह के धात्विक तत्वों में पाया जाता है। धात्विक बन्धन में धातु तत्व अपने इलेक्ट्रॉन को त्याग कर धन आवेशित हो जाते हैं और स्वतन्त्र इलेक्ट्रॉन उसके चारों तरफ एक इलेक्ट्रॉन बादल या इलेक्ट्रॉन गैस का निर्माण कर लेते हैं। धातु के आयन (धन-आवेशित) एवं इलेक्ट्रॉन बादल (Electron cloud) आपस में आकर्षित होकर बन्धन (Bond) का निर्माण करते हैं। यह बन्धन ताँबा, ऐल्यूमिनियम, टंगस्टन, क्रोमियम आदि धातुओं में पाया जाता है। इस बन्धन से धातु में तन्यता (Ductility), विद्युत चालकता एवं ऊष्मा चालकता (Thermal conductivity) का गुण पाया जाता है। संलग्न चित्र द्वारा धात्विक बन्धन को प्रदर्शित कर सकते हैं।



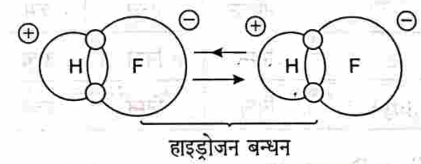
चित्र 2.12. धात्वीय बंधन

द्वितीयक बन्धन (Secondary Bond)—यह बन्धन प्राथमिक बन्धन (Primary bond) से बहुत कमजोर होता है। सामान्यतः यह बन्धन सभी परमाणुओं एवं अणुओं में पाया जाता है। द्वितीयक बन्धन अक्रिय गैसों (Inert gases) एवं

सहसंयोजक बन्धन वाले अणुओं के बीच में देखा जा सकता है। यह बन्धन अणुओं या परमाणुओं के बीच में द्विध्रुव (Dipoles) के निर्माण की वजह से होता है। जब कभी धनायन एवं ऋणायन में अलगाव (Separation) होता है, तो द्विध्रुव (Dipoles) का निर्माण हो जाता है। एक द्विध्रुव के धनायन सिरे (Positive end) के, दूसरे द्विध्रुव के ऋणायन वाले सिरे (end) से परस्पर (Mutual) आकर्षण (Attraction) के द्वारा द्वितीयक बन्धन का निर्माण होता है। ये दो प्रकार के होते हैं—

1. हाइड्रोजन बन्धन, 2. वान्डर वाल्स बन्धन (Van der Waals Bond)।

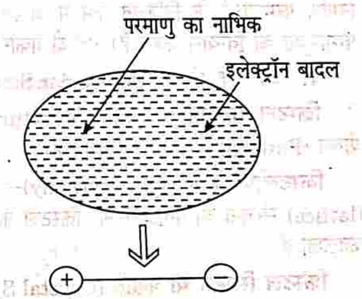
1. हाइड्रोजन बन्धन (Hydrogen Bond)—यह एक विशेष प्रकार का द्वितीयक बन्ध है जिसके घटक तत्वों के अणुओं में हाइड्रोजन पाया जाता है। हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन लूज (Loose) लगा (Attached) होता है। यदि नजदीक (Adjacent) का अणु शक्तिशाली इलेक्ट्रोनिगेटिव (Electronegative) आवेश होता है, तो वह हाइड्रोजन के इलेक्ट्रॉन को अपनी ओर आकर्षित कर लेता है एवं हाइड्रोजन धन-आवेशित हो जाता है। इस प्रकार द्विध्रुवों का निर्माण हो जाता है। द्विध्रुवों के आपस में संयोजन से हाइड्रोजन बन्धन का निर्माण हो जाता है। यह बंधन हाइड्रोजन फ्लोराइड (HF), जल (H_2O), अमोनिया (NH_3) आदि में पाया जाता है। उदाहरण के लिए हाइड्रोजन फ्लोराइड में हाइड्रोजन बन्धन निम्न प्रकार से होता है—



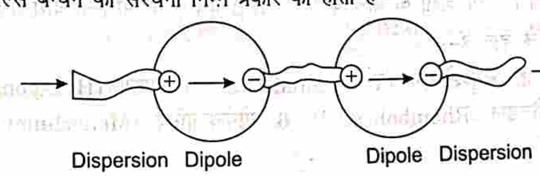
चित्र 2.13. हाइड्रोजन फ्लोराइड (HF) में हाइड्रोजन बंधन

2. वान्डर वाल्स बन्धन (Van der Waals Bond)—इस तरह के बन्धन में उदासीन या अक्रिय परमाणुओं में प्रेरण (Induction) के द्वारा द्विध्रुव (Dipoles) बन जाते हैं। परमाणुओं में कम्पन (Vibration) के द्वारा भी द्विध्रुव का निर्माण हो जाता है।

एक द्विध्रुव अपने नजदीक के दूसरे परमाणु में द्विध्रुव का निर्माण कर देता है। इस प्रकार सभी परमाणु एक-दूसरे से आकर्षित होकर बन्धन का निर्माण कर लेते हैं। यह बन्धन बहुत कमजोर होता है। सामान्यतः गैसों के द्रवीकरण में वान्डर वाल्स बन्धन का निर्माण होता है। यह कार्बनिक पदार्थ जैसे मीथेन में भी पाया जाता है। इनसे बनने वाले पदार्थों का गलनांक (Melting point) एवं वाष्पन ताप (Boiling temperature) बहुत कम होता है। वान्डर वाल्स बन्धन की संरचना निम्न प्रकार की होती है—



चित्र 2.14. प्रेरित द्विध्रुव (Induced Dipole)



चित्र 2.15. वान्डर वाल्स बंधन (Van der Waalls Bond)

2.5 रासायनिक बन्धन एवं ठोस पदार्थों के गुणों में सम्बन्ध (Relation between Chemical Bonding and Properties of Solids)

विभिन्न प्रकार के बन्धनों एवं ठोस पदार्थ के गुणों में सम्बन्ध को अग्र टेबल के द्वारा प्रदर्शित कर सकते हैं—

	पदार्थ के गुण	आयनिक बन्धन	सहसंयोजक बन्धन	धात्विक बन्धन	हाइड्रोजन बन्धन	वान्डर वाल्स बन्धन
1.	गलनांक (Melting point)	उच्च	उच्च	कम	निम्न	निम्न
2.	क्वथनांक (Boiling Temperature)	उच्च	उच्च	कम	निम्न	निम्न
3.	ऊष्मा एवं विद्युत चालकता (Thermal and Electrical conductivity)	कुचालक	अर्द्ध-चालक	सुचालक	कम	कुचालक
4.	कठोरता (Hardness)	अधिक	उच्च	कम	निम्न	निम्न
5.	भंगुरता (Brittleness)	अधिक	उच्च	कम	निम्न	निम्न
6.	तन्यता (Ductility)	निम्न	निम्न	उच्च	—	—
7.	डिफॉर्मेबिलिटी (Deformability)	निम्न	निम्न	उच्च	—	—

2.6 धातुओं में परमाणुओं का विन्यास (Arrangements of Atoms in Metals)

धातुएँ क्रिस्टलों के संयोजन से बनती हैं तथा क्रिस्टलों का निर्माण परमाणुओं के संयोजन से बनता है। क्रिस्टलों का निर्माण परमाणुओं के निश्चित क्रम में आपस में जुड़ने से बनता है। परमाणुओं के इस निश्चित क्रम में संयोजन को परमाणुओं का विन्यास कहते हैं। यह दो प्रकार का होता है—

1. आण्विक संरचना (Molecular Structure), एवं **2.** क्रिस्टल संरचना (Crystal Structure)।

क्रिस्टल संरचना (Crystal Structure)—परमाणुओं के नियमित त्रिविमीय पुनरावृत्ति (Repetition) से बने प्रारूप (Pattern) को क्रिस्टल कहते हैं।

क्रिस्टलोग्राफी (Crystallography)—किसी ठोस के क्रिस्टल का निर्माण, एक्स-रे (X-Ray) द्वारा लेटिस (lattice) संरचना का पता लगाना, क्रिस्टल के प्रकार एवं उसके दोषों (Defects) का अध्ययन (Study) क्रिस्टलोग्राफी कहलाता है।

क्रिस्टल सिस्टम या पद्धति (Crystal Systems)—क्रिस्टल सिस्टम एक ज्यामितीय व्यवस्था है; जिसमें क्रिस्टल की संरचना को हम यूनिट सेल (Unit cell) के आधार पर वर्गीकृत कर सकते हैं। क्रिस्टल की ज्यामिति को उसके किनारों (sides) की लम्बाई, a, b एवं c तथा अक्षों के बीच के कोणों α, β एवं γ के सम्बन्धों द्वारा प्रदर्शित करते हैं। क्रिस्टल सिस्टम **सात** (Seven) प्रकार के होते हैं—

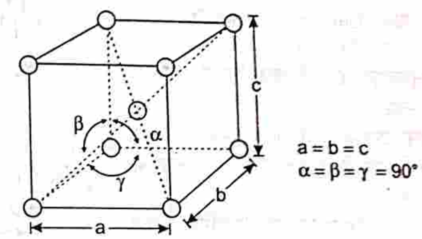
1. घनाकार (Cubic), **2.** चतुष्कोणीय (Tetragonal), **3.** षट्कोणीय (Hexagonal), **4.** आर्थोरॉम्बिक (Orthorhombic), **5.** रोम्बोहेड्रल (Rhombohedral), **6.** मोनोक्लीनिक (Monoclinic) एवं **7.** ट्राई-क्लीनिक (Triclinic)।

2.7 क्रिस्टल संरचना (Crystal Structure) के प्रकार

क्रिस्टलों की संरचना कई प्रकार की होती है, परन्तु मुख्य रूप से क्रिस्टल संरचना तीन प्रकार की होती है—

1. अन्तः-केन्द्रित घन संरचना (Body-centered cubic structure) या बॉ०सी०सी० (BCC) संरचना,
2. फलक-केन्द्रित घन संरचना (Face-centered cubic structure, FCC), एवं
3. षट्भुजीय क्लोज्ड-पैक्ड संरचना (Hexagonal closed packed structure, HCP)।

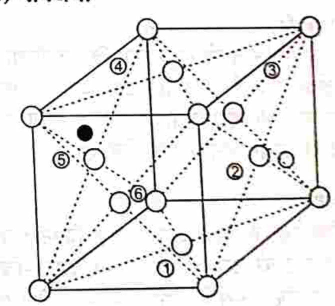
(i) बॉडी-सेन्टर्ड घन (BCC) संरचना



चित्र 2.16. BCC संरचना की इकाई कोशिका

- ❖ अन्तः-केन्द्रित घन संरचना (BCC Structure) में इकाई कोशिका (Unit Cell) के प्रत्येक कोने (Corner) पर एक परमाणु होता है तथा एक परमाणु घन के बीच (Centre) में होता है।
- ❖ कोने (कार्नर, Corner) पर के परमाणु दूसरे इकाई कोशिकाओं द्वारा आपस में साझा (share) होते हैं।
- ❖ इस प्रकार एक इकाई कोशिका नौ (9) परमाणुओं से मिलकर बनती है।
- ❖ इसका एटॉमिक पैकिंग फैक्टर (APF) 0.68 होता है।
- ❖ यह लोहा, वेनेडियम, क्रोमियम, टंगस्टन, मॉलिब्डेनम, आदि धातुओं में पाया जाता है।

(ii) फलक-केन्द्रित घन (FCC) संरचना



चित्र 2.17. फलक-केन्द्रित घन संरचना (FCC Structure)

- ❖ इस संरचना में इकाई कोशिका (Unit Cell) के प्रत्येक कोने (Every Corner) पर एक परमाणु होता है तथा इसके अलावा इसके सभी छः (6) फलकों के बीच में एक-एक परमाणु होता है।
- ❖ इस तरह FCC संरचना के इकाई कोशिका में कुल चौदह (14) परमाणु होते हैं।
- ❖ FCC संरचना में एटॉमिक पैकिंग फैक्टर (APF) 0.74 होता है।
- ❖ FCC संरचना वाले धातुओं में प्लास्टिक विस्थापन (Deformation) का गुण जैसे—तन्यता एवं मैलिएबिलिटी का गुण पाया जाता है।

❖ यह संरचना ताँबा, ऐल्यूमिनियम, लेड, निकिल, कोबाल्ट आदि धातुओं में पाई जाती है।

(iii) षट्कोणीय क्लोज्ड पैक्ड (Hexagonal closed packed) संरचना

इस क्रिस्टल संरचना में—

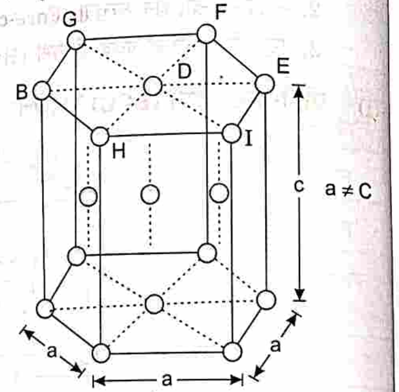
❖ षट्फलक के प्रत्येक कोने (Corner) पर एक-एक परमाणु होता है।

❖ एक-एक परमाणु षट्कोणीय (ऊपरी एवं निचले) फलकों (Face) पर होता है, तथा

❖ एक-एक परमाणु तीन रोम्बसों (Rhombuses) DFEI, DFGB एवं BHID के बीच में होता है, जो इस संरचना को क्लोज्ड-पैक्ड बनाता है।

❖ इस संरचना में भी FCC संरचना की तरह एटॉमिक पैकिंग फैक्टर (APF) 0.74 होता है।

❖ इकाई कोशिका में परमाणुओं की संख्या सत्रह (17) होती है।



चित्र 2.18. HCP संरचना की इकाई कोशिका

❖ HCP संरचना जस्ता, कैडमियम, मैग्नीशियम, बेरेलियम जैसी धातुओं में पाई जाती है।

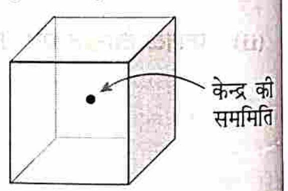
2.8 क्रिस्टल-सममिति (Crystal Symmetry)

किसी क्रिस्टल में परमाणुओं के एक निश्चित क्रम में व्यवस्था (Arrangement) को क्रिस्टल-सममिति कहते हैं। किसी क्रिस्टल में परमाणुओं का विन्यास एक निश्चित क्रम में होता है। **यह सममिति निम्न प्रकार की होती है—**

1. सममिति-केन्द्र (Centre of Symmetry)
2. सममिति-अक्ष (Axis of Symmetry)
3. सममिति-तल (Plane of Symmetry)

सममिति-केन्द्र (Centre of Symmetry)

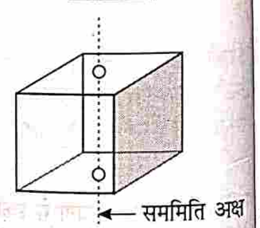
केन्द्र के सममिति वह बिन्दु है, जिससे गुजरने वाली सरल रेखा विपरीत दिशा में दो समान दूरी पर स्थित बिन्दुओं से होकर गुजरती है अर्थात् इस बिन्दु से अन्य बिन्दुओं की दूरी एक समान होती है एवं कोई भी सीधी रेखा जो इसे अन्य बिन्दुओं से मिलाने से बनती है, वह क्रिस्टल को दो बराबर भागों में बाँट देती है।



चित्र 2.19

सममिति-अक्ष (Axis of Symmetry)

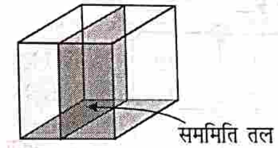
यह क्रिस्टल के मध्य एक ऐसी सीधी रेखा है, जिसके चारों तरफ क्रिस्टल को घुमाने पर क्रिस्टल अपने पहले वाली आकृति की तरह ही दिखता है। **जैसे**—चित्र 2.20 में दर्शाए गए क्रिस्टल संरचना को सममिति अक्ष के चारों ओर 90° कोण पर घुमाने पर हर बार एक ही आकृति दिखाई देगी।



चित्र 2.20

सममिति-तल (Plane of Symmetry)

क्रिस्टल के मध्य में एक ऐसा तल जो क्रिस्टल को दो बराबर भागों में इस तरह बाँट दे कि प्रत्येक भाग एक-दूसरे की छाया (Mirror Image) लगने लगे, सममिति-तल कहलाता है। (चित्र 2.21)



चित्र 2.21

2.9 क्रिस्टल अपूर्णता या दोष (Crystal Imperfection of Defects)

शुद्ध क्रिस्टल में दिक्-जालक (Space-lattice) के सभी बिन्दुओं पर परमाणु निश्चित क्रम में व्यवस्थित रहते हैं। परमाणुओं के इस आदर्श स्थिति में किसी भी तरह का बदलाव या परिवर्तन क्रिस्टल दोष या अपूर्णता कहलाता है। क्रिस्टल दोष हानिकारक एवं लाभदायक दोनों प्रकार का हो सकता है। क्रिस्टल-दोष के कारण ठोसों का सामर्थ्य (Strength) कम हो जाता है, जबकि ऊष्मा चालकता एवं विद्युत चालकता का गुण बढ़ सकता है।

2.10 क्रिस्टल दोष के प्रकार (Types of Crystal Imperfection)

क्रिस्टल-दोष मुख्य रूप से निम्न प्रकार के होते हैं—

1. बिन्दु-दोष या अपूर्णता (Point Defect) →
   - रिक्तता (Vacancy)
   - प्रतिस्थान दोष/अशुद्धि (Substitutional Impurity)
   - अन्तरालीय अशुद्धि (Interstitial Impurity)
   - फ्रैंकेल दोष (Frankel's Defect)
   - स्कॉटकी दोष (Schottky's Defect)
2. रेखा-दोष (Line Imperfection) (एक-विमीय दोष) →
   - सिरा विस्थापन (Edge Dislocation)
   - स्क्रू-विस्थापन (Screw Dislocation)
3. पृष्ठ-दोष (Surface Imperfections) (एक-विमिय दोष) →
   - ट्वींनिंग (Twinning)
   - स्टैकिंग दोष (Stacking Fault)
4. आयतन-दोष (Volume Imperfections) (त्रि-विमीय दोष)

1. बिन्दु-दोष (Point Imperfection)

ये दोष जालक (lattice) में परमाणुओं की अनुपस्थिति के कारण होते हैं। दोषों की संख्या निम्न समीकरण की सहायता से ज्ञात कर सकते हैं—

$$n_d = N_e^{-(E_d/kT)}$$

जहाँ, n_d = बिन्दु-दोषों की संख्या

N_e = एक घन मीटर जालक में परमाणुओं के कुल स्थान या बिन्दु

E_d = दोष के निर्माण के लिए आवश्यक ऊर्जा

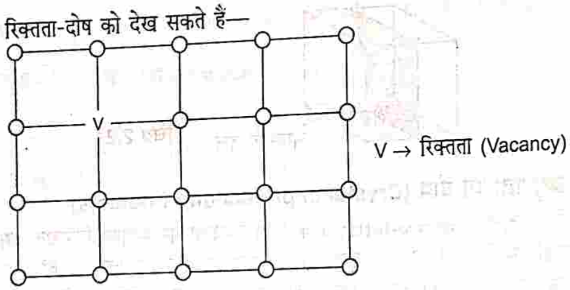
k = बोल्ट्ज मैन नियतांक, ($1 \cdot 38 \times 10^{-23}$ J/K)

T = परमताप (°K)

विभिन्न बिन्दु-दोषों का संक्षेप में वर्णन निम्न है—

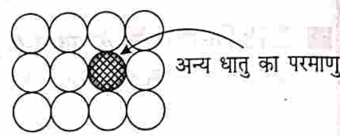
(i) रिक्तता (Vacancies)—क्रिस्टल-जालक (Crystal-lattice) में परमाणु के स्थान खाली रह जाने के कारण रिक्तता दोष उत्पन्न हो जाता है। एक या एक से अधिक परमाणु अपने निर्धारित स्थान से अनुपस्थित हो सकता है। यह दोष क्रिस्टलीकरण के दौरान अपूर्ण-पैकिंग (Imperfect packing) या ऊष्मा उपचार के दौरान उत्पन्न हो जाते हैं।

निम्न चित्र में हम रिक्तता-दोष को देख सकते हैं—



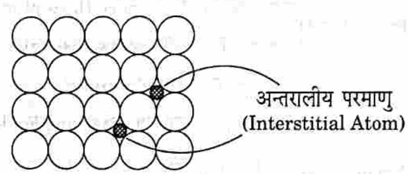
चित्र 2.22. रिक्तता (Vacancy)

(ii) प्रतिस्थापन दोष (Substitutional Defect/Impurity)—यदि आदर्श क्रिस्टल में अन्य धातु के परमाणु क्रिस्टल जालक में प्रवेश कर जाते हैं; और नियमित परमाणु की जगह ले लेते हैं, तो इस दोष को प्रतिस्थापन दोष या अशुद्धि कहते हैं।



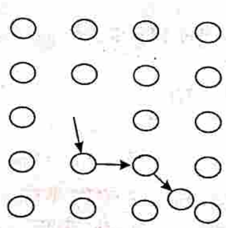
चित्र 2.23. प्रतिस्थापन दोष या अशुद्धि

(iii) अन्तरालीय अशुद्धि (Interstitial Impurity)—इसमें अन्य धातु का परमाणु जालक के बीच में समावेशित (Insert) हो जाता है। ये परमाणु आदर्श क्रिस्टल के परमाणु से छोटे होते है। इस अशुद्धि का उपयोग अर्द्धचालक बनाने में किया जाता है।

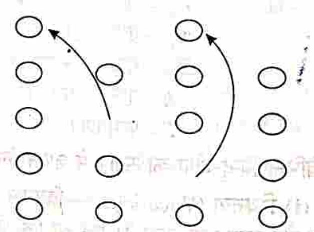


चित्र 2.24. अन्तरालीय अशुद्धि

(iv) फ्रैंकेल दोष एवं स्कॉटकी दोष (Frankel's Defect and Schottky's Defect)—एक आयन के अपने नियमित स्थान से अन्तरालीय स्थान में स्थानान्तरित हो जाने को फ्रैंकेल दोष कहते हैं। जबकि एक आयन का जोड़ा (धनायन एवं ऋणायन) सामान्य क्रिस्टल जालक से निकलकर जालक की सतह पर आ जाता है, तो उसे स्कॉटकी दोष (Schottky's Defect) कहते हैं।



चित्र 2.25. फ्रैंकेल दोष (Frankel's Defect)

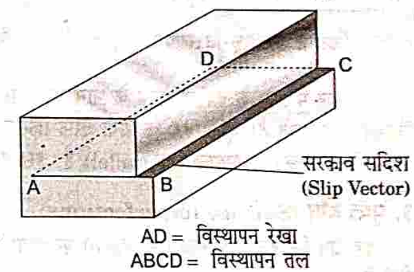


चित्र 2.26. स्कॉटकी दोष (Schottky Defect)

2. रेखा दोष या सरकना या विस्थापना (Line Defects)

यह एक विमीय दोष होता है। यह वह दोष है जिसमें आदर्श क्रिस्टल किसी डिस्टर्ब (Disturb) क्षेत्र द्वारा दो भागों में बँट जाता है। विस्थापन दोष, सरकाव (Slip) की अवधारणा (Concept) को समझाता (Explain) है, जिससे धातुओं में प्लास्टिक विरूपण (Plastic deformation) होता है। विस्थापन (Dislocation) से स्ट्रेन हार्डेनिंग (Strain hardening), यील्ड पॉइन्ट (Yield point), क्रीप (Creep), फटीग (Fatigue) आदि की अभिधारणा (Concept) को समझ सकते हैं। यह दोष दो प्रकार का होता है— (i) सिरा विस्थापन (ii) पृष्ठ दोष।

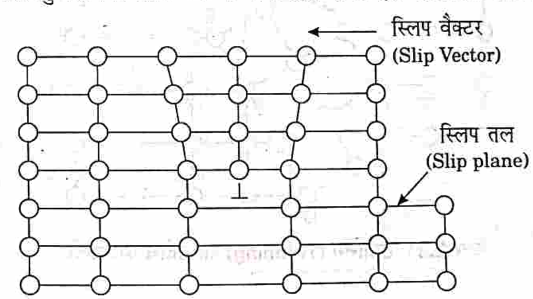
(i) सिरा विस्थापन (Edge dislocation)—इसे हम चित्र 2.27 की सहायता से समझ सकते हैं। क्रिस्टल में सरकाव (Slip), स्लिप सदिश की दिशा में *ABCD* तल पर है क्रिस्टल के बायीं तरफ के गैर-स्लिप्ड (Unslipped) भाग और दायीं तरफ के स्लिप्ड (Slipped) भाग के बीच की सीमा *AD* को सिरा विस्थापन (Edge dislocation) कहते हैं। *ABCD* विस्थापित तल है, जिसके ऊपर का भाग विस्थापित हो गया है। यह विस्थापन स्लिप वेक्टर की दिशा में है, जो शेडेड (Shaded) क्षेत्र द्वारा प्रदर्शित है। विस्थापन की मात्रा को बर्गर वेक्टर (Berger's vector) से मापते हैं। विस्थापित रेखा *AD* के लम्बवत् तल पर परमाणुओं की व्यवस्था (Arrangement) को चित्र द्वारा बताया जा सकता है। विस्थापन के क्षेत्र में क्रिस्टल जालक अव्यवस्थित हो जाता है।



चित्र 2.27. सिरा विस्थापन

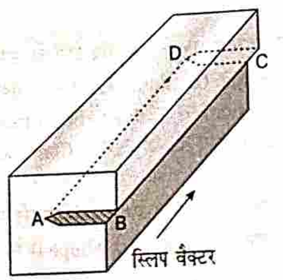
विस्थापित तल के ऊपर जालक संकुचित (Compressed) हो जाता है, जिससे उस पर सम्पीडक प्रतिबल (Compressive stress) लगता है जबकि विस्थापित तल के नीचे जालक तनाव में होता है।

सिरा विस्थापन में स्लिप तल के ऊपर यदि एक अतिरिक्त परमाणु तल होता है, तो इसे धनात्मक सिरा विस्थापन (⊥) कहते हैं। यदि अतिरिक्त परमाणु-तल विस्थापित तल के नीचे होता है तो इसे ऋणात्मक सिरा विस्थापन (T) कहते हैं।

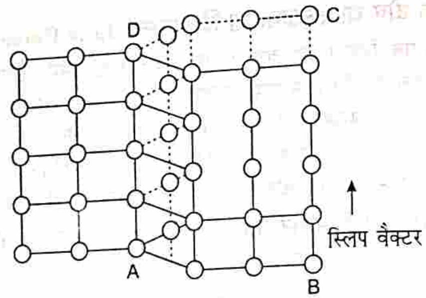


चित्र 2.28. AD = (सिरा विस्थापन) के लम्बवत् तल पर परमाणुओं की व्यवस्था

(ii) स्क्रू-विस्थापन (Screw Dislocation)—इसे बर्गर विस्थापन भी कहते हैं। इसमें विस्थापन बर्गर वेक्टर के समानान्तर (Parallel) होता है। स्क्रू विस्थापन को चित्र 2.29 की सहायता से समझ सकते हैं।



चित्र 2.29. स्क्रू-विस्थापन



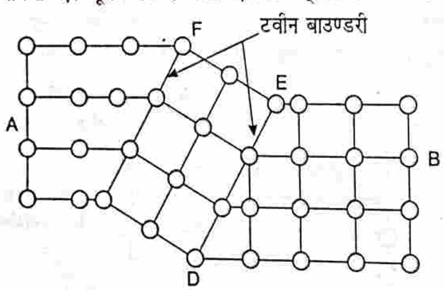
चित्र 2.30. स्क्रू-विस्थापन तल ABCD पर परमाणुओं की संख्या

क्रिस्टल में AD के दाहिनी तरफ के भाग का ऊपरी भाग (part), निचली सतह के सापेक्ष, स्लिप वेक्टर की दिशा में विस्थापित हो गया है। चूँकि AD के बायीं तरफ क्रिस्टल में कोई विस्थापन नहीं हुआ है, इसलिए AD विस्थापन रेखा है। AD, स्लिप वेक्टर के समान्तर (Parallel) है, इसलिए यह विस्थापन स्क्रू-विस्थापन है।

3. पृष्ठ दोष (Surface Imperfections)

यह दोष क्रिस्टल की सतह (Surface) पर होती है। यह ट्वीनिंग टिल्ट बाउण्डरी (Tilt Boundaries) के रूप में होती है।

ट्वीनिंग (Twinning)—इस दोष को ट्वीन बाउण्डरी या युग्मन भी कहते हैं। यह दोष इस प्रकार की होती है कि इसके दोनों तरफ एक जैसी (दर्पण-प्रतिबिम्ब) क्रिस्टल जालक होती है। चित्र 2.31 द्वारा ट्वीन बाउण्डरी को समझ सकते हैं। भाग A एवं भाग B एक-दूसरे जैसे हैं। DE एवं CF ट्वीन बाउण्डरी हैं।



चित्र 2.31. ट्वीनिंग (Twinning) या ट्वीन बाउण्डरी

2.11 धातुओं का विरूपण (Deformation of Metals)

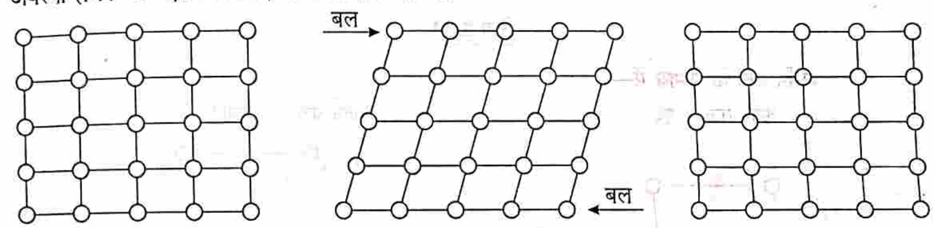
किसी धातु-पिण्ड (Metallic Body) के आकार (Shape) में बाह्य बल या भार लगाने पर होने वाले परिवर्तन को विरूपण कहते हैं। विभिन्न यांत्रिक प्रक्रमों (Mechanical processes) द्वारा धातु को आवश्यक आकार में परिवर्तित किया जा सकता है। विरूपण को विकृति (Strain) से मापते (Measure) हैं। विकृति कई प्रकार की होती है, **जैसे**—अनुदैर्घ्य विकृति (Longitudinal), कोणीय विकृति (Angular) या कर्तन (Shear) विकृति आदि।

विरूपण के प्रकार (Types of Deformation)

यांत्रिक प्रक्रमों, **जैसे**—रोलिंग (Rolling), फोर्जिंग (Forging), चक्रण (Spinning), एक्सट्रूडिंग (Extruding) आदि के सन्दर्भ में विरूपण दो प्रकार का होता है—

1. प्रत्यास्थ विरूपण (Elastic Deformation), एवं
2. प्लास्टिक/सुघट्य विरूपण (Plastic Deformation)।

प्रत्यास्थ विरूपण (Elastic Deformation)—किसी पदार्थ पर बाह्य बल लगाने पर उसके आकार में परिवर्तन हो जाता है। यदि बल हटाने पर यह विस्थापन (परिवर्तन) विलुप्त (Disappear) या खत्म हो जाता है, तो इस विस्थापन को प्रत्यास्थ विरूपण कहते हैं अर्थात् प्रत्यास्थ विरूपण में पदार्थ बल हटाने पर अपनी पुरानी (पहले वाली) अवस्था में वापस आ जाता है। इस विरूपण को अस्थायी विरूपण भी कहते हैं। इस विरूपण को निम्न चित्रों द्वारा समझा जा सकता है। बल लगाने पर क्रिस्टल जालक विस्थापित (विरूपित) हो जाता है (चित्र 'ब'), जबकि बल हटाने पर वह अपनी प्रारम्भिक अवस्था (चित्र 'अ' एवं चित्र 'स') में वापस आ जाता है।



(अ) बल लगाने से पूर्व क्रिस्टल जालक (ब) बल लगाने पर क्रिस्टल जालक (स) बल हटाने के बाद क्रिस्टल जालक

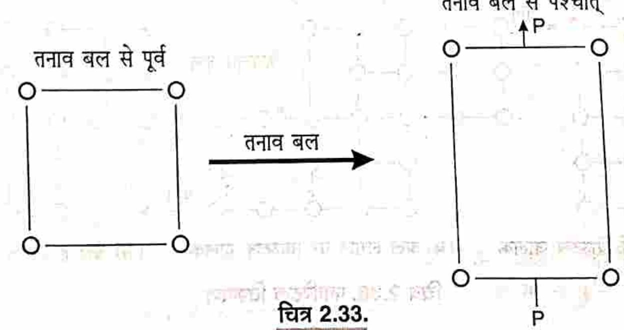
चित्र 2.32. प्रत्यास्थ विरूपण

प्रत्यास्थ विरूपण की प्रमुख विशेषताएँ निम्नलिखित हैं—

(i) यह अस्थाई होता है।
(ii) आन्तरिक संरचना में कोई परिवर्तन नहीं होता है।
(iii) प्रतिबल विकृति के समानुपाती होता है।
(iv) यह विरूपण तीनों प्रकार के बल (तनन बल, संपीडन बल, कर्तन बल) के कारण उत्पन्न होता है।

विभिन्न बलों के प्रभाव में प्लास्टिक विरूपण

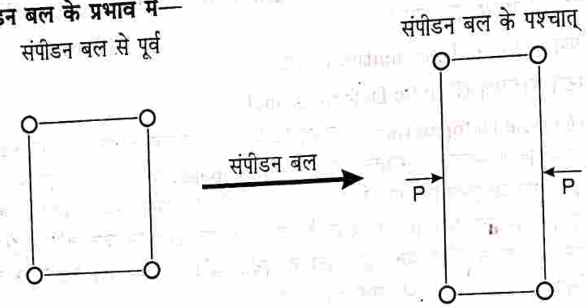
(i) तनाव या तनन बल के प्रभाव में—



चित्र 2.33.

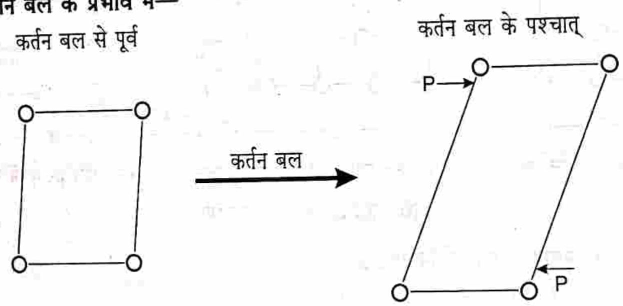
❖ बल किसी भी दिशा में लगाया जा सकता है।

संपीडन बल के प्रभाव में—



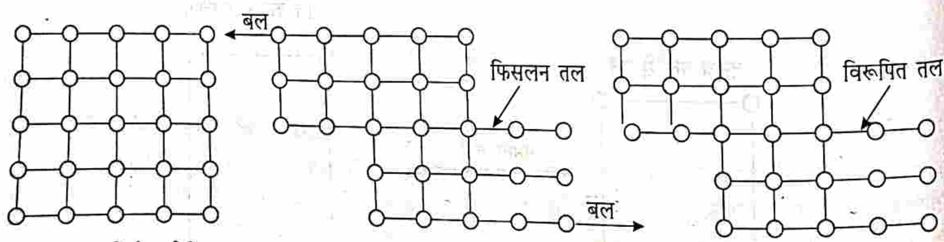
चित्र 2.34

कर्तन बल के प्रभाव में—



चित्र 2.35

2. प्लास्टिक या सुघट्य विरूपण (Plastic Deformation)—यदि धातु में बाह्य बल लगाने पर स्थायी विरूपण होता है, तो उसे प्लास्टिक विरूपण कहते हैं। इसमें पदार्थ बल हटाने पर अपनी प्रारम्भिक अवस्था में वापस नहीं आता है, बल्कि उसका आकार परिवर्तित ही बना रहता है। इस विरूपण के कारण ही पदार्थों से विभिन्न आकार की वस्तुएँ बनाई जाती हैं। प्लास्टिक विरूपण को चित्र 2.36 द्वारा समझा जा सकता है—



(अ) बल लगाने से पूर्व क्रिस्टल जालक (ब) बल लगाने पर क्रिस्टल जालक (स) बल हटाने के बाद क्रिस्टल जालक

चित्र 2.36. प्लास्टिक विरूपण

किसी धातु में स्थायी विरूपण सरकाव (Dislocation) या युग्मन (Twinning) के द्वारा हो सकती है। किसी धातु में फिसलन (Slip) या सरकाव (Dislocation) तब होता है, जब धातु में कर्तन प्रतिबल (Shear stress) वियोजित क्रांतिक कर्तन प्रतिबल (Critical Resolved Shear Stress) के बराबर या अधिक हो जाता है।

प्लास्टिक या सुघट्य विरूपण की विशेषताएँ निम्नलिखित हैं—

(i) स्थाई विरूपण प्राप्त होता है।

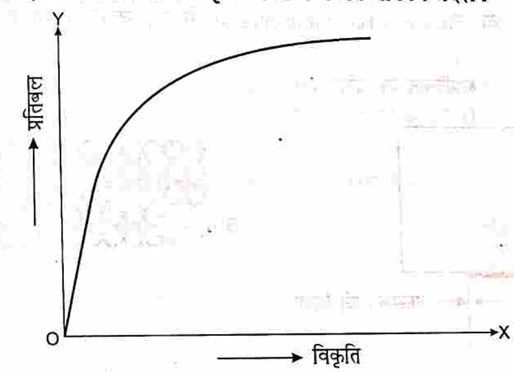
(ii) बल प्रत्यास्थ सीमा के बाहर होता है।

(iii) यील्ड बिन्दु के आगे रेखीय प्रत्यास्थ क्षेत्र अरेखीय प्लास्टिक क्षेत्र में परिवर्तित हो जाता है।

(iv) तन्य पदार्थ पूर्व सूचना इंगित कर टूट जाती है तथा भंगुर पदार्थ बिना सूचना के टूट जाती है।

(v) स्थाई विरूपण दो कारणों से होता है—फिसलन एवं युग्मन।

प्लास्टिक विरूपण के दौरान प्रतिबल तथा विकृति में सम्बन्ध का ग्राफीय प्रदर्शन



चित्र 2.37

2.12 क्रान्तिक वियोजित कर्तन प्रतिबल (Critical Resolved Shear Stress)

किसी धातु में सरकाव (Slip), कर्तन बल (Shear Force) के द्वारा होता है। यदि कर्तन बल (Shear Force) का मान एक निश्चित मान से ज्यादा हो जाता है, तब धातु में फिसलन या सरकाव हो जाता है। इस निश्चित मान को वियोजित क्रांतिक कर्तन बल एवं प्रतिबल को वियोजित क्रांतिक कर्तन प्रतिबल कहते हैं।

माना, P = तनाव बल

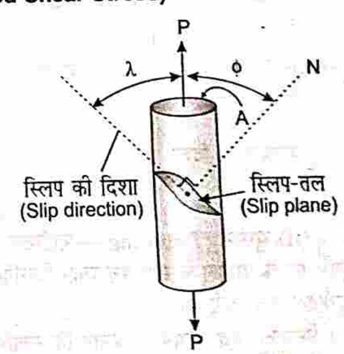
ϕ = स्लिप तल पर लम्ब एवं तनाव बल के बीच का योग

λ = स्लिप की दिशा एवं तनाव बल के बीच का कोण

A = बेलनाकर क्रिस्टल के अनुप्रस्थ-काट का क्षेत्रफल

$\therefore$ स्लिप तल का क्षेत्रफल $= \dfrac{A}{\cos\phi}$

एवं स्लिप-तल की दिशा में तनाव बल $= P\cos\lambda$



चित्र 2.38. वियोजित क्रांतिक कर्तन प्रतिबल की गणना के लिए आरेख

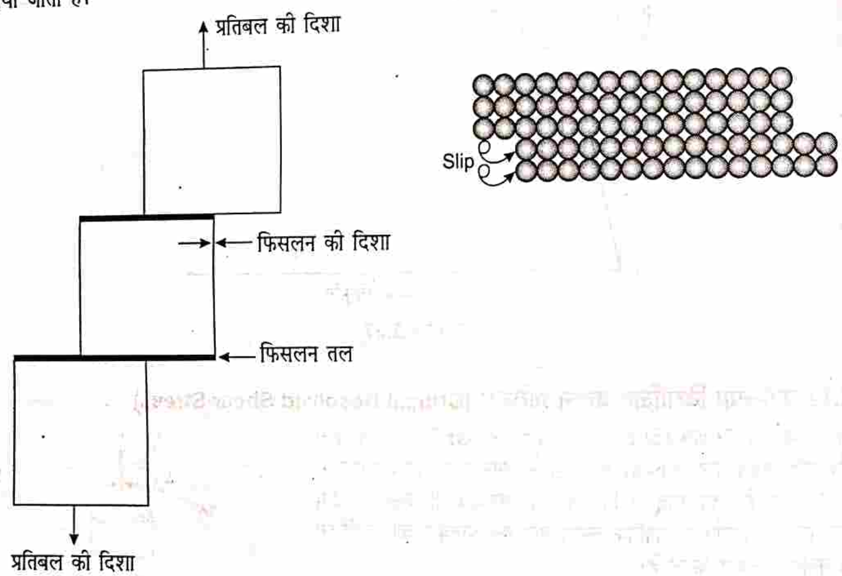
$$\therefore \quad \text{विजोजित क्रांतिक कर्तन प्रतिबल} = \frac{\text{स्लिप तल की दिशा में बल}}{\text{स्लिप तल का क्षेत्रफल}} = \frac{P\cos\lambda}{A/\cos\phi} = \frac{P}{A}\times\cos\lambda\times\cos\phi$$

2.13 फिसलन एवं युग्मन

(i) फिसलन (Slip)—यह एक स्थाई विरूपण है। फिसलन परमाणु के विस्थापन से सम्बन्धित होता है। इस विरूपण में रवा (Crystal) के दो भागों के बीच सपाट तल के सहारे विस्थापन हो जाता है। फिसलन एक या उससे अधिक तलों में हो सकता है।

फिसलन का मुख्य कारण, फिसलन तलों के सहारे फिसलन की दिशा में लगने वाले कर्तन प्रतिबल के मान में बढ़ोत्तरी है।

यह फलक केन्द्रित घन रवा (Face centred cubic crystal) में पाया जाता है। यह वातावरणीय या उच्च तापक्रम पर पाया जाता है।



चित्र 2.39

(ii) युग्मन (Twinning)—प्लास्टिक विरूपण की इस प्रक्रिया में प्रतिबलित क्रिस्टल के एक भाग के परमाणु दूसरे भाग के परमाणु के साथ इस प्रकार विरूपित होते हैं कि वे एक-दूसरे के दर्पण प्रतिबिम्ब दिखाई देते हैं। निम्न तापक्रम पर युग्मीयता पाई जाती है।

फिसलन एवं युग्मन में अन्तर निम्नलिखित हैं—

1. स्लिप बर्गर वेक्टर के लम्बवत् होता है, जबकि युग्मन (Twinning) बर्गर वेक्टर के समानान्तर (Parallel) होता है।
2. स्लिप एक-विमीय क्रिस्टल दोष है, जबकि युग्मन द्वि-विमीय क्रिस्टल दोष है।

3. स्लिप सामान्यत: सतह-केन्द्रित घन (Face-centred cubic) संरचना वाले क्रिस्टलों में होती है, जबकि युग्मन अन्त: केन्द्रित घन (BCC) संरचना एवं क्लोज्ड पैक्ड षट्भुजीय घन (CPH) संरचना वाले क्रिस्टलों में होती है।
4. स्लिप, क्रिस्टल में कर्तन बल का मान वियोजित क्रांतिक प्रतिबल के बराबर होने पर होता है, जबकि युग्मन के बारे में निश्चित तौर पर कुछ नहीं कहा जा सकता है।

2.14 शीत एवं तप्त रूपण (Cold and Hot Working)

धातुओं को आवश्यक आकार देने के लिए विभिन्न प्रकार के यांत्रिक प्रक्रियाओं (Mechanical Processes) का प्रयोग किया जाता है। यांत्रिक प्रक्रिया को सम्पन्न करने के लिए धातु पर निम्न दो प्रकार से कार्य किया जाता है—

1. शीत रूपण (Cold Working), एवं
2. तप्त रूपण (Hot Working)।

शीत रूपण

शीत रूपण में धातु पर कार्य उसके पुन: क्रिस्टलन ताप (Recrystallization temperature) से कम ताप पर किया जाता है। यह ताप वायुमण्डलीय ताप या उससे ज्यादा हो सकता है, जो पुन: क्रिस्टलन ताप से कम हो। शीत रूपण का अर्थ यह नहीं है कि धातु पर ठंडी अवस्था में कार्य किया जाता है। इससे अधिक दाब या बल की आवश्यकता पड़ती है।

शीत रूपण प्रक्रम (Cold working processes) के निम्न उदाहरण हैं—

(अ) शीत रोलिंग (cold rolling),
(ब) शीत स्पिनिंग (cold spinning),
(स) शीत एक्सट्रूजन (cold extrusion),
(द) शीत फोर्जिंग (cold forging),
(इ) शीत ड्रॉइंग (cold drawing) आदि।

शीत रूपण के लाभ एवं सीमायें (Advantages and limitations of cold working)—शीत रूपण की निम्नलिखित लाभ एवं सीमायें निम्नलिखित हैं—

1. इससे पदार्थ के आकार (Shape) में ज्यादा परिवर्तन नहीं होता, जिसके कारण इस विधि में तप्त रूपण की अपेक्षा ज्यादा नियंत्रित विमायें (Dimensions) प्राप्त की जा सकती हैं।
2. इस विधि में पदार्थ में ऑक्सीकरण (Oxidation) नहीं होता है, जिसके कारण अच्छी सतह (Good surface finish) प्राप्त होती है।
3. पदार्थ के सामर्थ्य एवं कठोरता में वृद्धि होती है।
4. जिन पदार्थों पर ऊष्मा-उपचार का प्रभाव नहीं पड़ता है, उन पदार्थों की कठोरता बढ़ाने की यह उत्तम विधि है।
5. केवल तन्य (Ductile) धातुओं पर ही शीत वर्किंग की जा सकती है।
6. ज्यादा कोल्ड वर्किंग से धातु में भंगुरता (Brittleness) का गुण आ जाता है, जिसे दूर करने के लिए एनीलिंग (annealing) करनी पड़ती है।
7. सामान्यता कोल्ड वर्किंग के बाद ऊष्मा-उपचार की आवश्यकता पड़ती है, जिससे कि पदार्थ में उत्पन्न आंतरिक प्रतिबलों (stresses) को दूर किया जा सके।

शीत रूपण के प्रभाव (Effect of Cold Working)—धातु पर शीत रूपण का अग्र प्रभाव पड़ता है—

1. शीत रूपण से धातु में सामर्थ्य (Strength), कठोरता (Hardness) एवं फटीग सामर्थ्य (Fatigue Strength) बढ़ जाती है।
2. धातु में प्रतिशत इलान्गेशन (Percentage elongation), संक्षारण प्रतिरोध (Corrosion resistance), तन्यता (Ductility) आदि कम हो जाती है।
3. इससे उच्च परिष्कृत सतह (Highly finished surface) प्राप्त होती है।
4. अवशेष प्रतिबल (Residual stress) बढ़ जाता है।

तप्त रूपण

तप्त रूपण में धातु पर कार्य (यांत्रिक प्रक्रियायें) धातु को पुनः क्रिस्टलन ताप से ऊपर लेकिन गलनांक से कम ताप तक गर्म करने के बाद किया जाता है। इस प्रक्रिया में अपेक्षाकृत कम दाब या बल की आवश्यकता पड़ती है।

मुख्य रूप से तप्त रूपण प्रक्रिया (Hot working process) निम्न प्रकार की होती है—

(अ) तप्त रोलिंग (hol rolling),
(ब) तप्त फोर्जिंग (hot forging),
(स) तप्त स्पिनिंग (hot spinning),
(द) तप्त एक्सट्रूसन (hot extrusion),
(इ) तप्त ड्राइंग (hot drawing),
(फ) वेल्डेड पाइप एवं ट्यूब उत्पादन (welded pipe and tube manufacturing) आदि।

तप्त रूपण प्रक्रिया से लाभ एवं हानि (Advantages and Disadvantages of hot working processes)

लाभ (Advantages)

1. इस प्रक्रिया द्वारा धातु में अपेक्षाकृत कम बल द्वारा ज्यादा विरूपण (deformation) किया जा सकता है।
2. धातु में संरंध्रता (Porosity) लगभग खत्म हो जाती है।
3. धातु में अशुद्धियाँ कम हो जाती है।
4. धातु के कण-संरचना (Grain structure) में सुधार हो जाता है।

हानियाँ (Disadvantages)

1. इस प्रक्रम में धातु के सतह पर ऑक्सीकरण होती है, जिससे सतह खुरदुरी (rough) हो जाती है, एवं धातु की हानि भी होती है।
2. धातु में कठोरता अपेक्षाकृत कम हो जाती है।
3. इस प्रक्रम में धातु की विमीय स्थिरता को नियन्त्रित करने में परेशानी होती है।

तप्त रूपण के प्रभाव (Effect of Hot Working)—धातु पर तप्त रूपण का निम्न प्रभाव पड़ता है—

1. धातु के इम्पैक्ट सामर्थ्य (Impact strength) में सुधार आता है।
2. धातु में अवशेष प्रतिबल (Residual stress) नहीं रहता है।
3. विशेष परिस्थितियों में तप्त रूपण से धातु की सामर्थ्य, संक्षारण प्रतिरोध, कठोरता आदि पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
4. धातु की सतह पर ऑक्सीकरण हो जाता है।
5. धातु में चीमड़पन (Toughness) एवं तन्यता (Duility) का गुण बढ़ जाता है।

शीत एवं तप्त रूपण में अन्तर (Difference between Cold and Hot Workings)

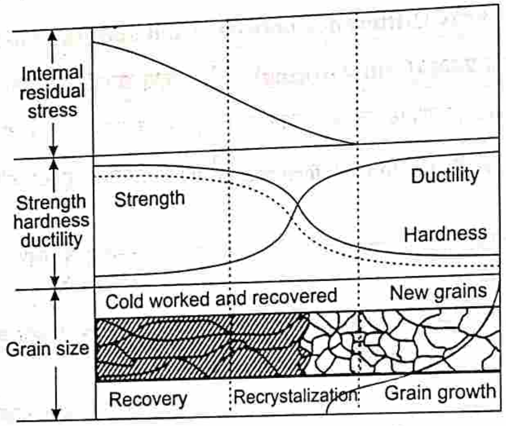
क्र.सं.	शीत रूपण या प्रक्रम (Cold Working)	तप्त रूपण या प्रक्रम (Hot Wordking)
1.	शीत रूपण पुनः क्रिस्टलन ताप के नीचे किया जाता है।	तप्त रूपण पुनः क्रिस्टलन ताप के ऊपर किया जाता है।
2.	धातु की विरूपण की दर (Rate of deformation) कम होती है।	धातु के विरूपण की दर अधिक होती है।
3.	धातु में विरूपण के लिए बहुत अधिक प्रतिबल (Stress) की आवश्यकता होती है।	धातु में विरूपण के लिए अपेक्षाकृत कम प्रतिबल की आवश्यकता होती हैं
4.	धातु में प्लास्टिक विरूपण के कारण स्ट्रेन हार्डनिंग (Strain Hardening) हो जाता है।	इस प्रक्रम में धातु में स्ट्रेन हार्डनिंग नहीं होता है।
5.	शीत रूपण के बाद धातु में ऊष्मा-उपचार की आवश्यकता होती है।	ऊष्मा-उपचार की आवश्यकता नहीं होती है।
6.	शीत रूपण से सतह पर फिनिशिंग (Finishing) अच्छी होती है।	सतह पर फिनिशिंग अच्छी नहीं होती है।
7.	धातु की सामर्थ्य, कठोरता, चीमड़पन (Toughness) बढ़ जाती है।	धातु में तन्यता (Ducility) बढ़ जाती है।
8.	अत्यधिक शीत रूपण से धातु की सतह पर क्रैक (Crack) उत्पन्न हो सकते हैं।	क्रैक, संरध्रता (Porosity) जैसे दोष संलयन (Fusion) से खत्म हो जाते हैं।
9.	शीत रूपण केवल तन्य एवं आघातवर्ध्य धातुओं पर ही किया जाता है।	तप्त रूपण सामान्यतया सभी प्रकार (तन्य एवं भंगुर) की धातुओं पर किया जा सकता है।

2.15 पुनर्लाभ, पुनःक्रिस्टलन एवं कण-वृद्धि

(Recovery, Recrystallization and Grain Growth)

धातुओं में प्लास्टिक विरूपण के कारण से उनकी सूक्ष्म संरचना (Microstructure) एवं गुणों में परिवर्तन हो जाता है। जैसे उनके कण का आकार बदल जाता है, स्ट्रेन हार्डनिंग (Strain hardening) आदि हो जाता है। इनके कारण धातु की सामर्थ्य, तन्यता, विद्युतीय गुण तथा संक्षारण आदि गुण प्रभावित हो जाते हैं। धातु के पहले वाले गुणों को पुनः प्राप्त करने के लिए, ऊष्मा उपचार द्वारा पुनः लाभ (Recovery) एवं पुनःक्रिस्टलन (Recrystallization) विधियों का उपयोग किया जाता है। इसके बाद कण-वृद्धि की जाती है। पुनःलाभ, पुनःक्रिस्टलन एवं कण-वृद्धि के (Mechanism) को निम्न चित्र द्वारा समझ सकते हैं।

(i) पुनःलाभ (Recovery)—धातु को उच्च ताप (पुनः क्रिस्टलन ताप से कम) पर गर्म करके उन्हें आंतरिक प्रतिबलों से मुक्त करने की प्रक्रिया को पुनःलाभ कहते हैं। इसमें धातु को गर्म करके धीरे-धीरे ठन्डा किया जाता है। इस विधि से धातु के सामर्थ्य (Strength) में वृद्धि होती है तथा उसकी ऊष्मा चालकता एवं वैद्युत चालकता में भी सुधार होता है। इस प्रक्रिया से धातु की सूक्ष्म-संरचना पर प्रभाव नहीं पड़ता है। पुनः लाभ प्रक्रिया का उपयोग शीत-रूपण से निर्मित वस्तुओं को आंतरिक प्रतिबलों से मुक्त करने के लिए किया जाता है।



चित्र 2.40. पुनःलाभ, पुनःक्रिस्टल एवं कण-विकास
(Recovery, recrystallization and grain growth)

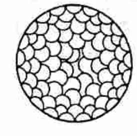
(ii) पुनःक्रिस्टलन (Recrystallization)—पुनः क्रिस्टलन, विकृतिरहित एक समान दूरी पर नियमित आकार के नये कणों के बनने को कहते हैं। इसके लिए धातु को पुनः क्रिस्टलन ताप से अधिक लेकिन गलनांक (Melting point) से कम ताप पर गर्म करके ठंडा किया जाता है, जिसके कारण नये कणों का निर्माण होता है। इस क्रिया से धातु की तन्यता (Ductility) बढ़ती है, जबकि कठोरता एवं सामर्थ्य में कमी आती है। धातु आंतरिक प्रतिबलों (Residual stresses) से पूर्ण रूप से मुक्त हो जाता है। धातु की सूक्ष्म-संरचना परिवर्तित हो जाती है।

पुनःक्रिस्टलन ताप (Recrystallization Temperature)—जिस ताप पर धातु में नये कणों का निर्माण प्रारम्भ होता है, उस ताप को पुनःक्रिस्टलन ताप कहते हैं। पुनःक्रिस्टलन निम्न तीन कारकों पर निर्भर करता है—

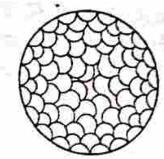
1. तापमान (Temperature),
2. ऊष्मा प्रदान करने का समय (Duration of heating time), और
3. शीत रूपण की मात्रा।

सामान्यतः पुनःक्रिस्टलीकरण ताप 0.6 T_m होता है, जहाँ पर T_m गलनांक तापमान (केल्विन में) है।

(iii) कण-वृद्धि (Grain Growth)—यदि पुनः क्रिस्टलन के बाद भी धातु को उच्च ताप पर छोड़ दिया जाये, तो उसमें कण-वृद्धि होने लगती है। कण-वृद्धि उच्च ताप पर दो छोटे-छोटे कणों के आपस में मिलने से होती है। कण-वृद्धि, कण-सीमाओं (Grain-boundaries) के फैलाव के कारण होती है। सभी कणों में वृद्धि नहीं होती है। वृद्धि बड़े कणों में छोटे कणों को संकुचित (Shrink) होने के कारण होती है। कण-वृद्धि ताप, ऊष्मा-उपचार का समय, शीत-रूपण (Cold working) की मात्रा, धातु में अशुद्धि या मिश्रण आदि पर निर्भर करती है। सूक्ष्म कण वाली धातुएँ अधिक कठोर, सामर्थ्यवान एवं चीमड़ (Tough) होती है।



चित्र 2.41. शीत रूपण के बाद कण



चित्र 2.42. पुनःक्रिस्टलन के बाद कण-वृद्धि

2.16 ठोस घोल या विलयन (Solid Solution)

विभिन्न अनुपात में मिले हुए दो या दो से अधिक पदार्थों के सर्वांगसम मिश्रण, जिनमें से एक अवश्य ही धातु हो, को ठोस घोल या विलयन कहते हैं। मिश्रण में जिस घटक धातु की प्रतिशत मात्रा अधिक होती है, उसे विलायक (Solvent) तथा बचे शेष घटकों को विलेय (Solute) कहते हैं।

यदि मिश्र धातु का परीक्षण माइक्रोस्कोप या एक्स-रे विधि द्वारा किया जाए तो रवा की संरचना एक ही प्रतीत होती है। ठोस घोल क्रिया तब अधिक सुगमता से होती है, जब दोनों घटकों के परमाणु आकार एवं इलेक्ट्रॉनिक संरचना समान हो।

उदाहरण के लिए—जस्ते के परमाणु ताँबे की संरचना में मिश्रित होकर पीतल का निर्माण करते हैं।

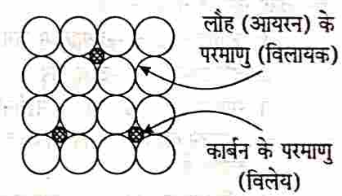
अन्य उदाहरण—

- Fe — C (आयरन-कार्बन या स्टील)
- Fe — Cr — Ni (आयरन-क्रोमियम-निकिल) या (स्टेनलेस स्टील)
- Au — Ag

ठोस घोल के प्रकार (Types of Solid Solution)—यह दो प्रकार का होता है—

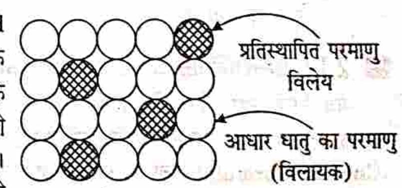
1. अन्तरालीय ठोस विलयन (Interstitial Solid Solution), एवं
2. प्रतिस्थापनीय ठोस विलयन (Substitutional Solid Solution)।

1. अन्तरालीय ठोस विलयन (Interstitial Solid Solution)— जब विलेय (Solute) के परमाणु विलायक (Solvent) या आधार धातु (Base metal) के परमाणु से बहुत छोटे होते हैं, तो वे विलयन में आधार धातु के जालक के अन्तरालों में प्रवेश कर जाते हैं। इस तरह के विलयन को अन्तरालीय ठोस विलयन या घोल कहते हैं। उदाहरण के लिए इस्पात (Steel) में कार्बन का परमाणु लौह के परमाणु के साथ अन्तरालीय ठोस विलयन बनाता है। कार्बन के अलावा H_2, O_2, N_2 आदि भी अन्तरालीय परमाणु की तरह ठोस घोल बनाते हैं।



चित्र 2.43. अन्तरालीय ठोस विलयन

2. प्रतिस्थापनीय ठोस विलयन (Substitutional Solid Solution)—जब विलेय (Solute) पदार्थ के परमाणु, नियमित जालक (Regular matrix) में विलायक (Solvent) या आधार धातु के परमाणुओं को प्रतिस्थापित (Replace) कर अपना स्थान बना लेते हैं, तो इस तरह के विलयन या घोल को प्रतिस्थापनीय ठोस विलयन कहते हैं। ठोस विलयन में जिस घटक धातु की प्रतिशत मात्रा अधिक होती है, उसे आधार धातु (Base metal) कहते हैं। जब विलेय एवं विलायक



चित्र 2.44. प्रतिस्थानीय ठोस विलयन

परमाणुओं का व्यास (Diameter) बराबर या लगभग बराबर होते हैं, तो प्रतिस्थापनीय ठोस विलयन बनता है।

जैसे—ताँबा (Cu) और निकिल (Ni) का ठोस घोल में Cu का परमाणवीय व्यास 2.551 Å और Ni का परमाणवीय व्यास 2.487Å होता है। ज्यादातर ठोस घोल प्रतिस्थापनीय ठोस घोल होते हैं।

उदाहरण के लिए—

Cu—Zn
Au—Ag
Si—Ge
Ag—Au
Au—Ni
Mn—Al

2.17 मिश्र धातुएँ (Alloys)

दो या दो से अधिक पदार्थों के सर्वांगसम मिश्रण, जिनमें से कम से कम एक घटक (Component) धातु हो, को मिश्र धातु कहते हैं। **जैसे**—इस्पात, काँसा (Bronze), पीतल (Brass) आदि मिश्र-धातुएँ हैं।

मिश्र-धातु में जिस घटक धातु की प्रतिशत मात्रा अधिक होती है, उसे आधार धातु (Base metal) एवं शेष घटकों को एलॉयिंग तत्त्व (Alloying elements) कहते हैं। पदार्थों को पिघलाकर सर्वांगसम (Homogeneous) मिश्रण बनाया जाता है, उसके बाद ठंडा होने पर वे मिश्र-धातु बन जाते हैं। आधार धातु में एलॉयिंग तत्त्व मिलाने पर मिश्र धातु के गुणों में परिवर्तन हो जाता है।

एलॉयिंग तत्त्व का धातु के गुणों पर प्रभाव (Effects of Alloying elements on Metal)—मिश्र-धातु के गुणों में एलॉयिंग तत्त्व के प्रतिशत मात्रा के कारण व्यापक परिवर्तन होता है। मिश्र-धातु बनाने का उद्देश्य आवश्यक यांत्रिक एवं तकनीकी गुण प्राप्त करना होता है। **जैसे**—इस्पात में आधार धातु लोहा (Iron) होता है एवं विभिन्न एलॉयिंग तत्त्वों (Alloying elements) के अनुसार उसके गुण बदल जाते हैं। इस्पात में विभिन्न एलॉयिंग तत्त्व एवं उनसे प्रभावित होने वाले गुण निम्न हैं—

1. क्रोमियम (Cr)—इस्पात में जंग निरोधक/संक्षारण प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाता है।
2. वेनेडियम (V)—उच्च ताप पर इस्पात को कठोर (Hardness) बनाए रखता है।
3. सल्फर (S)—इस्पात की मशीनेबिलिटी बढ़ाता है।
4. टंगस्टन (W)—इस्पात की उच्च ताप पर कठोरता बनाए रखता है एवं उसमें चीमड़पन (Toughness) का गुण भी बढ़ाता है।
5. मॉलिब्डेनिम (Mo)—इस्पात में चीमड़पन (Toughness), संक्षारण प्रतिरोध एवं प्रत्यास्थता का गुण बढ़ाता है।
6. मैंगनीज (Mn)—यह इस्पात में घर्षण-प्रतिरोध (Wear resistance) एवं सामर्थ्य को बढ़ाता है।
7. सिलिकन (Si)—यह इस्पात में घर्षण-प्रतिरोध एवं प्रत्यास्थता का गुण बढ़ाता है। इस्पात में स्प्रिंग (Spring) का गुण ला देता है।

2.18 अन्तर्धात्विक यौगिक (Intermetallic Compounds)

जब किसी ठोस घोल से दो भिन्न-भिन्न धातुओं द्वारा ऐसा यौगिक (Compound) बनता है, जिसकी क्रिस्टल संरचना एक जैसी (Uniform) नहीं होती है परन्तु उनके बीच में निश्चित अलगाव होता है और अलग ही रासायनिक सूत्र (Chemical formula) होता है, तो उसे अन्तर्धात्विक यौगिक (Intermetallic compound) कहते हैं। इनके बीच में सहसंयोजक या आयनिक बंधन हो सकता है। उदाहरण के लिए कॉपर एलुमिनाइड ($CuAl_2$), मैग्नीशियम सिलिसाइड (Mg_2Si), Cu_2Mg, CaHg, आदि अन्तर्धात्विक यौगिक हैं।

2.19 पुनः क्रिस्टलन को प्रभावित करने वाले कारक (Factors affecting Recrystallization)

धातुओं का पुनः क्रिस्टलन निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करता है—

1. शीत रूपण की तीव्रता (Degree of Cold Work)—जितनी ज्यादा शीत रूपण की तीव्रता होगी, पुनः क्रिस्टलन ताप उतना ही कम होगा।

2. एनीलिंग (Annealing)—तापमान जितना कम होगा, पुनः क्रिस्टलन के लिए उतना ही अधिक समय लगेगा।

3. अशुद्धियों की प्रतिशत मात्रा (Percentage of Soluble Impurities)—धातु में अशुद्धियों की प्रतिशत मात्रा जितनी ज्यादा होगी, अणु-सीमाओं (Grain boundaries) का विस्थापन (Mobility) उतना ही कम होगा। अतः पुनः क्रिस्टलन में कठिनाई होगी एवं पुनः क्रिस्टलन के लिए अधिक तापमान की आवश्यकता होगी।

प्रमुख पदार्थों का पुनः क्रिस्टलन ताप (Recrystallization Temperature of some Metals)

धातु (Metal)	पुनः क्रिस्टलन ताप (Recrystallization Temperature (°C))
ऐल्यूमिनियम (Al)	150
ताँबा (Cu)	200
लोहा (Fe)	600
कैडमियम (Cd)	350
निकिल (Ni)	620
टिन (Sn)	0
चाँदी (Ag)	200
टंगस्टन (W)	1210

धातुओं का अपरूपण (Allotropy of Metals)—धातुओं के ताप एवं दाब में परिवर्तन के साथ भिन्न-भिन्न क्रिस्टल संरचना (BCC, FCC, CPH, आदि) में होने वाले परिवर्तन को अपरूपण (Allotropy) कहते हैं। इस तरह की धातुओं को जिनकी भिन्न-भिन्न क्रिस्टल संरचना हो सकती है, अपरूपी धातु (Allotropic Metals) कहते हैं। लोहा (Iron), जस्ता (Zinc), टिन (Tn` आदि धातुओं के अपररूप होते हैं। उदाहरण के लिए लोहा 800°C-910°C के बीच में अन्तःकेन्द्रित घन (BCC) संरचना का होता है, 910-1400°C के बीच में फलक-केन्द्रित घन (FCC) संरचना का होता है जबकि 1400°C से ऊपर अन्तः केन्द्रित घन (BCC) संरचना का होता है।

2.20 संक्षारण (Corrosion)

संक्षारण (Corrosion)—पदार्थों (Materials) का वातावरण (Atmosphere) के प्रभाव में रासायनिक, विद्युत-रासायनिक (Electrochemical) अथवा धातुकर्मीय (Metallurgical) अभिक्रिया द्वारा धीरे-धीरे क्षय (Decay) होना संक्षारण कहलाता है।

संक्षारण में धातु का सामर्थ्य कम हो जाती है। कभी-कभी यह भारी हानि पहुँचाता है। संक्षारण के कारण बहुत ज्यादा धातुएँ खराब (Waste) हो जाती हैं। संक्षारण और इसकी रोकथाम या निवारण इंजीनियरिंग उद्योग के लिए बहुत बड़ी समस्या है।

संक्षारण के प्रकार (Types of Corrosion)—मुख्य रूप से संक्षारण निम्न प्रकार के होते हैं—

1. प्रत्यक्ष संक्षारण (Direct Corrosion),
2. विद्युत-रासायनिक संक्षारण (Electrochemical Corrosion),
3. गैल्वेनिक संक्षारण (Galvanic Corrosion),

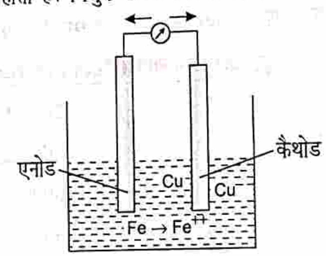
4. पिटिंग संक्षारण (Pitting Corrosion),

5. इरोजन संक्षारण (Erosion Corrosion)।

1. प्रत्यक्ष संक्षारण (Direct Corrosion)—इस तरह का संक्षारण, धातु (Metal) के संक्षारणीय वातावरण के साथ सीधे सम्पर्क में आने पर होता है। **जैसे**—लोहे का अम्लीय वातावरण (5-10% H_2SO_4) में हाइड्रोजन आयन (H^+) के द्वारा संक्षारण।

$$Fe + 2H^+ \longrightarrow Fe^{++} + H_2 \text{ (gas)}$$

2. विद्युत-रासायनिक संक्षारण (Electrochemical Corrosion)—इसमें रासायनिक अभिक्रिया के साथ-साथ विद्युत-अपघटन (Electrolysis) भी होता है। विद्युत-रासायनिक संक्षारण को प्रभावित करने वाले कारक निम्न हैं—



चित्र 2.45. विद्युत-रासायनिक सेल

(i) विभवान्तर (Potential Difference)—धातु एवं उसके वातावरण के बीच अथवा धातु के ही किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच विद्युतीय अन्तर को विभवान्तर कहते है।

(ii) विद्युत-अपचायक (Electrolyte) की उपस्थिति, एवं

(iii) विद्युत-धारा का प्रवाह (Flow of electric current)।

उपरोक्त परिस्थितियों में धातु में विद्युत-रासायनिक संक्षारण होने लगता है। उदाहरण के लिए हाइड्रोक्लोरिक एसिड (HCl) की उपस्थिति में लोहे का संक्षारण। लोहा अपना इलेक्ट्रॉन त्यागकर धनायन बन जाता है, जो विलयन में घुल जाता है। लोहे से उत्पन्न इलेक्ट्रॉन अम्ल में उपस्थित हाइड्रोजन आयन (H^+) से अभिक्रिया करके हाइड्रोजन गैस बना देता है। इस तरह एक विद्युत परिपथ (Circuit) बन जाता है और लोहे का क्षय (Corrosion) होने लगता है।

$$Fe \longrightarrow Fe^{++} + 2e^- \quad \text{(एनोड पर अभिक्रिया)}$$

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2\uparrow \quad \text{(कैथोड पर अभिक्रिया)}$$

जल में लोहे का ऑक्सीकरण द्वारा संक्षारण

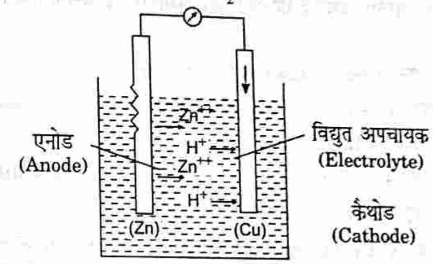
$$Fe + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \longrightarrow Fe^{++} + 2OH^- \longrightarrow Fe(OH)_2$$

$$2Fe(OH)_2 + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)_3 \text{ (जंग/Rust)}$$

3. गेल्वेनिक संक्षारण (Galvanic Corrosion)—द्रव (Liquids) द्वारा धातुओं के संक्षारण का मुख्य कारण गेल्वेनिक संक्षारण ही है। जब दो भिन्न-भिन्न धातुएँ आपस में किसी विद्युत अपचायक (Electrolyte) द्वारा सम्पर्क में आती हैं तो एनोड (Anode) धातु का क्षय (Decay) होने लगता है। इसे गेल्वेनिक संक्षारण कहते हैं। उदाहरण के लिए जब जस्ता (Zn) एवं ताँबा (Cu) आपस में (H_2SO_4) सल्फ्यूरिक अम्ल के द्वारा सम्पर्क में आते हैं, तो Zn एनोड और Cu कैथोड की तरह कार्य करते हैं एवं एक गेल्वेनिक सेल (Cell) बन जाता है। जस्ता कम क्रियाशील धातु है एवं ताँबा अधिक क्रियाशील धातु है। जब Zn और Cu को किसी विद्युत-चालक द्वारा जोड़ देते हैं, तो धारा (Current) एनोड से कैथोड की ओर प्रवाहित होने लगती है।

$$Zn \rightleftharpoons Zn^{++} + 2e$$

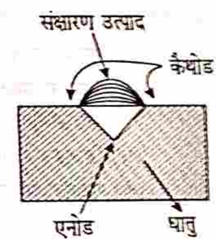
$$2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$$



चित्र 2.46. गैल्वनिक संक्षारण (Galvanic corrosion)

धारा-प्रवाह एनोड से धातु के क्षय (Corrosion) के कारण होता है और जस्ता के आयन (Zn^{++}) विलयन में घुल जाते हैं और हाइड्रोजन गैस (H_2) बनती है। यह हाइड्रोजन गैस कैथोड को संक्षारण से बचाती (Protect) है।

4. पिटिंग संक्षारण (Pitting Corrosion)—यह संक्षारण धातु के किसी एक स्थान पर क्रैक (Crack), अवशिष्ट (Inclusions) या गंदगी के कारण छिद्र या गड्ढा (Pits) के रूप में होता है। यह संक्षारण भी विद्युत-रासायनिक अभिक्रिया (Reaction) के कारण होता है। धातु का जो भाग टूटा या असमतल होता है वह एनोड (Anode) पर कार्य करने लगता है। धातु का समतल भाग कैथोड का कार्य करने लगता है। इलेक्ट्रॉन का प्रवाह एनोड से कैथोड की ओर होने लगता है। इससे धीरे-धीरे उस स्थान पर गड्ढा (Pit) बनने लगता है। इसलिए इस संक्षारण को पिटिंग संक्षारण कहते हैं।



चित्र 2.47. पिटिंग संक्षारण

5. इरोजन संक्षारण (Erosion Corrosion)—यह संक्षारण धातु की सतह पर विक्षुब्ध प्रवाह (Turbulent flow) या स्थानीय दाब बनने और साथ में रासायनिक अभिक्रिया होने के कारण होती है। इरोजन संक्षारण में धातु की सतह से सुरक्षा-परत (Protective layer) के हट जाने के कारण बहुत सारे सेल (cell) बन जाते हैं। जहाँ पर सुरक्षा परत टूट जाती है वह सतह एनोड का कार्य करने लगती है, जबकि जिन सतहों पर सुरक्षा परत होती है वह कैथोड का कार्य करती है। एनोड वाली सतह पर धीरे-धीरे संक्षारण होने लगता है। इस प्रकार का संक्षारण पम्प, टरबाइन, संघनित्र पाइप, पाइप फिटिंग्स आदि में होता है।

संक्षारण की दर को प्रभावित करने वाले कारक (Factors affecting the Rate of Corrosion)

संक्षारण की दर को प्रभावित करने वाले कारक निम्न हैं—

1. दो भिन्न-भिन्न धातुओं को जोड़कर विद्युत-अपचायक (Electrolyte) में डुबोने पर उत्पन्न विभवान्तर (Potential difference) के कारण।
2. स्थानीय प्रतिबल (Localized Stresses)।
3. ब्लो होल (Blow holes), अपशिष्ट पदार्थ आदि की उपस्थिति।
4. विलयन में दूसरे आयनों की उपस्थिति।
5. धातु की सतह पर शोषित गैसों की मात्रा।

उपरोक्त सभी कारकों की मात्रा बढ़ने पर संक्षारण बढ़ता है, जबकि कम होने पर संक्षारण की दर कम होती है।

संक्षारण की रोकथाम एवं नियंत्रण (Prevention and Control of Corrosion)

चूँकि संक्षारण कई प्रकार का होता है एवं कई प्रकार के वातावरण (Conditions) में संक्षारण होता है, इसलिए इसके रोकथाम एवं नियन्त्रण की विधियाँ भी कई प्रकार की होती हैं। संक्षारण बहुत ही हानिकारक होता है। इससे धातुएँ कमजोर हो जाती हैं। मशीनरी या वस्तुएँ अयोग्य हो जाती हैं। संक्षारण की रोकथाम एवं नियन्त्रण निम्नलिखित विधियों द्वारा किया जा सकता है—

1. संक्षारण प्रतिरोधी डिजाइन (Design against Corrosion),
2. मिश्र-धातुओं का उपयोग (Use of Alloys Additions),
3. निरोधक का उपयोग (Use of Inhibitors),
4. संक्षारण-वातावरण में नियन्त्रण (Control over Corrosive Environmant),
5. सुरक्षात्मक सतह-लेपन (Protective Surface Coatings), आदि।

1. संक्षारण प्रतिरोधी डिजाइन (Design against Corrosion)—कार्य के अनुसार उचित धातु का चुनाव करके तथा सही डिजाइन द्वारा संक्षारण को रोका जा सकता है। डिजाइन में संक्षारण को रोकने के लिए निम्न बातों का ध्यान रखना चाहिये—

(क) धातुओं में जोड़ (Joints) इस तरह के होने चाहिए कि उनमें दरार न हो तथा द्रव (Liquids) किसी स्थान पर रुका ना रहे।

(ख) दो भिन्न-भिन्न धातुओं के आपसी संयोग (Contact) से बचना चाहिए, जिससे गेल्वेनिक संक्षारण की सम्भावना को रोका जा सके।

(ग) धातु की सतह परिष्कृत (Finished/Polished) होनी चाहिए, क्योंकि खुरदरी (Rough) सतहों पर संक्षारण की सम्भावना अधिक होती है।

(घ) डिजाइन में नोकदार कोने (Sharp corners) नहीं होने चाहिएँ।

(ङ) संक्षारण प्रतिरोधी धातुओं को चुनाव करना चाहिए।

(च) उपकरणों या मशीनरी में ऐसा कोई स्थान नहीं होना चाहिए, जहाँ अपशिष्ट पदार्थ जमा हो सके। अपशिष्ट पदार्थ जैसे गंदगी, बाहरी धातुओं या धूल के कण आदि पिटिंग संक्षारण एवं इरोजन संक्षारण के कारक हैं।

2. मिश्र-धातुओं का उपयोग (Use of Alloy Additions)—धातुओं में उचित (Proper) मात्रा में एलॉयिंग तत्त्व मिलाकर उनका संक्षारण प्रतिरोध और सामर्थ्य बढ़ा सकते हैं। उदाहरण के लिए—

(क) स्टील में फास्फोरस एवं ताँबे के मिश्रण से वातावरणीय (Atmospheric) संक्षारण से बचाया जा सकता है।

(ख) स्टील (इस्पात) में क्रोमियम (Cr) एवं निकिल (Ni) भी संक्षारण प्रतिरोध बढ़ाते हैं।

3. निरोधक का उपयोग (Use of Inhibitors)—निरोधक रासायनिक यौगिक (Chemical compound) होते हैं, जो विद्युत-अपचायक (Electrolyte) में मिलाने पर एनोड और कैथोड को संक्षारण से सुरक्षित रखते हैं। एनोड (Anode) को बचाने वाले निरोधक क्रोमेट्स, फास्फेट्स आदि हैं जो लोहा एवं इस्पात को संक्षारण से बचाते हैं। इनके अलावा कार्बनिक एमीन्स, मर्केप्टन्स (Mercaptans), सल्फाइड्स (Sulphides) आदि भी निरोधक का कार्य करते हैं।

4. संक्षारण वातावरण में नियन्त्रण (Control over Corrosive Environment)—संक्षारण माध्यम (नमी, ऑक्सीकारक, उच्च ताप आदि) में सुधार करके संक्षारण को कम किया जा सकता है। **जैसे**—लौह-धातुओं के संक्षारण माध्यम में अक्रिय गैसों (He, H_2, H_2—N_2 का मिश्रण आदि) के उपयोग से संक्षारण को कम किया जा सकता है।

5. सुरक्षात्मक सतह-लेपन (Protective Surface Coatings)—संक्षारण के प्रभाव से बचने के लिए धातुओं पर विभिन्न प्रकार के लेपन (Coatings) लगाए जाते हैं। सामान्यतः सुरक्षात्मक लेपन के अग्र प्रकार उपयोग में आते हैं—

(क) **धात्विक लेपन**—जस्ता, क्रोमियम, ताँबा आदि धातुओं की पतली सतह चढ़ा दी जाती है। इसके लिए विद्युत-लेपन (Electroplating), डिपिंग (Dipping), गेल्वेनाइजिंग, मेटल स्प्रेइंग (Metal spraying) आदि विधियाँ अपनाई जाती हैं।

(ख) कार्बनिक लेपन **जैसे**—पेन्टिंग (Paintings) एवं वार्निशिंग।

(ग) सेरैमिक लेपन।

सारांश

पदार्थ—परमाणुओं एवं अणुओं से मिलकर पदार्थ का निर्माण होता है।

पदार्थ की आन्तरिक बनावट दो प्रकार की होती है—

(a) स्थूल संरचना, (b) सूक्ष्म संरचना।

(a) **स्थूल संरचना**—यह बिना किसी उपकरण के देखी जा सकती है।

(b) **सूक्ष्म संरचना**—यह बिना उपकरण के नहीं देखी जा सकती है। यह तीन भागों में वर्गीकृत किया गया है—

❖ क्रिस्टल संरचना ❖ इलेक्ट्रॉन संरचना ❖ नाभिकीय संरचना

परमाण्वीय संरचना—पदार्थों की संरचना, सूक्ष्म तत्त्वों से मिलकर बनती है, जिन्हें परमाणु कहते हैं। परमाणु के मुख्य अवयव निम्नलिखित हैं—

❖ इलेक्ट्रॉन ❖ प्रोटॉन ❖ न्यूट्रॉन

परमाणु बन्धन का वर्गीकरण—दो भागों में वर्गीकृत किया गया है—

❖ प्राथमिक बन्धन ❖ द्वितीयक बन्धन

प्राथमिक बन्धन—यह परमाणुओं में संयोजक इलेक्ट्रॉन की वजह से होता है। यह तीन प्रकार के होते हैं—

❖ आयनिक बन्धन ❖ सह-संयोजक बन्धन ❖ धात्विक बन्धन

द्वितीयक बन्धन—यह बन्धन प्राथमिक बन्धन से बहुत कमजोर होता है। दो प्रकार के द्वितीयक बन्धन पाए जाते हैं—

(i) हाइड्रोजन बन्धन (ii) वान्डर-वाल बन्धन

धातुओं में परमाणुओं का विन्यास

धातुएँ क्रिस्टलों के संयोजन से बनती हैं तथा क्रिस्टलों का निर्माण परमाणुओं के संयोजन से बनता है। परमाणुओं का विन्यास दो प्रकार का होता है—

❖ आण्विक संरचना ❖ क्रिस्टल संरचना

क्रिस्टल संरचना—परमाणुओं के नियमित त्रिविमीय पुनरावृत्ति से बने प्रारूप को क्रिस्टल कहते हैं।

क्रिस्टल पद्धति—यह सात प्रकार की होती है—

(i) घनाकार,
(ii) चतुष्कोणीय,
(iii) षट्कोणीय,
(iv) आर्थोरोम्बिक,
(v) रोम्बोहेड्रल,
(vi) मोनोक्लीनिक,
(vii) ट्राइक्लीनिक।

क्रिस्टल संरचना के प्रकार—तीन प्रकार की क्रिस्टल संरचना निम्नलिखित हैं—

(i) अन्तः केन्द्रित घन संरचना,
(ii) फलक केन्द्रित घन संरचना,
(iii) षट्भुजीय क्लोज्ड पैक संरचना।

(i) अन्तः केन्द्रित घन संरचना—इसमें इकाई कोशिका के प्रत्येक कोने पर एक परमाणु होता है तथा एक परमाणु घन के बीच में होता है। इसका APF = 0.68 होता है।

(ii) फलक केन्द्रित घन संरचना—इसमें इकाई कोशिका के प्रत्येक कोने पर एक परमाणु होता है तथा इसके अलावा इसके सभी छः फलकों के बीच में एक-एक परमाणु होता है। इसका APF = 0.74 होता है।

(iii) षट्भुजीय क्लोज्ड पैक संरचना—इसमें प्रत्येक कोने पर एक-एक परमाणु होता है। एक-एक परमाणु ऊपर एवं नीचे के षट्कोणीय फलकों पर होता है तथा एक-एक परमाणु तीन रोम्बसों के बीच में होता है। इसका APF = 0.74 होता है।

क्रिस्टल सममिति—किसी क्रिस्टल में परमाणुओं के एक निश्चित क्रम में व्यवस्था को क्रिस्टल-सममिति कहते हैं। यह तीन प्रकार की होती है—

- ❖ सममिति केन्द्र
- ❖ सममिति अक्ष
- ❖ सममिति तल

क्रिस्टल अपूर्णता या दोष—शुद्ध क्रिस्टल में दिक्-जालक के सभी बिन्दुओं पर परमाणु निश्चित क्रम में व्यवस्थित रहते हैं। परमाणुओं की इस आदर्श स्थिति में किसी भी तरह का बदलाव या परिवर्तन क्रिस्टल दोष या अपूर्णता कहलाता है। क्रिस्टल दोष के प्रकार निम्नलिखित हैं—

(i) बिन्दु दोष
- ❖ रिक्तता
- ❖ प्रतिस्थापन दोष
- ❖ अन्तरालीय दोष
- ❖ फ्रेंकेल दोष
- ❖ स्कॉटकी दोष

(ii) रेखा दोष
- ❖ सिरा विस्थापन
- ❖ स्क्रू विस्थापन

(iii) पृष्ठ दोष
- ❖ ट्वीनिंग दोष
- ❖ स्टैकिंग दोष

(iv) आयतन दोष

धातुओं का विरूपण—किसी धातु पिण्ड के आकार में बाह्य बल द्वारा होने वाले परिवर्तन को विरूपण कहते हैं।

विरूपण के प्रकार—यह दो प्रकार का होता है—

(a) प्रत्यास्थ विरूपण
(b) प्लास्टिक/सुघट्य विरूपण

फिसलन एवं युग्मन

फिसलन एक स्थाई विरूपण है। यह परमाणु के विस्थापन से सम्बन्धित होता है।

युग्मन में प्रविबलित क्रिस्टल के एक भाग के परमाणु दूसरे भाग के परमाणु के साथ इस प्रकार विरूपित होते हैं कि वे एक-दूसरे के दर्पण प्रतिबिम्ब दिखाई देते हैं।

शीत एवं तप्त रूपण

शीत रूपण—इसमें धातु पर कार्य उसके पुनः क्रिस्टलन ताप से कम ताप पर किया जाता है। प्रमुख प्रक्रम—

- ❖ शीत रोलिंग
- ❖ शीत स्पिनिंग
- ❖ शीत एक्सट्रूजन
- ❖ शीत फोर्जिंग
- ❖ शीत ड्रॉइंग

तप्त रूपण—इसमें धातु पर कार्य, धातु को पुनः क्रिस्टलन ताप से ऊपर लेकिन गलनांक से कम ताप तक गर्म करने के बाद किया जाता है। प्रमुख प्रक्रम निम्नलिखित है—

- ❖ तप्त रोलिंग
- ❖ तप्त फोर्जिंग
- ❖ तप्त स्पिनिंग
- ❖ तप्त एक्सट्रूजन
- ❖ तप्त ड्रॉइंग
- ❖ वेल्डेड पाइप एवं ट्यूब उत्पादन

पुनःलाभ, पुनःक्रिस्टलन एवं कण वृद्धि

पुनःलाभ—धातु को उच्च ताप पर गर्म करके उन्हें आंतरिक प्रतिबलों से मुक्त करना पुनःलाभ कहलाता है।

पुनःक्रिस्टलन—यह विकृति रहित एक समान दूरी पर नियमित आकार के नए कण का निर्माण होता है।

कण वृद्धि—यदि पुनः क्रिस्टलन के बाद भी धातु को उच्च ताप पर छोड़ दिया जाए तो उसमें कण-वृद्धि होने लगता है।

ठोस विलयन

विभिन्न अनुपात में मिले हुए दो या दो से अधिक पदार्थों के सर्वांगसम मिश्रण, जिनमें से एक पदार्थ अवश्य ही धातु हो, को ठोस घोल या विलयन कहते हैं।

ठोस विलयन के प्रकार—

(i) अन्तरालीय ठोस विलयन
(ii) प्रतिस्थापनीय ठोस विलयन

मिश्र धातुएँ

दो या दो से अधिक पदार्थों के सर्वांगसम मिश्रण जिनमें कम से कम एक घटक धातु हो, को मिश्र धातु कहते हैं।

उदाहरण—इस्पात, काँसा, पीतल।

अन्तर्धात्विक यौगिक

जब किसी ठोस घोल से दो भिन्न-भिन्न धातुओं द्वारा ऐसा यौगिक बनता है जिसकी क्रिस्टल संरचना एक जैसी नहीं होती है परन्तु उनके बीच में निश्चित अलगाव होता है और अलग ही रासायनिक सूत्र होता है, तो उसे अन्तर्धात्विक यौगिक कहते हैं।

उदाहरण—कॉपर एलुमिनाइड।

पुनः क्रिस्टलन को प्रभावित करने वाले कारक—

(i) शीत रूपण की तीव्रता
(ii) एनीलिंग
(iii) अशुद्धियों की प्रतिशत मात्रा

संक्षारण

पदार्थों का वातावरण के प्रभाव में रासायनिक, विद्युत-रासायनिक अथवा धातुकर्मीय अभिक्रिया द्वारा धीरे-धीरे क्षय होना संक्षारण कहलाता है।

संक्षारण के प्रकार—

(i) प्रत्यक्ष संक्षारण
(ii) विद्युत-रासायनिक संक्षारण
(iii) गेल्वेनिक संक्षारण
(iv) पिटिंग संक्षारण
(v) इरोजन संक्षारण

संक्षारण की दर को प्रभावित करने वाले कारक—

- ❖ विभवान्तर
- ❖ स्थानीय प्रतिबल
- ❖ ब्लो होल
- ❖ अपशिष्ट पदार्थ की उपस्थिति
- ❖ विलयन में दूसरे आयनों की उपस्थिति
- ❖ धातु की सतह पर शोषित गैसों की मात्रा

संक्षारण की रोकथाम एवं नियन्त्रण
निम्नलिखित विधि—

(i) संक्षारण प्रतिरोधी डिजाइन
(ii) मिश्र धातुओं का उपयोग
(iii) निरोधक का उपयोग
(iv) संक्षारण-वातावरण में नियन्त्रण
(v) सुरक्षात्मक सतह लेपन

अभ्यास प्रश्न

1. अनीलीकरण (Annealing) के सन्दर्भ में निम्न को समझाइये–
   (i) रिकवरी (Recovery), (2001)
   (ii) पुनः क्रिस्टलीकरण (Recrystallization), (2001)
   (iii) कण-विकास (Grain Growth)। (2001, 04)
2. प्लास्टिक विरूपण के सन्दर्भ में स्वच्छ चित्रों के माध्यम से डिस्लोकेशन (विस्थापन) तथा ट्विनिंग (युग्मन) को समझाइए। (2001)
3. ठोस विलयन किसे कहते हैं? समझाइए। (2001, 06, 08)
4. विभिन्न धातु-क्रिस्टल संरचनाओं को स्वच्छ रेखाचित्र द्वारा समझाइए। (2006)
5. धातु के क्रिस्टलों में कौन-कौन सी विसंगतियाँ (Defects) होती हैं? संक्षेप में वर्णन करें। (2003, 05, 09, 10)
6. पदार्थ में कितने प्रकार के बन्धन (Bond) होते हैं? धातु बन्धन (Metallic bond) को समझाइए। (2004)
7. धातु की संरचना का संक्षेप में वर्णन कीजिए। (2008)
8. आण्विक संरचना और क्रिस्टल संरचना पदों को परिभाषित कीजिए। (2009)
9. धातु के प्रत्यास्थ (Elastic) विरूपण को समझाइए। (2008)
10. धातुओं के अणुओं की संरचना के किस गुण के कारण वे ताप और विद्युत के अच्छे सुचालक (Good Conductor) होते हैं? (2010)
11. धातुओं की संरचना समझाइए तथा उसका धातुओं के भौतिक, यांत्रिक और अभियांत्रिक गुणों से सम्बन्ध की व्याख्या कीजिए। (2012)
12. द्वितीयक बन्धन (Secondary bond) क्या है? इसके प्रकारों (Types) का संक्षिप्त वर्णन कीजिए।
13. निम्नलिखित में अन्तर (Difference) स्पष्ट कीजिए–
   (i) शीत कर्मण (Cold working) और तप्त कर्मण (Hot working) (2013, 02, 05)
   (ii) स्लिप (Slip) और ट्विनिंग (Twinning) (2002)
   (iii) रिकवरी तथा पुनः क्रिस्टलीकरण (Recovery and Recrystallization) (2002)
   (iv) आर्द्र संक्षारण (Wet corrosion) और शुष्क संक्षारण (Dry corrosion) (2002)
   (v) आयनिक बन्धन (Ionic bond) और धात्विक बन्धन (Metallic bond) (2002)
   (vi) क्रिस्टलीय एवं रवेदार पदार्थों में अन्तर स्पष्ट कीजिए। (2006)
   (vii) मिश्र-धातु एवं अन्तर्धात्विक यौगिक।
14. क्रिस्टल-सममिति (Crystal symmetry) से आप क्या समझते हैं? सचित्र समझाइए।
15. क्रिस्टल-दोषों (Imperfections) के विभिन्न प्रकार बताइए।
16. ऐज (*Edge*) तथा स्क्रू डिस्लोकेशन (Screw dislocation) पर संक्षिप्त टिप्पणी कीजिए। (2002)

17. कण सीमायें (Grain boundaries) कैसे बनती हैं? समझाइए। (2010)
18. कणों की माप (Grain size) का धातुओं के गुणों पर क्या प्रभाव पड़ता है? (2012)
19. पुनः क्रिस्टलन ताप से आप क्या समझते हैं? इसको प्रभावित करने वाले कारकों का उल्लेख कीजिए।
20. धातुओं के विरूपण (Deformation) पर शीत तथा तप्त कर्मण (Cold and hot working) का क्या प्रभाव पड़ते हैं? (2011)
21. ठोस विलयन के विभिन्न प्रकारों का सचित्र वर्णन कीजिए।
22. धातुओं के अपरूपण (Allotropy of Metals) से आप क्या समझते हैं? समझाइए।
23. संक्षारण कितने प्रकार के होते हैं? किसी एक का संक्षिप्त वर्णन कीजिए।
24. संक्षारण पद को समझाइए। इसके कारण एवं रोकने की विधियाँ बताइए। (2011, 05)
25. संक्षारण को प्रभावित करने वाले विभिन्न कारक कौन-कौन से हैं?
26. निम्नलिखित का स्वच्छ चित्रों से समझाइए–
   (i) विद्युत-रासायनिक संक्षारण,
   (ii) पिटिंग संक्षारण (Pitting corrosion),
   (iii) गेल्वेनिक संक्षारण (Galvanic Corrosion),
   (iv) प्रत्यक्ष-रासायनिक संक्षारण।
27. संक्षारण की रोकथाम एवं नियंत्रण की विभिन्न विधियों का संक्षिप्त वर्णन कीजिए।
28. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–
   (i) रेखा दोष (Line defect),
   (ii) फ्रेंकल दोष एवं स्कॉटकी दोष (Frankel's and Schottky defects),
   (iii) प्लास्टिक विरूपण और प्रत्यास्थ विरूपण,
   (iv) क्रांतिक वियोजत कर्तन प्रतिबल (Critical resolved shear stress),
   (v) अन्तर्धात्विक यौगिक (Intermetallic compounds),
   (vi) मिश्र-धातुएँ (Alloys)।
29. धातु पर शीत प्रक्रम का वर्णन करें, सामान्यतः प्रयोग में आने वाले शीत प्रक्रमों का उल्लेख कीजिए। (2013)
30. धातु की क्रिस्टल संरचना से क्या तात्पर्य है? धातुओं की विशेषताओं ग्रेन साइज के असर की व्याख्या कीजिए। (2016)

वस्तुनिष्ठ प्रश्नावली

1. **प्रत्यास्थ विरूपण होता है–**
   (a) अस्थाई विरूपण (b) स्थाई विरूपण (c) दोनों (a) व (b) (d) इनमें से कोई नहीं
2. **प्लास्टिक विरूपण होता है–**
   (a) अस्थाई विरूपण (b) स्थाई विरूपण (c) दोनों (a) व (b) (d) इनमें से कोई नहीं
3. **फिसलन बर्गर वेक्टर के होता है–**
   (a) सामान्तर (b) लम्बवत् (c) रेखीय (d) सभी
4. **युग्मन होता है–**
   (a) एक विमीय (b) द्वि-विमीय (c) त्रि-विमीय (d) विमाहीन
5. **फिसलन किस क्रिस्टल संरचना में होता है?**
   (a) FCC (b) BCC
   (c) CPH (d) सभी

6. वियोजित क्रांतिक कर्तन प्रतिबल का मान होता है–
(a) $\frac{P}{A} \times \cos\lambda \times \cos\phi$ (b) $P \times \cos\lambda \times \cos\phi$ (c) $\cos\lambda \times \cos\phi$ (d) 1

7. HCP का APF होता है–
(a) 0.88 (b) 0.74 (c) 0 (d) 1

8. FCC का APF होता है–
(a) 0.88 (b) 0.74 (c) 0 (d) 1

9. BCC का APF होता है–
(a) 0.88 (b) 0.74 (c) 0 (d) 1

10. BCC के एक इकाई कोशिका में कितने परमाणु होते हैं?
(a) 9 (b) 14 (c) 17 (d) 1

11. FCC के एक इकाई कोशिका में कितने परमाणु होते हैं?
(a) 9 (b) 14 (c) 17 (d) 1

12. HCP के एक इकाई कोशिका में कितने परमाणु होते हैं?
(a) 9 (b) 14 (c) 17 (d) 1

13. आयनिक बन्धन में गलनांक बिन्दु है–
(a) शून्य (b) उच्च (c) मध्य (d) निम्न

14. वान्डर वाल्स बन्धन में ऊष्मा एवं विद्युत चालकता होती है–
(a) सुचालक (b) कुचालक (c) निष्क्रिय (d) इनमें से कोई नहीं

15. बहुलक का गलनांक बिन्दु होता है–
(a) उच्च (b) मध्य (c) निम्न (d) इनमें से कोई नही

16. सेरैमिक्स होता है–
(a) तन्य (b) भंगुर (c) कठोर (d) (a) एवं (b)

17. ताँबा में क्रिस्टल संरचना होती है–
(a) BCC (b) FCC (c) HCP (d) इनमें से कोई नहीं

18. शीत रूपण होता है–
(a) क्रिस्टलन ताप से कम (b) क्रिस्टलन ताप से अधिक
(c) क्रिस्टलन ताप के बराबर (d) इनमें से कोई नहीं

19. तप्त रूपण होता है–
(a) क्रिस्टलन ताप से कम (b) क्रिस्टलन ताप से अधिक
(c) क्रिस्टलन ताप के बराबर (d) इनमें से कोई नहीं

20. पुनः क्रिस्टलीकरण ताप होता है–
(a) $0.6\ T_m$ (b) $0.8\ T_m$ (c) $0.7\ T_m$ (d) T_m

उत्तरमाला

1. (a) 2. (c) 3. (b) 4. (b) 5. (a) 6. (a) 7. (b) 8. (b) 9. (a) 10. (a)
11. (b) 12. (c) 13. (b) 14. (b) 15. (c) 16. (d) 17. (b) 18. (a) 19. (b) 20. (a)

3
लौह धातुएँ
(Ferrous Metals)

परिचय (Introduction)

लौह धातुओं में कम-से-कम एक तत्त्व लोहा (Iron) होता है। अर्थात् धातु का वह रूप जिसका मूल अंश या मूल धातु लोहा होता है, उसे लौह धातु कहते हैं। इसमें सभी प्रकार के लोहे एवं स्टील सम्मिलित हैं। विश्व में सबसे अधिक उपयोग में आने वाली धातु लोहा है। लोहा प्रकृति में प्रचुर मात्रा में पाया जाता है। इसका उपयोग विभिन्न प्रकार की मिश्र-धातु को बनाने में किया जाता है। लोहा या लोहे का मिश्र-धातु सुई (Needle) से लेकर बड़े-बड़े पुल (Bridges), भवन (Buildings) आदि के निर्माण में प्रयोग किया जाता है। दैनिक कार्य से लेकर औद्योगिक कार्य तक हर जगह लोहा या लोहे की मिश्र-धातुओं से बने उपकरण, मशीन और वस्तुएँ उपयोग में आती हैं।

इंजीनियरिंग पदार्थ को दो वर्गों में विभाजित किया गया है—

- धात्विक पदार्थ
- अधात्विक पदार्थ

धात्विक पदार्थ दो प्रकार के होते हैं—

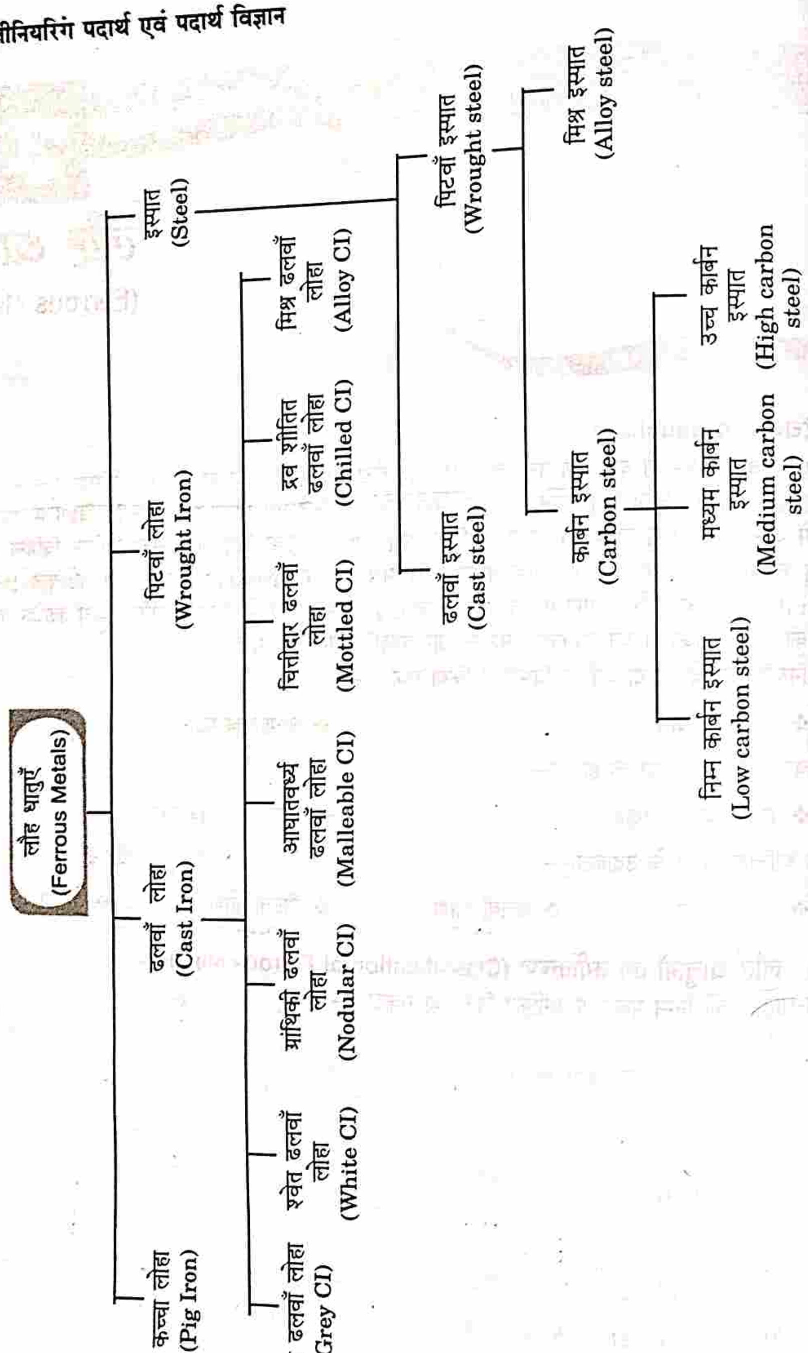
- लौह धात्विक पदार्थ
- अलौह धात्विक पदार्थ

लौह धात्विक पदार्थ के उदाहरण—

- कच्चा लोहा
- ढलवाँ लोहा
- पिटवाँ लोहा
- इस्पात

3.1 लौह धातुओं का वर्गीकरण (Classification of Ferrous Metals)

लौह-धातुओं को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है—



3.2 लौह अयस्क एवं प्राप्ति के स्थान (Sources of Iron Ores and Places of Availability)

लोहे की प्राप्ति लौह अयस्कों से धातुकर्मीय विधियों से की जाती है। लौह अयस्क खदानों से निकाले जाते हैं। लौह अयस्क सामान्यतः लोहे के सल्फाइड, ऑक्साइड एवं कार्बोनेट के रूप में पाए जाते हैं। लौह अयस्कों में बहुत तरह की अशुद्धियाँ भी होती हैं। लौह अयस्क कई प्रकार का होता है, **जैसे**—

(क) हीमेटाइट (Haematite)—इसका रासायनिक सूत्र Fe_2O_3 है। इस अयस्क में लोहा प्रचुर मात्रा में पाया जाता है। यह लाल रंग का होता है। इसमें सल्फर एवं फास्फोरस की अशुद्धि बहुत कम होती है। यह अयस्क झारखण्ड, बिहार, मध्य प्रदेश, उड़ीसा, आन्ध्र प्रदेश, छत्तीसगढ़, महाराष्ट्र एवं गोवा में पाया जाता है। इसमें 60-70% तक लोहा पाया जाता है।

(ख) सिडेराइट (Siderite)—इसका रासायनिक सूत्र $FeCO_3$ है। इसे आयरन-कार्बन भी कहते हैं। यह निम्न गुणवत्ता वाला लोहे का अयस्क है। इसमें 10-48% तक लोहा पाया जाता है। यह भूरे रंग का होता है।

(ग) लिमोनाइट (Limonite)—इसका रासायनिक सूत्र $3Fe_2O_3.3H_2O$ है। यह हाइड्रेटेड आयरन ऑक्साइड है। यह पीलापन लिए हुए होता है। इसमें 35-50% तक लोहा पाया जाता है। यह रानीगंज, गढ़वाल, मिर्जापुर (उ०प्र०) एवं कांगड़ा (हिमाचल प्रदेश) में पाया जाता है। इसका खनन सरल एवं सस्ता होता है।

(घ) मैग्नेटाइट (Magnetite)—इसका रासायनिक सूत्र Fe_3O_4 है। यह गहरे भूरे एवं काले रंग का होता है। इसे 'काला-अयस्क' भी कहते हैं। इसमें लोहे की मात्रा 60-72% के बीच होती है। यह सलेम और त्रिचिरापल्ली जिलों (तमिलनाडु), कर्नाटक, आन्ध्र प्रदेश और केरल राज्य में पाया जाता है। इस अयस्क में टाइटेनियम, वेनेडियम एवं क्रोमियम भी कुछ अनुपात में पाया जाता है।

(ङ) आयरन पायराइट (Iron Pyrite)—इसका रासायनिक सूत्र FeS_2 है।

देश के कुल लौह-अयस्क का 74% भाग हीमेटाइट अयस्क है। झारखण्ड सबसे बड़ा लौह अयस्क का उत्पादक राज्य है। भारत एशिया का सबसे बड़ा लौह-उत्पादक देश है।

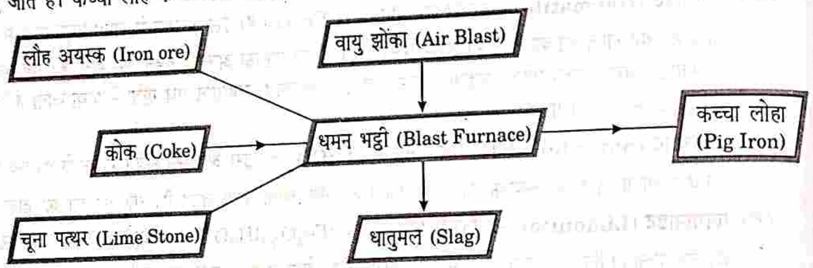
3.3 लौह-धातुओं के उत्पादन के प्रमुख कारखाने (Main Production Plants of Ferrous Metals)

भारत में लौह-धातुओं के उत्पादन के मुख्य कारखाने या संयंत्र निम्नलिखित हैं—

1. टाटा आयरन एवं स्टील कम्पनी (TISCO) — जमशेदपुर (झारखण्ड)
2. राष्ट्रीय इस्पात निगम लिमिटेड — विशाखापत्तनम (आन्ध्र प्रदेश)
3. भिलाई स्टील प्लांट — भिलाई (छत्तीसगढ़) (SAIL)
4. बोकारो स्टील प्लांट — बोकारो (झारखण्ड) (SAIL)
5. जे०एस०डब्लू (JSW) स्टील लिमिटेड — बेलारी (कर्नाटक)
6. दुर्गापुर स्टील प्लांट — दुर्गापुर (पश्चिम बंगाल) (SAIL)
7. इंडियन आयरन एण्ड स्टील कम्पनी लिमिटेड — बर्नपुर (पश्चिम बंगाल) (IISCO)
8. सलेम स्टील प्लांट — सलेम (तमिलनाडु)
9. राउरकेला स्टील प्लांट — राउरकेला (उड़ीसा) (SAIL)
10. टाटा स्पंज (Sponge) आयरन लिमिटेड — केंवझर (उड़ीसा)
11. जिन्दल स्टील एवं पावर लिमिटेड — रायगढ़ (छत्तीसगढ़)

3.4 कच्चा लोहा (Pig Iron)

कच्चा लोहा, लौह-अयस्क से प्राप्त अपरिष्कृत (Crude) एवं अशुद्ध (Impure) लोहा होता है। यह विभिन्न लौह उत्पादों (Products) के लिए मूल पदार्थ (Base Material) होता है। इससे ढलवाँ लोहा, पिटवाँ लोहा एवं इस्पात बनाए जाते हैं। कच्चा लोहे के उत्पादन को निम्न प्रवाह आरेख (Flow diagram) से समझ सकते हैं—



चित्र 3.1. कच्चे लोहे के उत्पादन का प्रवाह-आरेख

लौह अयस्क (Iron ore) को छोटे-छोटे टुकड़ों में पीसकर चुम्बकीय पृथक्करण (Magnetic separation) विधि द्वारा सान्द्रित कर लिया जाता है। इसके बाद भर्जन एवं निस्तापन (Roasting and calcination) करके उसे धमन भट्ठी (Blast Furnace) में गालक (Flux) एवं ईंधन के साथ डाला जाता है। गालक के रूप में चूने का पत्थर एवं ईंधन के रूप में कोक उपयोग किया जाता है। धमन भट्ठी से प्राप्त पदार्थ कच्चा लोहा होता है। धमन भट्ठी से प्राप्त कच्चे लोहे के निम्न घटक (Components) होते हैं—

1. लोहा — 92% से 95%
2. कार्बन — 3% से 4%
3. सिलिकन — 1% से 3%
4. फास्फोरस — 0.3% से 1.7%
5. सल्फर — 1% से कम

(उपरोक्त सभी — कच्चा लोहा)

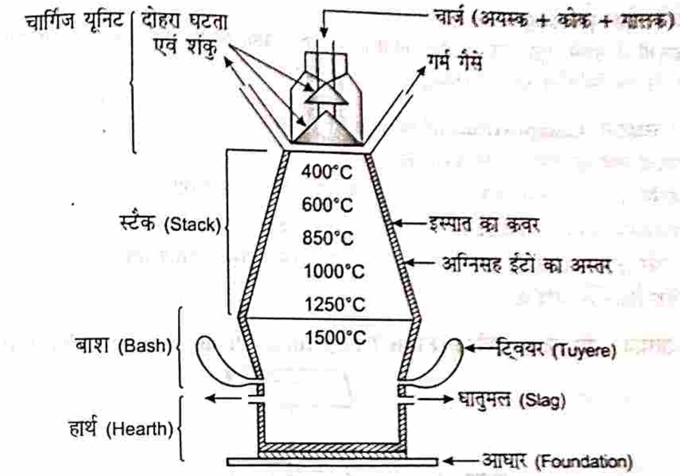
धमन भट्ठी (Blast Furnace)

धमन भट्ठी में कार्बन की अधिकता में लौह अयस्क को गर्म करके कच्चा लोहा प्राप्त किया जाता है। कार्बन अपचायक की भाँति कार्य करता है।

धमन भट्ठी के मुख्यतः निम्न भाग होते हैं—

1. हार्थ (Hearth)
2. बाश (Bash)
3. स्टैक (Stack)
4. चार्जिंग यूनिट (Charging unit)

ब्लास्ट फरनेस (Blast furnace) के निचले भाग को हार्थ कहते हैं। यह पिघले हुए लोहे के लिए कलेक्टिंग टैंक (Collecting tank) का कार्य करता है। धातुमल (Slag) पिघले (Molten) लोहे के ऊपर तैरता रहता है, जिसे ट्विवयर के नीचे बने निकास द्वार से निकाल लेते हैं। ट्विवयर से गर्म गैसों को ब्लास्ट फरनेस में झोंका जाता है। बाश क्षेत्र में सबसे अधिक ताप होता है। स्टैक के नीचे और ट्विवयर के ऊपर के भाग को बाश कहते हैं। स्टैक, चार्जिंग-यूनिट एवं बाश के बीच का भाग होता है। यह लगभग 18 मीटर तक की ऊँचाई में होता है। इसकी लम्बाई इस तरह होती है कि ऊपर से नीचे आते-आते पूरा लौह-अयस्क लोहे में अपचयित हो जाता है। इसमें ऊपर से नीचे की ओर 3 से 6° का फैलाव होता है। चार्जिंग यूनिट में दोहरा कप एवं शंकु मैकेनिज्म होता है, जो चार्ज (कोक + अयस्क + गालक) को धमन भट्ठी में



चित्र 3.2. धमन भट्ठी

डालने के लिए प्रयोग किया जाता है। यह गर्म गैसों को बाहर निकलने नहीं देता है। धमन भट्ठी में होने वाली प्रमुख रासायनिक अभिक्रियाएँ निम्न हैं—

1. $3Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$
2. $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$
3. $Fe_3O_4 + CO \longrightarrow 3FeO + CO_2$
4. $FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2$
5. $FeS + CaO + CO \longrightarrow CaS + Fe + CO$
6. $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$
7. $2Fe_2O_3 + 8CO \longrightarrow 7CO_2 + Fe + C$

कच्चे लोहे की प्रतिशत संरचना (Composition Percentage of Pig Iron)

कच्चे लोहे की प्रतिशत संरचना को ग्रेडिंग के माध्यम से व्यक्त किया जाता है। कच्चे लोहे की ग्रेडिंग से तात्पर्य इनमें सिलिकॉन, कुल कार्बन, सल्फर, संयुक्त कार्बन की मात्रा से है। सिलिकॉन एवं कुल कार्बन की मात्रा घटने तथा सल्फर एवं संयुक्त कार्बन की मात्रा बढ़ने से ग्रेडिंग में वृद्धि होती है।

ग्रेडिंग का वर्गीकरण निम्नलिखित है—

Grade-I Mild grey Iron with deep colour

Grade-II Mild grey Iron with light colour

Grade-III Hard and Strong Iron

Grade-IV Hard with 0.9% combined carbon

■ 3.5 पिटवाँ लोहा (Wrought Iron)

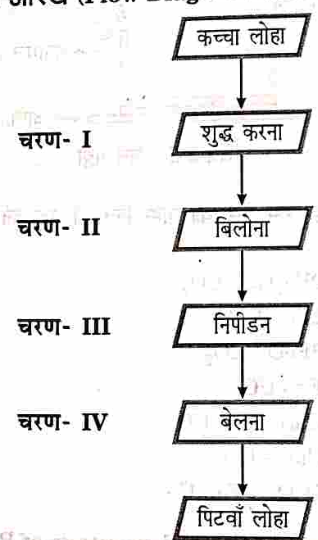
यह लौह धातुओं में सबसे शुद्ध होता है। यह 99.9% तक शुद्ध प्राप्त किया जाता सकता है। पिटवाँ लोहा, लोहा (सबसे शुद्ध रूप में) एवं सिलिकेट धातुमल (Slag) का मिश्रण होता है।

पिटवाँ लोहे का संघटन (Composition of Wrought Iron)

सामान्यत: पिटवाँ लोहे का संघटन निम्न प्रकार का होता है—

कार्बन (C)—0.02-0.03%
मैंगनीज (Mn)—0-0.02%
फास्फोरस (P)—0.05-0.25%
सिलिका (Si)—0.02-0.10%
सल्फर (S)—0.008-0.02%
धातुमल (Slag)—0.05-1.50%
लोहा (Iron)—शेष %

पिटवाँ लोहे के उत्पादन का प्रवाह आरेख (Flow Diagram of Production of Wrought Iron)



चित्र 3.3

चरण–1 शुद्ध करना (Refining)

इस चरण में कच्चे लोहे की धातु को पिघलाया जाता है तथा वायु की सहायता से धातु का ऑक्सीकरण किया जाता है। ऑक्सीकरण विधि की सहायता से धातु के अन्दर कार्बन एवं अन्य अशुद्धियों को दूर किया जाता है। अशुद्धियाँ दूर करने के पश्चात् पिघली धातु को साँचों में ढाल लिया जाता है। धातु का शीतलन तीव्र गति से होता है, जिससे धातु भंगुर हो जाती है।

चरण–2 बिलोना (Puddling)

शुद्ध कच्चे लोहे को टुकड़ों में तोड़कर परावर्तनी भट्ठी (Reverberatory furnace) में उच्च ताप पर पिघलाते हैं। परावर्तन भट्ठी में चार्ज का तापन, भट्ठी की छत से परावर्तित ऊष्मा द्वारा ज्ञात किया जाता है। इसमें चार्ज भट्ठी की आग के प्रत्यक्ष सम्पर्क में नहीं आता है। पिघली धातु में ऑक्सीकारक पदार्थ (**जैसे**—हैमेटाइट) को उच्च ताप एवं वायु के झोंके के साथ मिश्रित किया जाता है जिससे कार्बन, कार्बनिक अम्ल में परिवर्तित हो जाता है तथा शुद्ध लोहा गेंदों के रूप में एकत्र कर लिया जाता है। इन गेंदों को बिलोई गेंद (Puddled Ball) कहा जाता है।

चरण–3 निपीडन (Shingling)

इस चरण में बिलोई गेंदों को हथौड़ों की सहायता से पीटकर उनमें चिपकी राख एवं सिन्डर (Cinders) को पृथक् कर बिलोई गेंदों को आपस में जोड़कर ब्लूम (लगभग 150 किग्रा भार) का निर्माण किया जाता है।

चरण–4 बेलना (Rolling)

इस प्रक्रिया में ब्लूम को खाँचेदार रोलर की सहायता से लम्बी छड़ों में परिवर्तित कर लिया जाता है। गुणवत्ता सुधार के लिए इसे दोबारा पिघलाकर, बेलकर छड़ तैयार किया जाता है। इसके लिए बैसेमर कन्वर्टर का प्रयोग किया जाता है।

पिटवाँ लोहे के गुण (Properties of Wrought Iron)

पिटवाँ लोहे के प्रमुख गुण निम्नलिखित हैं—

1. पिटवाँ लोहे की तन्यता (Ductility), फोर्जेबिलिटी (Forgeability) एवं वेल्डनीयता (Weldability) बहुत अच्छी होती है।
2. इसकी संक्षारण (Corrosion) प्रतिरोधकता बहुत अच्छी होती है।
3. पिटवाँ लोहे की ढलाई (Casting) नहीं की जाती। इसे विभिन्न आकारों में पीटकर (Hammering), दाबकर (Pressing), फोर्जिंग आदि विधियों द्वारा बनाया जाता है।
4. इसमें फटीग प्रतिरोधकता (Fatigue Resistance) भी बहुत होती है।
5. इसमें धातुमल धागे या रिबन (Ribbon) रूप में समान वितरित होता है। इसकी वजह से पिटवाँ लोहे में तनन सामर्थ्य (Tensile strength) अच्छी होता है।
6. पिटवाँ लोहे को ऊष्मा-उपचार (Heat treatment) की आवश्यकता नहीं होती है।

पिटवाँ लोहे के उपयोग (Applications/Uses of Wrought Iron)

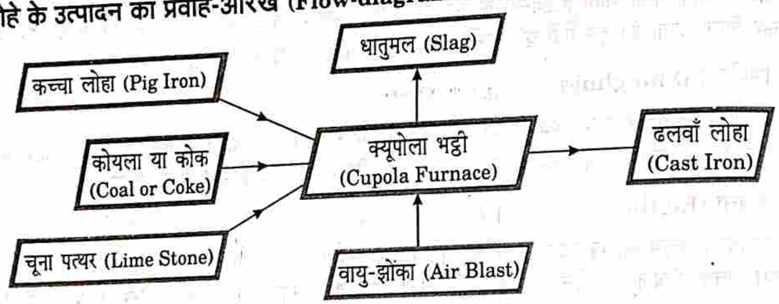
पिटवाँ लोहा अपनी उच्च सामर्थ्य एवं संक्षारण प्रतिरोधकता के कारण विभिन्न प्रकार के कार्यों में उपयोग किया जाता है। **जैसे**—

1. जमीन के नीचे पानी, सीवर एवं बिजली के पाइपों के रूप में।
2. चेन (Chain), क्रेन हुक (Crane Hook), चादर (Sheets), ग्रिल्स (Grills) आदि बनाने में।
3. डीजल निकास नलिका (Diesel exhaust pipe), कन्डेन्सर पाइप, कूलिंग टावर (Cooling tower) आदि के निर्माण में।
4. रिवेट (Rivets) और रेलवे कपलिंग (Couplings) बनाने में।

■ 3.6 ढलवाँ लोहा (Cast Iron)

कार्बन की प्रतिशत मात्रा के आधार पर जिन लौह-पदार्थों में कार्बन की मात्रा 2-6% के बीच होती है, उसे ढलवाँ लोहा (Cast Iron) कहते हैं। परन्तु वास्तविक तौर पर कार्बन की प्रतिशत मात्रा 2-4% के बीच ही होती है। इसका उपयोग विभिन्न आकार के ढलाइयाँ (Castings) बनाने में होता है, **जैसे**—गाड़ियों के ब्लॉक्स (Blocks), मशीनों के बेड एवं स्ट्रक्चर (Structure), बिजली के मोटरों का फ्रेम आदि। पिघली अवस्था में इसमें तरलता (Fluidity) अधिक होती है, जिससे यह ढलाई के लिए उपयुक्त समझा जाता है। यह भंगुर होता है। इसकी तनन सामर्थ्य (Tensile strength) कम होती है, जबकि संपीडन सामर्थ्य (Compressive Strength) अच्छी होती है।

ढलवाँ लोहे के उत्पादन का प्रवाह-आरेख (Flow-diagram for Production of Cast Iron)



चित्र 3.4. ढलवाँ लोहे के उत्पादन का प्रवाह-आरेख

ढलवाँ लोहे का उत्पादन (Production of Cast Iron)

ढलवाँ लोहा, क्यूपोला भट्ठी (Cupola furnace) में कच्चे लोहे को लोहे के स्क्रैप (Scrap iron), कोक एवं चूना पत्थर के साथ वायु के झोंके की उपस्थिति में गलाने से प्राप्त होता है। कोक ईंधन का कार्य करता है। चूना पत्थर गालक (Flux) का कार्य करता है एवं कच्चे लोहे से अशुद्धियों को अलग करता है। चूना पत्थर कच्चे लोहे से ऑक्साइड्स (Oxides) एवं ईंधन की राख (Ash) को भी अलग करता है। चित्र 3.4 द्वारा ढलवाँ लोहे की उत्पादन के विधि को समझ सकते हैं।

क्यूपोला भट्ठी (Cupola Furnace)

यह एक वेलनाकार खोल का बना होता है। इसकी दीवारें 6 से 10 मिमी मोटी इस्पात की चादरों से बनी होती हैं। इसमें अग्नि-सह ईंटों का अस्तर लगा होता है। इसे मुख्य रूप से पाँच जोन में विभाजित कर सकते हैं—

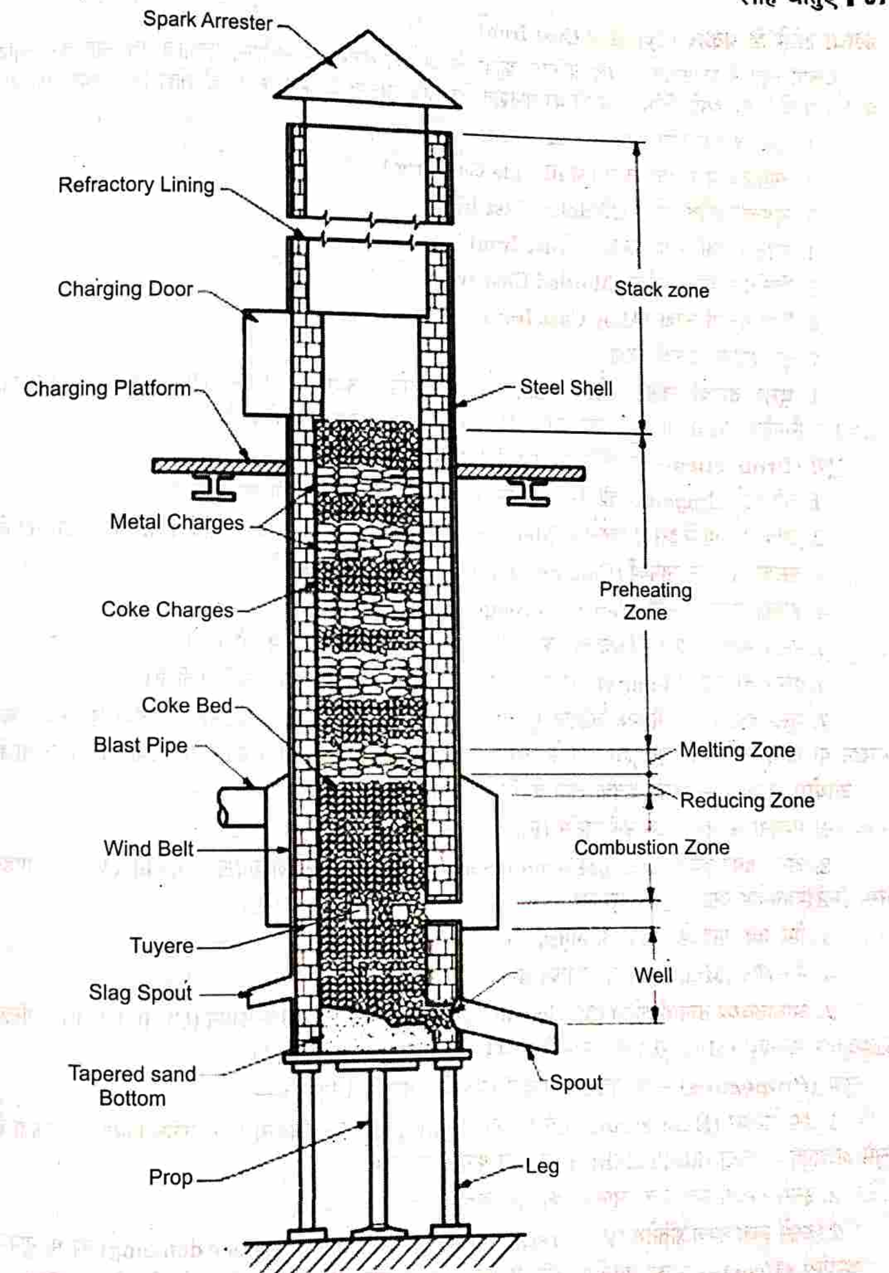
1. वेल (Well)—यह सबसे नीचे का भाग होता है, जहाँ से धातुमल एवं पिघला हुआ ढलवाँ लोहा निकाला जाता है।

2. दहन कक्ष (Combustion zone)—यह वेल के ऊपर एवं मेल्टिंग जोन के बीच का भाग होता है। इसमें ट्विवर एवं एयर ब्लास्ट इनलेट होता है।

3. मेल्टिंग जोन (Metling zone)—यह दहन कक्ष एवं प्रिहीटिंग जोन के बीच का भाग होता है।

4. प्रिहीटिंग जोन (Preheating zone)—यह स्टैक के नीचे का भाग होता है।

5. स्टैक जोन (Stack zone)—यह क्यूपोला भट्ठी का सबसे ऊपरी भाग होता है। इसके निचले भाग में चार्जिंग द्वार (Charging door) होता है, जिससे भट्ठी को समय-समय पर चार्ज (कोक + गालक + कच्चा लोहा) करते रहते हैं। क्यूपोला भट्ठी की क्षमता एक बार में 1–15 टन या इससे अभी अधिक लोहे को गलाने की होती है। सामान्यतः क्यूपोला भट्ठी की लम्बाई 6 मीटर एवं व्यास 1 मीटर से 2-5 मीटर तक होता है।



चित्र 3.5. क्यूपोला भट्ठी (Cupola furnace)

ढलवाँ लोहे के प्रकार (Types of Cast Iron)

ढलवाँ लोहे में सामान्यत: 2-4% प्रतिशत कार्बन के अलावा सल्फर, फास्फोरस, मैंगनीज एवं सिलिकन आदि अशुद्धि के रूप में होती हैं। इसके विभिन्न घटकों की प्रतिशत मात्रा एवं संरचना के अनुसार ढलवाँ लोहा निम्न प्रकार का होता है—

1. धूसर ढलवाँ लोहा (Grey Cast Iron)
2. आघातवर्ध्य ढलवाँ लोहा (Malleable Cast Iron)
3. नोडुलर ढलवाँ लोहा (Nodular Cast Iron)
4. श्वेत ढलवाँ लोहा (White Cast Iron)
5. चित्तीदार ढलवाँ लोहा (Mottled Cast Iron)
6. मिश्र ढलवाँ लोहा (Alloy Cast Iron)
7. द्रुत शीतित ढलवाँ लोहा

1. धूसर ढलवाँ लोहा (Grey Cast Iron)—इसमें 2.5-3.8% कार्बन (C), 1.1-2.8% सिलिकन (Si), 0.4-1% मैंगनीज (Mn), 0.15% फास्फोरस (P) एवं 0.10% सल्फर (S) होता है।

गुण (Properties)—इसके प्रमुख गुण निम्नलिखित हैं—

1. ग्रेफाइट (Graphite) की उपस्थिति के कारण यह भूरे (Grey) रंग का होता है।
2. लौह-धातुओं में इसका गलनांक (Melting point) सबसे कम होता है। गलनांक 1130°C-1250°C होता है।
3. इसकी संपीडन सामर्थ्य (Compression Strength) उच्च होती है।
4. इसकी तनन सामर्थ्य (Tensile Strength) कम होती है।
5. इसमें संक्षारण प्रतिरोधकता अधिक होती है। यह भंगुर (Brittle) भी होता है।
6. इसमें तरलता (Fluidity) एवं मशीनेबिलिटी (Machinability) अच्छी होती है।
7. धूसर ढलवाँ लोहे में एक विशिष्ट गुण होता है। वह गुण है कंपन (Vibration) को डैम्प (Damp) करने अर्थात् सोखने या खत्म करने का गुण। इस गुण के कारण यह मशीनों के बेड (beds) बनाने में उपयोग किया जाता है।

उपयोग (Uses)—धूसर ढलवाँ लोहे के निम्न उपयोग होते हैं—

1. मशीनों के बेड, फ्रेम एवं पार्ट्स (Parts) बनाने में।
2. अन्त: दहन इंजन (Internal combustion engine) के इंजन-ब्लॉक (Engine block), सिलिण्डर, पिस्टन रिंग, सिलिण्डर हेड आदि के निर्माण में।
3. गैस एवं पानी के पाइपों के निर्माण में।
4. मैन-होल (Manhole) के ढक्कन बनाने में, आदि।

2. आघातवर्ध्य ढलवाँ लोहा (Malleable Cast Iron)—इसमें 2-3% कार्बन (C), 0.6-1.3% सिलिकन (Si), 0.2-0.6% मैंगनीज (Mn), 0.15% फास्फोरस एवं 0.1% सल्फर (S) होता है।

गुण (Properties)—आघातवर्ध्य ढलवाँ लोहे के प्रमुख गुण निम्न हैं—

1. इसे पीटकर (Hammering) एवं बेलकर (Rolling) विभिन्न आकारों में परिवर्तित किया जा सकता है, क्योंकि इसमें आघातवर्ध्यनीयता (Malleability) का गुण पाया जाता है।
2. इसमें तन्यता एवं उच्च सामर्थ्य का गुण होता है।
3. इसमें उच्च घर्षण प्रतिरोध (Wear resistance) एवं कम्पन सहने (Vibration damping) का भी गुण होता है।

उपयोग (Uses)—इसका उपयोग कृषि उपकरणों के निर्माण में, वाहन उद्योग, रेलवे, गियर बॉक्स, यूनिवर्सल ज्वाइन्ट (Universal joint), कब्जे (Hinges), पहिये (Wheels) आदि के निर्माण में होता है।

3. नोडुलर ढलवाँ लोहा (Nodular Cast Iron)—इसमें 3.2-4.2% कार्बन (C), 1.1-3.5% सिलिकन (Si), 0.3-0.8% मैंगनीज (Mn), 0.08% फास्फोरस (P) एवं 0.2% सल्फर (S) होता है।

गुण (Properties)—नोडुलर ढलवाँ लोहे के प्रमुख गुण निम्नलिखित हैं—

1. इसमें ग्रेफाइट (Graphite) गोल-गोल कणों में पाया जाता है।
2. यह तन्य, कठोर एवं चीमड़ (Tough) होता है।
3. इसमें कम्पन सहने (Vibration damping) की क्षमता धूसर ढलवाँ लोहा से कम होती है।
4. मशीनेबिलिटी एवं घर्षण प्रतिरोध (Wear resistance) अच्छी होती है।

उपयोग (Uses)—नोडुलर ढलवाँ लोहे के उपयोग निम्नलिखित हैं—

1. कागज उद्योग की मशीनरी में,
2. कृषि उपकरणों एवं ट्रैक्टर के निर्माण में,
3. पम्प एवं कम्प्रेशर में,
4. रोलिंग मिल में,
5. वाल्व एवं वाल्व फिटिंग्स (Valve and Valve Fittings) आदि में होता है।

4. श्वेत ढलवाँ लोहा (White Cast Iron)—इसमें 1.8-3.6% कार्बन (C), 0.5-2.0% सिलिकन (Si), 0.2-0.8% मैंगनीज (Mn), 0.18% फास्फोरस (P) और 0.10% सल्फर होता है।

गुण (Properties)—इसके प्रमुख गुण निम्न हैं—

1. यह टूटने पर सफेद दिखाई देता है।
2. इसमें कार्बन सिमेन्टाइट (Fe_3C) के रूप में होता है। यह बहुत ही कठोर एवं भंगुर होता है।
3. इसमें घर्षण प्रतिरोध (Wear resistance) बहुत अच्छा होता है।
4. सामान्य परिस्थितियों में मशीनिंग करना कठिन होता है।

उपयोग (Uses)

1. इसका उपयोग आघातवर्ध्य ढलवाँ लोहा बनाने में होता है।
2. इसका उपयोग घर्षण-प्रतिरोधी (Wear resistant) वस्तुओं **जैसे**—पहियों (Wheels) की लाइनिंग (Lining), कोयले के क्रशिंग (Crushing), मशीन के 'बॉल' (Balls) आदि बनाने में होता है।

5. चित्तीदार ढलवाँ लोहा (Mottled Cast Iron)—इसमें कार्बन सिमेन्टाइट (Fe_3C) के रूप में तथा मुक्त अवस्था (ग्रेफाइट) दोनों ही तरह से होता है। यह मुक्त अवस्था (कार्बन) की वजह से भूरा एवं आयरन कार्बाइड (Fe_3C) की वजह से सफेद रंगों की उपस्थिति से चित्तीदार हो जाता है। इसमें मशीनिंग बहुत ही मुश्किल से होती है।

उपयोग (Uses)

1. इसका उपयोग इंजन के लाइनर्स (Engine liners) एवं प्रेस-स्लीव (Press sleeves) बनाने में होता है।

6. मिश्रित ढलवाँ लोहा (Alloy Cast Iron)—ढलवाँ लोहे में वांछित (necessary) गुण लाने के लिए उसमें ढलाई के समय आवश्यकतानुसार विभिन्न धात्विक तत्त्व (Metallic elements) मिलाए जाते हैं। इस प्रकार प्राप्त ढलवाँ लोहे को मिश्र ढलवाँ लोहा (Alloy Cast Iron) कहते हैं। एलॉयिंग तत्व के रूप में निकिल (Ni), क्रोमियम (Cr), टंगस्टन (W), मॉलिब्डेनम (Mo), ताँबा (Cu) आदि तत्वों का उपयोग होता है।

गुण (Properties)—मिश्र ढलवाँ लोहे का गुण उसमें मिश्रित (Alloyed) तत्त्वों पर निर्भर करता है। **जैसे**—

1. निकिल (Ni) लोहे के कणों को परिष्कृत (Refine) करता है एवं सामर्थ्य (Strength) को बढ़ाता है।

2. क्रोमियन (Cr) लोहे में झटका (Impact) सहने की सामर्थ्य को बढ़ाता है तथा लोहे को संक्षारण (Corrosion) प्रतिरोधी बनाता है।

3. ताँबा (Cu) लोहे में तन्यता को बढ़ाता है तथा संक्षारण प्रतिरोध भी बढ़ाता है।

4. टंगस्टन (W) एवं मॉलिब्डेनम (Mo) लोहे में उच्च ताप पर कठोरता बनाए रखता है। इससे बने एलॉय कास्ट आयरन की सामर्थ्य (Strength), घर्षण प्रतिरोधकता (Wear resistance) एवं संक्षारण प्रतिरोधकता अधिक होती है।

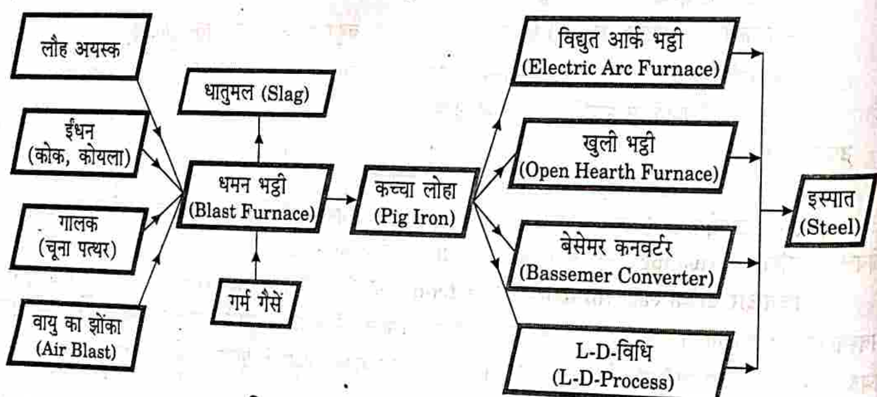
उपयोग (Uses)—इसका उपयोग हाइड्रोलिक मशीन एवं अन्तःदहन इंजन के पार्ट्स (Parts) **जैसे**—सिलिण्डर, सिलिण्डर लाइनर (Cylinder liner), पिस्टन रिंग (Piston rings) आदि बनाने में होता है।

7. द्रुत शीतित ढलवाँ लोहा—विभिन्न प्रकार के ढलवाँ लोहे के रोल्स, एनविल, रेलवे कैरीज पहिए के लिए द्रुत शीतित ढलवाँ लोहे का प्रयोग किया जाता है। इसमें एक सतह को तीव्र गति से ठण्डा किया जाता है, शेष भाग को धीरे-धीरे मन्द गति से ठण्डा किया जाता है।

■ 3.7 इस्पात (Steel)

कार्बन की प्रतिशत मात्रा के आधार पर जिन लौह पदार्थों की प्रतिशत मात्रा 2% से कम होती है, उन्हें स्टील (इस्पात) कहते हैं। मूल रूप से इस्पात लोहा (Fe) एवं कार्बन (C) का मिश्र-धातु है। इसमें विभिन्न तत्त्व (Elements) अलग-अलग गुणों को समावेशित करने के लिए मिलाए जाते हैं। इस्पात में कार्बन, आयरन कार्बाइड (Fe_3C) के रूप में होता है। सामान्यतः इस्पात कच्चा लोहा (Pig Iron) एवं पिटवाँ लोहा (Wrought Iron) से बनाया जाता है। कच्चे लोहे से इस्पात का उत्पादन सस्ता पड़ता है।

इस्पात के उत्पादन का प्रवाह-आरेख (Flow Diagram of Production of Steel)



चित्र 3.6. इस्पात के उत्पादन का प्रवाह-आरेख

इस्पात के सामान्य गुण (General Properties of Steel)

इस्पात के सामान्य गुण निम्नलिखित हैं—

1. कार्बन की प्रतिशत मात्रा बढ़ने पर इस्पात में कठोरता (Hardness) बढ़ती है तथा तन्यता (Ductility) घटती है।
2. इसका घनत्व (Density) 7.8 gm/cm^3 होता है।
3. सामान्यतया इस्पात में उच्च प्रत्यास्थता (Elasticity) का गुण होता है।

4. सामान्यतया सभी इस्पात आघातवर्धनीय (Malleable) होते हैं।
5. इस्पात में तनन सामर्थ्य (Tensile strength) एवं संपीडन सामर्थ्य (Compressive strength) उच्च होती है।

इस्पात का वर्गीकरण (Classification of Steel)

इस्पात का वर्गीकरण उत्पादन की विधि के आधार पर, कार्बन की प्रतिशत मात्रा के आधार पर एवं एलॉयिंग तत्त्वों (Alloying elements) के आधार पर किया जा सकता है।

(i) कार्बन की प्रतिशत मात्रा के आधार पर इस्पात का वर्गीकरण—कार्बन की प्रतिशत मात्रा के आधार पर इस्पात निम्न प्रकार के होते हैं—

(a) **निम्न कार्बन इस्पात** (Low Carbon Steel)—इसमें कार्बन की प्रतिशत मात्रा 0.3% से कम होती है। इसे मृदु इस्पात (Mild Steel) भी कहते हैं। इसमें तन्यता (Ductility) एवं आघातवर्धनीयता (Malleability) का गुण पाया जाता है। वेल्डेबिलिटी (Weldability) का भी गुण पाया जाता है। इसकी तनन सामर्थ्य 390-550 MPa (N/mm^2) होती है। इसका उपयोग तार (Wires), चादर (Sheets), रिवेट (Rivets), चेन (Chain), पाइप (Pipes), गियर, कैमशाफ्ट (Camshaft), वाल्व (Valve), कनेक्टिंग रॉड (Connecting rod), सिलिण्डर (Cylinder), भवन निर्माण (Building construction) आदि में होता है।

(b) **मध्यम कार्बन इस्पात** (Medium Carbon Steel)—इसमें कार्बन की प्रतिशत मात्रा 0.3% से 0.6% के बीच होती है। इसकी तनन सामर्थ्य 750 MPa से 1230 MPa (N/mm^2) के बीच होती है। इसका उपयोग गियर शाफ्ट, एक्सल (Axle), चाबियाँ (Keys), क्रैंक शाफ्ट, सेट स्क्रू (Set Screw), बोल्ट (Bolts), क्लच डिस्क (Clutch Disc) आदि बनाने में होता है।

(c) **उच्च कार्बन इस्पात** (High Carbon Steel)—इसमें कार्बन की प्रतिशत मात्रा 0.6-1.5% के बीच होती है। इसकी तनन सामर्थ्य 1400 MPa (N/mm^2) तक होती है। इसका उपयोग कटिंग टूल्स (Cutting tools), डाई-ब्लॉक (Die-Block), रेल की पटरी, कमानी (Leaf Spring), टैप एवं डाई (Taps and Dies) आदि बनाने में होता है।

(ii) घटकों के आधार पर इस्पात का वर्गीकरण (Classification of Steel on Composition)— इसके आधार पर इस्पात तीन प्रकार का होता है—मिश्र इस्पात, कार्बन इस्पात एवं विशिष्ट इस्पात।

1. मिश्र-इस्पात (Alloy Steel)—वह इस्पात जिसमें एक या एक से अधिक तत्त्व किसी विशेष यांत्रिक, भौतिक, धातुकर्मीय या विद्युत गुणों के लिए मिलाया जाता है, मिश्र-इस्पात कहलाता है। सामान्य तौर पर इस्पात में एलॉयिंग तत्त्व के रूप में निकिल, क्रोमियम, वेनेडियम, मैंगनीज, सिलिकन, ताँबा, टंगस्टन, मॉलिब्डेनम, नियोबियम आदि मिलाए जाते हैं। कुछ मिश्र-इस्पात एवं उनके उपयोग निम्न प्रकार हैं—

(a) **स्टेनलेस या बेदाग इस्पात** (Stainless Steel)—इसका उपयोग बर्तन बनाने में, ऑटोमोबाइल उद्योग, खाद्य प्रसंस्करण उद्योग, चिकित्सा एवं स्वास्थ्य सेवाओं आदि में होता है क्योंकि इसमें संक्षरण एवं दाग-धब्बा नहीं लगता है।

(b) **हाई-स्पीड स्टील** (HSS)—इसका उपयोग कर्तन औजारों (Cutting tools) में होता है। इस इस्पात में उच्च ताप पर अपनी कठोरता (Hardness) बनाए रखने का गुण होता है। इसके अलावा यह इस्पात झटका (Shock) भी सह सकता है।

(c) **सिलिकन इस्पात**—इसमें चुम्बकीय गुण होता है। इसका उपयोग ट्रांसफार्मर, पावर जनेरेटर, विद्युत मोटर आदि में होता है।

2. कार्बन इस्पात या प्लेन कार्बन इस्पात (Plain Steel or Carbon Steel)—इसमें कोई विशेष तत्व नहीं मिलाया जाता है। यह तीन प्रकार का होता है—

(a) निम्न कार्बन इस्पात या मृदु इस्पात (Low Carbon Steel or Mild Steel),

(b) मध्यम कार्बन इस्पात, और

(c) उच्च कार्बन इस्पात।

3. विशिष्ट इस्पात (Special Steel)—ये इस्पात विशेष गुणों के लिए बनाए जाते हैं।

(iii) उपयोग के आधार पर इस्पात का वर्गीकरण (Classification of steel based on end use)— इसके आधार पर इस्पात का वर्गीकरण निम्न हैं—

1. स्ट्रक्चरल इस्पात,
2. कन्सट्रक्शनल इस्पात,
3. डीप-ड्राइंग इस्पात,
4. फोर्जिंग क्वालिटी इस्पात,
5. रेल इस्पात आदि।

इस्पात के उत्पादन की विधियाँ (Methods of Production of Steel)

इस्पात के उत्पादन की प्रमुख विधियाँ निम्नलिखित हैं—

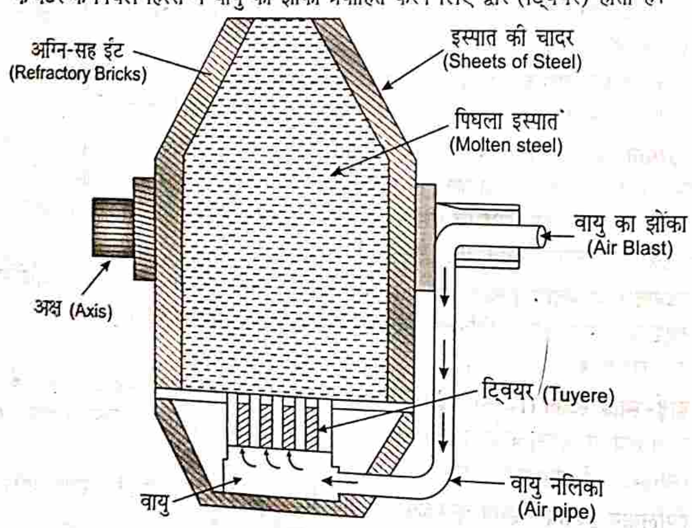
(i) बेसेमर कन्वर्टर विधि (Bessemer Converter Process),

(ii) खुली भट्ठी विधि (Open Hearth Process),

(iii) L-D विधि (L-D Process),

(iv) विद्युत-आर्क भट्ठी विधि (Electric Arc Furnace Process)।

(i) बेसेमर कन्वर्टर विधि (Bessemer Converter Process)—बेसेमर कन्वर्टर एक अण्डाकार पात्र (Container) होता है, जिसे अक्ष के सापेक्ष तिरछा (Tilt) किया जा सकता है। इसकी बाहरी सतह इस्पात (Steel) का खोल (Cover) का बना होता है, जिसमें अग्निसह ईंटों का अस्तर (Lining) लगा होता है। कन्वर्टर के निचले हिस्से में वायु का झोंका प्रवाहित करने लिए द्वार (ट्विवयर) होता है।



चित्र 3.7. बेसेमर कन्वर्टर

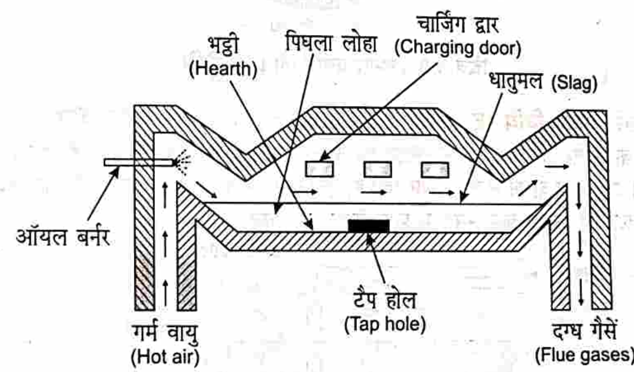
बेसेमर कन्वर्टर को तिरछा करके पिघला हुआ कच्चा लोहा (Pig Iron) कन्वर्टर में डालकर कन्वर्टर को सीधा कर देते हैं। सीधा करने के बाद नीचे से वायु का झोंका प्रवाहित करते हैं, जिससे अशुद्धियाँ ऑक्सीकृत हो जाती हैं। यह अशुद्धियाँ (Impurities) धातुमल (Slag) के रूप में तैरने लगती हैं।

इसमें आवश्यकतानुसार कार्बन मिलाकर, थोड़ी देर के लिए फिर से वायु का झोंका प्रवाहित करते हैं। बाद में पिघले इस्पात को कन्वर्टर को तिरछा करके बाहर निकाल लेते हैं।

(ii) खुली भट्ठी विधि (Open Hearth Process)—इसमें बेसिन (नाँद) के रूप में भट्ठी (Hearth) होती है जिसमें अग्निसह ईंटों का अस्तर लगा होता है।

इस भट्ठी की क्षमता 60 टन से 500 टन की होती हैं इसकी संरचना चित्र 3.8 में प्रदर्शित होती है। भट्ठी के एक तरफ चार्जिंग द्वार होता है जबकि दूसरी तरफ एक टैप होल (छिद्र) होता है, जिससे ढलाई के लिए पिघला लोहा निकाला जाता है। भट्ठी के दोनों किनारों पर गर्म गैसों के आने-जाने के लिए द्वार होता है।

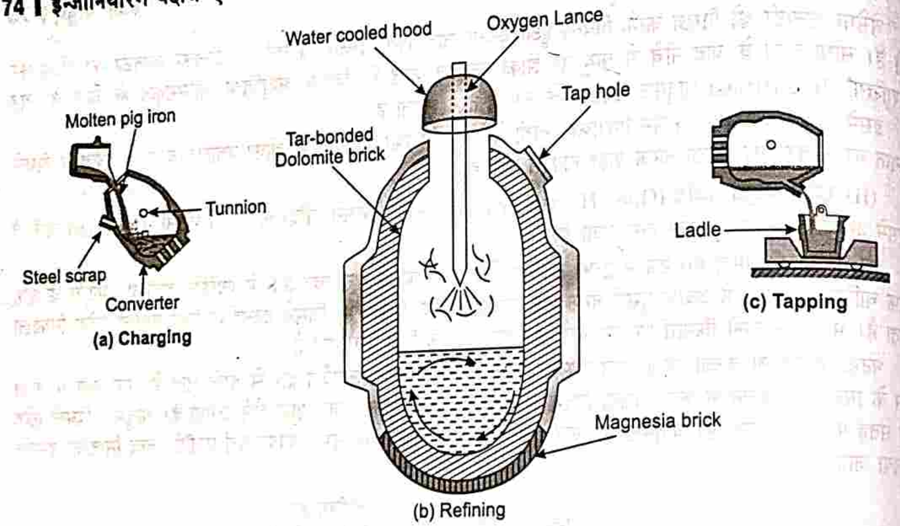
भट्ठी में पिघला कच्चा लोहा, स्टील स्क्रैप, चूना पत्थर एवं कोक चार्जिंग द्वार से डाले जाते हैं। गर्म हवा व कोल गैस के मिश्रण के जलने से कच्चा लोहा पिघल जाता है एवं ऑक्सीकृत होकर शुद्ध होने लगता है। धातुमल पिघले लोहे की सतह पर तैरने लगता है। धातुमल को अलग करने के बाद आवश्यकतानुसार कार्बन एवं एलॉइंग तत्व मिलाकर इस्पात बनाया जाता है।



चित्र 3.8. खुली भट्ठी (Open furnace)

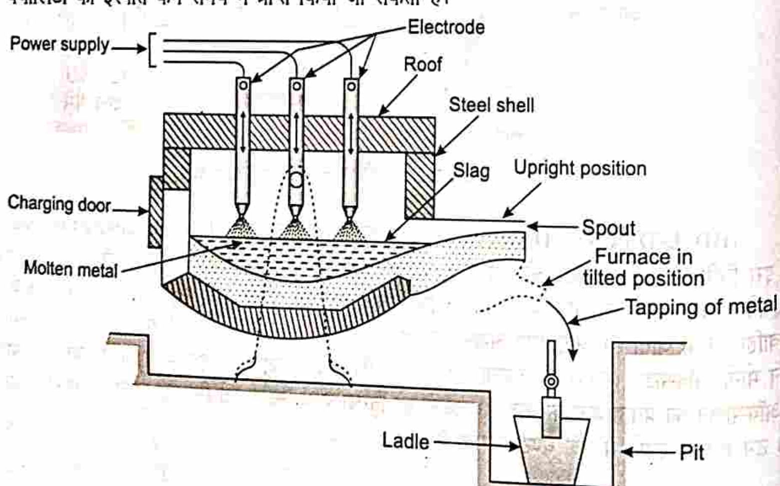
(iii) L-D विधि (L-D Process)—इसे लिंज-डोनाविट्ज विधि (Linz Donawitz Process) भी कहते हैं।

इस विधि में L-D कन्वर्टर को तिरछा करके चार्ज (कच्चा लोहा + आयरन स्क्रैप + चूना पत्थर + कोक) डाला जाता है। इसके बाद कन्वर्टर को सीधा कर लेते हैं। इसके बाद लोहे के पिघल जाने पर, ऑक्सीजन को अधिक दाब पर भट्ठी में प्रवाहित किया जाता है। अशुद्धियाँ ऑक्सीकृत होकर धातुमल (Slag) के रूप में तैरने लगती हैं। ऑक्सीकरण के दौरान कार्बन मोनो-ऑक्साइड (CO) की ज्वाला उत्पन्न होती है। लोहे के शुद्ध हो जाने पर CO की ज्वाला समाप्त हो जाती है, तब ऑक्सीजन का प्रवाह बन्द कर देते हैं। भट्ठी को तिरछा करके स्टील को निकाला जाता है। सामान्यतया L-D विधि से 100 टन इस्पात बनाने में एक घण्टा लगता है।



चित्र 3.9. इस्पात बनाने की L–D विधि

(iv) विद्युत-आर्क भट्ठी विधि (Electric Arc Furnace Process)—विद्युत आर्क भट्ठी इस्पात के कवर (Cover) में सिलिका के अस्तर (अम्लीय) या मैग्नेसाइट की अस्तर (क्षारीय) वाली भट्ठी होती है। इसमें ऊष्मा, विद्युत-आर्क द्वारा प्राप्त की जाती है। इलेक्ट्रोड बेसिन में लटके हुए रहते हैं, इन्हें ऊपर-नीचे किया जा सकता है। यह अपेक्षाकृत महँगी विधि है। इससे उच्च क्वालिटी का इस्पात कम समय में प्राप्त किया जा सकता है।

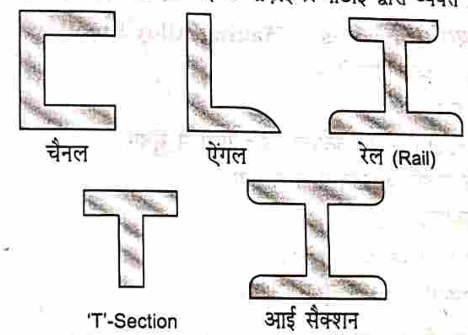


चित्र 3.10. विद्युत-आर्क भट्ठी

मार्केट में उपलब्ध इस्पात के विभिन्न सेक्शन एवं उनके आकार और विशिष्टियाँ (Availability of various Sections of Steel in Market, its forms and Specification)

इस्पात के विभिन्न मानक साइज (Standard sizes) को उसकी विशिष्टियाँ कहते हैं। मार्केट में कार्य के अनुसार विभिन्न प्रकार के इस्पात के सेक्शन्स (अनुप्रस्थ-काट) एवं आकार मिलते हैं। यह सब एक मानक (Standard) के अनुसार बनाए जाते हैं। इनका क्रय-विक्रय (Sale-purchase) भी इन्हीं मानकों के अनुसार होता है। कुछ प्रमुख इस्पात के सेक्शन्स (Sections) एवं उनके मानक साइज (Standard size) निम्न हैं—

(i) ऐन्गल, आई, एच, चैनल सेक्शन्स—ये सब अनुप्रस्थ-काट तप्त रोलिंग (Hot rolling) द्वारा ब्लूम या बिलेट से बनाए जाते हैं। इनका उपयोग कन्सट्रक्शन के कार्यों के लिए किया जाता है। इनका मानक साइज, इनके अनुप्रस्थ काट के नाम और लम्बाई × चौड़ाई × मोटाई द्वारा व्यक्त किए जाते हैं।



चित्र 3.11. विभिन्न प्रकार के सेक्शन्स

(ii) रेल (Rails)—ये भी तप्त रोलिंग द्वारा बनाए जाते हैं। इनका उपयोग रेलगाड़ी एवं ट्राम के ट्रैक बनाने के लिए किया जाता है।

(iii) तार (Wires)—ये कोल्ड ड्राइंग (Drawing) द्वारा बनाए जाते हैं। ये (Coils) कुंडलियों में बेचे जाते हैं।

(iv) छड़ एवं सरिया (Bars and Rods)—ये तप्त रोलिंग (Hot rolling) या फोर्जिंग द्वारा बनाए जाते हैं। इसके अनुप्रस्थ-काट गोल (Round), वर्गाकार (Squares), षट्कोणीय, आयताकार (Flats) हो सकते हैं। इनका उपयोग विभिन्न यांत्रिकी के कार्यों, कृषि कार्यों, घरेलू उपयोग, फर्नीचर उद्योग आदि में होता है। गोल (Round) छड़ एवं सरिया का मानक साइज व्यास (Diameter) द्वारा व्यक्त किया जाता है। ये 5 मिमी से 200 मिमी तक व्यास में मिलते हैं तथा किग्रा (kg) में बेचे जाते हैं।

(v) CTD (Cold Worked-Twisted and Deformed) या TMT (Thermo-mechanically treated) **छड़ या सरिया**—ये तप्त रोलिंग द्वारा बनाए जाते हैं। इनका उपयोग सिविल इंजीनियरिंग के कार्यों, कन्सट्रक्शन में होता है। इनका मानक (Standard) साइज भी व्यास (Diameter) द्वारा व्यक्त किया जाता है तथा ये भी किग्रा (kg) में बेचे जाते हैं।

(vi) प्लेट (Plates)—इनकी मोटाई 5 मिमी से अधिक एवं चौड़ाई 500 मिमी से अधिक होती है। ये सीधे लम्बाई में मिलते हैं। इनका उत्पादन भी तप्त रोलिंग द्वारा होता है।

(vii) चादरें (Sheets)—5 मिमी से कम मोटाई और 500 मिमी से अधिक चौड़ाई के स्टील उत्पाद (Product) को चादर कहते हैं। ये तप्त रोलिंग (Hot rolling) या शीत रोलिंग (Cold rolling) द्वारा बनाए जाते हैं।

इन पर कोटिंग भी चढ़ाई जा सकती है। बनाने की विधि के अनुसार ये संगतत: (Correspondingly) HR शीट, CR शीट या कोटेड शीट कहलाते हैं।

(viii) पट्टी (Strips)—ये तप्त या शीत रोलिंग द्वारा बनाई जाती हैं। ये रोल करके बेची जाती हैं। इनकी चौड़ाई 1000 से 1550 मिमी के बीच में होती है।

3.8 मिश्र इस्पात (Alloy Steel)

यदि इस्पात में कार्बन के अलावा अन्य एलॉयंग तत्व एक निश्चित मात्रा में मिलाए जाते हैं, तो इस प्रकार प्राप्त इस्पात को एलॉय/मिश्र-इस्पात कहते हैं। एलॉयिंग तत्व (Alloying elements) मिलाने से इस्पात के गुणों में वांछित परिवर्तन हो जाता है।

मिश्र-इस्पात बनाने के उद्देश्य (Purposes of Making Alloy Steel)

मिश्र-इस्पात बनाने के निम्न उद्देश्य निम्न हैं—

1. संक्षारण प्रतिरोध में सुधार,
2. तन्यता, चीमड़पन (Toughness), कठोरता आदि गुणों में सुधार,
3. उच्च या निम्न ताप पर इस्पात के सामर्थ्य में स्थिरता,
4. कणों के आकार में नियंत्रण,
5. घर्षण प्रतिरोध (Wear resistance) में सुधार,
6. मशीनेबिलिटी (Machinability) में सुधार आदि।

इस्पात में मिलाए जाने वाले तत्वों के प्रभाव (Effects of Alloying Elements)

इस्पात में मिलाए जाने वाले तत्व (Elements) और उनके इस्पात के यांत्रिक गुणों पर प्रभाव निम्नलिखित हैं—

(i) क्रोमियम (Cr)—यह इस्पात में संक्षारण प्रतिरोध, घिसाई एवं घर्षण प्रतिरोध बढ़ाता है। इससे उच्च-ताप सहने की क्षमता भी बढ़ती है। इस्पात में कठोरपन (Hardening) के लिए तैयार होने की क्षमता भी बढ़ती है।

(ii) निकिल (Ni)—इससे चीमड़पन (Toughness) एवं झटका सहने की क्षमता बढ़ती है। यह संक्षारण प्रतिरोध भी बढ़ाता है।

(iii) कोबाल्ट (Co)—यह उच्च ताप पर कठोरता बनाए रखता है एवं झटका सहने की सामर्थ्य भी बढ़ाता है।

(iv) मैंगनीज (Mn)—यह इस्पात में कठोरता बढ़ाता है। इससे तन्यता एवं वेल्डेबिलिटी कम होती है।

(v) टंगस्टन (W)—यह कठोरता एवं घर्षण प्रतिरोधकता बढ़ाता है तथा उच्च ताप पर सामर्थ्य को बनाए रखता है।

(vi) वेनेडियम (V)—यह इस्पात के कणों को परिष्कृत (Refine) करता है, कठोरण क्षमता बढ़ाता है। तन्यता को बरकरार रखते हुए सामर्थ्य बढ़ाता है।

(vii) मॉलिब्डेनम (Mo)—यह संक्षारण एवं घिसाई (Abrasion) प्रतिरोध बढ़ाता है। यह क्रोमियम, मैंगनीज एवं वेनेडियम के साथ उपयोग करने पर सामर्थ्य, चीमड़पन एवं रक्त-तप्त सामर्थ्य बढ़ाता है।

(viii) सिलिकन (Si)—यह निम्न मिश्र-इस्पात के सामर्थ्य को बढ़ाता है, ऑक्सीकरण को रोकता है तथा चुम्बकीय गुणों में सुधार करता है।

विभिन्न मिश्र-इस्पात (Different Alloy Steels)

सामान्यतया प्रयोग में आने वाले कुछ मिश्र-इस्पातों का संक्षिप्त वर्णन अग्रलिखित है—

1. निकिल इस्पात (Nickel Steel)—इसमें 0.35-0.45% C एवं 3.2-3.6% Ni होता है। इसमें चीमड़पन (Toughness) अधिक होता है। यह मजबूत एवं अधिक सामर्थ्य वाला होता है।

उपयोग—इस इस्पात का उपयोग निम्न ताप के उपकरणों **जैसे**—रेफ्रिजरेटर एवं सम्पीडक में होता है। इसके अलावा भारी फोर्जिंग, टरबाइन ब्लेड अधिक सामर्थ्य के स्क्रू व बोल्ट एवं नट बनाने में होता है।

2. निकिल-क्रोमियम इस्पात (Nickel-Chrome Steel)—निकिल एवं क्रोमियम के अलग-अलग मिश्रण से विभिन्न प्रकार के Ni—Cr इस्पात बनते हैं, **जैसे**—

(a) 35 Ni 1Cr 60 निकिल-क्रोमियम इस्पात—इसमें लगभग 0.35% C, 1% Ni एवं 0.6% Cr होता है। इसका **उपयोग** हवाई जहाज एवं भारी वाहनों के कल-पुर्जे (Components) बनाने में होता है।

(b) 30 Ni 1Cr 60 निकिल-क्रोमियम इस्पात—इसमें लगभग 0.3% C, 4% Ni एवं 1% क्रोमियम होता है। यह इस्पात कठोर एवं संक्षारण प्रतिरोधी होता है। इसमें उच्च ताप पर विकृति (Distortion) कम होती है। इसका **उपयोग** हेवी-ड्यूटी गियर, शाफ्ट (Shaft), पाइप आदि बनाने में होता है।

3. टंगस्टन इस्पात (Tungsten Steel)—इसमें लगभग 2% टंगस्टन, 1.70% क्रोमियम एवं 0.5% कार्बन होता है। यह इस्पात बहुत कठोर एवं चीमड़ (Tough) होता है। उच्च ताप पर इस इस्पात की कठोरता बनी रहती है। इसलिए इसका **उपयोग** मुख्य रूप से कटिंग टूल में होता है।

4. कोबाल्ट इस्पात (Cobalt Steel)—कोबाल्ट इस्पात कटिंग टूल में उपयोग होता है, क्योंकि कोबाल्ट (Co) **इस्पात** में रक्त तप्त (Red Hot) अवस्था में कठोरता (Hardness) बनाए (Maintain) रखता है।

5. सिलिकन मैंगनीज इस्पात (Silicon-Manganese Steel)—इसमें लगभग 0.5% कार्बन, 0.9% मैंगनीज एवं 1.4% सिलिकन (Si) होता है। यह इस्पात बहुत कठोर एवं चीमड़ (Tough) होता है। इसमें स्प्रिंग के गुण होते हैं। इसका **उपयोग** स्प्रिंग या कमानी, पंच एवं चीजल (छेनी) आदि बनाने में होता है।

6. स्टेनलेस स्टील (Stainless Steel)—जब इस्पात में 11.5% से अधिक क्रोमियम मिलाया जाता है, तो क्रोमियम ऑक्साइड की एक पतली परत (Fine film) सतह पर चढ़ जाती है। यह इस्पात पर ऑक्सीकरण को रोक देती है, जिससे इस्पात पर आसानी से जंग या संक्षारण (Corrosion) नहीं होता है। इस इस्पात को स्टेनलेस (दाग रहित) या संक्षारण रोधी इस्पात कहते हैं। यह मुख्य रूप से तीन प्रकार के होते हैं—

(a) आस्टेन्टिक स्टेनलेस इस्पात (Austentic Stainless Steel)—इसमें मुख्य एलॉइंग तत्व मैंगनीज (Mn)-2-10%, सिलिकन (Si) 1-2%, क्रोमियम (Cr) 16-26%, एवं निकिल (Ni) 3.5-22% होते हैं। इसका **उपयोग** वायुयान उद्योग, ऊष्मा-विनियमित्र (Heat exchanger), खाद्य-प्रसंस्करण (Food processing), घरेलू बर्तन एवं सामान, दुग्ध-उद्योग (Dairy industry) आदि में होता है।

(b) फेरिटिक स्टेनलेस इस्पात (Ferritic Stainless Steel)—इसमें मुख्य एलॉइंग तत्व—मैंगनीज (Mn) 1-1.5%, सिलिकन 1% एवं क्रोमियम 11-27% होता है। इसका **उपयोग** आन्तरिक साज-सज्जा के सामान, स्क्रू एवं फिटिंग्स, ऑयल-बर्नर आदि बनाने में होता है।

(c) मारटेनसिटिक स्टेनलेस इस्पात (Martensitic Stainless Steel)—इसमें मुख्य एलॉइंग तत्व—मैंगनीज (Mn) 1%, सिलिकन 1% एवं क्रोमियम 11.5-18% होता है। इसका **उपयोग** पम्प एवं उसके पार्ट्स, टरबाइन बकेट (Bucket), सर्जिकल औजार, वाल्व (Valves) आदि के बनाने में होता है।

7. टूल इस्पात (Tool Steel)—टूल इस्पात विशेष प्रकार के इस्पात होते हैं, जिनसे पदार्थों के आकार (Shape) को मशीनिंग द्वारा किसी अन्य विधि से परिवर्तित कर आवश्यक प्रोडक्ट (Product) तैयार किए जाते हैं।

टूल स्टील के गुण (Properties of Tool Steel)—टूट स्टील में निम्न गुण होने चाहिए—

1. इसमें चीमड़पन (Toughness) अधिक होनी चाहिए, जिससे मशीनिंग के दौरान लगने वाले झटकों (Impact) को सह सके।
2. इसमें घर्षण प्रतिरोधकता (Wear resistance) एवं कठोरता (Hardness) अधिक होनी चाहिए।
3. इसमें उच्च-ताप (Elevated temperature) पर अपनी कठोरता को बनाए (Maintain) रखने का गुण भी होना चाहिए।
4. टूल-स्टील की ऊष्मा चालकता (Thermal conductivity) एवं विशिष्ट ऊष्मा (Specific Heat) अधिक होनी चाहिए।

टूल-स्टील के प्रकार (Types of Tool Steel)—टूल-स्टील निम्न प्रकार के होते हैं—

(a) उच्च कार्बन टूल इस्पात (High Carbon Tool Steel)—इसमें कार्बन की प्रतिशत मात्रा 0.7-1.25% तथा मैंगनीज 0.2-0.8% तक होती है।

उपयोग—इस टूल स्टील का उपयोग रेती (Files), ड्रिल-बिट (Twist drill), छेनी (Chiesel), हथौड़ा (Hammers) आदि बनाने में होता है।

(b) हाई-स्पीड स्टील (High Speed Steel)—यह टूल-स्टील में बहुत ही प्रसिद्ध नाम है। यह उच्च कार्बन-स्टील की तुलना में उच्चगति से कटाई करता है। यह मुख्य रूप से दो प्रकार का होता है—

(i) **18-4-1 हाई-स्पीड स्टील**—इसमें 18% टंगस्टन, 4% क्रोमियम एवं 1% वेनेडियम होता है। शेष आयरन (Fe) एवं कार्बन 0.75% होता है।

उपयोग—इसका उपयोग ड्रिल, रीमर, मिलिंग कटर, टर्निंग टूल आदि बनाने में होता है।

(ii) **सुपर हाई-स्पीड स्टील**—इसे कोबाल्ट हाई-स्पीड स्टील भी कहते हैं। इसमें 10-12% कोबाल्ट (Co), 20-22% टंगस्टन (W), 4% क्रोमियम (Cr), 2% वेनेडियम (V) एवं 0.8% कार्बन तथा शेष लोहा होता है।

उपयोग—इसका उपयोग हैवी-ड्यूटी मशीनिंग में किया जाता है।

(c) टंगस्टन कार्बाइड (Tungsten Carbide)—इसे सिमेन्टेड कार्बाइड (Cemented Carbide) या सिन्टर्ड कार्बाइड (Sintered Carbide) भी कहा जाता है। इसे पाउडर मेटलर्जी (Powder metallurgy) द्वारा बनाया जाता है। इसे टंगस्टन (W) एवं टिटेनियम (Ti) या टैन्टेलम (Ta) के पाउडर को कोबाल्ट (Co) पाउडर के साथ मिक्स (Mix) करने के बाद प्रेस (Press) करके बनाया जाता है। इसमें कोबाल्ट बाइन्डर का कार्य करता है।

सामान्यत: इसमें 3-13% कोबाल्ट, 8-20% TaC या TiC एवं शेष टंगस्टन कार्बाइड (WC) होता है।

गुण—1. इसमें रेड हार्डनेस (Red Hardness) अर्थात् उच्च ताप पर कठोरता बनाए रखने का गुण होता है।
2. घर्षण-प्रतिरोधकता (Wear Resistance) बहुत अच्छी होती है।
3. चीमड़पन (Toughness) बहुत कम होता है।

उपयोग—इसका उपयोग स्टील पर मशीनिंग करने के लिए होता है। यह झटका नहीं सह पाता है, इसलिए इसे चिप (Chip) के आकार में बनाया जाता है एवं कटिंग टूल के सिरे (end) पर ब्रेजिंग (Brazing) कर दिया जाता है।

(d) सैटेलाइट (Satellite)—यह भी अलौह पदार्थ है। इसमें क्रोमियम (Cr) 25-35%, टंगस्टन (W) 4-25% कार्बन (C) 1-3% एवं शेष कोबाल्ट (Co) होता है।

गुण—1. इसमें रेड-हार्डनेस (Red Hardness) अधिक होती है।
2. संक्षारण प्रतिरोधकता (Resistance to Corrosion) अधिक होती है।
3. घर्षण प्रतिरोधकता (Wear Resistance) अधिक होती है।
4. चीमड़पन (Toughness) कम होता है।

उपयोग—इसका उपयोग—
1. ढलवाँ लोहा, स्टील एवं काँसा (Bronze) आदि के मशीनिंग में होता है।
2. सिंगल पॉइन्ट कटिंग टूल, रीमर एवं मिलिंग कटर के ब्लेड (Blade for Milling cutter) आदि बनाने में होता है।
3. गेज ब्लॉक (Gauge Blocks), कल्टीवेटर (Cultivators), डाई आदि बनाने में होता है।

(e) डायमण्ड (Diamond)—यह सबसे अधिक कठोर (Hardest) पदार्थ है। यह बहुत कीमती (Costly) होता है। इसमें घिसाव बहुत ही कम होता है लेकिन यह झटका नहीं सह पाता है।

उपयोग—इसका उपयोग तभी करते हैं जब दूसरे टूल कार्य नहीं कर पाते हैं। सामान्यत: फिनिशिंग (Finishing) के लिए इसका उपयोग होता है। डायमण्ड टूल ग्राइंडिंग व्हील (Wheel) के ड्रेसिंग एवं Trueing के उपयोग में आता है। डायमण्ड बॉल (Ball), हार्डनेस (कठोरता) के मापन में हार्डनेस टेस्टिंग मशीन में उपयोग में आता है।

8. स्प्रिंग स्टील (Spring Steel)—स्प्रिंग मैकेनिकल ऊर्जा का संचय (Store) करता है। इसमें 0.5-0.5% कार्बन (C), 1.5-2% सिलिकन (Si), 0.8-1.0% मैंगनीज (Mn) होता है।

गुण—स्प्रिंग-स्टील में—
1. उच्च प्रत्यास्थता गुणांक,
2. उच्च फटीग (Fatigue) सामर्थ्य,
3. उच्च चीमड़पन (Toughness), आदि के गुण होते हैं।

उपयोग—इसका उपयोग
1. हेलिकल स्प्रिंग,
2. लीफ-स्प्रिंग (Leaf spring) या कमानी,
3. मरोड़ स्प्रिंग (Torsional spring),
4. वाल्व स्प्रिंग, आदि बनाने में होता है।

9. ऊष्मारोधी (तापरोधक) मिश्र-इस्पात (Heat Resisting Alloy Steels)—वे इस्पात जिन पर ऊष्मा (उच्च या निम्न) तथा संक्षारण (Corrosion) का प्रभाव बहुत कम पड़ता है, ऊष्मारोधी या तापरोधक (Heat Resisting) मिश्र-इस्पात कहलाते हैं।

उच्च ताप पर उपयोग में आने वाले इस्पात में निम्न गुण होने चाहिए—
1. ऑक्सीकरण एवं संक्षारण (Corrosion) प्रतिरोधकता,
2. क्रीप (Creep) एवं थर्मल फटीग (Thermal fatigue) प्रतिरोधकता,
3. कार्यकारी (Working) ताप पर सामर्थ्य (Strength) में स्थिरता (Stability)।

प्रमुख हीट रेजिस्टिंग एलॉय स्टील—इन्हें निमोनिक इस्पात भी कहते हैं।

निमोनिक स्टील (Nimonic Steel)—निमोनिक इस्पात निकिल आधार वाला उच्च ताप प्रतिरोधी एवं निम्न क्रीप (Creep) के गुणों वाली मिश्र-धातु है। इसमें 50% से अधिक निकिल, 20% क्रोमियम एवं टाइटेनियम, ऐल्यूमिनियम आदि धातु भी कुछ मात्रा में होते हैं। यह कई ग्रेडों में मिलता है, **जैसे**—निमोनिक-75, निमोनिक-80A, निमोनिक-90, निमोनिक-105 आदि।

निमोनिक-90 का संघटन (Composition)—इसमें कम-से-कम 54% निकिल, 18-21% क्रोमियम, 15-21% कोबाल्ट, 2-3% टाइटेनियम एवं 1-2% ऐल्यूमिनियम होता है।

गुण (Properties)—ये उच्च सामर्थ्य एवं चीमड़पन (Toughness) वाले होते हैं। इनमें उच्च ताप को सहने की क्षमता होती है, अर्थात् ये उच्च ताप पर भी अपना सामर्थ्य बनाए रखते हैं।

उपयोग—तापरोधक एलॉय स्टील (Heat Resisting Alloy Steels) के उपयोग—
1. न्यूक्लियर पावर, रॉकेटरी (Rocketry), बैलिस्टिक मिसाइल (Ballisitc missile) आदि में होता है।
2. विद्युत भट्ठियाँ (Electric Furnaces), हेयर ड्रायर (Hair Dryer), टोस्टर (Tosters) आदि में होता है।

3. गैस टरबाइन ब्लेड, दहन कक्ष (Combustion chamber), लाइनर (Linears), टेल पाइप (Tail pipes) आदि में होता है।

10. इम्पैक्ट हार्डनिंग स्टील (Impact Hardening Steel)—यह मैंगनीज स्टील होता है। इसमें 1.2-10.4% कार्बन, 12-14% मैंगनीज (Mn) तथा शेष लोहा (Fe) होता है।

गुण—इसमें उच्च सामर्थ्य (Strength) और चीमड़पन (Toughness) होता है। इम्पैक्ट लोड (Load) पर इसकी घर्षण (Wear) प्रतिरोधकता भी अच्छी होती है।

उपयोग—इसका उपयोग—

1. अर्थ मूविंग मशीनरी (Earth Moving Machinery)—जैसे—कैटरपिलर (Caterpillars), बुल्डोजर (Bulldozers),

2. क्रशर प्लेट के जबड़े (Jaws of Crusher Plates),

3. कोयला ग्राइन्डिंग मिल के रिंग आदि में होता है।

विभिन्न प्रकार के लौह धातुओं के उत्पादन का प्रवाह आरेख

लौह धातु	उत्पादन प्रवाह आरेख
कच्चा लोहा	(लौह अयस्क + ईंधन + गालक) → वात्या भट्ठी (↑ वायु का झोंका) → (कच्चा लोहा)
ढलवाँ लोहा	(कच्चा लोहा + ईंधन + गालक) → क्यूपोला भट्ठी (↑ वायु का झोंका) → (ढलवाँ लोहा)
पिटवाँ लोहा	(कच्चा लोहा) → परावर्तनी या पडलिंग भट्ठी → (पिटवाँ लोहा)
स्टील	(कच्चा लोहा) → भट्ठी (खुली भट्ठी) या (बेसेमर भट्ठी) या (विद्युत भट्ठी) → (इस्पात)

विभिन्न प्रकार के लोहे की विशेषताओं का सारणीय आरेख

पदार्थ	कार्बन प्रतिशत	गुण एवं विशेषताएँ	अनुप्रयोग
ढलवाँ लोहा	2-5%	❖ कठोर ❖ भंगुर ❖ ढलाई सरलता से होता है ❖ गलनांक = 1200° C ❖ सस्ता	❖ स्तम्भ ❖ ब्रैकेट ❖ आधार (मशीनें) ❖ पहिए ❖ पाइप
पिटवाँ लोहा	0-0.1%	❖ कोमल ❖ तन्य ❖ आघातवर्ध्य ❖ सबसे शुद्ध लोहा ❖ वेल्डनीयता ❖ फोर्जिंग आसानी से होता है। ❖ गलनांक = 1535° C	❖ भार उठाने वाले यंत्र ❖ पाइप, चादर ❖ तार आदि
इस्पात	1.5%	**निम्न कार्बन इस्पात** ❖ कार्बन प्रतिशत = 0.45% ❖ गलनांक = 1400° C ❖ तन्य ❖ आसानी से खरादन, वेल्ड किया जाता है	❖ रिवेट ❖ बायलर प्लेट ❖ नट-बोल्ट ❖ कृषि औजार
		मध्यम कार्बन इस्पात ❖ कार्बन = 0.45–0.8% ❖ चुम्बक आसानी से बन सकता है। ❖ मशीनन एवं वेल्डिंग कार्य आसानी से नहीं किया जा सकता है।	❖ शाफ्ट ❖ क्रैन्क ❖ उच्च तनन पाइप ❖ एक्सल
		उच्च कार्बन इस्पात ❖ कार्बन प्रतिशत = 0.8–1.5% ❖ उच्च तनन एवं संपीडन क्षमता ❖ निम्न गलनांक ❖ टूल स्टील भी कहा जाता है।	❖ टूल स्टील ❖ कटाई औजार में ❖ हथौड़ा, रेती, छेनी।

विभिन्न प्रकार के मिश्र इस्पात की विशिष्टियाँ

क्र० सं०	मिश्र इस्पात	मिश्र इस्पात के अवयव एवं प्रतिशत	गुण	अनुप्रयोग
1.	टूल इस्पात	C = 0.8-1.5% Mn Ni Cr U W Mo	❖ कठोर ❖ भंगुर ❖ कम तनन सामर्थ्य	❖ कर्तन औजार में ❖ ड्रिल में ❖ रैमर में ❖ टैप में ❖ प्लेनर में
2.	स्प्रिंग इस्पात	C = 0.5% Si = 2.0% Cr = 1.0%	❖ कठोर ❖ घिसन एवं संक्षारण प्रतिरोधी ❖ चीमड़	❖ लीफ स्प्रिंग ❖ वाल्व स्प्रिंग आदि
3.	प्रघात प्रतिरोधी इस्पात	C = 0.2% Mo = 0.5% Mn = 1.0%	❖ कठोर ❖ झटका प्रतिरोधी	❖ ब्लेड में ❖ प्लेट आदि
4.	ताप प्रतिरोधी इस्पात या निमोनिक इस्पात	C = 0.5% Cr = 18% Ni = 9% W = 1%	❖ संक्षारण प्रतिरोधी ❖ कठोर ❖ उच्च तापमान सामर्थ्य	❖ निकास वाल्व में ❖ ऊष्मारोधी इस्पात में
5.	निकिल इस्पात	C = 0.2-0.5% Ni = 0.5-20%	❖ सामर्थ्य ❖ कठोर ❖ चीमड़	❖ शाफ्ट में ❖ गियर में ❖ विद्युत तार में
6.	स्टेनलेस इस्पात	C = 0.8% Ni = 8% Cr = 18%	❖ कठोर ❖ संक्षारण रोधी ❖ चादर में परिवर्तित किया जा सकता है।	❖ बियरिंग में ❖ मेडिकल उपकरण में ❖ बर्तन आदि
7.	निकिल क्रोम इस्पात	C = 0.8% Ni = 1-4% Cr = 1-4%	❖ कठोर ❖ संक्षारण प्रतिरोधी	❖ पिस्टन रॉड में ❖ कैम शाफ्ट में
8.	टंगस्टन इस्पात	C = 0.2-1.5% W = 3-18%	❖ कठोर ❖ घिसाव प्रतिरोधी ❖ धार बनाने योग्य	❖ वाल्व में ❖ स्थायी चुम्बक में
9.	कोबाल्ट इस्पात	C = 0.8% Co = 35%	❖ काटने की क्षमता ❖ उच्च चुम्बकीय प्रभाव	❖ शक्तिशाली चुम्बक
10.	सिलिकान-मैंगनीज इस्पात	C = 0.5% Si = 2% Mn = 1%	❖ चीमड़ ❖ संक्षारण प्रतिरोधी	❖ विभिन्न प्रकार के स्प्रिंग में ❖ स्प्रिंग वाशर में

सारांश

लौह धातुएँ—धातु का वह रूप जिसका मूल अंश आयरन हो, लौह धातुएँ कहलाती हैं।

लौह धातुओं का वर्गीकरण—लौह धातुओं को मुख्यतः चार वर्गों में वर्गीकृत किया गया है।

1. कच्चा लोहा, 2. ढलवाँ लोहा, 3. पिटवाँ लोहा, 4. इस्पात।

लौह अयस्क

विभिन्न प्रकार के लौह अयस्क निम्नलिखित हैं—

(a) Haematite (हीमेटाइट), (d) Magnetite (मैग्नेटाइट),
(b) Siderite (सिडेराइट), (e) Iron Pyrite (आयरन पायराइट)।
(c) Limonite (लिमोनाइट),

कच्चा लोहा

यह लौह अयस्क से प्राप्त अपरिष्कृत एवं अशुद्ध लोहा होता है। विभिन्न घटक निम्निखित हैं—

लोहा = 92-95% फास्फोरस 0.3-1.7%
कार्बन = 3-4% सल्फर 1% से कम।
सिलिकॉन 1-3%

धमन भट्ठी

इसमें कार्बन की अधिकता में लौह अयस्क को गर्म करके कच्चा लोहा प्राप्त किया जाता है। कार्बन अपचायक की भाँति कार्य करता है।

मुख्य अंग निम्नलिखित हैं—

(i) हार्थ (ii) बाश (iii) स्टैक (iv) चार्जिंग यूनिट।

पिटवाँ लोहा

यह लौह धातुओं का सबसे शुद्ध रूप होता है।

मुख्य संघटक—

C = 0.02-0.03%, Mn = 0.02% Fe = शेष
P = 0.05-0.25%, Si = 0.02-0.10%
S = 0.008-0.02%, Slag = 0.05-1.50%

पिटवाँ लोहे का उत्पादन

प्रमुख चरण निम्नलिखित हैं—

(i) कच्चा लोहे की प्राप्ति,
(ii) शुद्ध करना,
(iii) बिलोना,
(iv) निपीडन,
(v) बेलना।

ढलवाँ लोहा

इसमें कार्बन का प्रतिशत 2% से 6% के बीच होता है। ढलवाँ लोहा, क्यूपोला भट्ठी में कच्चे लोहे के स्क्रैप, कोक एवं चूना पत्थर के साथ वायु के झोंके की उपस्थिति में गलाने से प्राप्त होता है। कोक ईंधन की भाँति एवं चूना पत्थर गालक की भाँति कार्य करता है।

ढलवाँ लोहे के प्रकार

ढलवाँ लोहा सामान्यत: सात प्रकार का होता है—

(i) धूसर ढलवाँ लोहा,
(ii) आघातवर्ध्य ढलवाँ लोहा,
(iii) नोडुलर ढलवाँ लोहा,
(iv) श्वेत ढलवाँ लोहा,
(v) चित्तीदार ढलवाँ लोहा,
(vi) मिश्र ढलवाँ लोहा,
(vii) द्रुतशीतित ढलवाँ लोहा।

क्यूपोला भट्ठी

यह बेलनाकार आकृति का होता है। इसमें मुख्यत: 5 जोन होते हैं—

(i) वेल
(ii) दहन कक्ष
(iii) मेल्टिंग जोन
(iv) प्रिहीटिंग जोन
(v) स्टैक जोन

इस्पात—इसमें कार्बन 2% से भी कम उपस्थित होता है। यह मूलत: लोहा एवं कार्बन की मिश्र धातु है। इस्पात में कार्बन, आयरन कार्बाइड के रूप में होता है।

इस्पात का वर्गीकरण

इस्पात को निम्न आधार पर वर्गीकृत किया गया है—

(a) कार्बन प्रतिशत मात्रा के आधार पर—

(i) निम्न कार्बन इस्पात
(ii) मध्यम कार्बन इस्पात
(iii) उच्च कार्बन इस्पात

(b) घटकों के आधार पर—

(i) मिश्र इस्पात
— स्टेनलेस स्टील
— हाई स्पीड स्टील
— सिलिकन स्टील
(ii) कार्बन इस्पात
(iii) विशिष्ट इस्पात

(c) उपयोग के आधार पर इस्पात का वर्गीकरण

(i) संरचनात्मक इस्पात
(ii) कन्सट्रक्शनल इस्पात
(iii) डीप-ड्रॉइंग इस्पात
(iv) फोर्जिंग क्वालिटी इस्पात
(v) रेल इस्पात

इस्पात उत्पादन की विधियाँ

प्रमुख विधियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) बेसेमर कन्वर्टर विधि
(ii) खुली भट्ठी विधि
(iii) L-D विधि
(iv) विद्युत-आर्क भट्ठी

इस्पात के विभिन्न सेक्शन निम्न हैं—

(i) ऐनाल, आई, एच, चैनल सेक्शन
(ii) रेल
(iii) तार
(iv) छड़ एवं सरिया
(v) CTD या TMT सरिया
(vi) प्लेट
(vii) चादर
(viii) स्ट्रिप्स

मिश्र इस्पात

यदि इस्पात में कार्बन के अलावा अन्य एलॉइंग तत्व एक निश्चित मात्रा में मिलाए जाएँ तो इस प्रकार के इस्पात को मिश्र इस्पात कहा जाता है।

इस्पात में मिलाए जाने वाले तत्व—

(i) क्रोमियम
(ii) निकिल
(iii) कोबाल्ट
(iv) मैंगनीज
(v) टंगस्टन
(vi) वेनेडियम
(vii) मालिब्डेनम
(viii) सिलिकॉन

विभिन्न मिश्र इस्पात

1. निकिल इस्पात
2. निकिल-क्रोमियम इस्पात
3. टंगस्टन इस्पात
4. कोबाल्ट इस्पात
5. सिलिकान-मैंगनीज इस्पात
6. स्टेनलेस इस्पात
7. टूल इस्पात
8. स्प्रिंग इस्पात
9. ऊष्मारोधी मिश्र इस्पात
10. इम्पैक्ट हार्डेनिंग इस्पात।

अभ्यास प्रश्न

1. लौह अयस्क के स्रोत और उसकी उपलब्धता की जगहों पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (2006)
2. लौह अयस्क भारत में कहाँ पाए जाते हैं? पिग लोहा बनाने के लिए सबसे अच्छा लौह-अयस्क कौन-सा है? (2003)
3. निम्नलिखित धातुओं के यांत्रिक गुणों का वर्णन कीजिए– (2001)
(i) ढलवाँ लोहा (Cast Iron)

(2001)

(ii) मृदु इस्पात (Mild Steel) (2001)

(iii) पिटवाँ लोहा (Wrought Iron) (2003)

4. शुद्ध धातु एवं मिश्र-धातु में क्या अन्तर है? (2009, 08)
5. मिश्र-इस्पात क्या है? (2011, 09, 01)
6. मिश्रित अवयव (Alloying elements) क्यों मिलाते हैं?
7. मिश्र-इस्पात का विनिर्देशन (Specification) कैसे करते हैं?
8. इस्पात के गुणों में परिवर्तन लाने में मिश्रित अवयवों (Alloying Elements) की भूमिका को समझाइये। (2005, 04, 01)
9. विभिन्न लौह अयस्क कौन-कौन से हैं? इनमें लोहे के तत्व की प्रतिशत मात्रा कितनी होती है?
10. बेदाग इस्पात (स्टेनलेस स्टील) पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये। (2003)
11. जंगरोधी (Corrosion resistant) इस्पात क्या है? ऐसे इस्पात के तीन प्रकार क्या हैं? इसके सामान्य संघटन और उपयोग लिखिये। (2006)
12. मृदु इस्पात के घटक क्या हैं? (2006)
13. टूल स्टील (Tool steel) क्या है? इसके गुणधर्म एवं उपयोग बताइये। (2009, 07)
14. लोहे को कैसे वर्गीकृत करते हैं? कच्चा लोहा निर्माण की रूपरेखा संक्षेप में बताइये। (20011, 09, 05)
15. भूरे ढलवाँ लोहे (Grey cast iron) एवं सफेद ढलवाँ लोहा में अन्तर बताइये। (2006, 03)
16. नोडुलर ढलवाँ लोहा तथा ग्रे (Grey/भूरा) ढलवाँ लोहा में अन्तर बताइये। (2005)
17. आघातवर्ध्य (Malleable) ढलवाँ लोहे के गुण एवं उपयोग लिखिये। (2011)
18. ढलवाँ लोहे के घटक क्या हैं? (2010, 07)
19. ढलवाँ लोहे के उपयोग लिखिये। (2008)
20. ढलवाँ लोहे का उत्पादन कैसे होता है? प्रवाह आरेख द्वारा समझाइये। (2012, 10)
21. मिश्र-धातु एवं मिश्र-धातु बनाने वाले अवयवों (Alloying elements) की परिभाषा दीजिए। (2010)
22. ढलवाँ लोहा कितने प्रकार का होता है? उनके गुण एवं उपयोग लिखिये।
23. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–

    (i) निकिल इस्पात
    (ii) कोबाल्ट इस्पात
    (iii) स्प्रिंग स्टील (Spring Steel)
    (iv) सैटेलाइट (Satellite)

24. कार्बन के प्रतिशत के आधार पर इस्पात का वर्गीकरण कीजिए। (2006)
25. विभिन्न प्रकार के साधारण कार्बन इस्पात के यांत्रिक गुणों एवं उपयोगों पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये। (2013, 05)
26. इस्पात का वर्गीकरण (Classification) कीजिए। (2011, 09)
27. मृदु इस्पात (Mild steel) के उपयोग क्या हैं? (2010)
28. टंगस्टन इस्पात व उसके उपयोग का वर्णन कीजिए। (2011)
29. पिग आयरन (Pig iron) के उत्पादन को संक्षेप में समझाइए। (2007)
30. पिग आयरन के घटक दीजिए। (2008)
31. पिग लोहा एवं पिटवाँ लोहे की उत्पादन का प्रवाह-आरेख बनाइए। (2012, 09)
32. ढलवाँ लोहे के कौन-से घटक (Elements) हैं, जो उसके गुणों को प्रभावित करते हैं? (2010)

33. इस्पात के उत्पादन का प्रवाह आरेख (Flow diagram) बनाइए।
34. लौह धातुओं के उत्पादन के किन्हीं पाँच प्रमुख कारखानों (संस्थानों) के नाम बताइए। (2012)
35. कच्चा लोहा (Pig iron) बनाने के लिए धमन भट्ठी (Blast Furnace) का स्वच्छ चित्र की सहायता से वर्णन कीजिए।
36. ढलवाँ लोहे के निर्माण में उपयोग होने वाली क्यूपोला (Cupola) भट्ठी का सचित्र वर्णन कीजिए।
37. बाजार में उपलब्ध विभिन्न इस्पात के सेक्शन्स (Sections) के उपयोग एवं विशिष्टताएँ (Specifications) बताइए।
38. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–

    (i) संघात कठोरीकृत इस्पात (Impact hardening Steel)
    (ii) हाई-स्पीड स्टील (HSS) (2011)
    (iii) बेसेमर परिवर्तक (Bessemer converter)
    (iv) खुली भट्ठी (Open Hearth Furnace)
    (v) इस्पात उत्पादन की विधि।

39. निम्नलिखित के गुण व उपयोग लिखिए–

    (i) भूरा ढलवाँ लोहा (2012)
    (ii) Ni—Cr इस्पात (2012)
    (iii) Si—Mn इस्पात (2012)
    (iv) ऊष्मारोधी इस्पात (निमोनिक इस्पात) (2012)
    (v) मिश्रित ढलवाँ लोहा (Alloy Cast Iron)

40. आयरन एवम् स्टील का वर्गीकरण कीजिए। प्रवाह आरेख द्वारा पिग आयरन एवं रॉट आयरन के उत्पादन की रूप रेखा दीजिए। (2016)
41. भारतीय मानकों के अनुसार विभिन्न प्रकार के कास्ट आयरन के नाम लिखिये। कास्ट आयरन की विशेषताओं एवं प्रयोगों की सूक्ष्म व्याख्या कीजिए। (2016)
42. भारतीय मानकों के अनुसार इस्पात का कार्बन मात्रा के आधार पर वर्गीकरण कीजिए। भारत में इस्पात उद्योगों के नाम व स्थान लिखिए। (2016)
43. टूल स्टील से क्या तात्पर्य है? सामान्य रूप से प्रयोग होने वाले एलॉयिंग तत्वों नाम व गुणों की व्याख्या कीजिए। (2016)

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. निमोनिक-90 का मुख्य संघटक निम्न में से कौन-सा है?

(a) निकिल (b) कोबाल्ट (c) मैंगनीज (d) (a) और (b)

2. मैंगनीज इस्पात में कार्बन की प्रतिशत मात्रा होती है–

(a) 1.2-1.4% (b) 0.12-0.14% (c) 12-14% (d) इनमें से कोई नहीं

3. उच्च कार्बन टूल इस्पात में कार्बन की प्रतिशत मात्रा होती है–

(a) 0.7-1.25% (b) 1.25-1.5% (c) 0.3-0.7% (d) 0.1-0.3%

4. निकिल इस्पात में निकिल की प्रतिशत मात्रा होती है–

(a) 0.35-0.45% (b) 3.2-3.6% (c) 0.32-0.36% (d) 32-36%

5. निकिल मिश्र इस्पात में निम्न गुण को बढ़ाता है–
(a) कठोरता (b) चीमड़पन (c) सामर्थ्य (d) तन्यता

6. वेनेडियम मिश्र इस्पात में निम्न गुणों में वृद्धि करता है–
(a) परिष्करण (b) कठोरता (c) तन्यता (d) सभी

7. स्टेनलेस स्टील में क्रोमियम की प्रतिशत मात्रा होती है–
(a) 11.5% (b) 1.5% (c) 1.15% (d) 0.115%

8. कार्बन सिमेन्टाइट का रासायनिक सूत्र होता है–
(a) Fe_2C (b) FeC (c) Fe_3C (d) Fe_3C_3

9. इस्पात का घनत्व होता है–
(a) 7.8 g/cm^3 (b) 0.78 g/cm^3 (c) 0.078 g/cm^3 (d) 1 g/cm^3

10. इस्पात का उत्पादन निम्न भट्ठी द्वारा किया जाता है–
(a) सामान्य भट्ठी (b) धमन भट्ठी (c) क्यूपोला भट्ठी (d) खुली भट्ठी

11. लौह धातुओं में सबसे कम गलनांक होता है–
(a) आघातवर्ध्य ढलवाँ लोहा (b) श्वेत ढलवाँ लोहा
(c) धूसर ढलवाँ लोहा (d) चित्तीदार ढलवाँ लोहा

12. चूना को किस रूप में प्रयोग किया जाता है?
(a) उपचायक (b) ईंधन (c) गालक (d) इनमें से कोई नहीं

13. कच्चे लोहे में लोहे का प्रतिशत होता है–
(a) 50% (b) 95% (c) 90% (d) 70%

14. एशिया का सबसे बड़ा लौह-उत्पादक देश है–
(a) भारत (b) बांग्लादेश (c) पाकिस्तान (d) म्यांमार

15. आयरन पायराइट का रासायनिक सूत्र है–
(a) FeS (b) FeS_2 (c) FeS_3 (d) FeS_4

16. सिडेराइट का रंग होता है–
(a) लाल (b) पीला (c) भूरा (d) सफेद

17. जे०एस०डब्लू० स्टील लिमिटेड किस राज्य में स्थित है?
(a) झारखण्ड (b) छत्तीसगढ़ (c) पश्चिम बंगाल (d) कर्नाटक

18. कच्चे लोहे से निम्न का उत्पादन होता है–
(a) पिटवाँ लोहा (b) ढलवाँ लोहा (c) इस्पात (d) सभी

19. मध्यम कार्बन इस्पात का तनन सामर्थ्य होता है–
(a) 750-1230 MPa (b) 7.50-12.30 MPa (c) 75-123 MPa (d) 0.75-0.123 MPa

20. उच्च कार्बन इस्पात का तनन सामर्थ्य होता है–
(a) 1400 MPa (b) 140 MPa (c) 14 MPa (d) 1.4 MPa

उत्तरमाला

1. (d)	2. (a)	3. (a)	4. (b)	5. (b)	6. (d)	7. (a)	8. (c)	9. (a)	10. (d)
11. (c)	12. (c)	13. (b)	14. (a)	15. (b)	16. (c)	17. (d)	18. (d)	19. (a)	20. (a)

4 अलौह-पदार्थ (Non-Ferrous Materials)

परिचय (Introduction)—लौह पदार्थों का उपयोग उनके विभिन्न यांत्रिक गुणों के कारण व्यापक तौर पर होता है। लेकिन लौह धातुओं का भार बहुत ज्यादा होता है एवं संक्षारण की सम्भावना रहती है। इसके अलावा भी कई कारक (Factors) होते हैं, जो लौह धातुओं के उपयोग के लिए उपयुक्त नहीं हैं। अतः अलौह-धातुएँ भी अपने कुछ विशिष्ट (Special) गुणों के कारण इंजीनियरिंग कार्यों में व्यापक उपयोग में आती हैं। जैसे—ऐल्यूमिनियम का उपयोग हल्का होने के कारण हवाई जहाज उद्योग में मुख्य रूप से प्रयोग होता है।

4.1 अलौह धातुएँ (Non-ferrous Metals)

ऐसी धातुएँ जिनमें लोहा नहीं होता है या अशुद्धि के रूप में होता है, अलौह धातुएँ या अलौह मिश्र-धातुएँ (Non-ferrous Alloys) कहलाती हैं।

मुख्य अलौह-पदार्थ धातुएँ एवं उनकी मिश्र धातुएँ निम्न हैं—

1. ताँबा (Copper), 2. ऐल्यूमिनियम (Aluminium),
3. जस्ता (Zinc), 4. टिन (Tin),
5. सीसा (Lead), 6. चाँदी (Silver),
7. सोना (Gold), 8. मैग्नीशियम (Magnesium), आदि।

4.2 अलौह धातुओं के गुण

अलौह धातुओं के कुछ विशिष्ट गुण निम्न हैं—

1. ये निम्न घनत्व (Low density) वाले अर्थात् भार में हल्के होते हैं।
2. इनमें उच्च विद्युत एवं ऊष्मा चालकता (High electrical and thermal conductivity) होती है।
3. इनमें उच्च संक्षारण प्रतिरोधकता (High corrosion resistant) होती है।
4. इन पर रोलिंग, फोर्जिंग एवं मशीनिंग आदि क्रियाएँ आसानी से होती हैं।
5. ये मनभावन रंग (Pleasing Colour) प्रदान करते हैं।

4.3 ऐल्यूमिनियम (Aluminium)

ऐल्यूमिनियम की प्राप्ति ऐल्यूमिनियम अयस्क (Aluminium Ores) से होती है।

ऐल्यूमिनियम का मुख्य अयस्क **बॉक्साइट** (Bauxite) है जो $Al_2O_3.3H_2O$ एवं $Al_2O_3.H_2O$ का मिश्रण है। भारत में बॉक्साइट में—

❖ Al_2O_3 (एल्युमिना)—60.3% लगभग,

❖ SiO_2 (सिलिका)—1.0%,

❖ TiO_2 (टाइटेनियम ऑक्साइड)—12% एवं

❖ Fe_2O_3 (लौह-ऑक्साइड)—4.5% तक होते हैं।

बॉक्साइट के अलावा ($K_2O.Al_2O_3.3SiO_2$), कोरण्डम, क्रायोलाइट आदि भी ऐल्यूमिनियम के अयस्क हैं।

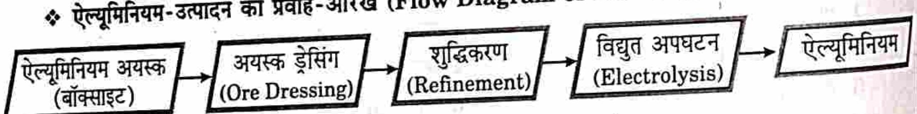
❖ **भारत में ऐल्यूमिनियम अयस्क के स्रोत (Sources of Aluminium Ores in India)** : ऐल्यूमिनियम भारत में बॉक्साइट अयस्क से प्राप्त किया जाता है। इसके मुख्य स्रोत राँची (झारखण्ड), जामनगर, कच्छ (गुजरात), कोल्हापुर (महाराष्ट्र), जबलपुर, बालाघाट (मध्य प्रदेश), पूँछ एवं रायसीन (जम्मू-कश्मीर), उड़ीसा एवं आन्ध्र प्रदेश राज्यों में है। भारत में लगभग 2462 टन से अधिक का भण्डार अयस्क के रूप में संचित है। भारत से जापान और यूरोपियन देशों को बॉक्साइट का निर्यात किया जाता है। उड़ीसा में सबसे अधिक बॉक्साइट का भण्डार है।

❖ **भारत में ऐल्यूमिनियम उत्पादन के प्रमुख कारखाने**

भारत में ऐल्यूमिनियम उत्पादन करने वाले प्रमुख कारखाने निम्नलिखित हैं—

1. हिन्दुस्तान ऐल्यूमिनियम कम्पनी (HINDALCO),
2. नेशनल ऐल्यूमिनियम कम्पनी (NALCO),
3. भारत ऐल्यूमिनियम कम्पनी (BALCO),
4. इन्डियन ऐल्यूमिनियम कम्पनी (INDAL),
5. माल्को (MALCO),
6. स्टरलाइट इन्डस्ट्रीज (Sterlite Industries) आदि।

❖ **ऐल्यूमिनियम-उत्पादन का प्रवाह-आरेख (Flow Diagram of Production of Aluminium)**



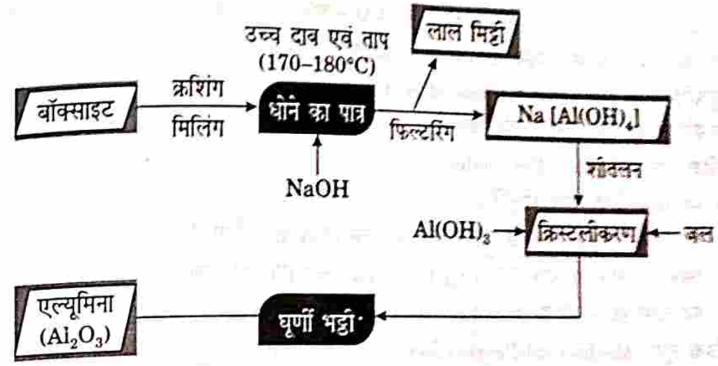
चित्र 4.1. ऐल्यूमिनियम-उत्पादन का प्रवाह-आरेख

❖ **अयस्क ड्रेसिंग** (Ore Dressing)—इसमें अयस्क को रोल्स (Rolls), क्रशर (Crusher), हैमर मिल (Hammer Mill) आदि में पीसकर छोटे-छोटे टुकड़े किए जाते हैं।

❖ **शुद्धिकरण** (Refinement)—बेयर विधि (Bayer Process) द्वारा अयस्क से अशुद्धियों को हटाकर शुद्ध ऐल्यूमिना (Al_2O_3) प्राप्त किया जाता है।

❖ ऐल्यूमिनियम के अयस्क बॉक्साइट (Bauxite) में केवल 30-54% ऐल्यूमिनियम ऑक्साइड (Alumina) पाया जाता है। ऐल्यूमिना (Al_2O_3) के अलावा इसमें सिलिका, लौह ऑक्साइड और टाइटेनियम डाइऑक्साइड का मिश्रण अशुद्धि के रूप में होता है। बेयर विधि से बॉक्साइट को गर्म सोडियम हाइड्रॉक्साइड (NaOH) से उच्च दाब पर साफ करते हैं। इससे अयस्क में उपस्थित ऐल्यूमिनियम ऑक्साइड, सोडियम एल्यूमिनेट [$2NaAl(OH)_4$] में परिवर्तित हो जाता है।

$$Al_2O_3 + 2NaOH + 3H_2O \longrightarrow 2Na\,Al(OH)_4$$



चित्र 4.2. बेयर विधि (Bayer Process)

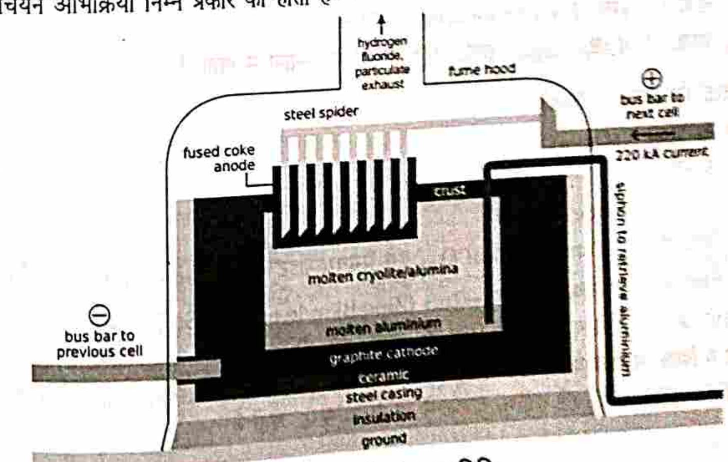
❖ इस उपचार से अयस्क के उपस्थित सिलिका घुल जाता है, लेकिन अन्य अशुद्धियाँ उसमें ही बनी रहती हैं। अशुद्धियों को छानकर (filtering) अलग कर दिया जाता है। छानने के बाद प्राप्त ठोस अशुद्धियों को लाल मिट्टी (Red mud) कहते हैं। छानने के बाद प्राप्त क्षारीय घोल (Solution) को शीतलन (Cooling) द्वारा ठण्डा करते हैं, जिससे ऐल्यूमिनियम हाइड्रॉक्साइड [$Al(OH)_3$] के क्रिस्टल प्राप्त होते हैं।

$$Na\,Al(OH)_4 \longrightarrow Al(OH)_3 + NaOH$$

❖ इसके बाद $Al_2(OH)_3$ को घूर्णी भट्टी (Rotary Furnace) में 980°C पर गर्म करते हैं, जिससे $Al(OH)_3$ विघटित होकर एल्यूमिना (Al_2O_3) में परिवर्तित हो जाता है।

$$2\,Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$$

❖ **विद्युत अपघटन (Electrolysis)**—इसमें हॉल-हेराल्ट (Hall-Heroult) विधि में क्रायोलाइट (विद्युत अपचायक) की उपस्थिति में एल्यूमिना को अपचयित कर (After reduction) एल्यूमिनियम प्राप्त किया जाता है। अपचयन अभिक्रिया निम्न प्रकार की होती है—



चित्र 4.3. हॉल-हेराल्ट विधि

$$2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_2$$

❖ इस विधि से प्राप्त ऐल्यूमिनियम 99.5% तक शुद्ध होता है।

❖ **ऐल्यूमिनियम के गुण (Properties of Aluminium)**

ऐल्यूमिनियम के मुख्य गुण निम्नलिखित हैं—

(a) भौतिक गुण (Physical Properties)

(i) यह चाँदी जैसी सफेद धातु है।

(ii) यह हल्की धातु है, जिसका घनत्व लोहे का एक-तिहाई 2.7 होता है।

(iii) इसका गलनांक तापमान (Melting temperature) 650°C होता है।

(iv) यह ऊष्मा का सुचालक (Good conductor) है।

(b) यांत्रिक गुण (Mechanical Properties)

(i) यह तन्य एवं आघातवर्ध्य (Ductile and Malleable) धातु है।

(ii) इसकी तनन सामर्थ्य (Tensile Strength) लोहे से कम होती है।

(iii) इसकी वेल्डनीयता (Weldability), फोर्जेबिलिटी, मशीनेबिलिटी एवं कास्टेबिलिटी (Castability) अच्छी होती है।

(c) विद्युतीय गुण (Electrical Properties)

(i) यह विद्युत का सुचालक होता है।

(ii) इसमें चुम्बकीय (Magnetic) गुण नहीं होता है।

❖ **ऐल्यूमिनियम के उपयोग** (Applications/Uses of Aluminium)

1. वायुयान (Aeroplanes) उद्योग में,
2. वाहनों (Vehicles) में,
3. घरेलू उपकरणों में,
4. विद्युत के तारों में,
5. खाद्य-प्रसंस्करण (Food Processing) उद्योग में,
6. पाइप, रेलिंग (Railings), छतों, चद्दर आदि के निर्माण में होता है।

4.4 जिंक या जस्ता (Zinc)

❖ **जिंक के अयस्क (Ores)**

जिंक के मुख्य अयस्क निम्नलिखित हैं—

1. जिंकाइट (Zincite)—ZnO
2. कैलामाइन (Calamine)—$ZnCO_3$, इसे स्मिथसोनाइट (Smithsonite) भी कहते हैं।
3. जिंक ब्लेंड या जिंक सल्फाइड—ZnS (Zinc Blende or Zinc Sulphide)

इन सभी अयस्कों में सामान्यतया 2-10% Zn पाया जाता है।

❖ **भारत में जिंक अयस्क के स्रोत :** भारत में जिंक (जस्ता) मुख्य रूप से राजस्थान में पाया जाता है। इसके अलावा झारखण्ड, आन्ध्र प्रदेश एवं उड़ीसा राज्यों में भी जस्ता पाया जाता है।

❖ **भारत में जस्ता के उत्पादन की प्रमुख कम्पनियाँ :** भारत में जस्ता का उत्पादन मुख्य रूप से हिन्दुस्तान जिंक लिमिटेड (HZL) द्वारा किया जाता है। इसके अलावा दूसरा मुख्य उत्पादक विनानी जिंक लिमिटेड है। HZL पर स्टरलाइट कम्पनी का नियन्त्रण है।

❖ **जिंक का उत्पादन**

जिंक के उत्पादन को निम्न प्रवाह-आरेख से समझा जा सकता है—

चित्र 4.4. जिंक के उत्पादन का प्रवाह-आरेख

(i) **सांद्रण (Concentration)**—जिंक के अयस्क का सान्द्र, अयस्क को छोटे-छोटे टुकड़ों में पीसकर फ्लोटेशन (Flotation) विधि द्वारा किया जाता है।

(ii) **जारण (Roasting)**—जारण से सान्द्रित अयस्क में उपस्थित सल्फर (Sulphur) की मात्रा को कम किया जाता है। इस विधि से सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2) गैस के रूप में अवमुक्त हो जाती है।

$$ZnS + \frac{3}{2}O_2 \xrightarrow{700-800°C} ZnO + SO_2 \uparrow$$

(iii) **अपचयन (Reduction)**—जारित (Roasted) अयस्क को 1100°C पर कार्बन की उपस्थिति में रिटॉर्ट विधि (Retort Process) या ब्लास्ट फरनेस (Blast furnace) विधि से जिंक के रूप में अपचयित कर लेते हैं। अपचयन के दौरान होने वाली मुख्य अभिक्रियाएँ निम्न हैं—

$$ZnO + C \longrightarrow Zn + CO$$
$$ZnO + CO \longrightarrow Zn + CO_2$$
$$C + CO_2 \longrightarrow 2CO$$

इसके अलावा जिंक को विद्युत-अपघटन विधि (Electrolytic Reduction) द्वारा भी प्राप्त किया जाता है।

(iv) **शोधन (Purification)**—विद्युत-अपघटन द्वारा प्राप्त जिंक को शुद्ध करने की आवश्यकता नहीं होती है। लेकिन रिटॉर्ट विधि या ब्लास्ट फरनेस से प्राप्त जिंक को आसवन (Distillation) विधि द्वारा शुद्ध किया जाता है। इसमें कैडमियम (Cd), लेड (सीसा, Pb), लोहा (Fe), आदि की अशुद्धियाँ होती हैं। 99.9% शुद्धता तक जिंक प्राप्त किया जा सकता है।

❖ **जिंक के गुण (Properties of Zinc)**

(i) **जिंक के भौतिक गुण (Physical Properties of Zinc)**—जिंक के प्रमुख भौतिक गुण निम्नलिखित हैं—

(अ) यह नीलापन लिए हुए सफेद धातु है।

(ब) इसका गलनांक तापमान 419.5°C होता है।

(स) इसका ऊष्मा चालकता गुणांक 1.14 kJ/s/cm/°C होता है।

(ii) **यांत्रिक एवं वैद्युत गुण (Mechanical and Electrical Properties)**

(अ) यह संक्षारण प्रतिरोधी (Corrosion Resistant) होता है।

(ब) यह ऊष्मा एवं विद्युत का सुचालक (Good Conductor) है।

(स) इसमें तन्यता (Ductility) एवं आघातवर्ध्यता (Malleability) का गुण होता है।

❖ **जिंक के उपयोग** (Applications of Zinc)

जिंक का मुख्य उपयोग निम्न कार्यों के लिए होता है—

(i) धातुओं को संक्षारण (Corrosion) से बचाने के लिए गैल्वेनाइजेशन (Galvanization) में प्रयोग किया जाता है।

(ii) शुष्क सेल (Dry Batteries) में,

(iii) दवाइयों में,

(iv) पेन्ट बनाने में,

(v) मिश्र-धातुओं (**जैसे**—पीतल, जर्मन-सिल्वर आदि) के बनाने में,

(vi) डाई-कास्टिंग (Die-casting) में।

4.5 ताँबा (Copper)

❖ **ताँबा के अयस्क (Ores of Copper)**

ताँबा के मुख्य अयस्क निम्नलिखित हैं—

(i) क्यूप्राइट (Cuprite)—Cu_2O

(ii) केल्कोसाइट (Chalcocite)—Cu_2S

(iii) मैलेकाइट (Malachite)—$CuCO_3.Cu(OH)_2$

(iv) बोरनाइट (Bornite)—$Cu_2S.CuS.FeS$

(v) कॉपर पायराइट (Copper Pyrites)—$CuFeS_2$ या $Cu_2S.Fe_2S_3$।

● **भारत में ताँबे के अयस्क के स्रोत :**

भारत में ताँबा मुख्य रूप से सिंह भूम (झारखण्ड), गया (बिहार), राजस्थान, कर्नाटक, महाराष्ट्र, सिक्किम एवं नागालैण्ड राज्यों में पाया जाता है। ताँबे का सबसे ज्यादा उत्पादन राजस्थान राज्य में होता है।

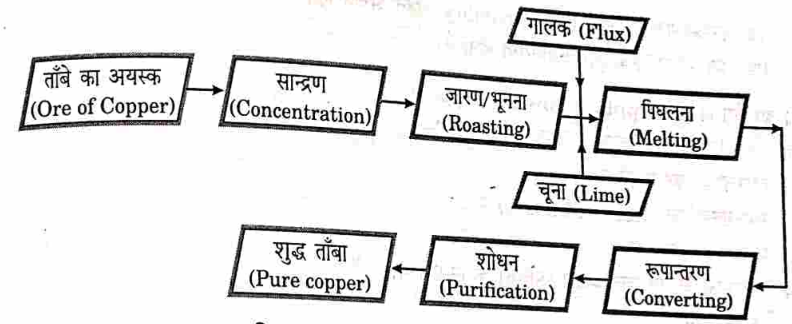
भारत में ताँबा उत्पादन की प्रमुख कम्पनियाँ

प्रमुख ताँबा उत्पादक कारखाने निम्नलिखित हैं—

1. स्टरलाइट इण्डस्ट्रीज लिमिटेड (Sterlite Industries Ltd.),
2. हिन्दुस्तान कॉपर लिमिटेड (HCL) (Hindustan Copper Ltd.),
3. हिन्डाल्को इण्डस्ट्रीज लिमिटेड (Hindalco Industries Ltd.), एवं
4. जगाडिया कॉपर लिमिटेड (Jhagadia Copper Ltd.)।

ताँबे का उत्पादन (Production of Copper)

ताँबे के उत्पादन का अग्र प्रवाह-आरेख की सहायता से संक्षेप में वर्णन किया जा सकता है।



चित्र 4.5. ताँबे के उत्पादन का प्रवाह-आरेख

(i) **सान्द्रण (Concentration)**—अयस्क को पीसने (Grinding) के बाद फोर्थ फ्लोटेशन (Forth Floatation) विधि द्वारा सांद्रित किया जाता है। सान्द्रण के बाद अयस्क में 30-40% ताँबा होता है।

(ii) **भूनना (Roasting)**—ताँबे के सान्द्रि अयस्क को गलनांक से कम ताप पर भूनकर (Roasting) उससे सल्फर की मात्रा को कम किया जाता है।

(iii) **पिघलाना (Melting)**—रोस्टिंग से प्राप्त अयस्क को परावर्तनीय भट्ठी (Reverberatory Furnace) में पिघलाते हैं। पिघलाने से अयस्क से कॉपर सल्फाइड (Cu_2S) और आयरन सल्फाइड (FeS) का मिश्रण प्राप्त होता है, जिसे मैटी (Matte) कहते हैं। इसमें 38-45% ताँबा होता है। शेष भाग धातुमल (Slag) के रूप में मैटी के ऊपर तैरता है, जिसे अलग कर लेते हैं।

(iv) **रूपान्तरण (Converting)**—पिघलाने के बाद प्राप्त मैटी (Matte) से कन्वर्टर (Converter) द्वारा ब्लिस्टर ताँबा (Blister copper) प्राप्त किया जाता है।

(v) **शोधन (Refining)**—ब्लिस्टर (Blister) ताँबा लगभग 98.8% शुद्ध होता है। इसमें सल्फर, आयरन एवं आर्सेनिक की मुख्य अशुद्धियाँ होती हैं। इसे विद्युत-अपचयन (Electrolytic reduction) द्वारा शुद्ध किया जाता है।

ताँबे के गुण (Properties of Copper)

ताँबे के मुख्य भौतिक, यांत्रिक एवं विद्युतीय गुण निम्नलिखित हैं—

(i) ताँबे के भौतिक गुण (Physical Properties of Copper)—ताँबे के मुख्य भौतिक गुण निम्न हैं—

(अ) यह लाल-भूरे रंग का होता है।

(ब) इसका गलनांक 1083°C होता है।

(स) इसका आपेक्षिक घनत्व 8.93 होता है।

(ii) यांत्रिक एवं विद्युत गुण (Mechanical and Electrical Properties)

(अ) यह ऊष्मा एवं विद्युत का सुचालक है।

(ब) यह तन्य (Ductile) एवं आघातवर्ध्य (Malleable) होता है।

(स) यह संक्षारण-प्रतिरोधी (Corrosion resistant) होता है।

(द) इसमें सोल्डरिंग, ब्रेजिंग (Brazing) या वेल्डिंग (Welding) की जा सकती है।

(इ) इसकी मशीनेबिलिटी (Machinability) बहुत अच्छी होती है।

(फ) यह फटिग (Fatigue) प्रतिरोधी होता है।

ताँबे का उपयोग (Uses/Applications of Copper)

ताँबा मुख्य रूप से निम्न कार्यों में उपयोग में आता है—

1. बिजली के तार बनाने में,
2. हीट-एक्सचेंजर (Heat-exchanger) में,
3. घरेलू बर्तन बनाने में,
4. ऑटोमोबाइल एवं जल-जहाज (Ship) के निर्माण में,
5. रेफ्रीजरेटर में,
6. विभिन्न प्रकार के मिश्र-धातुओं (**जैसे**—पीतल एवं काँसा) को बनाने में।

4.6 टिन (Tin)

टिन के अयस्क (Ores of Tin)

टिन (Sn), Tin का मुख्य अयस्क कैसीटेराइट (Cassiterite)—SnO_2 है।

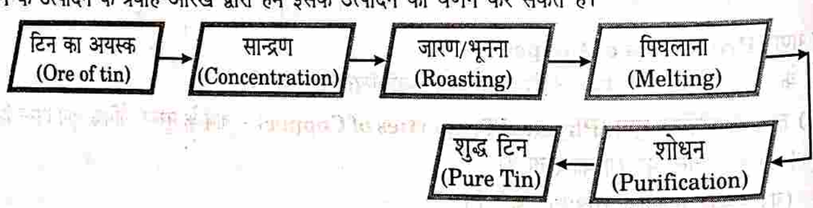
इसमें 78.6% तक टिन (Sn) होता है। इसके अलावा स्टेनाइट (Cu_2SnFeS_4) भी टिन का अयस्क है। कैसिटेराइट में टिन के अलावा नियोबियम एवं टैन्टेलम की भी कुछ मात्रा पायी जाती है।

भारत में टिन अयस्क के स्रोत

भारत में टिन बिहार, छत्तीसगढ़, हरियाणा, हिमाचल प्रदेश, कर्नाटक, जम्मू-कश्मीर, उड़ीसा, पश्चिम बंगाल एवं राजस्थान राज्यों में पाया जाता है। लेकिन टिन का उत्पादन भारत में केवल छत्तीसगढ़ राज्य में ही होता है। छत्तीसगढ़ के दन्तेवाड़ा एवं बस्तर जिलों में टिन अयस्क निकाला जाता है। भारत में टिन आधारित प्रमुख कारखाना हैमको (HAMCO) माइनिंग एवं स्मेल्टिंग, मुम्बई है जिसके प्लान्ट सिलवासा और दादर एवं नगर हवेली में हैं।

टिन का उत्पादन (Production of Tin)

टिन के उत्पादन के प्रवाह-आरेख द्वारा हम इसके उत्पादन का वर्णन कर सकते हैं।



चित्र 4.6. टिन के उत्पादन का प्रवाह-आरेख

(i) सान्द्रण (Concentration)—इस विधि से अयस्क को पीसकर (चूरा बनाकर) फ्लोटेशन/गुरुत्वीय विधि द्वारा सान्द्रित किया जाता है। इससे आयरन, ताँबा, लेड आदि की अशुद्धियाँ दूर हो जाती हैं।

(ii) जारण (Roasting)—इससे सल्फर, आर्सेनिक और एन्टीमनी की अशुद्धियाँ दूर हो जाती हैं। टिन के सल्फाइड, टिन के ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाते हैं।

(iii) पिघलाना (Melting)—जारित (Roasted) अयस्क को परावर्तनी भट्ठी (Reverberatory Furnace) में पिघलाया जाता है। इसमें टिन (Sn) को टिन-ऑक्साइड (SnO_2) से अपचयित (Reduction) किया जाता है। अपचयन के अलावा टिन के धातुमल (Slags) का भी उपचार (Treatment) इस भट्ठी में किया जाता है। भट्ठी में अयस्क के साथ कोल एवं चूना-पत्थर (Limestone) डाला जाता है। चूना-पत्थर गालक का कार्य करता है।

भट्ठी में होने वाली मुख्य अभिक्रियाएँ

$$SnO_2 + C \longrightarrow Sn + CO_2$$
$$CaO + SnO \cdot SiO_2 \longrightarrow SnO + CaO \cdot SiO_2$$
$$Fe + SnO \cdot SiO_2 \longrightarrow FeSiO + Sn$$

(iv) शोधन (Refining)—अपचयित टिन में ताँबा, सीसा (लेड), आयरन, आर्सेनिक आदि की अशुद्धियाँ होती हैं। इन अशुद्धियों को विद्युत-अपघटन (Electrolysis), ब्लोइंग (Blowing) तथा सल्फर एवं ऐल्यूमिनियम (Al) द्वारा उपचारित (Treatment) करके दूर किया जाता है।

टिन के गुण (Properties of Tin)

टिन के प्रमुख भौतिक, यांत्रिक एवं विद्युतीय गुण निम्न हैं—

(i) टिन के भौतिक गुण (Physical Properties of Tin)

(अ) यह चाँदी की तरह सफेद होता है।

(ब) इसका गलनांक 232°C होता है।

(स) इसका आपेक्षिक घनत्व — भूरा टिन (Grey Tin)—5.77, सफेद टिन (White Tin)—7.29 होता है।

(ii) यांत्रिक एवं विद्युतीय गुण (Mechanical and Electrical Properties)

(अ) यह संक्षारण प्रतिरोधक होता है।

(ब) यह बहुत ज्यादा तन्य (Highly Ductile) एवं आघातवर्ध्य (Malleable) होता है।

(स) यह बहुत मुलायम (Soft) होता है।

टिन के उपयोग (Uses of Tin)

टिन के मुख्य उपयोग निम्नलिखित हैं—

(i) विभिन्न प्रकार के मिश्र-धातु बनाने में (जैसे—काँसा, बियरिंग धातु आदि)

(ii) डाई-कास्टिंग में,

(iii) संक्षारण-प्रतिरोधी कोटिंग (Coatings) के रूप में।

(iv) सोल्डर-तार (Solder Wire) के रूप में।

(v) ऑटोमोबाइल (Automobile) उद्योग में (**जैसे**—कारबुरेटर बॉडी, रेडियेटर ग्रिल, दरवाजे आदि)।

4.7 सीसा (Lead)

सीसा (लेड) के अयस्क

सीसे के प्रमुख अयस्क निम्न हैं—

1. गैलेना या लेड सल्फाइड—PbS, इसमें 86.6% तक लेड पाया जाता है।
2. सेरूसाइट या लेड कार्बोनेट—$PbCO_3$

3. एंगलीसाइट या लेड सल्फेट—$PbSO_4$

सामान्यतः सीसे के अयस्क में 2-20% तक लेड पाया जाता है।

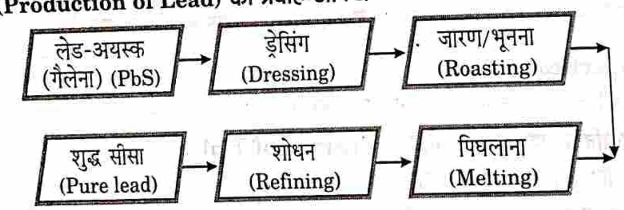
भारत में लेड अयस्क के स्रोत

लेड मुख्य रूप से जस्ता के अयस्क के साथ पाया जाता है। यह झारखण्ड, राजस्थान, आन्ध्र प्रदेश, पश्चिम बंगाल, महाराष्ट्र राज्यों में पाया जाता है।

लेड-उत्पादक प्रमुख कम्पनियाँ

1. हिन्दुस्तान जिंक लिमिटेड (HZL),
2. इन्डियन लेड लिमिटेड (ILL),
3. बिनानी लेड लिमिटेड (BLL) आदि।

सीसे के उत्पादन (Production of Lead) का प्रवाह-आरेख



चित्र 4.7. सीसा उत्पादन का प्रवाह-आरेख

सामान्यतः खदान (Mines) से प्राप्त अयस्क (गैलेना) को ड्रेसिंग करके अवांछित पदार्थों को अलग कर लेते हैं। इसके बाद जारण विधि द्वारा सीसे से सल्फर को अलग किया जाता है। इसके बाद जारित (Roasted) अयस्क को ब्लास्ट फरनेस (Blast Furnace) में पिघलाकर कोक एवं कार्बन मोनोऑक्साइड (CO) की उपस्थिति में अपचयित कर सीसा प्राप्त कर लेते हैं।

सीसा के गुण (Properties of Lead)

सीसा के प्रमुख भौतिक, यांत्रिक एवं विद्युतीय गुण निम्न हैं—

(i) भौतिक गुण (Physical Properties)—

(अ) यह बहुत ही मुलायम (Very soft) और भारी धातु है।
(ब) इसका गलनांक (Melting point) 327.4°C है।
(स) इसका स्नेहक घनत्व (Specific Gravity) 11.35 होता है।
(द) यह जहरीला (Poisonous) होता है।

(ii) यांत्रिक एवं विद्युतीय गुण (Mechanical and Electrical Properties)

(अ) यह अत्यन्त गुलायम एवं आघातवर्ध्य (Malleable) होता है।
(ब) यह ऊष्मा एवं विद्युत का अच्छा चालक नहीं है।
(स) इसमें स्नेहक (Lubricant) का गुण होता है।

सीसा या लेड (Pb) के उपयोग (Uses/Applications of Lead)

इसका उपयोग—

1. स्टोरेज बैटरी में,
2. बियरिंग धातु (Bearing Metals) में,
3. सोल्डर-पदार्थ के रूप में,
4. लेड के यौगिक पेन्ट (Paint) में,
5. पाइप फिटिंग्स (Fittings) में होता है।
6. यह संक्षारण से बचाने के लिए टैंक की सतहों पर भी लगाया जाता है।

4.8 चाँदी (Silver)

चाँदी के अयस्क (Ores of Silver)

इसके मुख्य अयस्क निम्न हैं—

1. रूबी सिल्वर ($Ag_2S.Cu_2S$),
2. हॉर्न सिल्वर (AgCl), एवं
3. अर्जेंटाइट (Ag_2S) हैं।

अर्जेंटाइट में चाँदी 87% तक पाया जाता है।

चाँदी के भौतिक, यांत्रिक एवं विद्युतीय गुण
(Physical, Mechanical and Electrical Properties of Silver)

1. यह सफेद चमकदार रंग की होती है।
2. इस पर वातावरण का बहुत कम प्रभाव पड़ता है।
3. इसका ग्लनांक 960°C एवं आपेक्षिक घनत्व 10.5 होता है।
4. यह ऊष्मा एवं विद्युत का सबसे अच्छी चालक है।
5. यह महँगी धातु (Precious Metal) है।
6. इसकी तन्यता (Ductility) एवं आघातवर्धनीयता (Malleability) बहुत अच्छी होती है।

चाँदी के उपयोग (Uses of Silver)

इसका मुख्य उपयोग निम्न प्रकार है—

1. इसका उपयोग आभूषण (Jewellery) एवं सजावट के सामान बनाने में,
2. इलेक्ट्रोप्लेटिंग में,
3. दवाइयाँ बनाने में,
4. दन्त-चिकित्सा में,
5. फोटोग्राफी में होता है।

4.9 अलौह मिश्र-धातुएँ (Non-ferrous Alloys)

आधार धातुओं (**जैसे**—ताँबा, ऐल्यूमिनियम, टिन आदि) के साथ अन्य अलौह-धातुओं को उचित (Proper) अनुपात में मिलाने से बनने वाली धातु को अलौह मिश्र-धातु कहते हैं।

कुछ मुख्य अलौह मिश्र-धातुएँ निम्नलिखित हैं—

ऐल्यूमिनियम की मिश्र-धातुएँ

ऐल्यूमिनियम की प्रमुख मिश्र-धातुएँ अग्रलिखित हैं—

(i) ड्यूरालुमिन (Duralumin)—यह मुख्य रूप से Al—Cu की मिश्र-धातु है। इसके मुख्य संघटक (Components) निम्न हैं—

ऐल्यूमिनियम (Al)	— 93-94%
ताँबा (Cu)	— 4%
मैग्नीशियम (Mg)	— 0.5%
सिलिकन (Si)	— 0.7%
मैंगनीज (Mn)	— 0.5%
लोहा (Fe)	— 0.5%

गुण एवं उपयोग—यह बहुत मजबूत धातु है। यह तन्य (Ductile) एवं आघातवर्ध्य (Malleable) होती है। इसका उपयोग बिजली के केबल (Cables), हवाई जहाज एवं ऑटोमोबाइल (Automobile) के पार्ट्स (Parts) आदि बनाने में होता है।

(ii) ऐल्यूमिनियम ब्रान्ज (Aluminium Bronze)—यह भी ऐल्यूमिनियम एवं ताँबे की मिश्र-धातु है, जिसमें आधार (Base) धातु ताँबा होता है। इसके मुख्य संघटक निम्न हैं—

ऐल्यूमिनियम (Al)	— 9-11%
ताँबा (Cu)	— 85-90%
लोहा (Fe)	— 1-4%

गुण एवं उपयोग—यह संक्षारण (Corrosion) प्रतिरोधी होता है। इसमें उच्च ताप पर सामर्थ्य बहुत अच्छी होती है। इसका उपयोग जल-जहाज के पार्ट्स (Parts), गियर के बियरिंग, वाल्व एवं गाइड के बुश (Bushes) आदि बनाने में होता है।

(iii) निमोनिक मिश्र-धातु (Nimonic Alloy)—यह ऐल्यूमिनियम और निकिल (Ni) की मिश्र-धातु है। इसके मुख्य संघटक (Components) निम्न हैं—

ऐल्यूमिनियम (Al)	— 4%
निकिल (Ni)	— 57%
क्रोमियम (Cr)	— 15%
कोबाल्ट (Co)	— 15%
मॉलिब्डेनम (Mo)	— 3.5%
टाइटेनियम (Ti)	— 5%

गुण एवं उपयोग—यह सुपर एलॉय (Super alloy) है। यह स्टील से पाँच गुना मजबूत होता है। यह उच्च ताप एवं फटीग (Fatigue) प्रतिरोधी भी होता है। इसका उपयोग हवाई जहाज के टरबाइन के पार्ट्स बनाने में, न्यूक्लियर रियेक्टर (Reactor) पेट्रोलियम उद्योग में होता है।

(iv) Y-मिश्र-धातु (Y-Alloy)—इसके मुख्य संघटक निम्न हैं—

ताँबा (Cu)	— 4%
मैग्नीशियम (Mg)	— 1.5%
निकिल (Ni)	— 2%
लोहा (Fe)	— 0.6%
ऐल्यूमिनियम	— 92-92%

गुण एवं उपयोग—यह फोर्जिंग एवं ढलाई (Casting) योग्य होता है। इसका मुख्य उपयोग इंजन पार्ट्स की ढलाई में होता हैं। इनमें उच्च ताप पर सामर्थ्य को बनाए रखने का गुण होता है।

(v) R-R मिश्रधातु (R—R Alloys)—यह ऐल्यूमिनियम का उच्च सामर्थ्य एवं उच्च ताप सहने वाली श्रेणी की मिश्र धातु है। इसका विकास **रोल्स-रॉयस (Rolls-Royce) और हॉल एवं ब्रैडबरी (Hall and Bradbury)** द्वारा किया गया है; इसलिए इन्हें R-R मिश्रधातु कहते हैं। R-R मिश्रधातु कई प्रकार के ग्रेडों (Grades) में मिलते हैं। जैसे R-R.20, R-R.50, R-R.56, R-R.58, R-R.77 इत्यादि। इनमें मुख्य घटक तत्त्व एल्युमिनियम होता है। एल्युमिनियम के अलावा इसमें ताँबा, लोहा, निकिल, सिलिकन, मैग्नीशियम एवं हिरेनियम भी होता है। उदाहरण के लिए R-R.56 का संघटन निम्न प्रकार का होता है—

ऐल्यूमिनियम (Aluminium)	— 93%
ताँबा (Copper)	— 2.0%
लोहा (Iron)	— 1.4%
निकिल (Nickel)	— 1.3%
मैग्नीशियम (Magnesium)	— 0.8%
सिलिकन (Silicon)	— 0.7%
टिटेनियम (Titanium)	— 0.1%

गुण (Property)—

1. R-R.56 मिश्रधातु का गलनांक (Melting Point) 635°C होता है।
2. इसका घनत्व 2.75 होता है।
3. यह उच्च सामर्थ्य वाली मिश्रधातु है।
4. यह उच्च ताप पर अपनी सामर्थ्य (Strength) बनाए रखती है।
5. इसमें ढलनीयता (Castability) का गुण होता है।

उपयोग (Uses)—इनका मुख्य उपयोग हवाई जहाज उद्योग में होता है। इनसे गैस टरबाइन के कम्प्रेशर (Compressor) एवं टरबाइन ब्लेड (पंखुड़ी) भी बनाए जाते हैं।

ताँबे की मिश्र-धातुएँ (Copper Alloys)

ताँबे की मुख्य मिश्र-धातुएँ निम्न हैं—

(i) पीतल (Brass)—पीतल में ताँबा और जिंक (Zn) मुख्य एलॉयिंग तत्व होते हैं। जिंक एवं अन्य तत्वों की प्रतिशत मात्रा के आधार पर पीतल मुख्य रूप से निम्न प्रकार का होता है—

	मिश्र-धातुएँ	संघटक तत्वों की मात्रा	गुण एवं उपयोग
(क)	मुन्ज मेटल (Muntz metal).	Cu—60% Zn—40%	इस उपयोग कन्डेन्सर की ट्यूब बनाने में, इस्पात पर ब्रेजिंग (Brazing) करने के लिए एवं वाल्व बनाने में होता है।
(ख)	नेवल पीतल (Naval Brass)	Cu—60% Zn—39% Sn—1%	यह संक्षारण प्रतिरोधी होता है। इसका उपयोग प्रोपेलर शाफ्ट (Propeller Shaft), पम्प इम्पेलर (Pump Impeller) आदि बनाने में होता है।

(ग)	कार्ट्रिज पीतल (Cartridge Brass)	Cu—70% Zn—30%	यह तन्य एवं आघातवर्ध्य (Malleable) होता है। इसका उपयोग कारतूस के खोल, फर्नीचर, बर्तन आदि बनाने में होता है।

(ii) काँसा (Bronze)—ताँबा और अन्य धातुओं (जस्ता, Zn को छोड़कर) के मिश्रण से बने मिश्र-धातु को काँसा की श्रेणी में रखा जाता है। मुख्य प्रकार के काँसा निम्न हैं—

	मिश्र-धातुएँ	संघटक तत्त्वों की मात्रा	गुण एवं उपयोग
(क)	गन-मेटल (Gun-Metal)	Cu—85-90% Sn—5-10% Zn—2-5%	यह संक्षारण-रोधी होता है। इसका उपयोग बियरिंग, पाइप फिटिंग्स, वाल्व, गियर आदि बनाने में होता है।
(ख)	फॉस्फर ब्रान्ज (Phosphor Bronze)	Cu—89% Sn—10% P—0.5% Pb—0.5%	इसमें उच्च सामर्थ्य एवं चीमड़पन (Toughness) होता है। यह अच्छा बियरिंग (Bearing) पदार्थ है। इसका उपयोग बियरिंग बनाने में, पम्प के पार्ट्स, गियर, स्प्रिंग, क्लच-डिस्क आदि बनाने में होता है।
(ग)	बेल मेटल (Bell-Metal)	Cu—70-80% Sn—20-30%	इसका उपयोग घण्टी (Bell) की ढलाई में होता है।
(घ)	सिलिकन-ब्रान्ज (Silicon-Bronze)	Cu—96% Si—2.5% Fe—0.25% Mn—1.0%	इसमें उच्च सामर्थ्य एवं चीमड़पन होता है। इसका उपयोग बियरिंग, जल जहाज के पुर्जे, रोलिंग मिल के पार्ट्स, बॉयलर के पार्ट्स आदि बनाने में होता है।

(iii) निकिल-ताँबा मिश्र-धातुएँ (Alloys of Ni—Cu)

	मिश्र-धातुएँ	संघटक तत्त्वों की मात्रा	गुण एवं उपयोग
(क)	मोनल मेटल (Monel Metal)	Ni—66% Cu—31.5% Fe—1.5% Mn—1.0%	यह चमकदार धातु है। इसका सामर्थ्य (Strength) मृदु-इस्पात (Mild Steel) से ज्यादा होती है। इस पर वायुमण्डल का प्रभाव नहीं पड़ता है। इसका उपयोग जल-जहाज, औषधि-निर्माण, कागज, तेल एवं खाद्य प्रसंस्करण उद्योगों में होता है।
(ख)	जर्मन सिल्वर या निकिल सिल्वर (Nickel-Silver)	Cu—60% Ni—25% Zn—15%	इसमें सिल्वर बिल्कुल नहीं होता है। इसका रंग चाँदी (Silver) जैसा श्वेत एवं चमकदार होता है। इसका उपयोग आभूषण (Jewellery), वाद्य-यन्त्र, वैज्ञानिक उपकरण, जलयान के पार्ट्स, आदि बनाने में होता है।

इन्कोनल (Inconel) मिश्र-धातु

यह निकिल, क्रोमियम एवं लोहा का मिश्र-धातु है। इसमें—

Ni—74%

Cr—15%

Fe—7%

Ti—2.4% एवं शेष Mn एवं C (कार्बन) होता है।

यह सुपर एलॉय कहलाता है। यह उच्च ताप पर भी अपने सामर्थ्य को बनाए रखता है। इसका मुख्य उपयोग हवाई-जहाज के टरबाइन बनाने में होता है। इसके अलावा इसका उपयोग पेट्रोलियम उद्योग एवं न्यूक्लियर रियेक्टर बनाने में भी होता है।

बियरिंग-धातुएँ (Bearing Metals)

बियरिंग का उपयोग शाफ्ट (Shaft) एवं स्पिन्डल (Spindle) को सपोर्ट (Support) करने के लिए होता है। यह घर्षणरोधी (Anti-friction) पदार्थ होता है। बियरिंग धातुएँ मुख्य रूप से टिन (Sn), सीसा (Pb), ताँबा (Cu), एन्टीमनी (Sb) आदि की मिश्र-धातु होती हैं।

मुख्य बियरिंग धातुएँ एवं उनके उपयोग निम्नलिखित हैं—

	मिश्र-धातुएँ	संघटक की मात्रा	उपयोग
(क)	**लेड आधारित बियरिंग धातु** (लेड बैबिट) (Lead Babbit)	Pb—75% Sn—10% Sb—15%	यह सफेद रंग का होता है। इसे सफेद धातु (White Metal) भी कहते हैं। इसका उपयोग रेलवे वैगन के बियरिंग बनाने में होता है।
(ख)	**टिन आधारित** बियरिंग धातु टिन बैबिट धातु (Tin-Babbit)	Sn—88% Sb—8% Cu—4%	यह भी सफेद रंग का होता है। इसे भी सफेद धातु कहते हैं। इसका उपयोग अधिक गति वाले इंजनों में होता है, **जैसे**—स्टीम टरबाइन में।
(ग)	**ताँबा आधारित** बियरिंग धातु टिन-ब्रान्ज (Tin-Bronze)	Cu—80% Sn—10% Pb—10%	इसका उपयोग हैवी-ड्यूटी (Heavy Duty) के लिए होता है।

सोल्डर (Solders)

सोल्डर निम्न गलनांक (Low Melting Point) वाली धातु होती है जिसका उपयोग धातुओं को जोड़ने में होता है। यह निम्न प्रकार के होते हैं—

	सोल्डर धातु	संघटक की मात्रा	उपयोग
(क)	लेड सोल्डर (Lead Solder)	Pb—55% Sn—44% Sb—1%	इसका उपयोग सामान्य प्रयोजन सोल्डर (General Purpose Solder) के रूप में होता है।
(ख)	टिन सोल्डर या टिनमैन सोल्डर (Tinman's Solder)	Pb—34% Sn—66%	इसका उपयोग सामान्य कार्यों के लिए होता है।

			वह पाइप-ज्वाइन्ट में उपयोग होता है।
(ग)	प्लम्बर सोल्डर (Plumber Solder)	Pb—66% Sn—32% Sb—2%	
(घ)	सिल्वर सोल्डर (Silver Solder)	Pb—70% Ag—29% Zn—1%	इसका उपयोग ताँबा एवं इसके मिश्र-धातुओं को जोड़ने में होता है।
(ङ)	ब्रेजिंग एलॉय स्पेल्टर (Spelter)	Cu—50-60% Zn—40-50%	इसके कठोर सोल्डर भी कहते हैं। इसका उपयोग उच्च सामर्थ्य वाले जोड़ (joints) बनाने में होता है।

सोल्डर के प्रकार—यह दो प्रकार का होता है—

(i) मृदु सोल्डर (ii) कठोर सोल्डर

(i) मृदु सोल्डर—यह टिन एवं सीसे का एलॉय होता है।

अन्य धातुएँ—

❖ ऐल्यूमिनियम ❖ जिंक ❖ बिस्मथ ❖ कैडमियम

विभिन्न प्रकार के मृदु सोल्डर के प्रतिशत संघटक—

Sn = 50% Pb = 50%

Sn = 67% Pb = 33%

Sn = 33% Pb = 67%

(ii) कठोर सोल्डर—यह कॉपर एवं जिंक की मिश्र धातु होती है। इसे जर्मन सिल्वर भी कहते हैं।

गलनांक तापमान = 600°C

निम्न धातुओं पर सोल्डरिंग किया जाता है—

● स्टेनलेस स्टील ● ऐल्यूमिनियम ● मैग्नीशियम ● सिल्वर

ब्रेजिंग

इसे सामान्यतः कठोर सोल्डर कहते हैं। इसका मुख्य संघटक सामान्यतः ब्रास होता है। ब्रास सामान्यतः कॉपर तथा जिंक की मिश्र धातु है।

विभिन्न प्रकार की ब्रेजिंग विधियाँ—

● टार्च ब्रेजिंग ● प्रतिरोध ब्रेजिंग ● इन्डक्शन ब्रेजिंग ● फर्नेस ब्रेजिंग ● डीप ब्रेजिंग

विभिन्न प्रकार के ब्रेजिंग पदार्थ—

● कॉपर ● ऐल्यूमिनियम एलॉय ● निकिल क्रोम

● सिल्वर मैंगनीज ● कॉपर एलॉय ● सिल्वर ब्रेजिंग

सोल्डरिंग एवं ब्रेजिंग में अन्तर (Difference between Soldering and Brazing)

इनमें मुख्य अन्तर अग्रलिखित हैं—

क्र०सं०	सोल्डरिंग	ब्रेजिंग
1.	इसका उपयोग 427°C से कम ताप पर धातु एवं उनके मिश्र-धातुओं को जोड़ने के लिए किया जाता है।	इसका उपयोग 427°C से अधिक ताप पर धातु एवं उनके मिश्र-धातुओं को जोड़ने के लिए किया जाता है।
2.	सोल्डरिंग करने के लिए धातु की सतह को अच्छी तरह से साफ करना होता है।	ब्रेजिंग के लिए धातु सतह को ज्यादा साफ करने की आवश्यकता नहीं होती है।
3.	सोल्डरिंग से बने ज्वाइन्ट (जोड़) अपेक्षाकृत कमजोर (Weak) होते हैं।	ब्रेजिंग से बने जोड़ (Joints) अपेक्षाकृत मजबूत होते हैं।
4.	इसका उपयोग मुख्य रूप से विद्युत-परिपथ को जोड़ने में, द्रव के सीलिंग (Sealing) आदि के लिए होता है।	इसका उपयोग संक्षारणरोधी एवं फटीग (Fatigue) रोधी जोड़ (Joints) बनाने के लिए होता है।

सारांश

अलौह धातुएँ

वे धातुएँ जिनमें लोहा नहीं होता है या अशुद्धि के रूप में होता है, अलौह धातुएँ कहलाती हैं। उदाहरण के लिए—ताँबा, जस्ता, टिन।

ऐल्यूमिनियम

इसका मुख्य अयस्क बॉक्साइट है जो $Al_2O_3.3H_2O$ एवं Al_2O_3 का मिश्रण है।

ऐल्यूमिनियम अयस्क के मुख्य स्रोत निम्न राज्यों में हैं—

❖ झारखण्ड ❖ गुजरात ❖ महाराष्ट्र

❖ मध्य प्रदेश ❖ जम्मू-कश्मीर आदि।

प्रमुख उत्पादन कारखाना

❖ HINDALCO ❖ NALCO ❖ BALCO

❖ INDAL ❖ MALCO

उत्पादन-प्रवाह

प्रमुख चरण निम्नलिखित हैं—

❖ अयस्क ड्रेसिंग ❖ शुद्धिकरण ❖ विद्युत अपघटन

जिंक

मुख्य अयस्क निम्नलिखित हैं—

❖ जिंकाइट ❖ कैलामाइन ❖ जिंक ब्लेंड या जिंक सल्फाइड

जिंक के मुख्य स्रोत निम्न राज्यों में हैं—

❖ राजस्थान ❖ झारखण्ड ❖ आन्ध्र प्रदेश ❖ उड़ीसा

प्रमुख कारखाना

● हिन्दुस्तान जिंक लिमिटेड (HZL)

जिंक का उत्पादन—प्रमुख चरण निम्नलिखित हैं—

→ जिंक अयस्क की प्राप्ति → जिंक अयस्क का सान्द्रण → जिंक अयस्क का जारण

→ जिंक अयस्क का अपचयन → जिंक अयस्क का शोधन → जिंक

ताँबा

ताँबे के मुख्य अयस्क निम्नलिखित हैं—

● क्यूप्राइट ● केल्कोसाइट ● मैलेकाइट ● बोरनाइट ● कॉपर पायराइट

प्रमुख राज्य—

● झारखण्ड ● बिहार ● राजस्थान ● कर्नाटक

● महाराष्ट्र ● सिक्किम ● नागालैण्ड

प्रमुख कम्पनियाँ—

● STL ● HCL ● HIL ● Jhagadia Copper Ltd.

ताँबे का उत्पादन—प्रमुख चरण निम्नलिखित हैं—

● ताँबे का आयस्क ● ताँबे का सान्द्रण ● ताँबे का जारण/भूनना ● ताँबे का पिघलाना

● ताँबे का रूपान्तरण ● ताँबे का शोधन ● शुद्ध ताँबा

टिन

टिन का मुख्य अयस्क कैसीटेराइट है।

प्रमुख राज्य—

● बिहार ● छत्तीसगढ़ ● हरियाणा ● हिमाचल प्रदेश

● कर्नाटक ● जम्मू-कश्मीर ● उड़ीसा आदि।

प्रमुख कम्पनी

● —HAMCO—Mumbai

टिन का उत्पादन—प्रमुख चरण निम्नलिखित हैं—

● टिन का अयस्क ● टिन का सान्द्रण ● टिन का जारण

● टिन का पिघलाना ● टिन का शोधन ● शुद्ध टिन

सीसा

सीसे के मुख्य अयस्क निम्नलिखित हैं—

(i) गैलेना (ii) सेरूसाइट (iii) एंगलीसाइट

प्रमुख राज्य—

● झारखण्ड ● राजस्थान ● आन्ध्र प्रदेश

● पश्चिम बंगाल ● महाराष्ट्र

प्रमुख कम्पनी

● ILL ● BLL

उत्पादन विधि—प्रमुख चरण निम्नलिखित है—

● लेड अयस्क की प्राप्ति ● ड्रेसिंग ● जारण

● पिघलना ● शोधन ● शुद्ध सीसा

चाँदी

प्रमुख अयस्क—

❖ रूबी सिल्वर ❖ हार्न सिल्वर ❖ अर्जेंटाइट

● यह सफेद चमकदार रंग की होती है ● गलनांक = 960°C ● आपेक्षिक घनत्व = 10.5

अलौह मिश्र-धातु

अलौह धातुओं के साथ अन्य अलौह धातुओं को उचित अनुपात में मिलाने से बनने वाली धातु को अलौह मिश्र-धातु कहते हैं।

ऐल्यूमिनियम की मिश्र-धातु निम्नलिखित है—

● ड्यूरालुमिन ● ऐल्यूमिनियम ब्रांज ● निमोनिक मिश्र-धातु

● Y-मिश्र-धातु ● R-R-मिश्र-धातु

ताँबे की मिश्र-धातु—निम्नलिखित हैं—

● पीतल ● काँसा ● निकिल ताँबा मिश्र धातु

इन्कोनल मिश्र-धातु

यह निकिल, क्रोमियम एवं लोहे का मिश्र-धातु है।
इसे सुपर एलॉय भी कहते हैं।

अभ्यास प्रश्न

1. अलौह धातुओं के विशिष्ट गुण क्या हैं?
2. निम्न पदार्थों की संरचना तथा उपयोग लिखिए- (2001)
   (i) ऐल्यूमिनियम,
   (ii) फोर्जिंग मिश्र-धातुएँ। (2001)
3. वायुयान उद्योग में ऐल्यूमिनियम तथा उसकी मिश्रित धातुओं की अत्यधिक उपयोगिता के लिए जिम्मेदार कारकों को बताइए। (2005, 04)
4. विभिन्न ऐल्यूमिनियम मिश्र-धातुएँ कौन-कौन सी हैं? ड्यूरालुमिन के संघटक एवं उपयोग बताइए।

5. ऐल्यूमिनियम के मुख्य अयस्क क्या हैं? (2005)
6. ड्यूरालुमिन (Duralumin) के महत्त्वपूर्ण गुणधर्म (Properties) बताइए। (2012, 07)
7. ऐल्यूमिनियम के गुणों (Properties) को बताइए। (2010)
8. ताँबे के विभिन्न अयस्कों के नाम बताइए। (2006, 02)
9. ताँबा मिश्र-धातु पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (2012 06, 03)
10. ताँबे के गुण एवं उपयोग लिखिए। (2012)
11. ताँबा निर्माण की किसी एक विधि की रूपरेखा दीजिए। (2006)
12. ताँबे की मिश्र धातुओं के उपयोग लिखिए। (2008)
13. ताँबे और ऐल्यूमिनियम का उपयोग विद्युत यंत्र और उसके तार बनाने में क्यों होता है? (2007)
14. ताँबे के भौतिक, यान्त्रिक तथा विद्युतीय गुणों का वर्णन कीजिए। (2009)
15. बियरिंग धातुओं से आप क्या समझते हैं? (2011, 01)
16. बियरिंग मिश्र-धातुओं के नाम लिखिए। बियरिंग धातुओं के प्रमुख गुण क्या हैं? इनका वर्णन कीजिए। (2013, 07, 03, 02)
17. गनमेटल एवं टिन ब्रांज का संक्षिप्त वर्णन कीजिए। (2003)
18. बेबिट या श्वेत धातु एलॉय क्या है? इसके दो प्रकार व संघटन (Composition) का उल्लेख कीजिए। (2011, 05)
19. बियरिंग धातु क्या है? उनका वर्गीकरण कीजिए। (2008)
20. गनमेटल एवं फास्फोरस ब्रान्ज में विभेद कीजिए और उनके उपयोग बताइए। (2011)
21. जस्ता के मुख्य अयस्क एवं स्रोत क्या हैं? जिंक के उत्पादन का प्रवाह-आरेख बनाइए।
22. जस्ता की मात्रा के साथ पीतल के यान्त्रिक गुणों में बदलाव को समझाइए। (2008)
23. जस्ते और टिन के उपयोग क्या-क्या हैं? लिखिए। (2007)
24. टिन के उत्पादन का प्रवाह-आरेख (Flow Diagram) की सहायता से वर्णन कीजिए।
25. टिन का मुख्य अयस्क क्या है? इसमें कितने प्रतिशत टिन पाया जाता है?
26. पीतल किसे कहते हैं? विभिन्न प्रकार के पीतल कौन-कौन से हैं? उनके गुण एवं उपयोग लिखिए।
27. सोल्डर (Solder) की संरचना व उपयोग दीजिए। (2006)
28. सोल्डरिंग क्या है? सोल्डरिंग धातुओं (Soldering Metals) का वर्णन कीजिए। (2010)
29. ऐल्यूमिनियम उत्पादन की विधि को प्रवाह-आरेख (Flow Diagram) की मदद से समझाइए। (2010)
30. सोल्डर के विभिन्न प्रकार क्या हैं?
31. सोल्डरिंग (Soldering) एवं ब्रेजिंग (Brazing) में अन्तर बताइए।
32. लेड मिश्र-धातु (Lead Alloy) कौन-कौन से हैं? उनका उपयोग बताइए।
33. लेड के अयस्क के प्रमुख स्रोत क्या हैं? लेड उत्पादक प्रमुख कम्पनियाँ कौन-कौन सी हैं?
34. लेड के उत्पादन (Production) का प्रवाह आरेख द्वारा वर्णन कीजिए।
35. भारत में ताँबे के उत्पादक की प्रमुख कम्पनियों के नाम बताइए।
36. भारत में जस्ता के उत्पादक की प्रमुख कम्पनियाँ कौन-कौन सी हैं?
37. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–
   (i) इन्कोनल मिश्र-धातु (Inconel Alloy) (2008, 04)

   (ii) निकिल-चाँदी (Nickel-Silver)
   (iii) R—R मिश्र-धातु (2004, 04)
38. चाँदी (Silver) के भौतिक, यांत्रिक तथा विद्युतीय गुणों का वर्णन कीजिए। (2009)
39. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–
   (i) बैल धातु (Bell Metal)
   (ii) मोनल धातु (Monel Metal)
   (iii) मुन्ज मेटल (Muntz Metal)
   (iv) सिलिकन ब्रान्ज (Silicon Bronze)
   (v) ऐल्यूमिनियम ब्रान्ज (Aluminium Bronze)
40. चाँदी के विभिन्न अयस्क क्या हैं? चाँदी के उपयोग बताइए।
41. अलौह-धातुओं के विभिन्न उपयोगों को बताइए। (1998)
42. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–
   (i) ऐल्यूमिनियम के मुख्य अयस्क एवं उनके स्रोत
   (ii) ऐल्यूमिनियम उत्पादन के प्रमुख कारखाने
   (iii) जिंक (जस्ता) के गुण एवं उपयोग
   (iv) टिन के गुण एवं उपयोग
   (v) सीसा (लेड) के गुण एवं उपयोग।
43. ब्रास व ब्रान्ज की परिभाषा दीजिए। उनके महत्त्वपूर्ण गुणों का वर्णन करो।
44. बियरिंग धातुओं एवं सोल्डरों की मुख्य विशेषताओं एवं प्रयोगों की सूक्ष्म व्याख्या कीजिए। (2016)

वस्तुनिष्ठ प्रश्नावली

1. अलौह-धातुओं का घनत्व होता है–
   (a) उच्च (b) मध्यम (c) निम्न (d) इनमें से कोई नहीं
2. बॉक्साइट निम्न में से किसका अयस्क है?
   (a) ऐल्यूमिनियम (b) जिंक (c) ताँबा (d) टिन
3. $K_2OAl_2O_3.3SiO_2$ का नाम है–
   (a) बॉक्साइट (b) कोरण्डम (c) क्रायोलाइट (d) इनमें से कोई नहीं
4. ऐल्यूमिनियम का गलनांक होता है–
   (a) 650°C (b) 750°C (c) 700°C (d) 800°C
5. जिंक के अयस्क हैं–
   (a) जिंकाइट (b) कैलामाइन (c) जिंक ब्लेंड (d) सभी
6. क्यूप्राइट का रासायनिक सूत्र है–
   (a) Cu_2O (b) CuO (c) Cu_2S (d) Cu_2O_2
7. ताँबे का गलनांक तापमान है–
   (a) 1083°C (b) 1000°C (c) 900°C (d) 800°C

8. कैसीटेराइट का रासायनिक सूत्र है–
(a) SnO (b) SnO_2 (c) SnO_3 (d) SnO_4

9. भूरा टिन का आपेक्षिक घनत्व होता है–
(a) 5.77 (b) 7.29 (c) 6.77 (d) 1

10. गैलेना का रासायनिक सूत्र होता है–
(a) PbS (b) $PbCO_3$ (c) $PbSO_4$ (d) $PbSO_2$

11. एंगलीसाइट का रासायनिक सूत्र होता है–
(a) PbS (b) $PbCO_3$ (c) $PbSO_4$ (d) $PbSO_2$

12. मुन्ज मेटल के संघटक हैं–
(a) Cu (b) Zn (c) Cu-Zn (d) सभी

13. गन मेटल के मुख्य संघटक हैं–
(a) Cu (b) Zn (c) Sn (d) सभी

14. इन्कोनल मिश्र धातु है–
(a) निकिल (b) क्रोमियम (c) लोहा (d) सभी

15. प्लम्बर सोल्डर के मुख्य घटक होते हैं–
(a) Pb = 66% (b) Sn = 32% (c) Sb = 2% (d) सभी

16. नेवल पीतल के मुख्य संघटक हैं–
(a) Cu = 60%, Zn = 39%, Sn = 1% (b) Cu = 39%, Zn = 60%, Sn = 1%
(c) Cu = 1%, Zn = 39%, Sn = 60% (d) Cu = 60%, Zn = 1%, Sn = 39%

17. R-R.56 का गलनांक होता है–
(a) 635°C (b) 356°C (c) 536°C (d) 653°C

18. अर्जेंटाइट में चाँदी पाया जाता है–
(a) 87% (b) 78% (c) 37% (d) 73%

19. हार्न सिल्वर का रासायनिक सूत्र है–
(a) $AgCl_2$ (b) $AlCl_3$ (c) $AlCl_2$ (d) AgCl

20. टिन में निम्न गुण पाया जाता है–
(a) तन्यता (b) मुलायम (c) आघातवर्ध्यता (d) सभी

उत्तरमाला

1. (c) 2. (a) 3. (a) 4. (a) 5. (d) 6. (a) 7. (a) 8. (b) 9. (a) 10. (a)
11. (c) 12. (d) 13. (d) 14. (d) 15. (d) 16. (a) 17. (a) 18. (a) 19. (a) 20. (d)

5 अधात्विक पदार्थ (Non-metallic Materials)

5.1 अधात्विक पदार्थ

वे पदार्थ जिनमें धात्विक (लौह या अलौह) पदार्थों का समावेश नहीं होता, अधात्विक पदार्थ कहलाते हैं। ये कृत्रिम एवं प्राकृतिक रूप से पाए जाते हैं। इनका उपयोग इंजीनियरिंग के कार्यों के लिए बहुतायात में होता है। **जैसे**—इमारती लकड़ी, पेन्ट, वार्निश, प्लास्टिक, आदि।

धात्विक एवं अधात्विक पदार्थों में अन्तर (Difference between Metals and Non-metals)

क्र०सं०	धात्विक पदार्थ	अधात्विक पदार्थ
1.	इनका घनत्व अधिक होता है।	इनका घनत्व कम होता है, अर्थात् ये हल्के होते हैं।
2.	सामान्यत: ये विद्युत एवं ऊष्मा के सुचालक होते हैं।	सामान्यत: ये विद्युत एवं ऊष्मा के कुचालक होते हैं।
3.	इनको पीटने पर धात्विक ध्वनि (Metallic sound) सुनाई देती है।	इनसे ऐसा नहीं होता है।
4.	इनकी सामर्थ्य अधिक होती है।	इनकी सामर्थ्य कम होती हैं।
5.	लोहा एवं उसकी मिश्र-धातु, ताँबा एवं उसकी मिश्र धातु आदि धात्विक पदार्थ हैं।	इमारती लकड़ी, प्लास्टिक, सीमेन्ट आदि अधात्विक पदार्थ हैं।

5.2 इमारती लकड़ी (Timber)

वह लकड़ी (Wood) जो निर्माण कार्यों एवं अभियांत्रिकी (Engineering) के कार्यों के लिए उपयोग में आती है, इमारती लकड़ी कहलाती है।

इमारती लकड़ी का उपयोग मुख्य रूप से फर्नीचर, दरवाजे, ट्रस (Trusses), बीम (Beam), रेल के डिब्बे, रेल की पटरी आदि बनाने में होता है।

इमारती लकड़ी देने वाले वृक्ष (Tree) जीवित या खड़ा (Live or Standing) टिम्बर कहलाते हैं। जब पेड़ को काटकर गिरा देते हैं और उसकी छाल (Bark) को निकाल देते हैं, तो उसे मृत **टिम्बर (Dead timber)** कहते हैं। जब मृत टिम्बर को विभिन्न साइजों में चीरकर या काटकर उपयोगी बनाया जाता है, तो उसे **परिवर्तित टिम्बर** (Converted timber) कहते हैं।

इमारती लकड़ी के लाभ (Advantages of Timber)

अन्य पदार्थों (Materials) की तुलना में टिम्बर के निम्नलिखित मुख्य लाभ हैं—

1. यह आसानी से उपलब्ध हो जाता है।
2. यह हल्की एवं मजबूत होती है।
3. यह सस्ती, ध्वनिरोधी एवं यदि उचित तरीके से रखा जाए तो चिरस्थायी होती है।
4. ऊष्मा की कुचालक होने के कारण इसके बने भवन (Buildings) गर्मी में ठण्डे एवं सर्दी में गर्म रहते हैं।
5. इसमें आसानी से संरचनात्मक (Constructional) जोड़ लगाए जा सकते हैं।
6. यह झटके (Shocks) एवं कम्पन (Vibration) सहने में समर्थ होती है।

अच्छे इमारती लकड़ी के गुण (Qualities of Good Timber)

अच्छी टिम्बर में निम्नलिखित गुण होने चाहिएँ—

1. इसके रेशे सीधे (Straight) होने चाहिएँ।
2. यह प्राकृतिक दोषों (Defects) **जैसे**—गाँठ (knots), क्रैक (cracks) आदि से मुक्त होनी चाहिए।
3. यह एकसार एवं गहरे रंग की होनी चाहिए।
4. कील (Nails) आदि ठोकने पर फटना नहीं चाहिए।
5. सीजनिंग (Seasoning) के बाद इसमें ऐंठन (Warping) या मुड़ाव (Bend) नहीं आना चाहिए।
6. यह मजबूत होनी चाहिए।
7. रन्दा (Planing) करने पर इसकी सतह चिकनी (Smooth) एवं चमकदार होनी चाहिए।

टिम्बर के प्रकार (Types of Timber)

मुख्य रूप से टिम्बर दो प्रकार की होती है—(i) नरम लकड़ी, एवं (ii) कठोर लकड़ी।

(i) **नरम या मृदु (Soft) लकड़ी**—चीड़, देवदार, अखरोट, सेमल आदि के पेड़ से नरम लकड़ी प्राप्त होती है। यह अपेक्षाकृत हल्की होती है। इन पर कार्य करना आसान होता है। इनसे प्लाइवुड, सनमाइका, पैकिंग बॉक्स (Box), माचिस के स्टिक्स (Sticks), खिलौने आदि बनाए जाते हैं।

(ii) **कठोर (Hard) लकड़ी**—सागवान, साल, सीसम, बबूल, आम, नीम आदि वृक्षों से कठोर लकड़ी प्राप्त होती है। यह अपेक्षाकृत भारी होती है। यह अधिक सामर्थ्यवान होती है। इनमें कुछ लकड़ियाँ अग्निरोधक (Fire-resistant) भी होती हैं। इन पर आसानी से कार्य नहीं किया जा सकता है। इनका उपयोग फर्नीचर, संरचनात्मक कार्यों (Construction work) **जैसे**—बीम (Beam), खम्भा (Pillar), मचान (Scaffoldings), रेलवे स्लीपर, रेलवे कोच, बस एवं ट्रक की बॉडी, भूकम्परोधी घर आदि बनाने में होता है।

नरम टिम्बर एवं कठोर टिम्बर में अन्तर (Difference between Soft Timber and Hard Timber)

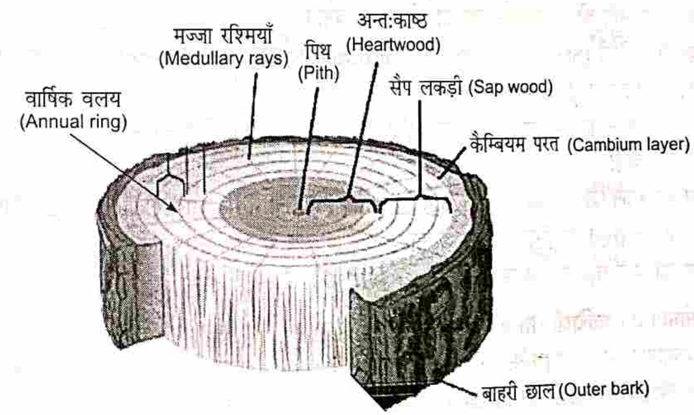
इनमें निम्न मुख्य अन्तर हैं—

क्र०सं०	नरम टिम्बर (Soft Timber)	कठोर टिम्बर (Hard Timber)
1.	यह हल्के रंग का होता है।	यह गहरे रंग का होता है।
2.	यह अपेक्षाकृत हल्का होता है।	यह अपेक्षाकृत भारी (Heavy) होता है।
3.	इस पर आसानी से कार्य किया जा सकता है।	इस पर कार्य (Work) करने में कठिनाई होती है।
4.	इसकी कार्यकारी लाइफ (Life) अपेक्षाकृत कम होती है।	इसकी कार्यकारी लाइफ (Life) अपेक्षाकृत अधिक होती है।
5.	इसमें आसानी से आग लग जाती है।	इसमें आसानी से आग नहीं लगती है।
6.	इसकी तनन सामर्थ्य अच्छी होती है, लेकिन कर्तन (Shearing) सामर्थ्य अच्छी नहीं होती है।	इसकी तनन एवं कर्तन दोनों सामर्थ्य अच्छी होती हैं।
7.	इनमें वार्षिक वलय (Annual rings) स्पष्ट होती है।	वार्षिक वलय (Annual rings) अस्पष्ट होती है।

टिम्बर की संरचना (Structure of Timber)

टिम्बर की संरचना को वृक्ष के तने के अनुप्रस्थ-काट (Cross-section) से समझ सकते हैं। चित्र 5.1 में बहिर्जात (Exogenous) वृक्ष (Tree) (ऐसे वृक्ष जिनकी वृद्धि अन्दर से बाहर की ओर होती है तथा मोटाई लम्बाई के साथ बढ़ती है) का अनुप्रस्थ-काट दिया गया है। टिम्बर की संरचना में मुख्य भाग निम्न होते हैं—

1. **छाल** (Bark)—यह पेड़ के तने का सबसे बाहर का भाग होता है। यह पेड़ के आन्तरिक भाग को सुरक्षा कवच प्रदान करता है।
2. **कैम्बियम पर्त** (Cambium Layer)—यह छाल के नीचे की मुलायम रसदार (Juicy) परत होती है।
3. **सैप लकड़ी** (Sap Wood)—यह कैम्बियम परत के नीचे का भाग होता है, जो अभी पूरी तरह उपयोगी लकड़ी में विकसित नहीं हुआ होता है। यह हल्के रंग का होता है, तथा वृक्ष की वृद्धि में सहायक होता है। इसे कच्ची लकड़ी भी कहते हैं। इसका उपयोग अभियांत्रिकी (Engineering) के कार्यों में नहीं होता है।



चित्र 5.1. पेड़ के तने का अनुप्रस्थ-काट (Cross-section of a tree)

4. **अंत:काष्ठ** (Heart Wood)—यह सैप लकड़ी और पिथ (Pith) के बीच की लकड़ी होती है। इसमें पेड़ की लम्बाई के साथ वृद्धि नहीं होती है। यह गहरे रंग की होती है। इसे पक्की लड़की भी कहते हैं। यह इंजीनियरिंग कार्यों में उपयोगी होती है।
5. **पिथ** (Pith)—यह तने के केन्द्र (Centre) पर होता है। इससे पेड़ अपना भोजन ग्रहण करता है।
6. **वार्षिक वलय** (Annual Ring)—इमारती लकड़ी प्रत्येक वर्ष कुछ मोटाई में बढ़ती है। उम्र के साथ यह कठोर होती जाती है एवं एक वलय (Ring) बन जाता है। इन रिंग को गिनकर पेड़ की उम्र की गणना की जा सकती है।

7. **मज्जा रश्मियाँ** (Medullary Rays)—पिथ से बाहर की ओर त्रिज्यीय अर्थात् रेडियल (Radial) रेशे जो सीधे एवं टूटे हुए दिखाई देते हैं, मज्जा रश्मियाँ कहलाते हैं। ये भोजन को पिथ से पेड़ के अन्य भागों को भेजती हैं तथा वार्षिक वलयों को आपस में जोड़ती हैं।

■ 5.3 टिम्बर की सीजनिंग (Seasoning of Timber)

ताजे कटे पेड़ों से प्राप्त लकड़ी में नमी बहुत ज्यादा होती है। इंजीनियरिंग के कार्यों में इसे सीधे उपयोग में नहीं लिया जा सकता है। इसमें से सैप एवं नमी को सुखाकर, लकड़ी को इंजीनियरिंग के कार्यों के लिए तैयार किया जाता है। लकड़ी में नमी 10-15% तक होनी चाहिए, ज्यादा नमी वाली लकड़ी के सूखने पर उसमें बंकन (Bending), ऐंठन, दरारें (Cracks), मरोड़ (Wrapping) आदि दोष आ जाते हैं। अत: लकड़ी को उपयोग में लेने से पहले सीजनिंग करना आवश्यक होता है।

सीजनिंग या संशोषण की परिभाषा (Definition of Seasoning)

ताजे कटे पेड़ से प्राप्त टिम्बर से आवश्यकतानुसार नमी (Moisture) को कम करने की विधि को संशोषण या सीजनिंग कहते हैं, अर्थात् यह लकड़ी को सुखाने की विधि है। इस विधि में विशेष ध्यान रखना होता है कि टिम्बर के हर भाग में एकसमान नमी रहे।

संशोषण उद्देश्य (Purpose of Seasoning)

लकड़ी के संशोषण के उद्देश्य निम्नलिखित हैं—

1. अनावश्यक नमी को निकालकर लकड़ी को हल्का बनाना।
2. टिम्बर में सामर्थ्य (Strength), कठोरता (Hardness), दृढ़ता (Stiffness) आदि गुण विकसित करना।
3. टिम्बर को टिकाऊ (Durable) बनाना।
4. नमी के कारण लकड़ी में दीमक एवं अन्य कीड़े लगने की सम्भावना होती है। अत: टिम्बर को दीमक एवं अन्य कीड़ों से बचाना।
5. टिम्बर का बंकन (Bending), ऐंठन (Twist), मरोड़ (Warping), दरार (Cracks) आदि दोषों से बचाना।
6. कार्य (Working) के दौरान टिम्बर के साइज और आकार में स्थायित्व लाना।
7. टिम्बर को वार्निश, पेन्ट, ग्लूइंग (Gluing) आदि के लिए तैयार करना।

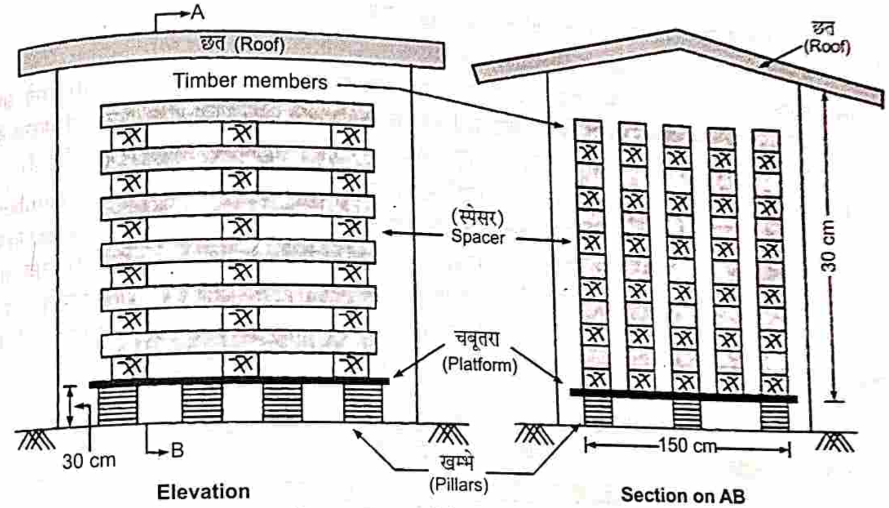
सीजनिंग या संशोषण की विधियाँ (Methods of Seasoning)

सीजनिंग या संशोषण को दो प्रकार से विभाजित कर सकते हैं—

1. प्राकृतिक संशोषण (Natural Seasoning) एवं
2. कृत्रिम संशोषण (Artificial Seasoning)।

1. प्राकृतिक संशोषण (Natural or Seasoning)—प्राकृतिक रूप से संशोषण वायु (Air) या जल (Water) द्वारा करते हैं।

(a) **वायु संशोषण (Air Drying or Seasoning)**—इस विधि में इमारती लकड़ी (टिम्बर) को खुली हवा (Open air) में रखते हैं। वायु संशोषण के लिए चिरी हुई लकड़ियों (Sawn timbers) को एक प्लेटफार्म पर इस प्रकार रखते हैं कि उनके चारों ओर वायु (Air) का प्रवाह हो सके। एक परत से दूसरे परत के बीच में वायु प्रवाह के लिए जगह होती है। टिम्बर को बरसात एवं तेज धूप से बचाने के लिए संशोषण-स्थान पर छत (Roof) बना देते हैं। टिम्बर में एकसार (Uniform) संशोषण के लिए उनके सिरों पर तेल या पेन्ट की कोटिंग (परत) चढ़ा देते हैं। चित्र (5.2) द्वारा वायु संशोषण के लिए टिम्बर की स्टैकिंग (Stacking) को समझ सकते हैं।



चित्र 5.2. वायु संशोषण (Air Seasoning)

वायुसंशोषण के लाभ (Advantages of Air Seasoning)—वायु संशोषण के लाभ निम्न हैं—

1. इसमें देखभाल की आवश्यकता नहीं होती है।
2. यह सस्ती और सरल विधि है।
3. इसके लिए कुशल कारीगरों की आवश्यकता नहीं होती है।

वायु संशोषण के दोष (Disadvantages or demerits of Air Seasoning)—वायु संशोषण के मुख्य दोष निम्न हैं—

- ❖ यह वातावरण (Atmosphere) पर निर्भर करता है, इसलिए इसमें अनिश्चित समय लगता है। संशोषण की दर पर कोई नियंत्रण नहीं होता है।
- ❖ इस विधि से प्राप्त टिम्बर में सामान्यत: 15% की नमी रहती है।
- ❖ इस विधि में अधिक जगह (Space) की आवश्यकता होती है।

(b) **जल संशोषण (Water-Seasoning)**—इस विधि में टिम्बर के लट्ठे को नदी में डुबोकर छोड़ देते हैं। टिम्बर की लम्बाई को बहाव (Stream) की दिशा में रखते हैं। इससे जल अपने बहाव के साथ लकड़ी के सैप को निकालकर बहा देती है और टिम्बर, सैप (Sap) मुक्त हो जाता है। इसमें 2-3 सप्ताह तक समय लगता है। इसके बाद टिम्बर को नदी से निकालकर वायु संशोषण की तरह संशोषण करते हैं। इस विधि में वायु संशोषण से कम समय लगता है। लेकिन टिम्बर की सामर्थ्य अपेक्षाकृत कम हो जाती है।

2. कृत्रिम संशोषण (Artificial Seasoning)—इस विधि से टिम्बर का नियंत्रित ऊष्मा (Heat), आर्द्रता (Humidity) एवं उचित वायु प्रवाह (Air circulation) द्वारा संशोषण करते हैं। इसमें केवल 4-5 दिन का समय लगता है। कृत्रिम संशोषण निम्न प्रकार से किया जा सकता है—

(a) उबालकर (Boiling),

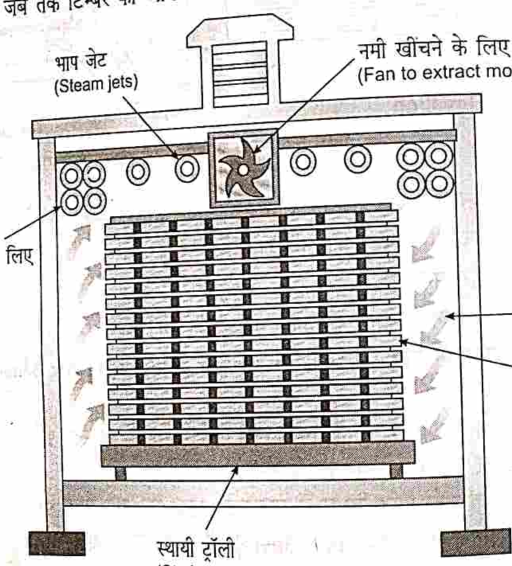
(b) भट्ठा संशोषण (Kiln Seasoning),

(c) रासायनिक संशोषण (Chemical Seasoning), एवं

(d) विद्युत संशोषण (Electrical Seasoning)।

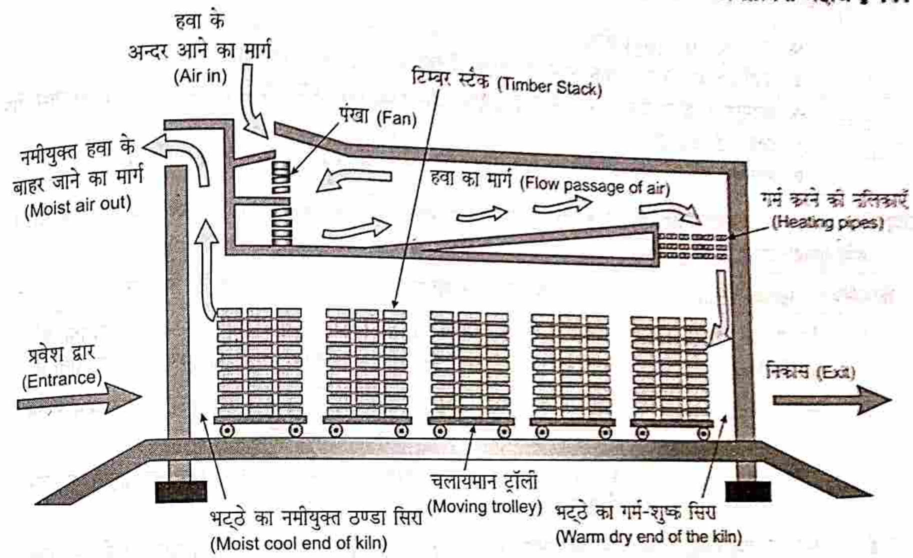
(a) **उबालकर** (Boiling)—इस विधि में टिम्बर को पानी में डुबोकर 3-4 घण्टे तक उबाला जाता है। इसके बाद धीरे-धीरे सुखाया जाता है। उबालने के स्थान पर टिम्बर के ऊपर वाष्प (भाप) भी प्रवाहित किया जा सकता है। इस विधि से टिम्बर की सीजनिंग (संशोषण) बहुत जल्दी हो जाती है लेकिन यह विधि काफी महँगी है।

(b) **भट्ठा संशोषण** (Kiln Seasoning)—भट्टा (Kiln) एक एयरटाइट (Airtight) कक्ष (Chamber) होता है। भट्ठे के अन्दर कृत्रिम रूप से (Artificially) गर्म हवा या भाप (Steam) उत्पन्न (Produce) किया जाता है। भट्ठे के अन्दर टिम्बर को एक ट्रॉली (Trolley) में उचित तरीके से लगाकर रखा जाता है। इसके बाद टिम्बर के ऊपर गर्म वायु प्रवाहित की जाती है। यह वायु संतृप्त (Saturated) होती है। ऊष्मा टिम्बर के प्रत्येक भाग में पहुँच जाती है। इसके बाद धीरे-धीरे ताप बढ़ाते जाते हैं एवं आर्द्रता (Humidity) कम करते जाते हैं। यह तब तक करते हैं, जब तक टिम्बर की आवश्यक संशोषण प्राप्त न हो जाए।



चित्र 5.3. स्थायी भट्ठा (Stationary Kiln)

भट्टा (Kiln) दो प्रकार का होता है—स्थायी (Stationary) एवं प्रोग्रेसिव (Progressive) भट्टा। स्थायी भट्टा में टिम्बर एक ही कम्पार्टमेन्ट में रहता है, जबकि प्रोग्रेसिव भट्टे में टिम्बर ट्रॉली पर एक कम्पार्टमेन्ट से दूसरे कम्पार्टमेन्ट में भेजा जाता है। यह महँगी विधि है। इसका उपयोग बहुत अधिक पैमाने पर टिम्बर के संशोषण के लिए किया जाता है। पीछे दिए गए चित्रों द्वारा स्थायी एवं प्रोग्रेसिव भट्ठों को समझा जा सकता है।



चित्र 5.4. प्रोग्रेसिव भट्ठा (Progressive Kiln)

(c) **रासायनिक संशोषण** (Chemical Seasoning)—इस विधि में लकड़ी का संशोषण, उसे उपयुक्त रासायनिक घोल में डुबोकर किया जाता है। फिर लकड़ी को घोल (Solution) से बाहर निकालकर साधारण तरीके से संशोषण किया जाता है। इस विधि से टिम्बर की भीतरी सतह उसकी बाहरी सतह की अपेक्षा पहले सूखती है फलस्वरूप बाहरी सतह पर दरारें (Cracks) बनने की सम्भावना कम हो जाती है।

(d) **विद्युत संशोषण** (Electrical Seasoning)—इस विधि में उच्च आवृत्ति की प्रत्यावर्ती धारा का प्रयोग करके लकड़ी को सुखाया जाता है। लकड़ी जब ताजी और नमी वाली होती है, तब उसमें विद्युत धारा के प्रवाह का प्रतिरोध करने की क्षमता कम होती है। जैसे-जैसे लकड़ी की नमी कम होती है वह सूखती है और उसकी विद्युत प्रतिरोधकता (Electrical resistance) बढ़ती है। लकड़ी के सूखने के साथ-साथ उसके भीतर ऊष्मा भी पैदा होती है। संशोषण की यह विधि उच्च गति से होती है। इसकी प्रारम्भिक लागत बहुत अधिक होती है, इसलिए इस विधि का व्यावसायिक उपयोग फायदेमंद नहीं होता है।

कृत्रिम संशोषण के लाभ (Advantages of Artificial Seasoning)—कृत्रिम संशोषण के मुख्य लाभ निम्नलिखित हैं—

- ❖ दीमक एवं अन्य कीड़े उच्च ताप के कारण नष्ट हो जाते हैं।
- ❖ लकड़ी की विभिन्न सतहों का सूखना एकसमान होता है।
- ❖ संशोषण में कम समय लगता है।
- ❖ इसमें वायु परिसंचरण, नमी और तापमान का प्रभावी नियंत्रण होता है।
- ❖ पेंटिंग और ग्लूइंग के लिए लकड़ी अधिक उपयुक्त हो जाती है।

कृत्रिम संशोषण से हानियाँ (Disadvantages of Artificial Seasoning)—कृत्रिम संशोषण से हानियाँ निम्न हैं—

- ❖ इसके लिए कुशल कारीगर की आवश्यकता होती है।

- ❖ यह महँगा (Costly) होता है।
- ❖ संशोषण के दौरान अधिक ऊष्मा के कारण टिम्बर पर लाल धब्बे पड़ जाते हैं।
- ❖ तापमान के उचित नियंत्रण न होने पर रिंग शेक (Ring Shake) एवं स्टार शेक (Star Shake) जैसे दोष उत्पन्न हो जाते हैं।
- ❖ संशोषण की दर अधिक होने पर हनी कॉम्ब (Honey comb) दोष उत्पन्न हो जाता है।

प्राकृतिक संशोषण एवं भट्ठा संशोषण में अन्तर (Difference between Natural and Artificial Seasoning)

इसके मुख्य अन्तर निम्नलिखित हैं—

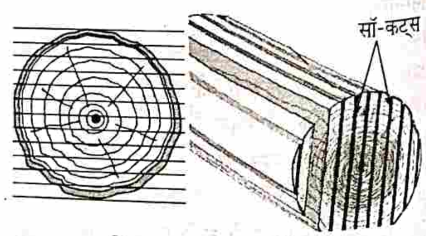
क्र०सं०	कारक (Factors)	प्राकृतिक संशोषण	भट्ठा संशोषण
1.	टिम्बर का गुण (Quality of timber)	टिम्बर में दीमक और कीड़ा लगने की सम्भावना अधिक होती है।	भट्ठा संशोषित टिम्बर में दीमक और कीड़ा लगने की सम्भावना कम होती है।
2.	स्थान (Floor area)	स्टैकिंग के लिए अधिक स्थान की आवश्यकता होती है।	स्टैकिंग के लिए अपेक्षाकृत कम स्थान की आवश्यकता होती है।
3.	सामर्थ्य (Strength)	इस से प्राप्त टिम्बर अधिक सामर्थ्यवान होती है।	इस से प्राप्त टिम्बर अपेक्षाकृत कमजोर होती है।
4.	नमी का अंश (Moisture content)	नमी का अंश 15 से 18% के नीचे लाना कठिन है।	नमी का अंश वांछित किसी भी स्तर तक लाया जा सकता है।
5.	कीमत (Cost)	यह विधि सरल व सस्ती है।	यह विधि महँगी और तकनीकी हैं।
6.	समय (Time)	इसमें अधिक समय लगता है। इसमें कई सप्ताह लग जाते हैं।	यह जल्दी (कम समय में) हो जाता है। यह 3-4 दिन में हो जाता है।
7.	नियंत्रण (Control)	इस विधि में ऊष्मा, ताप, आर्द्रता आदि कारकों पर कोई नियंत्रण नहीं होता है।	इस विधि में ऊष्मा, वायु प्रवाह, आर्द्रता आदि को नियंत्रित किया जा सकता है।

■ 5.4 पेड़ की कटाई (Felling of Trees)

खड़े (जीवित) पेड़ से कटाई द्वारा इमारती लकड़ी प्राप्त करते हैं। पेड़ की कटाई उचित समय और तरीके से होनी चाहिए। पूरी लम्बाई में वृद्धि (Growth) के बाद पेड़ की कटाई की जानी चाहिए, इससे अच्छी क्वालिटी की और अधिकतम लकड़ी प्राप्त होती है। अपरिपक्व (Immature) पेड़ को काटने पर टिम्बर में सैप की मात्रा अधिक होती है। पेड़ को काटने का उपयुक्त समय ग्रीष्म काल के मध्य में या वसंत ऋतु में होता है।

टिम्बर का रूपांतरण (Conversion of Timber)

टिम्बर को विभिन्न व्यापारिक रूपों (Forms) **जैसे**—लट्ठा, प्लैंक आदि में परिवर्तित करने की विधि को टिम्बर का रूपांतरण (Conversion of Timber) कहते हैं। टिम्बर का रूपांतरण, सीजनिंग (Seasoning) करने से पहले करते हैं। टिम्बर की चिराई (Sawing) करने से पहले उसमें होने वाले परिवर्तन (Change) का ध्यान रखा जाता है। **जैसे**—सिकुड़न (Shrinkage), प्लेनिंग (Planing), स्क्वायरिंग (Squaring) आदि। इनके लिए टिम्बर में पर्याप्त अलाउंस (Allowance) दिया जाना चाहिए।

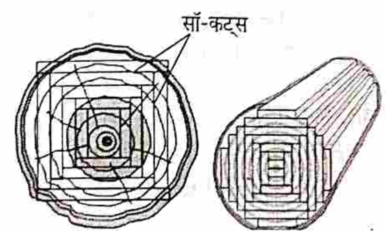


चित्र 5.5. साधारण चिराई

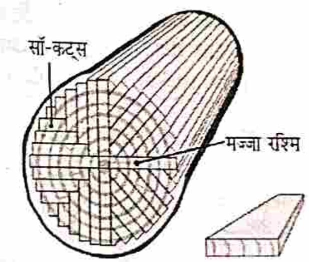
टिम्बर को रूपान्तरित करने के लिए मुख्य रूप से निम्न तीन प्रकार की चिराई (Sawing) की जाती है—

(i) **साधारण या फ्लैट चिराई (Flat or Ordinary Sawing)**—इस चिराई में सॉ-कट्स (Saw-cuts) वार्षिक वलय के स्पर्शी तथा एक-दूसरे के समान्तर (Parallel) होता है। यह सबसे सरल और सस्ती विधि है। इससे पटरे या प्लैंक्स (Planks) बनाए जाते हैं। इसका एक दोष यह है कि इससे बने पटरों (प्लैंक्स) में ऐंठन (Warping) होने की सम्भावना रहती है। (चित्र 5.5)

(ii) **स्पर्शी चिराई (Tangential Sawing)**—इस विधि में चिराई वार्षिक वलय (Annual ring) के स्पर्श रेखा के समान्तर (Parallel) होती है। सॉ-कट्स एक-दूसरे के समकोण (Right angles) पर होते हैं। इस विधि से प्राप्त बोर्ड्स (Boards) एवं प्लैंक की सीजनिंग जल्दी हो जाती है और लकड़ी का स्क्रैप (Scrap) भी बहुत कम होता है।



चित्र 5.6. स्पर्शी चिराई



चित्र 5.7. त्रिज्यीय चिराई

(iii) **रेडियल या त्रिज्यीय चिराई** (Radial Sawing)—इस विधि में चिराई मज्जा रश्मियों (Medullary rays) के समान्तर होती हैं। इस चिराई में ऐंठन (Warping) का दोष नहीं होता है, लेकिन लकड़ी का स्क्रैप (Scrap) बहुत होता है। यह खर्चीली विधि भी है।

■ 5.5 टिम्बर में दोष (Defects in Timber)

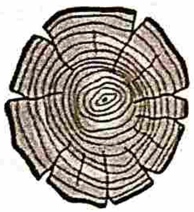
मुख्य रूप से टिम्बर में निम्न प्रकार के दोष पाए जाते हैं—

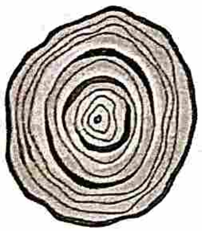
1. प्राकृतिक दोष (Natural defects)
2. रूपांतरण दोष (Conversion defects)
3. संशोषण दोष (Defects due to seasoning)
4. कवक जनित दोष (Defects due to fungi) एवं
5. कीड़ों द्वारा उत्पन्न दोष (Defects due to insects)।

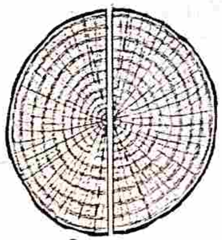
1. प्राकृतिक दोष (Natural Defects)—यह दोष वृक्ष के बढ़ने के साथ प्राकृतिक बलों (**जैसे**—तेज हवा, तेज धूप आदि) के कारण वृक्ष में उत्पन्न हो जाते हैं। प्राकृतिक दोष निम्न प्रकार के होते हैं—

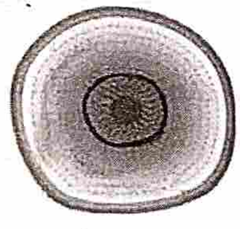
(अ) शेक्स या दरारें (Shakes),
(ब) गाँठ (Knots),
(स) मृत काष्ठ (Dead wood),
(द) छाल सूजन (Ring galls),
(इ) पानी के धब्बे (Water stains)।

(अ) **शेक्स या दरारें** (Shakes)—यह दोष वृक्ष के बढ़ने के साथ तेज हवाओं एवं तेज धूप के कारण उत्पन्न हो जाते हैं। इस दोष में वृक्ष के रेशे (Fibres) आंशिक रूप से या पूर्ण रूप से अलग हो जाते हैं या फट जाते हैं। ये कई प्रकार के होते हैं, **जैसे**—कप शेक, त्रिज्यीय शेक, हार्ट शेक, स्टार शेक एवं रिंग शेक।

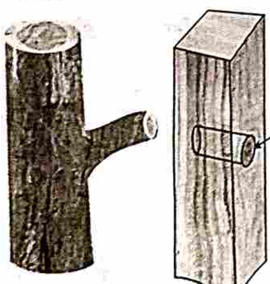

चित्र 5.8. स्टार शेक (Star shake)


चित्र 5.9. कप शेक (Cup shake)

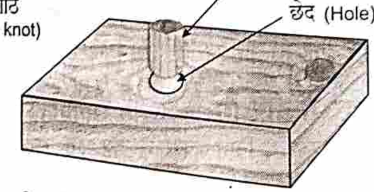

चित्र 5.10. त्रिज्यीय शेक (Radial Shake)


चित्र 5.11. रिंग शेक (Ring Shake)

(ब) **गाँठ** (Knots)—यह टिम्बर में पाया जाने वाले सामान्य दोष है। यह उस स्थान पर होता है, जहाँ पर टहनियाँ (शाखायें) तने (Trunk) से निकलती हैं। इस स्थान पर टिम्बर कठोर हो जाता है और टिम्बर पर कार्य करना मुश्किल हो जाता है। गाँठें दो प्रकार की हो सकती हैं—दृढ़ गाँठ (Live knot) एवं असम्बद्ध गाँठ (Dead knot)।



चित्र 5.12. दृढ़ गाँठ (Live Knot)



चित्र 5.13. असम्बद्ध गाँठ (Dead Knot)

(स) **मृत काष्ठ** (Dead Wood)—यह वह लकड़ी है, जो असमय सूख जाती है। यह हल्की और कमजोर होती है।

(द) **छाल-सूजन** (Rind Gall)—वृक्ष की शाखाओं को अनुचित ढंग से काट देने से कटे हुए स्थान के चारों ओर रस दारू (Sap wood) इकट्ठा हो जाती है। नई उत्पन्न लकड़ी पुरानी लकड़ी से नहीं मिल पाती। ऐसे स्थानों पर गड्ढा (Cavity) बन जाती है, जिसके अन्दर कीड़े-मकौड़े इत्यादि पैदा होने से काष्ठ का क्षय (Decay) प्रारम्भ हो जाता है। धीरे-धीरे यह गड्ढा छाल से ढक जाता है और उसके ऊपर उभार या सूजन-सी आ जाती है। यही छाल सूजन कहलाता है। इसके कारण लकड़ी कमजोर पड़ जाती है।

चित्र 5.14. छाल सूजन (Rind Gall)

(इ) **पानी के धब्बे (Water stains)**—लकड़ी के पानी के सम्पर्क में आने के कारण यह दोष उत्पन्न होता है। इसकी चमक फीकी पड़ जाती है एवं बदरंग दिखाई देने लगता है। यह लकड़ी के रूपान्तरण (Conversion) के बाद उत्पन्न होता है।

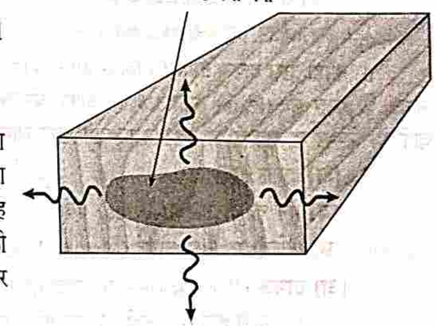
2. रूपान्तरण दोष (Conversion Defects)—ये दोष लकड़ी के रूपांतरण (कटाई एवं चिराई) के दौरान उत्पन्न हो जाते हैं। ये निम्न प्रकार के होते हैं—

- चिप मार्क (Chip mark),
- डाइगोनल ग्रेन (Diagonal Grain), एवं
- टॉर्न ग्रेन (Torn Grain)।

3. संशोषण या सीजनिंग-दोष (Seasoning Defects)—यह दोष टिम्बर के संशोषण के दौरान उत्पन्न हो जाते हैं। ये निम्न प्रकार के हो सकते हैं—

(अ) रेडियल (त्रिज्यीय) शेक एवं कप शेक,
(ब) पृष्ठ कठोरीकरण (Case hardening),
(स) बंकन एवं मरोड़ (Bending and twisting),
(द) हनी-कॉम्बिंग (Honey-combing) आदि।

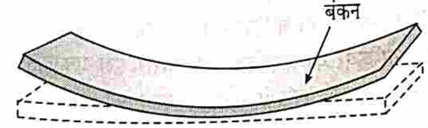
(अ) **रेडियल शेक्स तथा कप शेक्स**—संशोषण के दौरान टिम्बर के अन्दर के भाग की अपेक्षा बाह्य सतहों के जल्दी सूख जाने के कारण यह दोष पैदा होते हैं। इसमें प्राकृतिक दोषों की भाँति ही टिम्बर के वार्षिक वलय फटकर अलग हो जाते हैं।



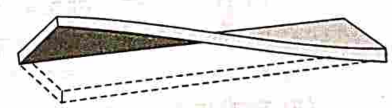
चित्र 5.15. पृष्ठ कठोरीकरण

(ब) **पृष्ठ कठोरीकरण**—संशोषण के दौरान निचले भाग में रखे टिम्बर के टुकड़ों के अन्दर यह दोष, टिम्बर के बाहरी भाग के शीघ्र सूख जाने के कारण पैदा होता है। इस दोष में कोशिकायें सिकुड़ जाती हैं और बाहरी सतह कठोर हो जाती है। इसलिए इस दोष को पृष्ठ कठोरीकरण कहते हैं।

(स) **बंकन एवं मरोड़** (Bending and Twisting)—अपर्याप्त संशोषण के कारण यह दोष उत्पन्न होता है। जब लकड़ी की चिराई की जाती है, तो उसकी नमी के सूखने के कारण लकड़ी में ऐंठन एवं बंकन उत्पन्न हो जाता है।



चित्र 5.16. बंकन (Bending)


चित्र 5.17. ऐंठन/मरोड़ (Twisting)

(द) **हनी कॉम्बिंग** (Honey Combing)—विद्युत एवं रासायनिक विधि से तीव्र संशोषण करते समय यदि टिम्बर के अन्त:भाग जल्दी सूख कर सिकुड़ जाए तो मधुमक्खी के छत्ते के आकार की दरारें पैदा हो जाती हैं। इस दोष को हनी कॉम्बिंग कहते हैं। संशोषण की दर उपयुक्त (Proper) होनी चाहिए, जिससे यह दोष उत्पन्न न हो।

चित्र 5.18. हनी कॉम्बिंग (Honey Combing)

4. कवक जनित दोष (Defects due to Fungi)—यह दोष लकड़ी में कवक (Fungi) के कारण उत्पन्न होते हैं। कवक नम एवं आर्द्र वातावरण में वायु एवं ऊष्मा की उपस्थिति में लकड़ी में उत्पन्न हो जाते हैं। ये जिस स्थान पर लग जाते हैं वहाँ पर लकड़ी गलने लगती है और धब्बे पड़ जाते हैं। लकड़ी में नमी 20% से कम होने पर कवक लगने की सम्भावना बहुत कम होती है। कवक जनित दोष निम्न प्रकार के होते हैं—

(अ) नीला धब्बा (Blue stain),
(ब) सैप स्टेन (Sap stain),
(स) ब्राउन रॉट (Brown rot),
(द) ड्राई रॉट (Dry rot),
(इ) वेट या गीला गलन (Wet rot),
(फ) सफेद गलन (White rot)।

5. कीड़ों द्वारा उत्पन्न दोष (Defects due to Insects)—ये दोष लकड़ी में कीड़ों द्वारा उत्पन्न हो सकते हैं। कीड़े लकड़ी के अन्दर छेद (Hole) कर देते हैं एवं अपना घर उसी में बना लेते हैं। इससे धीरे-धीरे लकड़ी कमजोर (Weak) हो जाती है। टिम्बर या लकड़ी को नुकसान पहुँचाने वाले सामान्य कीड़े निम्नलिखित हैं—

(अ) दीमक (Termites),
(ब) भृंग या बीटल्स (Beetles) एवं
(स) नौबेढ़ी या मैरीन बोरर्स (Marine borers)।

(अ) दीमक (Termites)—इसे सफेद चींटी (White ants) भी कहते हैं। यह कीड़ा समूह बनाकर रहता है और बहुत तेजी से लकड़ी को काटता है। इनका आक्रमण लकड़ी के कोर (core) पर होता है। यह टिम्बर में अन्दर ही अन्दर सुरंगें बना लेते हैं और बाहरी आवरण (cover) को नहीं छूते। इस प्रकार टिम्बर बाहर से स्वस्थ दिखायी देती है लेकिन अन्दर से खोखली हो जाती है। कुछ अच्छी किस्म की लकड़ियों पर इनका प्रभाव नहीं पड़ता है, **जैसे**—टीक, साल आदि। इन लकड़ियों में कुछ ऐसे रसायन होते हैं जिनकी गन्ध से दीमक नहीं लग पाती है।

(ब) भृंग या बीटल्स (Beetles)—यह छोटे-छोटे कीड़े होते हैं और लकड़ी का क्षय (decay) शीघ्र ही कर देते हैं। यह लकड़ी के अन्दर 2 मिमी व्यास वाले बारीक छिद्र (Holes) बना देते हैं। यह लकड़ी की सभी किस्मों पर आक्रमण करते हैं और उसकी सैप वुड पर पलते व बढ़ते हैं। बीटल्स के लारवा (Larvae) से सैप वुड में सभी तरफ सुरंगों के समान छिद्र बन जाते हैं। ये टिम्बर को बारीक आटे के समान चूर्ण के रूप में परिवर्तित कर देते हैं। ये बाहरी आवरण या कवर को प्रभावित नहीं करते। इस प्रकार, टिम्बर का बाहरी आवरण देखने में स्वस्थ दिखता है परन्तु अन्दर की लकड़ी खोखली हो जाती है।

(स) नौबेढ़ी या मैरीन बोरर्स (Marine Borers)—यह कीट सामान्यतया नमकीन पानी में पाए जाते हैं। मैरीन बोरर्स की अधिकांश किस्मों का पोषण लकड़ी पर नहीं होता है परन्तु यह लकड़ी के अन्दर होल्स या बोर करके सुरंगें बना देते हैं और उनमें ही रहते हैं। इन होल्स का व्यास और लम्बाई क्रमशः 25 मिमी और 60 मिमी तक हो सकती है। ये लकड़ी को कमजोर कर देते हैं। ये लगभग सभी प्रकार की लकड़ी को प्रभावित करते हैं।

ISO (The International Organization for Standardization) के अनुसार टिम्बर दोष का वर्गीकरण—इसके अनुसार टिम्बर में निम्न प्रकार के दोष होते हैं—

1. गाँठ (Knots),
2. शेक्स या दरारें या विपाट (Shakes),
3. लकड़ी की असामान्य संरचना एवं रंग (Irregularities of wood structure and abnormal colour),
4. कवक जनित दोष (Defects caused by fungi),
5. कीट जनित दोष (Defects caused by insects), और
6. चिराई दोष एवं परिवर्तन (Sawing defects and deformation)।

5.6 टिम्बर के व्यापारिक रूप (Market Forms of Timber)

बाजार में टिम्बर निम्नलिखित रूपों (नामों) में उपलब्ध होती है—

1. **लट्ठा** (Logs)—यह पेड़ का तना होता है, जो बिना छाल एवं टहनियों का होता है।
2. **शहतीर** (Balk)—यह लट्ठे को छाँटकर बनाया जाता है। इनका अनुप्रस्थ-काट चौकोर (Square/rectangular) आकार का होता है।
3. **खंभे** (Posts)—यह लकड़ी के गोल या वर्गाकार अनुप्रस्थ-काट के लम्बे-टुकड़े होते हैं। इनके अनुप्रस्थ-काट का व्यास या भुजा 175-300 मिमी (mm) के बीच होती है।
4. **तख्ता** (Planks)—यह 50 से 100 मिमी मोटे, 250-300 मिमी चौड़े तथा 3 से 7 मीटर लम्बे लकड़ी के टुकड़े (Piece) होते हैं।
5. **बैटन या बत्ता** (Batten)—यह पतले लम्बे टुकड़े होते हैं जिनका उपयोग सजावट के लिए, बिजली के तारों की वायरिंग आदि कार्यों के लिए होता है।

इंजीनियरिंग के कार्यों में टिम्बर का उपयोग (Uses of Timber in Engineering)

इंजीनियरिंग में टिम्बर का बहुत व्यापक उपयोग है, **जैसे**—

1. **घरेलू उपयोग में**—खिड़की, दरवाजे, कुर्सी, अलमारी आदि बनाने में।
2. **उद्योगों में**—पैकिंग के लिए कागज, माचिस, कार्ड बोर्ड, प्लाईवुड आदि बनाने में।
3. **परिवहन उद्योग में**—रेलवे स्लीपर, रेल के डिब्बे, बस, ट्रक, नाव, बैलगाड़ी आदि के बनाने में।
4. **वाद्य यंत्रों**—जैसे बाँसुरी (Flute), वीणा, ढोलक, तबला आदि के निर्माण में।
5. भवन निर्माण में शहतीर, खंभे, मचान आदि के रूप में।
6. खेल के सामान जैसे बैट, हॉकी स्टिक आदि के निर्माण में।
7. खिलौने एवं सजावट के समान बनाने में।
8. पेन्सिल, पेन्टर्न (Pattern), ड्रॉइंग-बोर्ड आदि बनाने में।

5.7 टिम्बर का परिरक्षण (Preservation of Timber)

टिम्बर की उम्र और उपयोगिता को बढ़ाने के लिए उसका परिरक्षण आवश्यक है। सीजनिंग (Seasoning) के बाद टिम्बर को (1) बाहरी वातावरण के प्रभाव जैसे नमी, प्रकाश एवं जल से बचाने के लिए तथा (2) दीमक एवं फफूंदी से होने वाले क्षय (Decay) को रोकने के लिए परिरक्षण तकनीक (Technique) का उपयोग किया जाता है। इसके लिए टिम्बर की सतह पर उचित परिरक्षक (Preservative) का लेप किया जाता है।

अच्छे परिरक्षक के लिए आवश्यक गुण (Required Qualities of a good Preservative)

अच्छे परिरक्षक में निम्नलिखित आवश्यक गुण होने चाहिएँ—

1. सह सस्ता एवं आसानी से उपलब्ध होना चाहिए।
2. यह दीमक एवं फफूंद नाशक होना चाहिए।
3. इस पर वातावरण का प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।
4. इसमें लकड़ी की सामर्थ्य (Strength) पर कोई फर्क नहीं पड़ना चाहिए।
5. इससे दुर्गन्ध नहीं आनी चाहिए।
6. ये मनुष्य एवं जानवरों के लिए हानिकारक नहीं होना चाहिए।
7. यह ज्वलनशील नहीं होना चाहिए।

परिरक्षकों के प्रकार (Types of Preservatives)

टिम्बर के परिरक्षण में निम्न प्रकार के परिरक्षकों का उपयोग किया जाता है—

1. कोलतार (Coaltar)—इसे अलकतरा या डामर भी कहते हैं। यह कीटनाशक एवं दुर्गन्धयुक्त काले रंग का पेट्रोलियम उत्पाद है। यह सस्ता एवं अग्नि-प्रतिरोधक होता है। यह काले रंग का होता है।

2. क्रियोसोट तेल (Creosote Oil)—यह टार (Tar) के आसवन से प्राप्त होता है। यह फफूंदनाशक एवं दुर्गन्धयुक्त तेल होता है। यह दीमकनाशक भी होता है। इसका उपयोग घरेलू उपयोग में नहीं किया जाता है, क्योंकि यह जहरीला होता है।

3. तेल पेन्ट (Oil Paints)—सामान्य कार्यों में कॉपर-क्रोम-आर्सेनेट (CCA) का उपयोग होता है। इसके अलावा अमोनिकल-कॉपर क्वाटर्नरी (ACQ) का भी उपयोग होता है। आर्सेनिक एवं कॉपर के तत्त्व टिम्बर को कीड़े एवं फफूंद से बचाते हैं, जबकि क्रोमियम इसे टिम्बर से चिपकाता है।

4. सोलिग्नम पेन्ट (Solignum Paints)—यह पेन्ट टिम्बर को कीड़ों एवं फफूंद से बचाता है।

5. रासायनिक परिरक्षक (Chemical Preservatives)—**जैसे**—

(i) एस्कू चूर्ण (Ascu Powder)—यह हाइड्रेटेड आरसेनिक पेन्टाऑक्साइड ($As_2O_5 \cdot 2H_2O$), कॉपर सल्फेट ($CuSO_4.5H_2O$) एवं पोटैशियम डाइक्रोमेट ($K_2Cr_2O_7$) का मिश्रण होता है।

(ii) जिंक क्लोराइड,
(iii) बोरिक एसिड,
(iv) एसिटिक एसिड, आदि।

6. हल्के कार्बनिक विलायक परिरक्षक (Light Organic Solvent Preservatives, LOSP)—ये क्रियोसोट के विकल्प के रूप में उपयोग किए जाते हैं। ये कॉपर क्वीनोलेट या कॉपर नेफ्थेनेट या जिंक नेफ्थेनेट होते हैं।

7. अग्नि रोधक परिरक्षक (Fire-Retardant Preservatives)—अमोनियम के लवण (salts), बोरेट्स और कार्बनिक बहुलकों के घोल में टिम्बर को डुबोने से टिम्बर अग्नि रोधक हो जाता है।

परिरक्षकों को लगाने की विधियाँ (Methods of Application of Preservatives)

टिम्बर के परिरक्षण के लिए परिरक्षकों को लगाने (Application) की मुख्य विधियाँ निम्नलिखित हैं—

1. सतही ट्रीटमेन्ट (Surface Treatment)—इस विधि में टिम्बर की सतह पर परिरक्षकों का लेपन करते हैं। इसमें टिम्बर की सतह पर—

(i) ब्रुश (Brush) द्वारा तेलयुक्त परिरक्षकों की कई परतें (Layers) लगाई जाती हैं।

(ii) स्प्रे पिस्टल द्वारा भी उच्च दाब पर तैलीय परिरक्षकों को लेपन किया जाता है।

2. सोकिंग ट्रीटमेन्ट (Soaking Treatment)—इस विधि में टिम्बर को परिरक्षक के घोल में डुबोकर कुछ निश्चित समय के लिए छोड़ दिया जाता है। इससे टिम्बर में परिरक्षण का शोषण (Absorption) अच्छी तरह से हो जाता है। यह विधि ज्यादा प्रभावी होती है।

3. हॉट और कोल्ड ट्रीटमेन्ट (Hot and Cold Treatment)—इस विधि में टिम्बर को परिरक्षक के घोल में डुबोकर उचित ताप पर गर्म करते हैं। गर्मी के कारण टिम्बर के अन्दर की वायु बाहर निकल जाती है। इसके बाद घोल को ठण्डा करते हैं, तब परिरक्षक घोल टिम्बर में प्रवेश कर जाता है।

5.8 भारत में पाए जाने वाले टिम्बर : उनके गुण, पहचान एवं उपयोग (Common Indian Timber : Their Properties, Identification and Uses)

भारत में पाए जाने वाले मुख्य टिम्बर (वृक्षों) का संक्षिप्त विवरण निम्न है—

1. आम (Mango)—यह भारत में हर जगह पाया जाता है। यह गहरे भूरे रंग का होता है। आम का पेड़ अपने फल के लिए मशहूर है। यह अपेक्षाकृत भारी एवं सामर्थ्यवान टिम्बर होती है। इसकी चिराई कटाई आसानी से की जा सकती है। इसका उपयोग मुख्य रूप से तख्तों के लिए किया जाता है, जो घरेलू कार्यों एवं पैकिंग के लिए उपयोग में आते हैं।

2. नीम (Neem)—यह देश के मैदानी (Plains) क्षेत्रों में पाया जाता है। इसमें औषधीय गुण होता है। इसकी लकड़ी का रंग हल्का पीला होता है। इसमें कीड़े नहीं लगते हैं। यह मजबूत एवं टिकाऊ लकड़ी है। इसके ग्रेन एक सार (Uniform) नहीं होते हैं। यह कठोर लकड़ी है। इसका उपयोग घरेलू कार्यों **जैसे**—दरवाजे, चौखट आदि बनाने में होता है।

3. सागौन (Teak)—यह बहुत मजबूत एवं हल्की इमारती लकड़ी है। इस पर आसानी से कार्य किया जा सकता है। रंदा (Planing) करने पर यह बहुत ही ग्लेजिंग (Glazing) फिनिशिंग देता है। यह टिकाऊ (Durable) होती है। इससे हर प्रकार का लकड़ी का सामान बनाया जाता है। यह कीमती (Costly) होती है। यह मध्य प्रदेश, बिहार, उत्तर प्रदेश आदि प्रदेशों में पाया जाता है।

4. शीशम (Sheesham)—यह भी मजबूत एवं टिकाऊ लकड़ी है। अपेक्षाकृत भारी होती है। इससे शहतीर (Beam), फर्नीचर बनाए जाते हैं। यह उत्तर एवं मध्य भारत में पाया जाता है।

5. सफेदा या यूकेलिप्टस (Eucalyptus)—यह सफेद रंग का पेड़ होता है। इसकी लकड़ी हल्के लाल रंग की होती है। यह मजबूत एवं कठोर (Hard) लकड़ी है। यह ज्यादा बारिश (Rain) वाले क्षेत्रों में पाया जाता है। हालांकि मैदानी क्षेत्रों **जैसे**—मध्य प्रदेश, राजस्थान, उ०प्र० आदि प्रदेशों में भी होता है। इसके लट्ठे एवं बल्लियाँ बनाई जाती हैं तथा यह पैकिंग के कार्यों में भी प्रयोग होता है।

6. महोगनी (Mahogany)—यह लाल भूरे रंग की लकड़ी है। यह टिकाऊ (Durable) होती है। इसमें एक विशेष प्रकार का तेल पाया जाता है, जिसके कारण इसमें कीड़े नहीं लगते हैं। इसमें भंवर की तरह (Wavy) के ग्रेन (Grain) होते हैं। इसका उपयोग पेन्टर्न (Pattern) बनाने के लिए होता है। यह हिमालय के क्षेत्र में मिलती है।

7. कटहल (Jack fruit)—यह देश में लगभग-लगभग हर जगह पाया जाता है। ये फल एवं सब्जी वाला पेड़ भी है। इसकी लकड़ी पीले रंग की होती है। यह मजबूत एवं रंदा (Planing) करने पर अच्छी फिनिशिंग देने वाली लकड़ी है। इसके ग्रेन (Grain) एक सार (Uniform) होते हैं। इस पर आसानी से कार्य (Work) किया जा सकता है। यह हल्का होता है। इसका उपयोग शहतीर, वाद्ययन्त्र जैसे ढोलक, नाव (Boat) आदि बनाने में होता है।

8. देवदार (Deodar)—यह मुलायम (Soft) लकड़ी है। यह उत्तम गुणों वाली लकड़ी है। इसके ग्रेन (Grain) स्पष्ट एवं एकसार (Uniform) होते हैं। इसकी चिराई एवं रंदा करना आसान होता है। रंदा करने पर इसकी सतह चमकीली हो जाती है। इसका उपयोग भवन निर्माण, रेलवे स्लीपर्स, पैकिंग बॉक्स, फर्नीचर आदि में होता है। यह हिमाचल प्रदेश, उ०प्र०, पंजाब आदि प्रदेशों में पाया जाता है।

9. साल (Sal)—यह गहरे भूरे रंग की लकड़ी है। यह कठोर एवं भारी लकड़ी है। इसमें दीमक नहीं लगती है। यह टिकाऊ लकड़ी है। इस पर कार्य करने में कठिनाई होती है। यह हिमालय के तराई क्षेत्रों, मध्य भारत एवं दक्षिण भारत के ज्यादा बारिश वाले क्षेत्रों में पाया जाता है। इसका उपयोग भवन-निर्माण के कार्यों में होता है।

10. बबूल (Babul)—यह लाल-भूरे रंग की लकड़ी है। यह कठोर एवं भारी होती है। इसके पटरे (Sheets) धूप में फट (Crack) जाते हैं। इसका उपयोग मुख्य रूप से बैलगाड़ी के पहिए, हल एवं कृषि के सामान बनाने में होता है। यह सम्पूर्ण भारत में पाया जाता है।

11. बांस (Bamboo)—यह लचीली रेशेदार लकड़ी है। यह मजबूत एवं टिकाऊ होती है। इसकी कई प्रजातियाँ होती हैं। इस पर आसानी से कार्य किया जा सकता है। इसकी पतले-पतले स्ट्रिप (Strip) बनाई जा सकती हैं। इसका उपयोग कंस्ट्रक्शन में छज्जा/ढूला (Scaffolding) बनाने में, टोकरी (Basket), अस्थायी पुल, घरेलू उपयोग के सामान, कागज आदि बनाने में होता है। यह देश के सभी भागों में होता है।

12. सेमल—यह सफेद रंग की हल्की लकड़ी होती है। इसके फल से रूई निकलती है। इस पर आसानी से कार्य किया जा सकता है। अपेक्षाकृत कमजोर लकड़ी है। इसका उपयोग माचिस स्टिक (तिल्ली), खिलौने, प्लाईवुड (Plywood), पैकिंग बॉक्स आदि बनाने में होता है। यह भारत में सभी जगह पाया जाता है।

13. पॉपलर (Poplar)—यह हल्की लकड़ी है। यह जल्दी तैयार हो जाती है। इसकी ग्रोथ (Growth) बहुत अच्छी है। इसके ग्रेन (Grain) एकसार होते हैं। इसका उपयोग खिलौने, प्लाईवुड (Plywood) आदि बनाने में होता है। यह उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश एवं अन्य भागों में पाया जाता है।

14. चीड़ (Pine)—यह कठोर (Hard) एवं मजबूत लकड़ी है। यह हिमाचल एवं जम्मू-कश्मीर के क्षेत्रों में पाया जाता है। इसका उपयोग पेन्टर्न (Pattern), दरवाजे-खिड़की एवं अन्य कार्यों के लिए किया जाता है।

15. ताड़ (Palms)—यह मजबूत रेशेदार लकड़ी है। पक्की लकड़ी भूरे रंग की होती है। इस पर कीड़ा नहीं लगता है। यह फलदार वृक्ष है। यह टिकाऊ लकड़ी है। इसका उपयोग शहतीर (Beam), फर्नीचर, बैलगाड़ी आदि बनाने में होता है। यह समुद्री इलाकों में बहुतायत में पाया जाता है। यह देश में लगभग हर जगह पाया जाता है।

16. स्प्रूस (Spruce)—यह हल्की लकड़ी है। इसमें कीड़ा नहीं लगता है। इसमें सड़न या गलन नहीं होती है। इसका उपयोग नाव (Boat), नदियों पर पुल, कागज आदि बनाने में होता है। यह हिमाचल के क्षेत्र में पाया जाता है।

17. इमली (Tamarind)—यह गाँठदार लकड़ी होती है। यह अपेक्षाकृत भारी है। यह मजबूत, चीमड़ (Tough) एवं टिकाऊ लकड़ी होती है। इसके फल से अचार बनता है एवं मसाले के रूप में भी प्रयोग होता है। इसका मुख्य उपयोग कृषि-यंत्रों **जैसे**—हल, कुदाल के हत्थे, बैलगाड़ी, दरवाजे, चौखट आदि बनाने में होता है। यह भारत में हर जगह पाया जाता है।

18. बरगद (Banyan)—यह भारी एवं काफी फैला हुआ पेड़ होता है। इसकी लकड़ी चीमड़ (Tough) होती है। यह पानी में अपनी मजबूती बनाये रखती है। इसका उपयोग बल्ली (Poles), कंस्ट्रक्शन कार्यों के लिए तख्ते, प्लाईवुड (Plywood) आदि बनाने में होता है। यह भारत के सभी क्षेत्रों में पाया जाता है।

19. कैल (Kail)—यह भूरे रंग की लकड़ी होती है। यह मजबूत, हल्की, टिकाऊ एवं रेशेदार होती है। इसका उपयोग रेलवे स्लीपर्स, फर्नीचर एवं कन्स्ट्रक्शन (निर्माण) कार्यों में किया जाता है। यह हिमालय के क्षेत्रों—जम्मू-कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, सिक्किम आदि प्रदेशों में पाया जाता है।

20. रोजवुड (Rose Wood)—यह एकसार ग्रेन वाली सुन्दर लकड़ी है। यह मजबूत, भारी एवं टिकाऊ लकड़ी है। यह उड़ीसा, मध्य प्रदेश, तमिलनाडु, केरल एवं महाराष्ट्र में पाया जाता है। इसका उपयोग सजावटी सामान, फर्नीचर एवं नक्काशी वाले कार्यों में होता है।

21. महुआ—यह लाल रंग की लकड़ी है। इसका वृक्ष (Tree) फलदार होता है। इसमें औषधीय गुण पाया जाता है। यह मजबूत एवं कठोर लकड़ी है। इस पर आसानी से कार्य नहीं किया जा सकता है। इसका उपयोग शहतीर, दरवाजे, चौखट, तख्ते आदि बनाने में होता है। यह विहार, झारखण्ड, मध्य प्रदेश, उ०प्र० आदि प्रदेशों में पाया जाता है।

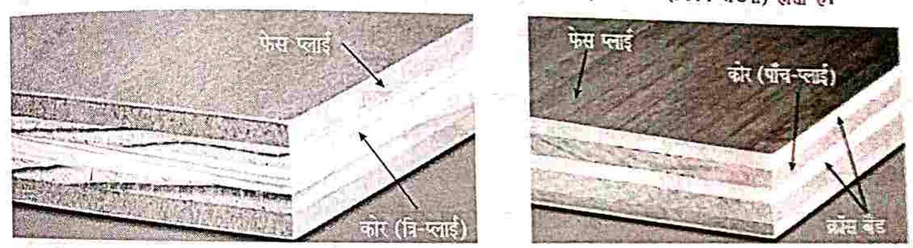
5.9 टिम्बर के उत्पाद (संक्षिप्त विवरण) (Products of Timber : Brief Study)

औद्योगिक रूप से टिम्बर के विभिन्न उत्पाद बनाये जाते हैं, जो निश्चित आकार एवं साइज के होते हैं। कुछ मुख्य उत्पाद निम्नलिखित हैं—

1. प्लाईवुड (Plywood),
2. हार्ड-बोर्ड (Hard Board),
3. बैटन बोर्ड (Batten Board),
4. विनीयर बोर्ड (Veneer Board),
5. विनीयर (Veneer) आदि।

1. प्लाईवुड (Plywood)

यह टिम्बर की पतली-पतली परतों (Layers) को एक-दूसरे के लम्बवत् (समकोण) चिपकाने से तैयार होता है। चिपकाने का काम ठण्डी या गर्म अवस्था में मशीनों द्वारा आसंजकों की सहायता से निश्चित दाब पर करते हैं। इससे टिम्बर का सामर्थ्य बढ़ जाता है। प्लाईवुड में परतों (Layers) की संख्या 3, 5 या 7 (विषम संख्या) होती है।



चित्र 5.19. प्लाईवुड (Plywood)

प्लाईवुड के लाभ—प्लाईवुड के निम्नलिखित लाभ हैं—

(i) प्लाईवुड की सामर्थ्य प्रत्येक दिशा में बराबर (equal) होती है एवं जिस लकड़ी से बनती है, उससे ज्यादा होती है।

(ii) इसमें सिकुड़ने एवं फैलने (Expansion) की सम्भावना कम होती है।

(iii) कील (Nail) ठोकने पर फटती नहीं है।

(iv) यह किसी भी साइज एवं रंगों में बनाया जा सकता है।

(v) यह घरेलू एवं सजावटी कार्यों के लिए किफायती होता है।

उपयोग—इसका मुख्य उपयोग फर्नीचर, दरवाजे, पार्टीशन की दीवार, पैनल, सजावटी सामान आदि बनाने में होता है।

2. हार्ड बोर्ड (Hard Board)

यह भी प्लाईवुड का एक प्रकार है। इसे फाइबर बोर्ड भी कहते हैं। टिम्बर के फाइबर्स (Fibers) एस्बेस्टस (Asbestos) या इस्पात (Steel) के फाइबर्स के साथ परतों में उच्च दाब पर दबाकर चिपकाया जाता है। यह उच्च दाब के कारण हार्ड हो जाता है। इसकी सामर्थ्य इसके संघटक पदार्थों (जिन से मिलकर बनता है) की सामर्थ्य से अधिक होती है।

हार्डबोर्ड (Hardboard)

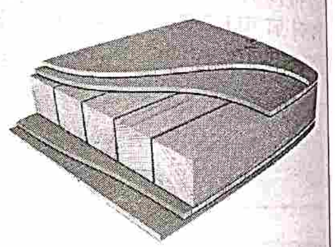
फाइबरबोर्ड (Fiberboard)

चित्र 5.20

उपयोग—इसका उपयोग ऊष्मा एवं ध्वनिरोधक के रूप में, घरों या ऑफिस में पार्टीशन के लिए, मोल्ड (Mould) बनाने आदि में होता है।

3. बैटन बोर्ड (Batten Board)

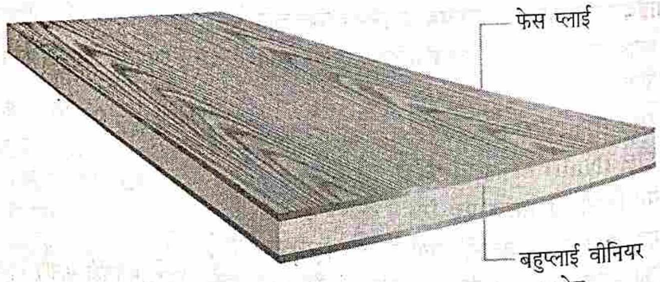
यह भी एक तरह का प्लाईवुड है। इसे बनाने के लिए 25 मिमी (mm) से कम मोटी बैटनों की एक परत के दोनों ओर पतली प्लाई (लकड़ी की पतली चादर) चिपकाकर व दबाकर रख दिया जाता है। सूखने के बाद बैटन तैयार हो जाता है। इसे ब्लाक बोर्ड भी कहते हैं। यह सस्ता व टिकाऊ होता है। इसका उपयोग दरवाजे, फर्नीचर, अलमारी आदि बनाने में होता है।



चित्र 5.21. बैटन बोर्ड (Batten Board)

4. विनियर बोर्ड (Veneer Board)

इसमें तीन से अधिक विनियर (लकड़ी की पतली परत) लगी होती है। विनियर्स की संख्या विषम (Odd) होती है। विनियर बोर्ड की सतह सुन्दर एवं आकर्षक होती है। इसलिए इसका मुख्य उपयोग सजावटी कार्यों के लिए किया जाता है।



चित्र 5.22. वीनियर बोर्ड (Veneer Board)

5. विनियर (Veneer)

ये टिम्बर की बहुत पतली चादरें होती हैं। लकड़ी के नाम के अनुसार विनियर का नाम होता है, जैसे सागौन की लकड़ी की चादर को सागौन-विनियर कहते हैं। विनियर का उपयोग सुंदरता बढ़ाने के लिए किया जाता है। इसे लकड़ी की ऊपरी सतह पर चिपका दिया जाता है। इनकी मोटाई 0.6 मिमी से 3 मिमी के बीच में होती है। विनियर को अपने से कम

गुणवत्ता वाली लकड़ी की ऊपरी सतह पर चिपकाया जाता है, जिससे उससे बने सामान की सुन्दरता बढ़ जाती है। ये अच्छी क्वालिटी के सीधे ग्रेन वाले टिम्बरों से घूर्णी चिराई (Rotary cutting) द्वारा बनाए जाते हैं।

बोर्ड के साइज (Sizes of Boards)—ज्यादातर लकड़ी की चादर का बोर्ड 2440 मिमी × 1220 मिमी (8 फीट × 4 फीट) के साइज में मिलता है। इनसे छोटे एवं बड़े साइज के बोर्ड भी मिलते हैं। इनकी मोटाई 3 मिमी, 4 मिमी, 6 मिमी, 9 मिमी, 12 मिमी, 18 मिमी एवं 25 मिमी तक की होती है।

लकड़ी के बोर्ड (Sheets) को समतल एवं शुष्क स्थान पर जमीन से ऊँचाई पर रखना चाहिए। इससे इनमें ऐंठन एवं नमी या दोष नहीं होता है।

5.10 प्लास्टिक एवं अन्य सिन्थेटिक पदार्थ (Plastic and other Synthetic Materials)

प्लास्टिक (Plastics)

यह एक कार्बनिक पदार्थ है, जो बड़े आण्विक भार वाली श्रृंखला (Chain) से बनती है। इससे बनने वाली वस्तुओं को आसानी से प्लास्टिक विरूपण द्वारा बनाया जाता है। यह कार्बनिक बहुलक होता है।

प्लास्टिक का स्रोत (Sources of Plastics)

प्लास्टिक के स्रोतों को दो प्रकार से वर्गीकृत (Classify) कर सकते हैं—

1. **प्राकृतिक प्लास्टिक** (Natural Plastics) **स्रोत**—प्राकृतिक रूप में प्लास्टिक जानवरों, कीड़ों, पौधों एवं पेड़ से प्राप्त करते हैं। **जैसे**—
   (i) जानवरों के सींग (Horns) से केसिन (Casein) गोंद (Glue)।
   (ii) जानवरों के दूध (Milk) से फार्मेल्डिहाइड गोंद (Glue)।
   (iii) कीड़ों से — शेलैक (Shellac) पॉलिश।
   (iv) पौधों से — सेलुलोज, सेलुलोज एसिटेट, सेलोफेन (Cellophane) आदि।
   (v) पेड़ से — लेटेक्स (Latex) रबड़, रेजिन, अभ्रक (Mica) आदि।
2. **कृत्रिम प्लास्टिक** (Synthetic Plastics) **स्रोत**—कृत्रिम प्लास्टिक का मुख्य स्रोत कच्चा तेल (Crude oil) या खनिज तेल है। इसके अलावा कोयला एवं प्राकृतिक गैस (Natural gas) का भी उपयोग प्लास्टिक बनाने में होता है। आजकल प्लास्टिक, कृत्रिम प्लास्टिक ही होते हैं, जिनका स्रोत पेट्रोलियम उत्पाद है, जो कि कच्चे तेल (Crude oil) के आसवन से प्राप्त होते हैं।

प्लास्टिक का वर्गीकरण (Classification of Plastics)

मुख्य रूप से प्लास्टिक को दो प्रकार से वर्गीकृत कर सकते हैं—

1. थर्मोप्लास्टिक (Thermoplastics), एवं
2. थर्मोसेटिंग प्लास्टिक (Thermosetting Plastics)।

1. **थर्मोप्लास्टिक** (Thermoplastics)—यह वह प्लास्टिक पदार्थ है, जिसे बार-बार पिघलाया एवं मोल्डेड (Moulded) किया जा सकता है अर्थात् इसका पुनः चक्रण (Recycling) किया जा सकता है। थर्मोप्लास्टिक ऊष्मा के प्रति संवेदनशील होते हैं। ये गर्म करने पर नर्म (Soft) एवं ठण्डा होने पर कठोर (Hard) हो जाते हैं। ताप के प्रति संवेदनशील होने का कारण इनमें लम्बी आण्विक शृंखलाओं का पाया जाना है। ये दो प्रकार के होते हैं—
   (i) **अमॉरफस** (Amorphous) **थर्मोप्लास्टिक—जैसे**—पी०वी०सी०, पर्पेक्स, पॉलीस्टीरीन, मेथाक्रिलेट, सेलुलोज, ए०बी०एस० प्लास्टिक आदि।

(ii) **क्रिस्टलाइन** (Crystalline) **थर्मोप्लास्टिक—जैसे**—पॉलीथिलीन, पॉलीएमाइड, पॉलीप्रोपीलीन आदि।

2. **थर्मोसेटिंग प्लास्टिक** (Thermosetting Plastics)—यह वह प्लास्टिक होता है जिसे केवल एक बार ही पिघलाकर फार्मिंग/मोल्डिंग की जा सकती है। इनकी पुन: चक्रण (Recycling) नहीं की जा सकती है। यदि इन्हें गर्म किया जाए, तो नर्म नहीं होते हैं बल्कि अधिक ताप पर जलकर टूट जाते हैं। ये अपेक्षाकृत कठोर एवं सामर्थ्यवान होते हैं। ये थर्मोप्लास्टिक की अपेक्षा अधिक ताप सह सकते हैं। फीनोलिक्स (Phenolics), पॉलीएस्टर्स (Polyesters), सिलिकोन्स (Silicones) आदि इसके उदाहरण हैं।

थर्मोप्लास्टिक एवं थर्मोसेटिंग प्लास्टिक में अन्तर
(Difference between Thermoplastics and Thermosetting Plastics)

इनमें मुख्य अन्तर निम्नलिखित हैं—

क्र०सं०	थर्मोप्लास्टिक (Thermoplastics)	थर्मोसेटिंग प्लास्टिक (Thermosetting Plastics)
1.	इन्हें गर्म करके बार-बार पिघलाया जा सकता है एवं ठण्डा करके कठोर किया जा सकता है।	एक बार सैट (set) एवं कठोर होने के बाद इन्हें दुबारा पिघलाया नहीं जा सकता है।
2.	ये अपेक्षाकृत मुलायम एवं कम मजबूत होते हैं।	ये कठोर, मजबूत एवं टिकाऊ होते हैं।
3.	इनमें ताप सहने की क्षमता कम होती है।	ये अपेक्षाकृत अधिक ताप सह सकते हैं।
4.	कच्चा माल सामान्यतया दाने (Granules) के रूप में मिलता है।	कच्चा माल (Raw material) या तो द्रव अवस्था या अर्द्ध-थर्मोप्लास्टिक ठोस की अवस्था में मिलता है।
5.	इनका उपयोग इन्सुलेटिंग टेप, खिलौने, कँघी, होज पाइप (Hose pipe) आदि बनाने में होता है।	इनका उपयोग इलेक्ट्रिक स्विच, प्लग, M.C.B., T.V. कैबिनेट, ऑटोमोबाइल उद्योग आदि में होता है।

प्लास्टिक के गुण (Properties of Plastics)

प्लास्टिक अपने बहु-आयामी गुणों के कारण इंजीनियरिंग के लगभग-लगभग प्रत्येक क्षेत्र में उपयोग में आता है। प्लास्टिक के मुख्य गुणों का संक्षिप्त विवरण निम्नलिखित है—

1. प्लास्टिक को विभिन्न आकर्षक रंगों में बनाया जा सकता है। ये पारदर्शी (Transparent) एवं अपारदर्शी (Opaque) किसी भी प्रकार के बनाए जा सकते हैं।
2. प्लास्टिक अपेक्षाकृत हल्के, मजबूत एवं टिकाऊ (Durable) होते हैं।
3. ये विद्युत (Electricity) के अच्छे कुचालक होते हैं। इसलिए इनका उपयोग विद्युत उपकरणों एवं सामानों के बनाने में होता है।
4. इन्हें आसानी से किसी भी आकार (Shape) में ढाला जा सकता है।
5. कुछ प्लास्टिक बहुत अच्छे ऊष्मा के प्रतिरोधक होते हैं।
6. कुछ प्लास्टिक ध्वनिशोषक (Dampers) भी होते हैं।
7. थर्मोप्लास्टिक का पुन: चक्रण (Recycling) किया जा सकता है।
8. प्लास्टिक संक्षारण प्रतिरोधी एवं रासायनिक प्रतिरोधक भी बनाए जा सकते हैं।
9. प्लास्टिक काँच (Glass) के समान पारदर्शी बनाए जा सकते हैं, जिनमें प्रकाशीय (Optical) गुण होता है।

10. इनका अनुरक्षण (Maintenance) अपेक्षाकृत सरल (Simple) एवं कम खर्चीला होता है।

प्लास्टिक के बाजारी रूप (Market Forms of Plastics)

कच्चे माल (Row material) के रूप में प्लास्टिक निम्न रूपों में मिलता है—

(i) पाउडर या चूर्ण के रूप में (Powder form),
(ii) दाने के रूप में (Granules form),
(iii) द्रव (Liquid) के रूप में और
(iv) पैलेट (Pallet) के रूप में।

प्लास्टिक के व्यापारिक नाम, मुख्य गुण एवं उपयोग
(Important Properties and Engineering Uses of Plastics)

कुछ मुख्य प्लास्टिकों के संक्षिप्त विवरण निम्नलिखित हैं—

क्र० सं०	प्लास्टिक	व्यापारिक नाम	मुख्य गुण	उपयोग
(i)	ABS प्लास्टिक (Acrylonitrile Butadiene Styrene)	एब्सन (Abson), मारबन (Marbon), लस्ट्रन (Lustran)	उच्च सामर्थ्य एवं चीमड़पन, ऊष्मा प्रतिरोधी, बिजली का अच्छा इन्सुलेटर।	रेफ्रिजरेटर में, खिलौने बनाने में, घरेलू सामान बनाने में।
(ii)	पॉलीएथिलीन (Polyethylene)	पॉलीथीन	बिजली (Electricity) का अच्छा इन्सुलेटर, निम्न सामर्थ्य।	बोतल, खिलौने, बैग (Bag), बिजली के तार के इन्सुलेटर खोल (Sheathing), आइस-ट्रे (Ice Tray) आदि बनाने में।
(iii)	अक्रिलिक (Arcylics)	प्लेक्सी ग्लास, लुसाइट	पारदर्शक, प्रकाशीय गुण (Optical characteristics) एवं सामान्य स्ट्रेन्थ।	लेंस, कार की खिड़की, हवाई जहाज में।
(iv)	नाइलोन (Nylon)	जाइटेल, प्लास्कन	निम्न घर्षण गुणांक, अच्छा स्ट्रेन्थ और चीमड़पन, कठोर।	बियरिंग, तार और केबल के शीथिंग (Sheathing), गियर आदि बनाने में।
(v)	PTFE (Poly Tetra Fluoro Ethylene)	टेफ्लॉन (Teflon)	रासायनिक वातावरण में अक्रिय, संक्षारण प्रतिरोधी, बिजली का कुचालक।	सील (Seals), बियरिंग, रसोई के बर्तन, पेन आदि बनाने में।
(vi)	यूरिया फार्मेल्डिहाइड	बीटल (Beatle)	कठोर (Hard) एवं पर्याप्त स्ट्रेन्थ।	घड़ी के ढाँचे, फिटिंग्स, यंत्रों के ढाँचे आदि।
(vii)	पॉलीकार्बेनेट्स	मरलन (Merlon), लेक्सन (Lexon)	विमीय स्थिरता, अच्छा इम्पैक्ट (Impact) स्ट्रेन्थ, तन्य (Ductile)।	हेलमेट (Helmets), लेंस, फोटोग्राफिक फिल्म के आधार में।

(viii)	विनाइल्स	PVC, केरोसील (Keroseal)	लचीला, निम्न स्ट्रेन्थ एवं तन्य।	पाइप, बिजली के तार के इन्सुलेसन, फ्लोर कवरिंग, चादर आदि बनाने में।
(ix)	फिनॉल-फार्मेल्डिहाइड या फिनोलिक्स	बेकेलाइट (Bakelite)	ऊष्मा का कुचालक।	टेलीफोन, घरेलू सामान, बिजली के सामान, वैक्यूम-क्लीनर आदि बनाने में।
(x)	सिलीकोन्स	डी०सी० रेजिन (D.C. resins)	उच्च ऊष्मा प्रतिरोधक, अपेक्षाकृत महँगा।	चादर (Laminates), उच्च-ताप प्रतिरोधक (Insulator) बनाने में।
(xi)	पॉलीप्रापीलीन (Polypropylene)	पॉलीप्रेक्स (Polyprex)	अच्छा फटीग स्ट्रेन्थ, ऊष्मा-विरूपण का प्रतिरोधी	बोतल, T.V. के कैबिनेट, पैकिंग चादर आदि बनाने में।
(xii)	पॉलीएस्टर (Polyesters)	सेलेक्ट्रॉन, पैराप्लेक्स, ड्यूरोप्लेक्स	सस्ता, सामान्यतया फाइबर रेन-फोर्सड् अच्छी मोल्डेबिलिटी।	हेलमेट, ऑटो-बॉडी के पार्ट्स, पंखे, कुर्सी, मेज आदि बनाने में।
(xiii)	पॉलीस्टीयरीन (Polystyrene)	थर्मोकोल (Thermocole)	गंधहीन, सफेद, हल्का, ऊष्मा का कुचालक।	मोल्डेड पैकिंग पदार्थ—जैसे T.V., फ्रिज, रेफ्रिजिरेटर आदि को झटकों से बचाने लिए, सजावटी सामान बनाने के लिए।

■ 5.11 प्लास्टिक के प्रमुख उत्पाद (Important Products of Plastics)

कुछ प्रमुख उत्पादों का संक्षिप्त वर्णन निम्नलिखित है—

1. सन ग्लास (Sun Glass)—सन ग्लासेस एक सुरक्षात्मक आई-वियर (Eye-wear) है, जो तेज धूप (Bright sunshine) और पराबैंगनी किरणों से आँखों को सुरक्षा प्रदान करता है। इसमें लगने वाले सन-ग्लास के लेंस सीसा (Glass), प्लास्टिक या SR-91 के बनाए जाते हैं। प्लास्टिक के लेंस मुख्य रूप से अक्रिलिक (Acrylic), पॉलीकार्बोनेट (Poly-carbonate) CR-39, या पॉलीयूरेथेन (Polyurethane) से बनाए जाते हैं। ये लेंस हल्के (Light) होते हैं एवं झटका लगने पर टूटते नहीं हैं। लेकिन इनमें खरोंच (Scratches) की सम्भावना रहती है। पॉलीकार्बोनेट लेंस सबसे हल्के होते हैं। सन-ग्लासेस का उपयोग खेल (जैसे नौकायन, तैराकी आदि), फैशन, अंतरिक्ष आदि में होता है।

2. रेक्सीन (Rexine)—यह कृत्रिम चमड़ा है। पहले यह कपड़े पर सेलुलोज नाइट्रेट, ऑयल, वर्णक (Pigments) और एल्कोहल के मिश्रण का परत चढ़ाकर बनाया जाता था। लेकिन अब यह मुख्य रूप से कपड़े पर पॉलीविनाइल क्लोराइड (PVC) की परत चढ़ाकर बनाई जाती है। ये विभिन्न प्रकार के रंग एवं डिजाइन में बनाए जाते हैं। यह वाटर-प्रूफ (Water-proof) होता है एवं इसका उपयोग पैकिंग एवं सजावट के समान बनाने में होता है।

उपयोग—रेक्सीन का उपयोग—

1. सोफा, कुर्सी, बेड आदि के कवर (Cover) के रूप में,
2. बुक-बाइंडिंग में,
3. जूता-चप्पल बनाने में,
4. जैकेट (Jacket) बनाने में।

3. लिनोलियम (Linoleum)—यह फ्लोर कवरिंग पदार्थ है। यह सूती कपड़े या जूट पर अलसी के तेल, कार्क का चूर्ण, लकड़ी का बुरादा, कैल्शियम कार्बोनेट (खड़िया) और वर्णक (Pigments) आदि से बने पदार्थ के मिलाने से बनता है।

गुण (Properties)—

1. यह वाटरप्रूफ (Waterproof) होता है।
2. यह टिकाऊ और लचीला होता है।
3. यह ऊष्मा और ध्वनि (Sound) का इन्सुलेटर (Insulator) है।
4. यह फ्लोरिंग पदार्थों (Flooring Materials) जैसे टाइल्स, दरी, स्लेट आदि में से किसी के भी जैसा बनाया जा सकता है।

उपयोग—मुख्य रूप से यह फ्लोरिंग चादर (Sheets) के रूप में घर, स्कूल, ऑफिस, ऑटोमोबाइल आदि में उपयोग होता है।

4. प्लास्टिक चढ़ा कागज (Plastic Coated Paper)—इसमें कागज पर पॉली विनाइल क्लोराइड (PVC), पॉलीयूरेथिन (PE), पॉलीएथिलिन, पॉलीप्रापीलिन आदि की परत चढ़ाई जाती है। ये कागज मजबूत होते हैं एवं इन पर नमी का प्रभाव नहीं पड़ता है। ग्रीस, तेल आदि का प्रभाव भी नहीं पड़ता है। इनका उपयोग बुक एवं डायरी के जिल्द (Cover), पाउच, कार्टून (Cartons), साबुन के रेपर (Wrapper), थैला (Bags), औषधि एवं चिकित्सा के क्षेत्रों में विभिन्न प्रकार के पैकिंग बनाने में होता है।

5. सनमाइका (Sunmica)—यह कागज और प्लास्टिक से बनी एक सजावटी चादर (Sheet) है। इसकी मोटाई 0.6 से 1.5 मिमी एवं लम्बाई 2.44 मीटर तथा चौड़ाई 1.22 मीटर होती है। कागज के पतले शीट्स (चादरों) को फिनोलिक रेजिन एवं मेलामाइन रेजिन में भिगोकर उच्च ताप एवं दाब पर सनमाइका के चादर तैयार किए जाते हैं। ये विभिन्न प्रकार के आकर्षक रंगों एवं बनावट (Texture) के होते हैं। इन पर धूल एवं गन्दगी, धब्बों (Stains) आदि का असर नहीं पड़ता है। इसका उपयोग घरेलू एवं ऑफिस फर्नीचर, सजावट के कार्यों में होता है।

■ 5.12 फाइबर या रेशे (Fibres)

रेशा एक ऐसा पदार्थ है, जिसकी लम्बाई उसकी चौड़ाई या व्यास से कम-से-कम 100 गुणा होती है। रेशे मजबूत एवं लचीले (Flexible) होते हैं। इंजीनियरिंग कार्यों में इसका बहुत महत्त्व है।

फाइबर्स या रेशों के स्रोत (Source of Fibres)

रेशा प्राप्त करने के प्रमुख स्रोत निम्न हैं—

1. **प्राकृतिक स्रोत** (Natural Source)—प्राकृतिक रूप से फाइबर या रेशा जानवरों, पेड़ व पौधों से प्राप्त किया जाता है। **जैसे**—
   (a) **जानवरों से**—बकरी (Goat), ऊँट, भेड़ (Sheep) आदि के बाल (Hair) से रेशा प्राप्त किया जाता है। रेशम के कीट (Silk worm) से रेशम (Silk) के फाइबर प्राप्त किए जाते हैं।
   (b) **पौधों से**—जूट, पटसन, बाँस (Bamboo), कपास आदि से रेशे प्राप्त किए जाते हैं।
   (c) **पेड़ से**—सेमल के फल से, नारियल से।
2. **कृत्रिम स्रोत** (Synthetic Fibres)—ये कार्बनिक एवं अकार्बनिक पदार्थों से बनाए जाते है। कार्बनिक रेशों का मुख्य स्रोत पेट्रोलियम उत्पाद है।

फाइबर के प्रकार (Types of Fibres)

फाइबर्स (रेशे) मुख्य रूप से तीन प्रकार के होते हैं—

1. **अकार्बनिक फाइबर** (Inorganic Fibres)—**जैसे**—ग्लास फाइबर (Glass fibre), एस्बेस्टस फाइबर (Asbestos fibre)।
2. **प्राकृतिक कार्बनिक फाइबर** (Natural Organic Fibres)—**जैसे**—भेड़ की ऊन, कपास, जूट, सेमल के फल एवं सिल्क के कीड़े से प्राप्त रेशा।
3. **कृत्रिम कार्बनिक फाइबर** (Synthetic Organic Fibre)—कृत्रिम फाइबर थर्मोप्लास्टिक से बनाए जाते हैं। **जैसे**—नाइलॉन, डेक्रान, विस्कोज, एक्रिलॉन, रेयॉन (Rayon) आदि।

उपयोग

रेशों का मुख्य उपयोग—

1. रस्सी (Ropes) बनाने में,
2. कपड़ा (Clothes) बनाने में,
3. बेल्ट (Belt) या पट्टा बनाने में,
4. ऊष्मारोधी (Heat Insulating) पदार्थ के रूप में,
5. ध्वनि एवं विद्युतरोधी पदार्थ के रूप में होता है।

■ 5.13 पेन्ट, इनेमल, वार्निश और लैकर (Paints, Enamels, Varnishes and Lacquers)

पेन्ट, इनेमल, वार्निश तथा लैकर (Lacquers) ऐसे पदार्थ हैं जिनके द्वारा वस्तुओं (Products) को वायुमण्डलीय कुप्रभावों जैसे संक्षारण (Corrosion), ऊष्मा तथा वाष्प के हानिकारक प्रभावों से बचाया जा सकता है। इनका उपयोग सुन्दरता बढ़ाने के लिए भी किया जाता है। सामान्य रूप से इन सभी की कई परतों (Coatings) में लगाया जाता है, अधिक से अधिक परतों की मोटाई 0.4 मिमी तक होती है।

इनका उपयोग लोहे को संक्षारण (Corrosion), जंग (rust) आदि से बचाने के लिए एवं टिम्बर या इमारती लकड़ी को कीड़ों एवं वातावरण से सुरक्षित रखने के लिए किया जाता है। इनके अलावा भी कई प्रकार के उपयोग होते हैं। **जैसे**—भवनों (Buildings) पर पेन्टिंग से भवन की लाइफ एवं सुन्दरता दोनों बढ़ती हैं।

■ 5.14 पेन्ट (Paints)

यह तरल (Liquid) फैलने योग्य पदार्थ है, जो किसी वस्तु (पदार्थ) पर लेपने (Painting) के बाद सूखकर एक ठोस पतली परत बना लेती है। यह मुख्य रूप से वस्तुओं को आकर्षक रंग प्रदान करने, वातावरण से सुरक्षा प्रदान करने या एक अच्छी बनावट (Texture) देने के लिए उपयोग किया जाता है।

अच्छे पेन्ट के लक्षण/गुण (Quality of a Good Paint)

एक अच्छे पेन्ट में निम्नलिखित गुण होने चाहिएँ—

1. यह इतना पतला होना चाहिए कि इसे ब्रुश अथवा फुहार (Spray) द्वारा सतह पर आसानी से लगाया जा सके।
2. इसमें सतह पर फैलने का गुण होना चाहिए जिससे पेन्ट की कम मात्रा से अधिक क्षेत्रफल पर लेपन किया जा सके।
3. पेन्ट की परत कठोर, लचीली, चिकनी एवं जलसह होनी चाहिए। इसमें वायुमण्डलीय प्रतिरोध अधिक होना चाहिए।
4. पेन्ट की परत सुन्दर, चमकीली व टिकाऊ होनी चाहिए।
5. पेन्ट सूखने पर सुकड़ना नहीं चाहिए अन्यथा सतह पर दरारें पड़ सकती हैं।
6. पेन्ट करने के बाद इसका रंग नहीं उड़ना चाहिए।
7. इसमें सतह पर चिपकने (Adhesion) का गुण होना चाहिए।
8. सूखने के बाद इस पर ब्रुश के निशान नहीं दिखाई देने चाहिए।
9. सतह तथा श्रमिक पर इसका कोई हानिकारक प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।

10. यह शीघ्र सूखना चाहिए ताकि इस पर धूल इत्यादि न जमे।
11. यह संक्षारणरोधी एवं कीटाणुनाशक होना चाहिए।

पेन्ट के घटक तत्त्व (Composition of Paints)

पेन्ट निम्नलिखित घटकों (Component) से मिलकर बनता है—

1. वाहक या बाइन्डर (Vehicle or binder),
2. आधार (Base),
3. विलायक या विरलक (Solvents or thinner),
4. वर्णक (Pigments) एवं
5. शोषक (Dryer)।

1. **वाहक या बाइन्डर** (Vehicle or Binder)—यह पेन्ट की पतली परत बनाने में मदद करता है। यह पेन्ट के आधार तत्त्व को आपस में बाँधने (Binding) का कार्य करता है। यह पेन्ट में चिपकने (Adhesion) का गुण प्रदान करता है। इसके अलावा यह पेन्ट में चमक (Brightness), टिकाऊपन (Durability), फैलने का गुण एवं चीमड़पन (Toughness) का गुण भी बढ़ाने में मदद करता है।

सामान्यत: वाहक दो प्रकार के होते हैं—प्राकृतिक एवं कृत्रिम वाहक।

जैसे—तेल (Oils), विनाइल एसिटेट एथिलिन (VAE), मेलामाइन रेजिन, एपॉक्सी रेजिन, पॉलीयूरेथिन आदि।

कुछ प्रमुख वाहक

(i)	अलसी का तेल (Linseed oil)	ये पेन्ट के वाहक का सामान्य पदार्थ है। इसे सन के बीज (Flax seeds) से प्राप्त किया जाता है। पूर्ण रूप से पके हुए बीजों से प्राप्त अलसी का तेल स्वच्छ, पारदर्शी, हल्के रंग में, मिठास लिए, गन्धरहित होता है। इसके विभिन्न ग्रेड होते हैं जिनमें यह प्रयोग किया जाता है।
	(a) कच्चा अलसी का तेल (Raw linseed oil)	कच्चा अलसी का तेल पतला और हल्के रंग का होता है। यह सूखने के लिए अधिक समय लेता है और नाजुक प्रकृति के भीतरी कार्यों के लिए उपयुक्त होता है।
	(b) पका हुआ अलसी का तेल (Boiled linseed oil)	कच्चे तेल की तुलना में यह तेल मोटा और गहरे रंग का होता है। कच्चे तेल में कुछ शोषक (Drier) जैसे लिथार्ज (litharge) या सिन्दूर (red lead) मिलाकर यह तेल तैयार किया जाता है। यह तेल भीतरी नाजुक कार्यों के लिए प्रयोग में नहीं लाया जा सकता। यह बाहरी सतहों के लिए प्रयोग किया जाता है।
(ii)	बिनौले का तेल (Tung oil)	यह तेल अलसी के तेल की उपेक्षा अधिक श्रेष्ठ है। इसका प्रयोग श्रेष्ठ गुण वाले पेन्ट बनाने में होता है।

2. **आधार** (Base)—यह बारीक पिसे कणों के रूप में ठोस पदार्थ होता है। पेन्ट का मुख्य भाग आधार होता है। पेन्ट के गुण एवं लक्षण के आधार पर ये कई प्रकार के होते हैं। पेन्ट की गयी सतह को यह टिकाऊपन (Durability) प्रदान करता है। पेन्ट की सतह को सूखने पर सिकुड़न के कारण उत्पन्न होने वाली दरारें (Cracks) से बचाता है। जिस पदार्थ पर पेन्ट किया जाता है, यह (आधार) उसकी सतह पर अपारदर्शी परत बनाता है।

विभिन्न प्रकार के आधारों (Bases) का विवरण नीचे सारणी (table) में दिया गया है, जो पेन्ट बनाने में सामान्यतया प्रयोग किए जाते हैं।

(i)	सिन्दूर (Red lead)	यह सीसे का ऑक्साइड होता है और सभी प्रकार के सीसा-पेन्ट (Lead paint) बनाने में उपयोग होता है। लोहे या उससे बनी वस्तुओं पर पेन्ट करने के लिए अधिक उपयुक्त है और लकड़ी की सतह पर प्राइमरी कोटिंग करने के लिए भी प्रयोग किया जाता है। यह अलसी के तेल (linseed oil) के साथ मिलकर शीघ्र ही सूख जाता है। इसका उपयोग शोषक के रूप में भी होता है।
(ii)	सफेदा (White lead)	यह सीसे का कार्बोनेट होता है और सीसा पेन्ट (Lead paint) बनाने के काम आता है। यह सघन व भारी होता है। पेन्ट बनाने में अधिकतर इसी आधार का प्रयोग किया जाता है। यह टिकाऊ और जलरोधी होता है। नाजुक कार्यों के लिए यह उपयुक्त नहीं है क्योंकि सीसा (Lead) जब गन्धक वाष्प (Sulphur vapour) के सम्पर्क में आता है तो वह बदरंग हो जाता है। यह लकड़ी की सतह के लिए सबसे उपयुक्त है परन्तु लौह-स्तर पर प्रयोग नहीं किया जा सकता क्योंकि यह जंग लगने की क्रिया को नहीं रोक पाता है।
(iii)	लौह-ऑक्साइड (Oxide of iron)	यह लोहे का ऑक्साइड होता है और सभी प्रकार के लौह-पेन्ट (Iron paints) बनाने के काम आता है। इस पेन्ट की रंगत पीलेपन वाले ब्राउन वर्ण से काले वर्ण के बीच होती है। यह वाहक (Vehicle) के साथ सरलतापूर्वक मिल जाता है। यह संक्षारण प्रतिरोधी होता है। यह सस्ता व टिकाऊ होता है। इसका प्रयोग सामान्यतया प्राइमरी कोट के रूप में लौह-सतहों पर किया जाता है।
(iv)	जस्ते का ऑक्साइड या जस्ता-श्वेत (Oxide of zinc or zinc white)	यह जस्ते का ऑक्साइड है और सभी प्रकार के जस्ता-पेन्ट (Zinc-paints) बनाने के काम आता है। यह चिकना (Smooth), पारदर्शी (Transparent) और अविषाक्त (Non-poisonous) होता है। यह गंधक-वाष्प के सम्पर्क से बदरंग नहीं होता। यह अपेक्षाकृत हल्का होता है। यह अधिक महँगा होता है।
(v)	ऐल्यूमिनियम पाउडर (Aluminium powder)	यह ऐल्यूमिनियम पेन्ट का मुख्य भाग होता है। यह लकड़ी की सतहों पर लगभग समान रूप से नमी बनाए रखता है। यह लकड़ी को फटने और ऐंठने से बचाता है। इसका प्रयोग प्राइमरी कोट के रूप में लकड़ी के नए कार्यों पर किया जाता है।
(vi)	लिथोपोन (Lithopone)	यह जिंक सल्फाइड और बेराइट (Barytes) का मिश्रण होता है। यह देखने में जिंक ऑक्साइड के समान ही होता है। यह सस्ता और आसानी से सतह पर लगता है। परन्तु इसका रंग दिन के प्रकाश में पारदर्शी होता है। इसलिए इसका प्रयोग सामान्य सतहों (कम महत्त्वपूर्ण सतहों) पर पेन्ट करने के लिए किया जाता है।
(vii)	टिटेनियम-श्वेत (Titanium white)	इस पदार्थ में बहुत अपारदर्शिता (Opacity) होती है। यह अविषाक्त (Non-poisonous) होता है। यह लेड (सीसा) की जगह पर उपयोग किया जाने लगा है। यह टिकाऊ होता है।

3. **विलायक या विरलक** (Solvents or Thinner)—यह पेन्ट में रेजिन या पालीमर को घोलने (Dissolve) एवं पेन्ट की तरलता (Fluidity) को बढ़ाने के लिए मिलाया जाता है। इनसे पेन्ट पतला हो जाता है जिससे पेन्ट आसानी से सतहों (Surfaces) पर फैलाया या लगाया जा सकता है। ये वाष्पशील पदार्थ होते हैं और सूखने के बाद ये पेन्ट का हिस्सा (Part) नहीं होते हैं।

विलायक या थिनर पेन्ट के लिए आवश्यक तत्व नहीं है। कुछ पेन्टों में थिनर नहीं मिलाया जाता है। सामान्य तौर पर तारपीन (Turpentine) का तेल, एस्टर्स (Esters), ग्लाईकॉल (Glycol), ईथर आदि विलायक रूप में उपयोग किए जाते हैं।

4. **वर्णक या रंग प्रदान करने वाले तत्व** (Pigments)—ये दानेदार ठोस पदार्थ होते हैं, जो पेन्ट को रंग प्रदान करते हैं। वर्णक पेन्ट को जल एवं मौसम (Weather) प्रतिरोधी (resistant) भी बनाते हैं। ये प्राकृतिक (Natural) और कृत्रिम (Synthetic) दो प्रकार के होते हैं।

(i) **प्राकृतिक वर्णक—जैसे**—मिट्टी (Clays), चूना (Calcium carbonate), अभ्रक (Mica), सिलिका आदि।

(ii) **कृत्रिम वर्णक—जैसे**—अवक्षेपित कैल्शियम कार्बोनेट, रेड आयरन ऑक्साइड, टिटेनियम डाइऑक्साइड आदि।

अच्छे वर्णक के गुण—

1. ये अपारदर्शी होने चाहिए।
2. पेन्ट के अन्य घटकों के साथ घुलनशील होना चाहिए।
3. पेन्टर एवं अन्य लोगों के स्वास्थ्य पर बुरा प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।
4. वातावरण से रासायनिक क्रिया नहीं करना चाहिए।

वर्णक के कार्य (Functions of Pigments)—पेन्ट के घटक के रूप में वर्णक निम्नलिखित कार्य करता है—

1. यह पेन्ट को सामर्थ्य (Strength) प्रदान करता है।
2. यह पेन्ट को आवश्यक रंग प्रदान करता है।
3. यह पेन्ट की परत (Film) को मन-भावन (Pleasing) बनाता है।
4. यह पेन्ट को अल्ट्रावायलेट किरणों से सुरक्षा प्रदान करता है।
5. यह पेन्ट को घिसाव (Abrasion) या खरोंच प्रतिरोधक बनाता है।
6. यह पेन्ट को वातावरण या मौसम (Weather) के प्रभाव से बचाता है।

प्रमुख रंग और उनके वर्णक (Colours and their Pigments)

क्र०	रंग (Colours)	वर्णक (Pigments)
(i)	सफेद (White)	श्वेत सीसा (White lead), जिंक ऑक्साइड (ZnO), लिथोपोन (Lithophone), टिटेनियम ऑक्साइड (Titanium oxide)।
(ii)	लाल (Red)	लाल सिन्दूर (Red lead), आयरन ऑक्साइड, वेनेशियन रेड (Venetian red), क्रोम रेड (Chrome red)।
(iii)	हरा (Green)	क्रोमियम ऑक्साइड।
(iv)	नीला (Blue)	परशियन ब्लू।
(v)	काला (Black)	कार्बन ब्लैक।
(vi)	भूरा (Brown)	भूरा अभ्रक (Brown umber)।

5. **शोषक** (Driers)—पेन्ट को कम समय में सुखाने के लिए शोषक पदार्थ पेन्ट में मिलाए जाते हैं। शोषक वायु की ऑक्सीजन को सोखकर पेन्ट में उपस्थित वाहक (Vehicle) (अलसी के तेल) को सुरक्षा प्रदान करता है, फलस्वरूप तेल सूखकर कठोर हो जाता है।

शोषक कई नामों से बाजार में मिलते हैं। ये **घुलनशील शोषक** (Soluble driers) या **पेस्ट शोषक** (Paste driers) के रूप में होते हैं। घुलनशील शोषक धातुओं के यौगिक (Compounds) होते हैं जैसे—कोबाल्ट (Cobalt), सीसा (Lead), मैगनीज (Manganese) आदि, जोकि अलसी के तेल या अन्य किसी वाष्पशील तरल में घुल जाते हैं। पेस्ट शोषक भी इन्हीं धातुओं के यौगिक हैं परन्तु यह निष्क्रिय पूरक पदार्थों (Inert filler materials) के साथ मिश्रित होते हैं, **जैसे**—बेराइट (Barytes), खड़िया, मिट्टी आदि। इन्हें अलसी के तेल के साथ पीसा जाता है। निष्क्रिय पूरक पदार्थ पेन्ट में मिलावट का कार्य करते हैं। इनकी मात्रा आधार पदार्थ के भार की एक-चौथाई से अधिक नहीं होनी चाहिए।

पेन्ट में निष्क्रिय पूरक पदार्थ निम्नलिखित उद्देश्यों के लिए मिलाए जाते हैं—

(i) पेन्ट की लागत कम करने के लिए,

(ii) पेन्ट के टिकाऊपन में वृद्धि करने के लिए,

(iii) पेन्ट को मोटा (Thick) बनाने के लिए,

(iv) पेन्ट को सिकुड़न और दरारों के प्रति प्रतिरोधी (Resistant) बनाने के लिए।

शोषक के रूप में कुछ अन्य पदार्थ भी प्रयोग किए जाते हैं जैसे—लिथार्ज (Litharge), लैड ऑक्साइड (Red lead), मैंग्नीज-सल्फेट (Manganese sulphate) आदि। लिथार्ज जो मोनोऑक्साइड सीसा होता है, अधिकतर शोषक के रूप में प्रयोग किया जाता है। यह जहरीला होता है। लैड ऑक्साइड अपेक्षाकृत कम प्रभावी होता है और इसे इतना ही मिलाना चाहिए जिससे पेन्ट की रंगत न बिगड़े। मैगनीज सल्फेट का प्रयोग जिंक पेन्ट के साथ किया जाता है।

पेन्ट के प्रकार (Types of Paints)

मुख्य रूप से पेन्ट दो प्रकार के होते हैं—

1. लेटेक्स पेन्ट्स (Latex Paints)—ये वाटर-बेस्ड (Water based) होते हैं, अर्थात् इनका आधार (Base) तत्त्व जल होता है। **जैसे**—ऊष्मासह पेन्ट, इमल्शन पेन्ट, सीमेंट पेन्ट आदि।

2. एल्किड्स (Alkyds)—इस तरह के पेन्ट का आधार तत्व (Base element) तेल (Oil) होता है, अर्थात् ये ऑयल-बेस्ड (Oil-based) पेन्ट होते हैं। **जैसे**—इनेमल पेन्ट, एल्युमिनियम पेन्ट, सेलुलोज पेन्ट आदि।

कुछ प्रमुख पेन्टों का संक्षिप्त वर्णन निम्नलिखित हैं—

1. ऐल्यूमिनियम पेन्ट (Aluminium Paint)—स्प्रिट वार्निश में ऐल्यूमिनियम धातु के सूक्ष्म चूर्ण का घोल ऐल्यूमिनियम पेन्ट कहलाता है। इस पेन्ट में आवश्यकतानुसार शीघ्र सूखने वाली स्प्रिट वार्निश अथवा धीरे-धीरे सूखने वाली तेल वार्निश का प्रयोग किया जाता है। पेन्ट को सतह पर लगाने के पश्चात् स्प्रिट या तेल वाष्पित हो जाता है और ऐल्यूमिनियम की पतली परत सतह पर निर्मित हो जाती है।

ऐल्यूमिनियम पेन्ट के प्रमुख लाभ निम्न प्रकार हैं—

(i) यह अन्धेरे में चमकता है।

(ii) यह कुछ ऊष्मारोधी होता है।

(iii) लौह और इस्पात की सतहों को यह संक्षारण से प्रभावी ढंग से बचाता है।

(iv) इसमें फैलने की उच्च क्षमता होती है।

(v) यह सतह को सुन्दर बनाता है।

(vi) यह वातावरण की नमी से सतह को बचाता है।

(vii) इसमें वैद्युत प्रतिरोधकता के भी उत्तम गुण होते हैं।

ऐल्यूमिनियम पेन्ट का उपयोग सामान्यतया गैस टैंक, गरम पानी के पाइप, तेल टंकियों (Oil tanks), रेडियेटर आदि पर प्रलेपन के लिए किया जाता है।

2. सिलिकेट पेन्ट (Silicate Paint)—यह पेन्ट निस्तापित (Calcined) तथा बारीक पिसी हुई सिलिका के साथ रेज़िन पदार्थों को मिलाकर तैयार किया जाता है। यह टिकाऊ होता है एवं कठोर परत निर्मित करता है। यह अत्यधिक ऊष्मा सहन कर सकता है।

सिलिकेट पेन्ट का प्रयोग सीमेन्ट प्लास्टर, कंक्रीट या ईंटों पर सीधे ही किया जा सकता है। इस पेन्ट की दो या तीन परतें चढ़ाई जानी आवश्यक होती हैं। इसके लिए प्राइमरी-कोट की आवश्यकता नहीं होती है।

3. कृत्रिम रबड़ पेन्ट (Synthetic Rubber Paint)—यह पेन्ट रेजिनों से तैयार किया जाता है। इसके मुख्य लाभ निम्न हैं—

(i) इस पर वर्षा का प्रभाव नहीं पड़ता है।

(ii) यह शीघ्र सूखता है।

(iii) जब इस पेन्ट को किसी सतह पर लगाया जाता है तो एकसमान रंग की सतह प्राप्त होती है।

(iv) सूर्य के प्रकाश तथा मौसम का इस पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।

(v) यह नमीयुक्त सतहों पर लगाया जा सकता है, **जैसे**—नया प्लास्टर या कंक्रीट की सतह।

4. सेल्यूलोज पेन्ट (Cellulose Paint)—इस पेन्ट की विशेषता है कि यह विरलक (Thinner) के वाष्पीकरण के फलस्वरूप सूखता है जबकि अन्य साधारण पेन्ट ऑक्सीकरण के फलस्वरूप सूखते हैं। यह शीघ्रता से सूखता है। यह पेन्ट कीमती होता है। यह चिकनी, कठोर तथा लचीली (Flexible) सतह प्रदान करता है। इस पेन्ट द्वारा तैयार सतह को धोकर सरलता से साफ किया जा सकता है। इस पेन्ट द्वारा निर्मित सतह अत्यधिक गर्मी तथा सर्दी को सहन कर सकती है।

5. संक्षारणरोधी पेन्ट (Anti-corrosive Paint)—यह पेन्ट तेल तथा अच्छे किस्म के शोषकों से बनाया जाता है। इसमें उपयुक्त प्रकार का पिगमेंट जैसे क्रोमियम ऑक्साइड, सीसा (Lead), जिंक-क्रोम आदि तथा कुछ मात्रा में रेत के बारीक कण भी मिलाए जाते हैं। संक्षारणरोधी पेन्ट सस्ते और टिकाऊ होते हैं। ये देखने में काले होते हैं।

6. एस्बेस्टॉस पेन्ट (Asbestos Paint)—यह विशेष प्रकार का पेन्ट है जो ऐसी सतहों पर प्रयोग किया जाता है जहाँ अम्लीय गैसें (Acidic gases) तथा वाष्प सम्पर्क में रहती हैं।

7. सीमेंट पेन्ट (Cement Paint)—ये पेन्ट श्वेत सीमेंट (White cement), पिगमेंट, त्वरक (Accelerator) तथा अन्य पूरक पदार्थों से मिलकर बनता है। यह अनेक रंगों के चूर्ण (Powder) के रूप में उपलब्ध होता है और आकर्षक सतह प्रदान करता है। इसका उपयोग सामान्यतया भवनों की बाहरी दीवारों पर किया जाता है जो नमी, बरसात, गर्मी व सर्दी आदि से प्रभावित होती हैं। इसे पानी में घोलकर प्रयोग किया जाता है। इसका लेप खुरदुरे (Rough) सतहों पर अच्छी प्रकार से होता है।

सीमेंट पेन्ट की सामान्तया दो परतें (Coats) लगायी जाती हैं। पहली परत के सतह पर शोषित (Absorb) होने के बाद दूसरी परत परिष्कृत होने के लिए लगाई जाती हैं। पहली परत तथा दूसरी परत लगाने के बीच समय अन्तराल 24 घण्टे से कम नहीं होना चाहिए। उत्तम प्रकार की सतह प्राप्त करने के लिए दूसरी व अन्तिम परत लगाने के पश्चात् सतह पर लगभग दो दिन तक पानी का छिड़काव करना चाहिए। बर्फीले मौसम में सीमेंट पेन्ट नहीं लगाना चाहिए।

सीमेंट पेन्ट के प्रमुख लाभ निम्न प्रकार हैं—

(i) यह पेन्ट अपेक्षाकृत कम समय में अधिक दक्षतापूर्वक लगाया जा सकता है।

(ii) सीमेंट पेन्ट के लिए सतह को तैयार करने की आवश्यकता नहीं होती है।

(iii) यह पेन्ट प्लास्टर की गई नव-निर्मित तथा सीलनवाली दीवारों पर लगाए जा सकते हैं।

(iv) यह ऑयल पेन्ट की तुलना में सस्ता होता है और अपेक्षाकृत जल्दी सूख जाता है।

(v) यह पेन्ट टिकाऊ होता है। ये जिस सतह पर लगाए जाते हैं, उनका एक अभिन्न अंग बन जाते हैं।

8. इनेमल पेन्ट (Enamel Paint)—यह पेन्ट श्वेत सीसा (White lead), जिंक श्वेत (Zinc white) तथा तेल, पेन्ट्रोलियम स्प्रिट और रेसिन पदार्थों के मिश्रण से बनता है। यह पेन्ट शीघ्र सूखता है। यह कठोर और टिकाऊ परतें निर्मित करता है। इस पेन्ट द्वारा तैयार सतहें अम्लों, क्षारों, गरम व ठण्डे पानी, भाप, गैस के धुएँ आदि से प्रभावित नहीं होती हैं। इनेमल पेन्ट, साधारण पेन्ट से महँगे होते हैं। इनका उपयोग धातु सतहों तथा बाहरी व भीतरी दीवारों पर प्रलेपन के लिए किया जाता है।

9. इमल्शन पेन्ट (Emulsion Paint)—इस पेन्ट में बन्धक पदार्थ जैसे पॉलीविनायल एसीटेट, कृत्रिम रेसिन आदि होते हैं। यह शीघ्र सूखने वाला होता है। यह अनेक किस्मों में उपलब्ध होता है। इसका रंग लम्बे समय तक बना रहता है और इसके द्वारा निर्मित परत कठोर होती है जिन्हें पानी से साफ किया जा सकता है। यह पेन्ट गन्धहीन होता है। इसमें उत्तम क्षारीय प्रतिरोधकता होती है। इमल्शन पेन्ट को सतह पर ब्रुश या स्प्रे-गन द्वारा लगाया जा सकता है। लम्बी सेवा अवधि के लिए इमल्शन पेन्ट को दो परतों में लगाना चाहिए।

10. प्लास्टिक पेन्ट (Plastic Paint)—इस पेन्ट में वांछित किस्मों के प्लास्टिक मिले होते हैं। ये पेन्ट बाजार में तैयार अवस्था में मिलते हैं। इस पेन्ट को सतह पर ब्रुश या स्प्रे-गन द्वारा लगाया जाता है। यह आकर्षक व सुन्दर रंगों में उपलब्ध होता है। शो-रूम, सिनेमाघरों व सजावटी कार्यों में इसका उपयोग किया जाता है।

11. डिस्टेम्पर (Distemper)—इन पेन्टों में सफेदे के स्थान पर खड़िया (Chalk) तथा तेल के स्थान पर पानी का प्रयोग किया जाता है। इन्हें रंगीन बनाने के लिए पिगमेंट भी प्रयोग किए जाते हैं।

बाजार में डिस्टेम्पर चूर्ण या कठोर पेस्ट के रूप में बन्द डिब्बों में मिलते हैं। प्रयोग के समय इसमें पानी मिलाकर दीवारों या छतों की पुताई की जाती है। इनका प्रयोग आन्तरिक भागों के लिए किया जाता है। ये पानी तथा वायुमण्डल से शीघ्र ही प्रभावित होते हैं। इनका बाहरी भागों पर प्रयोग नहीं किया जाता। डिस्टेम्पर की आसंजन (Adhesion) सामर्थ्य बढ़ाने के लिए इसमें गोंद (Gum) या माँड का घोल भी मिलाया जाता है। ये सस्ते होते हैं।

12. ऊष्मारोधी पेन्ट (Heat Resistant Paints)—ये पेन्ट रक्त-तप्त (Red hot) अवस्था तक ताप को सह सकते हैं। इनके आधार तत्व (Base) धात्विक चूर्ण (Powder) होते हैं, **जैसे**—Al, Zn, Sn, ग्रेफाइट, क्रोमिया (Chromia), टिटेनिया (TiO_2), आदि के चूर्ण। कुछ ऊष्मारोधी पेन्टों में पॉलीफेनिल सिलिकन्स भी होते हैं। ये वाटरप्रूफ (Water proof) भी होते हैं। अंतरिक्ष कार्यक्रम के लिए यह पेन्ट विकसित किया गया है। इसमें टिटेनिया (TiO_2) वर्णक के रूप में, धात्विक सिलिकेट वाटर बेस्ड वाहक के रूप में जल विरलक एवं ऐल्यूमिनियम आर्थोफास्फेट के रूप में प्रयोग होता है। यह –150°C से 1000°C तक का ताप सह सकता है।

इनका उपयोग चूल्हों (Ovens), भट्ठियों (Furnaces), हवाई-जहाज के दहन-कक्ष (Combustion chamber), धूम्र नलिका (Fire tube) आदि के सतहों पर प्रलेपन (Painting) के लिए किया जाता है।

इनेमल (Enamels)

यह वर्णक (Pigment) मिला हुआ वार्निश होता है। यह सूखने पर कठोर एवं चमकीली सतह प्रदान करता है। इनेमल के गुण उसके वाहक एवं रेजिन पर निर्भर करता है। इनेमल के मुख्य घटक (Constituents) निम्नलिखित हैं—

1. **वर्णक** (Pigments)—इनेमल में सामान्यत: टिटेनियम ऑक्साइड और कैल्शियम सल्फाइड का मिश्रण वर्णक के रूप में उपयोग होता है। रंगीन वर्णक भी इनेमल में उपयोग होता है, लेकिन रंगीन (Coloured) वर्णकों वाले इनेमल को जापान (Japans) कहते हैं।
2. **वाहक** (Vehicle)—वाहक के रूप में शुद्ध रेजिन या ओलियोरेजिन उपयोग होता है। **जैसे**—अलसी का तेल, सोयाबीन का तेल और फिनॉल एल्डिहाइड।
3. **शोषक** (Driers)—ओलियोरेजिन वाहक के साथ शोषक के रूप में उपयोग किए जाते हैं। शोषक के रूप में कोबाल्ट (Co), मैंगनीज (Mn) और जस्ता (Zn) के रेजिनेट्स एवं ओलिएट्स (Oleates) उपयोग किए जाते हैं।

4. **विरलक** (Thinner)—तारपीन का तेल या एसिटोन (Acetone) विरलक के रूप में प्रयोग होता है।

5.15 वार्निश (Varnishes)

प्राकृतिक या कृत्रिम रेजिनों का वाहक तेल एवं विलायकों (Solvents) के साथ समांगी मिश्रण (homogeneous mixture) वार्निश कहलाता है। इसमें वर्णक (Pigment) नहीं होता है। यह किसी सतह पर लगाने के बाद सूखने पर कठोर (Hard), पारदर्शी, चमकीला (Glossy) और टिकाऊ (Durable) सतह प्रदान करता है। वार्निश दो प्रकार की होती है—

(i) **रेजिनयुक्त वार्निश या तेल वार्निश** (Oil Varnish)—यह रेजिन, शोषक तेल और वाष्पीकृत होने वाले विलायक का घोल होती है।

(ii) **स्प्रिट वार्निश** (Spirit Varnish)—यह केवल रेजिन और वाष्पीकृत होने वाले विलायक (Solvents) का घोल होती है।

अच्छी वार्निश के गुण (Characteristics of a Good Varnish)

एक अच्छी वार्निश में निम्नलिखित गुण होने चाहिए—

1. यह जल्दी सूखने वाली होनी चाहिए।
2. इससे एक सुरक्षात्मक परत बनना चाहिए, जो कि कठोर और टिकाऊ हो।
3. इसके उपयोग के बाद सतह आकर्षक और मन को प्रिय लगने वाली होनी चाहिए।
4. इस पर मौसम (Weather) का प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।
5. सूखने के बाद इसकी सतह पर सिकुड़न या दरार नहीं पड़ना चाहिए।
6. इसमें अच्छी तरलता (Fluidity) होनी चाहिए, जिससे यह सतह पर आसानी से लगाई जा सके।

वार्निश के उपयोग (Uses of Varnishes)

1. इसका उपयोग संक्षारण (Corrosion) से बचाव (Protection) के लिए होता है।
2. सतह को आकर्षक एवं चमकीला बनाने के लिए होता है।
3. विद्युत इन्सुलेशन (Insulation) के लिए विद्युत तारों के ऊपर लगाया जाता है।
4. लकड़ी या धातु की सतह के टेक्सचर (Texture) सुरक्षित रखने के लिए प्रयोग किया जाता है।

पेन्ट और वार्निश में अन्तर (Different between Paints and Varnishes)

पेन्ट और वार्निश में मुख्य अन्तर निम्न हैं—

क्र०सं०	पेन्ट	वार्निश
1.	पेन्ट किसी उपयुक्त तैलीय पदार्थ जिसे वाहक कहते हैं, में रंजक तथा फैलने योग्य पदार्थ के मिश्रण में बनते हैं।	रेजिन तथा शोषक के किसी वाष्पशील विलायक में घोल को वार्निश कहते हैं।
2.	पेन्ट का मुख्य अवयव आधार, वाहक, विलायक, शोषक एवं रंजक होता है।	वार्निश का मुख्य अवयव आधार, वाहक, विरलक एवं शोषक होता है।
3.	पेन्ट के प्रकार—इनेमल पेन्ट, तेल पेन्ट, जस्ता पेन्ट, इमल्शन पेन्ट आदि।	वार्निश के प्रकार—तेल वार्निश एवं स्प्रिट वार्निश।
4.	**उपयोग**—पेन्टिंग से सतह सुन्दर, चमकदार एवं आकर्षक बन जाती है।	**उपयोग**—इसका अधिकांश प्रयोग बिना पेन्ट की हुई लकड़ी या प्लाईवुड पर किया जाता है।

5.16 लैकर (Lacquers)

यह सेलुलोज, रेजिन और प्लास्टिसाइजर (Plasticizer) का विलायक और विरलक (Thinner) में घोल है। लैकर वायुमण्डलीय (Atmospheric) हवा से ऑक्सीकृत होकर सूख जाता है, और लेपित सतह पर एक परदर्शी, कठोर और जलरोधी (Waterproof) परत (Layer) बनाता है।

लैकर के घटक (Components of Lacquers)

लैकर निम्नलिखित घटकों से मिलकर बनता है—

(a) **सेलुलोज के यौगिक—जैसे**—सेलुलोज नाइट्रेट, सेलुलोज एसिटोब्युरेट, सेलुलोज एसिटेट, एथिल सेलुलोज आदि। ये लैकर में

(i) जल-प्रतिरोधक क्षमता,

(ii) टिकाऊपन (Durability), एवं

(iii) कठोरता प्रदान करते हैं।

(b) **रेजिन** (Resins)—यह लैकर में

(i) परत की मोटाई (Thickness of film),

(ii) चिपकने का गुण (Adhesion),

(iii) जल-प्रतिरोधकता, एवं

(iv) चमक बनाए रखने की क्षमता विकसित (Develop) करता है।

फिनोल एल्डिहाइड, कोपल (Copal), कोलतार (Dammar), एल्किड आदि रेजिन लैकर में उपयोग किए जाते हैं।

(c) **प्लास्टिसाइजर** (Plasticizers)—ये लैकर की भंगुरता को कम करके उसमें आसंजकता (Adhesion), तन्यता और लचीलापन प्रदान करता है। अरन्डी का तेल (Castor oil), सोयाबीन का तेल, डाई-ब्यूटिल थैलेट, ट्राईक्रेसिल थैलेट आदि प्लास्टिसाइजर के रूप में उपयोग किए जाते हैं।

(d) **विलायक** (Solvents)—विलायक रेजिन एवं सेलुलोज उत्पादों को घोलने के लिए उपयोग किया जाता है। एथिल एसिटेट, मेथिल-एथिल कीटोन (Methyl ethyl ketone), एथिल लैक्टेट आदि विलायक के रूप में उपयोग होते हैं।

(e) **विरलक या तनुकारक** (Dilutant/thinner)—ये लैकर में तरलता (Fluidity) विकसित करते हैं अर्थात् उसकी श्यानता (Viscosity) को कम करते हैं। इससे लैकर सस्ते हो जाते हैं। तनुकारक पदार्थ जो लैकर में उपयोग होते हैं निम्न है—

(i) बेन्जोल (Benzol),

(ii) पेट्रोलियम नैफ्था,

(iii) टॉलुऑल (Toluol) आदि।

लैकर के उपयोग (Uses of Lacquers)

लैकर के निम्नलिखित उपयोग होते हैं—

1. इसका उपयोग लकड़ी के सामानों एवं फर्नीचर पर पेन्टिंग करने के लिए होता है।
2. कृत्रिम चमड़ा बनाने में इसका उपयोग होता है।

3. ऑटोमोबाइल (वाहनों) के बॉडी (Body) की सतह पर फिनिशिंग परत चढ़ाने के लिए इसका उपयोग होता है। क्योंकि लैकर खरोंच (Abrasion), दरार आदि का प्रतिरोधी होता है।

इनेमल और लैकर में अन्तर (Difference between Enamels and Lacquers)

इनेमल और लैकर में निम्न अन्तर होते हैं—

क्र०सं०	इनेमल्स	लैकर्स
1.	रंगदार वार्निशों को इनेमल्स कहते हैं।	लैकर्स रक्षात्मक परत तैयार करने के लिए घोल हैं।
2.	किसी सतह को चिकना तथा चमकदार बनाने के लिए इनेमल्स का प्रयोग किया जाता है।	लैकर्स का घोल सूखकर रक्षात्मक एवं सजावटी परत निर्मित करता है।
3.	इनेमल सूखने पर उच्च कोटि की चिकनी, चमकदार तथा परिष्कृत सतह प्रदान करता है।	लैकर्स का घोल अपने वाष्पशील अवयवों के वाष्पित होने पर शीघ्र सूख जाती है।
4.	इसके मुख्य अवयव वाहक, रंग वर्णक, शोषक एवं विरलक हैं।	इसके मुख्य अवयव आधार पदार्थ, विलायक, तनुकारक एवं प्लास्टिसाइजर हैं।

पेन्ट और लैकर में अन्तर

पेन्ट और लैकर में निम्न अन्तर होते हैं—

(i) लैकर सतह पर लगने के साथ-साथ ही सूख जाते हैं। पेन्ट के समान इन्हें सुखाने के लिए अधिक समय की आवश्यकता नहीं होती है।

(ii) किसी सतह से लैकर को खुरचना पेन्ट की अपेक्षा कठिन होता है। लैकर सतह पर कठोर परत बनाते है तथा उच्च दाब द्वारा ही उतारे जा सकते हैं जबकि पेन्ट तेज धार वाले किसी चादर या चाकू से उतारे जा सकते हैं।

(iii) लैकर का उपयोग ऑटोमोबाइल (Automobiles) तथा अन्य उच्च कोटि के पार्ट्स पर किया जाता है, जबकि पेन्ट सभी कार्यों में काम आते हैं।

(iv) लैकर, पेन्ट की अपेक्षा अधिक टिकाऊ व कठोर होते हैं।

(v) लैकर से शीशे जैसी चमक वाली चिकनी तथा सिल्क जैसी सतह प्राप्त की जा सकती है।

(vi) लैकर पेन्ट की अपेक्षा अधिक महँगे होते हैं।

5.17 पेन्टिंग या प्रलेपन (Painting)

धातु, लकड़ी, कंक्रीट, सीमेन्ट आदि की बनी सतहों पर पेन्ट, वार्निश, लैकर, डिस्टेम्पर आदि के लेप चढ़ाने की प्रक्रिया (Process) को पेन्टिंग या प्रलेपन कहते हैं।

प्रलेपन का उद्देश्य (Purpose of Painting)—पेन्टिंग निम्नलिखित उद्देश्यों की पूर्ति के लिए किया जाता है—

(i) धातु की सतह को संक्षारण-रोधी (Corrosion resistant) बनाने के लिए।

(ii) ऊष्मा तथा वाष्प के कुप्रभावों से सतह को सुरक्षित रखने के लिए।

(iii) सतह को चिकनी, चमकदार व आकर्षक बनाने के लिए।

(iv) लकड़ी को कीड़ों, फंगस आदि के आक्रमण से बचाने के लिए।

(v) उत्पाद (Product) को टिकाऊ बनाने के लिए।

(vi) मौसम (Weather) के हानिकारक प्रभाव से बचाने के लिए।

(vii) सतह के दोषों **जैसे**, गड्ढे (Pits), दरारों (Cracks) आदि को ढकने के लिए, अर्थात् सतह को दोषरहित बनाने के लिए।

प्रलेपन की विधियाँ (Methods of Painting)

पेन्टिंग/प्रलेपन की निम्नलिखित विधियाँ हैं—

1. **ब्रशिंग** (Brushing)—इससे प्रलेपन कुशल मजदूरों द्वारा जानवरों के बाल या रेशों (Fibres) से बने ब्रुश (Brush) द्वारा किया जाता है।
2. **स्प्रे-पेन्टिंग** (Spraying)—इस विधि से स्प्रे-गन (Spray-gun) द्वारा पेन्टिंग किया जाता है। इसमें पेन्ट को सतहों पर फुहार के रूप में छिड़काव किया जाता है। इसके लिए विशेषज्ञ मजदूर की आवश्यकता होती है। इसमें पेन्ट ज्यादा खर्च होता है एवं यह विधि खर्चीली है।
3. **डुबोना** (Dipping)—इस विधि में उत्पाद (Product) को पेन्ट में डुबो देते हैं। यह विधि उद्योगों में छोटे वस्तुओं पर प्रलेपन (Painting) के लिए किया जाता है। इसमें वस्तुओं को कन्वेयर (Conveyor) द्वारा डुबोया जाता है एवं निकाला जाता है। यह मितव्ययी (कम खर्चीली) विधि है। इसमें किसी जटिल आकार की वस्तु पर भी अच्छा और एकसार प्रलेपन किया जा सकता है।

पेन्टिंग/प्रलेपन में उत्पन्न दोष एवं उसके कारण

पेन्टिंग/प्रलेपन में मुख्य रूप से निम्नलिखित दोष उत्पन्न हो सकते हैं—

1. **फफोले पड़ना अथवा ब्लिस्टरिंग** (Blistering)—कभी-कभी पेन्ट की हुई सतह से पेन्ट की परत थोड़ी उभर जाती है और सतह पर फफोले नजर आते हैं। पेन्ट में फफोले पड़ने के मुख्य कारण निम्न हैं—
   (i) सतह को ठीक प्रकार से तैयार न करना।
   (ii) पेन्ट के अन्तिम कोट में तेल की अधिकता।
2. **पेन्ट का चटखना या दरारें पड़ना**—पेन्ट में ये दोष निम्नलिखित कारणों से हो सकते हैं—
   (i) पेन्ट का चुनाव परिस्थिति के अनुकूल न होना।
   (ii) पेन्ट में घटकों की क्वालिटी अथवा अनुपात का ठीक न होना।
   (iii) पेन्ट करने से पहले सतह को ठीक प्रकार तैयार न करना।
   (iv) पेन्ट की परत का अधिक मोटा होना या एकसार (Uniform) न होना।
3. **चमक में कमी आना अथवा रंग फीका पड़ना**—पेन्ट में ये दोष निम्न कारणों से आ सकते हैं—
   (i) पेन्ट का अनुपयुक्त चुनाव।
   (ii) पेन्ट के घटकों की क्वालिटी का ठीक न होना।

पेन्टिंग में उत्पन्न दोषों को दूर करने के उपाय

निम्न बातों का ध्यान रखकर पेन्टिंग में उत्पन्न होने वाले दोषों को दूर किया जा सकता है—

(i) सही पेन्ट का चुनाव (Selection)।
(ii) वैज्ञानिक तरीके से पेन्ट के विभिन्न घटकों से मिश्रण बनाना।
(iii) सतह को पेंटिंग से पहले तैयार करना।
(iv) नया कोटिंग (Coating) करने से पहले पुराने कोटिंग (Coating) को सूखने के लिए पर्याप्त समय देना।

पेन्ट का चुनाव (Selection of Paint)

पेन्ट का चुनाव मुख्यत: निम्न बातों पर निर्भर करता है—

1. **सतह**—पेन्ट सतह के उपयुक्त होना चाहिए। सीमेंट सतहों (जैसे कंक्रीट अथवा प्लास्टर की हुई) के लिए डिस्टेम्पर (जलीय पेन्ट), समोसम (सीमेंट पेन्ट) अथवा प्लास्टिक पेन्ट उपयुक्त रहते हैं। प्रकाष्ठ (Timber) सतहों के लिए पेन्ट में कीटाणु नाशक गुण होना चाहिए। धातु की सतहों के लिए इनेमल एवं उच्च ताप की सतहों के लिए तापरोधी पेन्ट होना चाहिए।

2. **वायुमण्डलीय परिस्थितियाँ**—पेन्ट अपने आस-पास के वातावरण से प्रभावित नहीं होना चाहिए। उदाहरण के लिए औद्योगिक क्षेत्र में ऐसा पेन्ट प्रयोग नहीं करना चाहिए जो गैसों अथवा धुएँ से खराब हो जाए। जिस स्थान पर गर्मी रहती हो वहाँ पर ऐसे पेन्ट का प्रयोग करना चाहिए जो गर्मी से प्रभावित न हो। उदाहरण के लिए बॉयलर टैंक के लिए एल्युमिनियम पेन्ट अधिक उपयुक्त होता है।
3. **मूल्य**—पेन्ट सस्ता होना चाहिए। यदि किसी स्थिति के लिए एक से अधिक प्रकार के पेन्ट समान परिणाम देते हैं तो उनमें से सस्ती किस्म के पेन्ट का चुनाव करना चाहिए।

5.18 ऊष्मारोधी पदार्थ (Heat Insulating Materials)

ऊष्मारोधी पदार्थ (Heat Insulating Materials)—वे पदार्थ जो ऊष्मा के प्रवाह की दर को कम कर देते हैं, ऊष्मारोधी पदार्थ कहलाते हैं। ये ऊष्मा के कुचालक भी कहलाते हैं। **जैसे**—कार्क, फोम, ग्लास ऊन (Glass wool), एस्बेस्टस आदि।

ऊष्मारोधी पदार्थों के गुण (Properties of Thermal Insulating Materials)

ऊष्मारोधी पदार्थों में निम्न गुण होने चाहिए—

1. **ऊष्मीय स्थिरता** (Thermal Stability)—इसमें कार्यकारी ताप पर विघटन नहीं होना चाहिए।
2. **भौतिक एवं रासायनिक स्थिरता** (Physical and Chemical Stability)—इसकी विमाओं (Dimensions) में कोई परिवर्तन नहीं आना चाहिए और साथ ही इसे रासायनिक रूप से अक्रिय होना चाहिए।
3. इसे सरंध्र (Porous) होना चाहिए।
4. इसकी ऊष्माचालकता (Thermal Conductivity) निम्न (Low) होनी चाहिए।
5. यह हल्का और सस्ता होना चाहिए।
6. इसे झटका (Impact) एवं कम्पन (Vibration) प्रतिरोधी होना चाहिए।
7. इसे नमी (Moisture) प्रतिरोधी (Resistant) होना चाहिए।

ऊष्मारोधी पदार्थों का वर्गीकरण (Classification of Thermal Insulating Materials)

इन्हें दो प्रकार से वर्गीकृत (Classified) किया जा सकता है—

1. कार्बनिक ऊष्मारोधी पदार्थ, एवं 2. अकार्बनिक ऊष्मारोधी पदार्थ।

1. **कार्बनिक ऊष्मारोधी पदार्थ—जैसे—**
   (a) जानवरों के बाल, (b) सिल्क,
   (c) ऊन, (d) कागज,
   (e) लकड़ी का बुरादा (Saw dust), (f) कार्क,
   (g) चमड़ा आदि।
2. **अकार्बनिक ऊष्मारोधी पदार्थ—जैसे—**
   (a) ग्लास ऊन (Glass wool), (b) एस्बेस्टस (Asbestos),
   (c) थर्मोकोल (Thermocole), (d) पफ (Puf),
   (e) धातुमल ऊन (Slag wool), (f) कोक पाउडर/चूर्ण (Coke powder),
   (g) जिप्सम चूर्ण (Gypsum powder), (h) चीनी मिट्टी (China clay) आदि।

कुछ महत्त्वपूर्ण ऊष्मारोधी पदार्थों का संक्षिप्त विवरण

1. चीनी मिट्टी (China Clay)—यह सिलिका SiO_2 एवं ऐल्यूमिना (Al_2O_3) के मिश्रण से बनता है। इनसे अग्निसह ईंटें (Fire Bricks) बनती हैं। ये अच्छे (good) ऊष्मा के कुचालक, विद्युत (Electricity) के भी कुचालक होते हैं। ये उच्च ताप को सह सकती हैं। इनसे भट्टियों (Furnaces) की दीवारों (Walls) के अस्तर बनते हैं।

2. कार्क (Cork)—यह ओक (Oak) की तरह की पेड़ के छाल (Bark) से प्राप्त किया जाता है। यह बहुत ही सरंध्र (Porous) एवं नमी प्रतिरोधक (Moisture resistant) होता है। यह हल्का एवं निम्न ऊष्मा-चालकता वाला होता है। यह ध्वनि एवं कम्पन (Vibration) डैम्पर (Damper) या शोषक भी होता है। इसका उपयोग कोल्ड स्टोरेज, क्लच फेसिंग (Clutch Facing), रेफ्रिजरेटर, सीलिंग (Ceiling), जलयान आदि में होता है।

3. धातुमल ऊन (Slag wool)—धातुओं के निष्कर्षण से प्राप्त धातुमल (Slag) में वायु का झोंका प्रवाहित करने पर धातुमल ऊन प्राप्त होता है। यह सरंध्र (Porous) होता है और इसकी ऊष्मा-चालकता कम होती है। इसका उपयोग उच्च ताप की भट्ठियों (Furnaces) में होता है।

4. ग्लास ऊन (Glass wool)—इसे सीसे की ऊन भी कहते हैं। यह ग्लास को पिघलाकर वायु या वाष्प के प्रवाह द्वारा बनाया जाता है। इसके रेशे (Fibres) भी बनाए जाते हैं। यह ऊष्मा, विद्युत एवं ध्वनि का कुचालक है। इसका उपयोग बहुत व्यापक स्तर पर होता है। **जैसे**—भट्ठियों में, रेफ्रिजरेटर, हीटर (Heaters), बॉयलर, ऊष्मा संवाहक पाइप, टैंक, ट्यूब आदि में।

5. थर्मोकोल (Thermocole)—यह पॉलीस्टीरीन (Polystyrene) प्लास्टिक से बनाया जाता है। यह सफेद रंग का तथा गन्धहीन होता है। यह बहुत हल्का होता है। इसका घनत्व 10-25 kg/m^3 होता है। यह सरंध्र होता है। यह भंगुर (Brittle) होता है। यह ऊष्मा का अच्छा कुचालक है।

उपयोग

1. ऊष्मारोधी पदार्थ के रूप में इसका उपयोग रेफ्रिजरेटर, एयर कंडीशनिंग, बिल्डिंग की छतों एवं दीवारों पर किया जाता है।
2. ये मोल्डेड फार्म (रूप) में T.V., फ्रिज, एवं अन्य काँच तथा इलेक्ट्रॉनिक सामानों के पैकिंग के रूप में उपयोग होता है।
3. सजावटी सामान बनाने के लिए भी इसका उपयोग होता है।

साइज—यह 10, 12.5, 20, 25, 37.5 और 50 मिमी मोटाई की चादरों के रूप में बाजार में मिलता है।

6. पफ (Puf)—यह पॉलीयूरेथेन फोम (Polyurethane Foam) है। यह ठोस रूप में बोर्ड के फार्म में मिलता है, जबकि द्रव के रूप में इन्सुलेशन (Insulation) के लिए स्प्रे (Spray) किया जाता है। फिनोलिक फोम (Phenolic foam) एक बहुआयामी फोम है, जिसका बहुत उपयोग होता है।

इसका उपयोग निम्न ताप पर इन्सुलेशन (तापरोधक) के रूप में होता है। यह –200°C से 150°C के बीच अच्छा कार्य करता है। इसकी ऊष्मा चालकता अधिकतम 0.021 W/mK (10°C) पर होती है। इसका संपीडन सामर्थ्य (Comperession strength) 172 kN/m^2 है। यह $1 m \times 0.5 m$ के बोर्ड के रूप में, 50 mm से 200 mm लम्बे पाइप के रूप में तथा अन्य कई प्रकार के मोल्डेड फार्म बाजार में उपलब्ध हैं।

उपयोग—इसका उपयोग निम्न कार्यों के लिए होता है—

1. कोल्ड स्टोरेज, रेफ्रिजरेटर, डिब्बाबन्द पैकिंग आदि में।
2. घर की छतों (Roofs) एवं दीवार की ऊष्मा के इन्सुलेशन के लिए।
3. उपकरणों (Equipments) में ऊष्मारोधक के रूप में।

4. पाइपलाइन एवं डक्टों (Ducts) में ऊष्मारोधक के रूप में।
5. कम्प्यूटर (Computer) रूम एवं फाल-सीलिंग (Fall Ceiling) आदि में।

7. एस्बेस्टस (Asbestos)—यह प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला रेशेदार (Fibrous) खनिज (Mineral) पदार्थ है। यह मुख्य रूप से क्राइसोटाइल (Chrysotile) खनिज से बनाया जाता है। इसमें हाइड्रेटेड मैग्नीशियम सिलिकेट एवं कैल्शियम सिलिकेट मुख्य रूप से होते हैं।

गुण (Properties)

1. यह रेशेदार (Fibrous) होता है।
2. इसकी सामर्थ्य (Strength) अच्छी होती है।
3. यह ऊष्मा एवं विद्युत का कुचालक होता है।
4. इस पर अम्ल, नमी और मौसम का प्रभाव नहीं पड़ता है।
5. यह अन्य पदार्थों जैसे सीमेन्ट (Cement), रेजिन आदि के साथ आसानी से बन्धन (Bond) बना लेता है।

उपयोग (Applications)

1. भट्ठियों (Furnaces), बॉयलरों (Boilers) और पाइपों पर ऊष्मारोधी पदार्थ के रूप में उपयोग किया जाता है।
2. ऑटोमोबाइल (Automobile) में ब्रेक लाइनिंग (Brake linings) के रूप में।
3. एस्बेस्टस रेशे को सीमेन्ट के साथ मिलाकर चादर एवं पाइप बनाए जाते हैं। चादरों का उपयोग छत बनाने में एवं पाइप का उपयोग पानी एवं सीवर लाइन के लिए किया जाता है।
4. एस्बेस्टस से अग्निसह (Fireproof) कपड़े बनाए जाते हैं, जो अग्नि-शमन (Fire-fighting) के काम में आते हैं।
5. यह विद्युतरोधी पदार्थ के रूप में उपयोग किया जाता है।

5.19 विद्युतरोधी पदार्थ (Electrical Insulating Materials)

वे पदार्थ जिनसे विद्युत धारा का प्रवाह (Flow of Electric Current) नहीं होता है, **विद्युतरोधी पदार्थ** कहलाते हैं। **जैसे**—हवा, सीसा (Glass), कार्क, पॉलीथीन आदि।

ये पदार्थ विद्युत के कुचालक होते हैं। विद्युतरोधी पदार्थ का मुख्य कार्य विद्युत-ऊर्जा (Electrical Energy) को चालकों (Conductors) द्वारा प्रवाहित करना एवं उन्हें लीक (Leak) होने से रोकना है। यह कार्य विद्युतरोधक पदार्थ, चालक को उसके बाहरी वातावरण (Surroundings) से अलग (Isolate) करके करता है।

बिजली के उपकरण या विद्युत प्रवाह के लिए विद्युतरोधी पदार्थ का होना आवश्यक है।

विद्युतरोधी पदार्थों के गुण (Properties of Electrical Insulating Materials)

प्रमुख गुण अग्र हैं—

1. प्रतिरोधकता (Resistivity)—विद्युतरोधी पदार्थों में प्रतिरोध चालकों की अपेक्षा बहुत ज्यादा होती है। सामान्यतः विद्युतरोधी पदार्थों की प्रतिरोधकता, विद्युत चालकों (ताँबा) की तुलना में 10^{21} गुणा ज्यादा होती है।

2. परावैद्युत सामर्थ्य (Dielectric Strength)—विद्युतरोधी पदार्थों में परावैद्युत सामर्थ्य उच्च होना चाहिए। परावैद्युत सामर्थ्य वह कम से कम विभवान्तर (Voltage difference) है, जो विद्युतरोधी पदार्थ के सिरों (Ends) पर लगाने से उसमें विद्युत धारा प्रवाहित होने लगती है, अर्थात् इस वोल्टेज पर विद्युतरोधी पदार्थ चालक की तरह कार्य करने लगता है। यह दुर्घटना का कारण बन सकता है। परावैद्युत सामर्थ्य वोल्ट प्रति यूनिट मोटाई में मापते हैं।

3. ऊष्मीय गुण (Thermal Property)—सामान्यत: अच्छा विद्युत का कुचालक, ऊष्मा का भी कुचालक होता है। परन्तु विद्युत के कुचालक को ऊष्मा का सुचालक होना चाहिए, जिससे विद्युतरोधी पदार्थ में उत्पन्न ऊष्मा का क्षय (Dissipation) हो सके। इससे विद्युतरोधी पदार्थ अतितापन (Overheating) के कारण खराब (Damage) नहीं होगा।

4. रासायनिक गुण (Chemical Properties)—विद्युतरोधी पदार्थ कार्यकारी (Working) वातावरण, रासायनिक क्रियाओं द्वारा खराब नहीं होना चाहिए, अर्थात् विद्युतरोधी पदार्थ अधिक ताप पर अक्रिय होना चाहिए एवं ऑक्सीकृत नहीं होना चाहिए; क्योंकि सामान्यत: ऑक्सीजन और नमी विद्युतरोधी पदार्थ की गुणवत्ता को खराब कर देते हैं।

5. यांत्रिक गुण (Mechanical Properties)—विद्युतरोधी पदार्थ में पर्याप्त तनन सामर्थ्य, कठोरता एवं दृढ़ता होनी चाहिए क्योंकि ये गुण विद्युतरोधी पदार्थ के साथ-साथ चालक (Conductor) को भी सुरक्षित रखते हैं।

अच्छे विद्युतरोधी पदार्थ के आवश्यक गुण
(Required Qualities of a Good Electrical Insulating Material)

अच्छे विद्युतरोधी पदार्थों में निम्नलिखित गुण होने चाहिए—

1. इनमें उच्च विद्युत प्रतिरोधकता होनी चाहिए।
2. यह अच्छा ऊष्मा का चालक होना चाहिए।
3. इसकी परावैद्युत सामर्थ्य उच्च होनी चाहिए।
4. इनमें यांत्रिक सामर्थ्य एवं कठोरता उच्च होनी चाहिए।
5. इसे रासायनिक तौर पर अक्रिय होना चाहिए।
6. इसे नमी (Moisture) प्रतिरोधी (Resistant) होना चाहिए।

विद्युतरोधी पदार्थों का वर्गीकरण (Classification of Electrical Insulating Materials)

विद्युतरोधी पदार्थों को मुख्यत: तीन वर्गों में बाँटा गया है—

1. ठोस विद्युतरोधी पदार्थ (Solid Electrical Insulating Materials),
2. द्रवीय विद्युतरोधी पदार्थ (Liquid Electrical Insulating Materials), एवं
3. गैसीय विद्युतरोधी पदार्थ (Gaseous Electrical Insulating Materials)।

1. ठोस विद्युतरोधी पदार्थ (Solid Electrical Insulating Materials)—ये ठोस अवस्था में होते हैं। इस श्रेणी में माइका या अभ्रक (Mica), एस्बेस्टस, कागज, प्लास्टिक, ग्लास (Glass), चीनी मिट्टी आदि आते हैं।

2. द्रवीय विद्युतरोधी पदार्थ—ये पदार्थ द्रव अवस्था में होते हैं। **जैसे**—तेल, क्लोरीनेटेड हाइड्रोकार्बन्स, सिलिकन ऑयल आदि।

3. गैसीय विद्युतरोधी पदार्थ—जैसे— शुष्क वायु (Dry Air), सल्फर हेक्साफ्लोराइड (Sulphur Hexafluoride), अक्रिय गैसें, हाइड्रोजन आदि।

प्रमुख विद्युतरोधी पदार्थ एवं उनके गुण तथा उपयोग
(Important Electrical Insulating Materials : Their Properties and Uses)

मुख्य विद्युतरोधी पदार्थ निम्नलिखित हैं—

1. चीनी मिट्टी (China Clay), 2. चमड़ा (Leather),
3. प्रेस्पन कागज (Prespan Paper), 4. एम्पायर कपड़ा (Empire Cloth),
5. बेकेलाइट (Bakelite), 6. एबोनाइट (Ebonite),
7. रेशे (Fibre), 8. माइका (Mica),

9. लकड़ी का ऊन (Wood Wool), 10. ग्लास ऊन (Glass wool),
11. रबड़ (Rubber), 12. नमदा (Felt),
13. विद्युतराधी तेल, वार्निश और इनेमल पेन्ट (Insulating Oil, Varnish and Paint)।

1. चीनी मिट्टी (China Clay)—ये ऐल्यूमिना और सिलिका से बनाई जाती है। चीनी मिट्टी का समान साँचों (Moulds) में ढालकर बनाया जाता है।

गुण—

(i) ये नमी प्रतिरोधी (Moisture resistant) होते हैं।
(ii) ये भंगुर (Brittle) एवं कठोर (Hard) होते हैं।
(iii) इन पर अम्लों एवं क्षारों का प्रभाव नहीं पड़ता है।
(iv) ये विद्युत एवं ऊष्मा के कुचालक (Insulator) होते हैं।

उपयोग—चीनी मिट्टी को विद्युत अवरोधक के रूप में प्रयोग होता है।

(i) फ्यूज ग्रिप (Grips),
(ii) ट्रान्समिशन लाइन के अवरोधक,
(iii) पोर्सिलीन स्विच,
(iv) मशीन टर्मिनल, आदि।

2. चमड़ा (Leather)—निम्न वोल्टेज पर चमड़ा विद्युत एवं ऊष्मा का रोधक होता है। इसका मुख्य उपयोग वेल्डर (Welder) और लाइनमैन (Lineman) या बिजली अनुरक्षण का कार्य करने वाले लोग दस्ताने (Gloves) के रूप में करते हैं। दस्तानों के अन्दर रबड़ की लाइनिंग होती है, क्योंकि रबर, चमड़े की अपेक्षा विद्युतरोधक होता है। चमड़ा दस्ताने को आरामदायक एवं मजबूत बनाता है।

3. प्रेस्पन कागज (Prespan Paper)—यह विद्युतराधी तेल से बना हुआ कागज होता है, जो विद्युत का कुचालक होता है। इस कागज की तनन सामर्थ्य अच्छी होती है। यह टेप (Tape) के रूप में चालकों पर (Conductors) लपेटा जाता है। इस तरह के कंडक्टर (चालक) का उपयोग मोटर की वान्डिंग एवं ट्रांसफार्मर की वान्डिंग (Windings) में किया जाता है।

4. एम्पायर कपड़ा (Empire Cloth)—यह विद्युतरोधी वार्निश से बना हुआ सूती कपड़ा होता है। यह भी टेप (Tape) की तरह चालकों (Conductors) पर लपेटा जाता है। यह लचीला होता है, जिससे आसानी से चालक के चारों ओर चिपक जाता है। इस तरह के कंडक्टर का उपयोग भी वाइंडिंग (Windings) के कार्यों के लिए होता है।

5. बेकेलाइट (Bakelite)—यह फिनॉल फार्मेल्डिहाइड (Phenol-formaldehyde) का बहुलक (Polymer) है।

गुण—

(i) यह कठोर प्लास्टिक है।
(ii) यह विद्युत एवं ऊष्मा का कुचालक होता है।

उपयोग—इसका उपयोग पैनल बोर्ड, स्विच गियर आदि बनाने में होता है।

6. एबोनाइट (Ebonite)—यह प्राकृतिक रबड़ का एक उत्पाद (Product) है। इसे प्राकृतिक रबड़ में गन्धक (Sulphur) मिलाकर रासायनिक क्रियाओं द्वारा प्राप्त किया जाता है।

गुण—

(i) इसका तनन सामर्थ्य अच्छा होता है।
(ii) यह घर्षण प्रतिरोधी भी होता है।
(iii) यह पेट्रोलियम उत्पादों (जैसे—डीजल, पेट्रोल आदि) में घुलनशील है।

उपयोग—

(i) विद्युतरोधी पदार्थ के रूप में स्विच के आधार (Base), हैण्डल आदि बनाने में होता है।

(ii) इसके अलावा पैकिंग एवं मोटरगाड़ियों के टायर बनाने में होता है।

7. रेशे या फाइबर्स (Fibres)—रेशेदार पदार्थ जैसे कपास, जूट, ग्लास फाइबर, टेरीलीन, नाइलॉन, रेयान, एस्बेस्टस आदि के फाइबर (Fibre) बनाए जाते हैं। ये रेशे प्राकृतिक एवं कृत्रिम (Synthetic) दोनों प्रकार के होते हैं।

गुण—फाइबर्स (रेशों) के मुख्य गुण निम्न हैं—

(i) ये बहुत लचीले (Flexible) एवं उच्च तनन सामर्थ्य के होते हैं।

(ii) ये विद्युत एवं ध्वनि के कुचालक होते हैं।

(iii) इन पर नमी (Moisture) का प्रभाव बिल्कुल नहीं पड़ता है।

उपयोग—

(i) इन्सुलेटर के रूप में विद्युत चालकों पर लगाया जाता है।

(ii) वार्निशयुक्त विद्युतरोधी कपड़ा (जैसे एम्पायर कपड़ा) बनाने में।

(iii) एस्बेस्टस फाइबरयुक्त चादर (Sheets) के निर्माण में।

(iv) ग्लास फाइबर के धागे का उपयोग भी विद्युतरोधन के लिए किया जाता है।

(v) सामान्यतया (Generally) फाइबर्स का उपयोग कपड़ा, रस्सी, पट्टे आदि बनाने में होता है।

8. अभ्रक या माइका (Mica)—यह प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाले खनिज पदार्थ है। यह सामान्यत: दो प्रकार का होता है—1. रूबी अभ्रक (Ruby Mica) और 2. अम्बर अभ्रक (Amber Mica)। यह पतले-पतले चादरों (Flakes) के रूप में मिलता है। यह पोटैशियम, मैग्नीशियम एवं सिलिकेट का मिश्रण होता है।

गुण—

(i) यह अत्यधिक (Highly) आघातवर्धनीय (Malleable) होता है।

(ii) यह उच्च गुणवत्ता वाला विद्युतरोधी पदार्थ है।

(iii) रूबी अभ्रक 600°C तक और अम्बर अभ्रक 800°C तक स्थायी (Stable) रहता है।

(iv) इसका आपेक्षिक घनत्व (Specific-Gravity) 2.6-3.2 के बीच में होता है।

उपयोग—अभ्रक का उपयोग विभिन्न रूपों में होता है। **जैसे—**

1. अभ्रक की चादर विद्युत उपकरणों में वाशर (Washers), स्लीव (Sleeves), ट्यूब (Tubes) आदि के रूप में उपयोग होता है।
2. माइका टेप (Mica Tape) का उपयोग मोटर के आर्मेचर, क्वायल (Coil) आदि में होता है।
3. ग्लास वान्डेड अभ्रक (Glass Bonded Mica) का उपयोग मोल्डेड प्रिन्टेड सर्किट, रिले स्पेसर (Relay Spacers), टेलीविजन आदि में होता है।
4. हीटर प्लेट के रूप में इस्त्री (Electric Iron), टोस्टर (Toaster) आदि में होता है।

9. लकड़ी का ऊन (Wood Wool)—यह लकड़ी की चिराई (Sawing) एवं प्लेनिंग (Planing) से प्राप्त छीलन एवं स्क्रैप (Scrap) के रूप में प्राप्त होता है।

गुण—

(i) यह हल्का एवं लचीला होता है।

(ii) यह सस्ता होता है।

(iii) यह ऊष्मा एवं विद्युत का कुचालक है।

उपयोग—इसका मुख्य उपयोग लकड़ी के बोर्ड बनाने में होता है। विद्युत एवं ऊष्मा के अवरोधक के रूप में पैकिंग/भराव (Packing) के लिए भी इसका उपयोग होता है।

10. ग्लास ऊन (Glass Wool)—यह ग्लास (सीसा) को पिघलाकर उसमें हवा या भाप का जेट प्रवाहित करने से बनता है। यह सफ़ेद रंग के पतले-पतले एवं अलग-अलग व्यास (Dia) के रेशे (Fibres) के रूप में होता है।

गुण—

(i) यह ऊष्मा एवं विद्युत का कुचालक होता है।

(ii) यह 200°C तक कार्य करता है।

(iii) इस पर नमी (Moisture) एवं रसायनों (Chemicals) का प्रभाव नहीं पड़ता है।

(iv) यह ध्वनि (Sound) का भी अवरोधक होता है।

उपयोग—

1. इसका उपयोग हवाई जहाज, अन्तरिक्ष यात्रियों के कपड़े, आदि में अग्निरोधक (Fire Retardant) के रूप में होता है।
2. यह घरेलू उपकरणों **जैसे**—ओवेन (Ovens), वाटर-हीटर, रेफ्रिजरेटर, फ्रीजर आदि में उपयोग होता है।
3. यह ग्लास ऊन से बने टेप (Tape), कॉर्ड्स (Cords), कपड़े (Fabrics), बिजली के तार, केबल (Cables), मोटर, जेनरेटर, ट्रान्सफार्मर, मीटर एवं अन्य इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में विद्युत अवरोधक के रूप में उपयोग होता है।
4. ग्लास ऊन के बने कम्बल (Blankets) का पाइप, बॉयलर (Boilers), टैंक आदि पर ऊष्मा के अवरोधक के रूप में उपयोग होता है।

11. रबड़ (Rubber)—रबड़ एक बहुलक (Polymer) है, जो सामान्य ताप पर अपनी लम्बाई से दो गुने से ज्यादा लम्बाई तक खींची जा सकती है और जैसे ही बल (Force) हटाया जाता है फिर से अपनी पुरानी लम्बाई में वापस आ सकती है। यह दो प्रकार का होता है—प्राकृतिक रबड़ एवं कृत्रिम रबड़।

प्राकृतिक रबड़ (Natural Rubber)—यह रबड़ के पेड़ से प्राप्त लेटेक्स से तैयार होता है। इसे वनस्पति रबड़ (Plantation Rubber) भी कहते हैं।

प्राकृतिक रबड़ के गुण (Properties of Natural Rubber)

1. कच्चा रबड़ चीमड़ (Tough) और प्रत्यास्थ (Elastic) ठोस होता है। तापमान बढ़ने पर ये मुलायम (Soft) और चिपचिपा (Sticky) हो जाता है।
2. प्राकृतिक रबड़, खींचने पर आसानी से खिंच (Stretch) जाता है और छोड़ने पर तुरन्त अपनी पुरानी अवस्था में वापस आ जाता है।
3. प्राकृतिक रबड़ में 10°C से 60°C के बीच तापमान पर भी प्रत्यास्थता का गुण रहता है। अधिक ताप पर यह मुलायम हो जाता है एवं कार्य नहीं कर पाता है।
4. प्राकृतिक रबड़ में तनन सामर्थ्य एवं घर्षण प्रतिरोध बहुत कम होता है।
5. यह नमी (Moisture) या जल को सोख लेता है।
6. यह जल, एसीटोन, एल्कोहल, क्षार और तुन अम्लों में अघुलनशील है।
7. यह ईथर, कार्बन डाइसल्फाइड, कार्बन टेट्राक्लोराइड पेट्रोल एवं तारपीन के तेल (Turpentine oil) में घुलनशील (Soluble) है।

उपयोग—प्राकृतिक रबड़ का उपयोग मुख्य रूप से ऑटोमोबाइल (Automobile) उद्योग में टायर एवं ट्यूब बनाने में होता है। प्राकृतिक रबड़ (NR) का उपयोग फुटवेयर (Footwear), गुब्बारे, खिलौने आदि बनाने में भी होता है। इनके अलावा आजकल इसका उपयोग सड़क बनाने और कंपन रोधक (Vibration Damper) के रूप में भी हो रहा है।

कृत्रिम रबड़ (Synthetic Rubber)—यह कृत्रिम रूप से बहुलीकरण (Polymerisation) विधि से बनाये जाते हैं। जैसे—SBR (स्टियरीन ब्यूटाडाइन रबड़), ब्यूटिल रबड़ (I.I.R.), नाइट्रील रबड़, फ्लुओरिन रबड़, सिलिकन रबड़, न्यूओप्रिन रबड़, पॉलीयूरेथिन रबड़ आदि।

कृत्रिम रबड़ के गुण (Properties of Synthetic Rubber)—कृत्रिम रबड़ के गुणों को निम्न बिन्दुओं द्वारा समझ सकते हैं—

1. **प्रत्यास्थता** (Elasticiy)—कृत्रिम रबड़ में प्रत्यास्थता का गुण होता है। इस गुण को लचीलापन (Flexibility) भी कह सकते हैं। इस गुण के कारण यह दबने या खींचने के बाद छोड़ जाने पर अपनी पुरानी अवस्था (Original State) में वापस आ जाता है।
2. **जल-अवरोधक** (Water Repellence)—कृत्रिम रबड़ जल या नमी को अवशोषित नहीं करता है अर्थात् इसमें जल गुजर नहीं सकता है।
3. **विद्युत अवरोधक** (Electrical Resistance)—यह विद्युत का कुचालक होता है, इसलिए इसका उपयोग विद्युत के तारों के ऊपर कुचालक (Insulator) के रूप में होता है।
4. **घर्षण प्रतिरोध** (Resistance to Abrasion)—अपेक्षाकृत इसमें घर्षण के प्रति ज्यादा प्रतिरोध होता है। इसलिए इनका उपयोग हैवी-ड्यूटी टायर (Tyre) एवं जूतों के सोल (तलवे) बनाने में होता है।
5. ये –70°C से 250°C तक के तापमान परिसर में अपनी प्रत्यास्थता को बनाए रखता है।

उपयोग—

1. फ्लुओरिन (Fluorine) रबड़ विद्युत का अच्छा कुचालक होता है। इसका उपयोग एरोस्पेस (Aerospace) में होता है।
2. विद्युत अवरोधक (Insulator) के रूप में यह तारों (Wires) एवं केबल पर चढ़ाया जाता है।
3. इसके सील (Seals), दस्ताने (Gloves), इरेजर (Eraser), गाड़ी के टायर (Tyres) आदि बनाए जाते हैं।
4. पाइप एवं टैंक भी बनाए जाते हैं।
5. इन्जन चढ़नार (Mountings) एवं कम्पन्न डैम्पर (Vibration damper) बनाए जाते हैं।

12. नमदा (Felt)—यह ऊन (Wool), बाल (Hair) एवं अन्य रेशों का दाब (Pressure), ऊष्मा (Heat) एवं रासायनिक क्रियाओं द्वारा गुंथा हुआ (Neaded) कपड़ा (Fabric) होता है। यह बहुत उपयोगी कपड़ा है, जो विभिन्न औद्योगिक कार्यों में उपयोग होता है।

गुण (Properties)

1. ऊन से बना नमदा अग्निरोधक (Flame-retardant), उच्च सामर्थ्य वाला होता है। इस पर रसायनों (Chemicals) का प्रभाव नहीं पड़ता है।
2. यह सिलाई करने योग्य मुलायम (Soft) तथा बहुत कठोर (Hard) किसी भी तरह का बनाया जा सकता है।
3. यह घिसने (Wearing) पर भी अपने भौतिक गुणों को बनाए रखता है, जिसके कारण इसका उपयोग पॉलिशिंग (Polishing) के कार्यों में होता है।
4. यह ध्वनि, ऊष्मा एवं कम्पन (Vibration) रोधक (Insulator) होता है।
5. यह सरंध्र (Porous) होता है, जिसके कारण इसका उपयोग वत्ती (Sticks) के रूप में स्नेहन (Lubrication) सिस्टम में होता है।

नमदा के प्रकार (Types of Felt)—बनाने की विधि के अनुसार नमदा निम्न प्रकार का होता है—

(i) सिला हुआ (Woven) नमदा, (iv) नमदा चादर,
(ii) दाब निर्मित नमदा (Pressed Felt), (v) पूर्ण कृत्रिम नमदा (100% Synthetic Felt)।
(iii) ऊनी नमदा,

उपयोग—

(i) बुने हुए नमदे का उपयोग प्रिंटिंग ब्लैंकेट, वाद्य-यन्त्रों, डोर सीलिंग आदि में होता है।
(ii) दाब-निर्मित नमदा का उपयोग फिल्टर (Filters), बत्तियाँ (Wicks), गास्केट (Gaskets), पोंछा (Wipers) आदि में होता है।
(iii) ऊनी नमदे का उपयोग बियरिंग (Bearing) के सील (Seal), पॉलीशिंग पैड आदि में होता है।
(iv) इसका उपयोग ऊष्मारोधक एवं ध्वनिरोधक के रूप में भी होता है।
(v) इसका उपयोग पैकिंग एवं लुब्रीकेशन के लिए भी होता है।

13. विद्युतरोधी तेल, वार्निश एवं इनेमल पेन्ट (Electrical Insulating Oil, Varnish and Enamel Paint)

(अ) विद्युतरोधी तेल (Electrical Insulating Oil)—यह हाइड्रोकार्बन ऑयल (Hydrocarbon oil) होता है, जैसे सिलिकन ऑयल एवं ट्रांसफार्मर ऑयल। इसका परावैद्युतांक (Dielectric constant) उच्च होता है। इनका उपयोग केबल, ट्रांसफार्मर, सर्किट-ब्रेकर आदि में होता है। यह विद्युत अवरोधक एवं कूलेंट (Coolant) दोनों का कार्य करता है।

(ब) विद्युतरोधी वार्निश (Electrical Insulating Varnish)—वार्निश तेल एवं प्राकृतिक अथवा कृत्रिम (Synthetic) बहुलकों (Polymers) को किसी विलायक में मिलाने से बनता है।

गुण—विद्युतरोधी वार्निश में निम्न गुण होते हैं—

- ये नमी एवं रासायनिक संक्षारण प्रतिरोधी होते हैं।
- ये करोना (Corona) प्रतिरोधी एवं ऊष्मा प्रतिरोधक (Heat resistant) भी होते हैं।
- इनमें धातुओं के साथ चिपकने (Bonding) की स्ट्रेन्थ अच्छी होती है

उपयोग—

- इनका उपयोग विद्युतरोधी के रूप में मोटर, कुण्डली (Coil) और ट्रांसफार्मर के वाइन्डिंग को बाँधने में होता है। इनका इन पर स्प्रे (Spray) किया जाता है।
- विद्युत उपकरणों को धूल (Dirt), नमी (Moisture) आदि से बचाना है तथा रगड़ने एवं घिसने से होने वाली यांत्रिक हानि को कम करता है।

(स) विद्युतरोधी पेन्ट (Electrical Insulating Paint)—वार्निश में जिंक (Zinc) एवं सफेदा को मिलाकर इनेमल पेन्ट बनाते हैं। इस पर नमी, ऊष्मा, अम्ल (Acids) आदि का प्रभाव नहीं पड़ता है। यह विद्युत अवरोधक (Insulator) होता है। इसका उपयोग विद्युत के उपकरणों पर प्रलेपन (Paint) करने के लिए किया जाता है।

5.20 विद्युत प्रतिरोधी पदार्थ (Electrical Resistance Materials)

ये वे पदार्थ हैं जिनकी प्रतिरोधकता (Resistivity) उच्च होती है। इन पदार्थों का मुख्य उपयोग हीटिंग एलिमेंट (Heating Element) के रूप में होता है।

गुण—

1. इनकी प्रतिरोधकता (Resistivity) उच्च होती है।

2. इनका गलनांक (Melting Point) उच्च होता है।
3. इनकी स्ट्रेन्थ एवं तन्यता (Ductility) भी अच्छी होती है।
4. इन पर वातावरण का प्रभाव नहीं पड़ता है।

मुख्य विद्युत प्रतिरोधी पदार्थ निम्न हैं—

(i) कांस्टेन्टन (Constantan)—यह निकिल (Ni) एवं ताँबे (Cu) की मिश्र-धातु होती है। इसमें 45% Ni एवं 55% Cu होता है।

गुण—

1. इसकी प्रतिरोधकता उच्च होती है।
2. यह उच्च ताप पर भी अपनी प्रतिरोधकता बनाए रखता है।

उपयोग—इसका उपयोग धारा-नियंत्रक (Rheostat), थर्मोकपल (Thermocouple), हीटिंग एलीमेंट आदि बनाने में किया जाता है।

(ii) नाइक्रोम (Nichrome)—यह निकिल (Ni), क्रोमियम (Cr) एवं लोहे (Iron) की मिश्र-धातु है। इसमें 16% Cr एवं 24% Fe (लोहा) होता है।

गुण—

1. यह उच्च ताप सह सकता है।
2. इसकी प्रतिरोधकता उच्च होती है।
3. इस पर ऑक्सीकरण नहीं होता है।

उपयोग—

1. इसका मुख्य उपयोग हीटिंग एलीमेंट (Heating Element) बनाने में होता है।
2. इसका उपयोग थर्मोकपल (Thermocouple) बनाने में भी होता है।

(iii) टँगस्टन (Tungsten)—यह उच्च गलनांक एवं प्रतिरोध वाली धातु है। इसका गलनांक 3410°C होता है। इसका मुख्य उपयोग बल्बों (Bulbs) के फिलामेंट (Filament) बनाने में होता है।

(iv) मैंगनीज (Manganin)—यह ताँबा, मैंगनीज एवं निकिल की मिश्र-धातु है। इसमें 80-86% ताँबा (Cu), 10-15% मैंगनीज (Mn) एवं 3-5% निकिल (Ni) होती है। इसका गलनांक 1000°C होता है। इसका उपयोग शन्ट (Shunt) एवं प्रतिरोधी बॉक्स (Resistance Box) बनाने में होता है।

■ 5.21 फ्यूज पदार्थ (Fuse Materials)

ये वे पदार्थ हैं, जो कि विद्युत परिपथ (सर्किट) में लगे होने पर उच्च धारा (करंट) प्रवाहित होने पर पिघल (Melt) जाते हैं एवं परिपथ (Circuit) विच्छेदित (Break) हो जाता है। इस प्रकार ये विद्युत यंत्रों या निकायों (Systems) को सुरक्षित करते हैं। यह एक प्रकार की युक्ति है जो परिपथ में प्रवाहित होने वाली धारा के मान (Value) के अनुसार लगाई जाती है।

(i) फ्यूज पदार्थों के आवश्यक गुण (Required Properties of Fuse Materials)—फ्यूज पदार्थों में निम्नलिखित विशेषतायें होनी चाहिए—

1. इनका गलनांक कम होना चाहिए।
2. इनकी प्रतिरोधकता (Resistivity) कम होनी चाहिए।
3. इन पर संक्षारण एवं ऑक्सीकरण का प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।
4. ऊष्मा-चालकता (Thermal Conductivity) उच्च होनी चाहिए।
5. इनमें उच्च तन्यता (Ductility) होनी चाहिए।

(ii) प्रमुख फ्यूज पदार्थ (Important Fuse Materials)—

(अ) सीसा (Lead)—इसका गलनांक 327°C होता है। यह बहुत ही मुलायम (Soft) होता है। शुद्ध रूप में यह बहुत कम उपयोग किया जाता है। इसके मिश्र-धातु फ्यूज के रूप में उपयोग होते हैं।

(ब) सीसा-टीन के मिश्र धातु (Lead-Tin Alloy)—जैसे टिनमैन सोल्डर (66% टिन एवं 34% सीसा) का उपयोग फ्यूज पदार्थ के रूप में किया जाता है।

(स) ताँबा (Cu)—इसका गलनांक 1083°C होता है। इस पर संक्षारण का प्रभाव नहीं पड़ता है। फ्यूज के लिए उपयोग में आने वाला ताँबा टिन लेपित (Tinned) होता है।

(द) ऐल्यूमिनियम (Al)—इसका गलनांक 659°C होता है। इस पर जंग का प्रभाव नहीं पड़ता है। यह विद्युत परिपथों में फ्यूज के रूप में उपयोग होता है।

(इ) टिन (Tin)—इसका गलनांक 232°C होता है। यह मुलायम (Soft) धातु है। यह शुद्ध रूप में फ्यूज के रूप में बहुत कम उपयोग होता है। इसकी मिश्र-धातु उपयोग में आती है।

फ्यूज पदार्थों के उपयोग

1. सीसा, टिन एवं इसकी मिश्र-धातु सामान्य उपयोग के कम लोड वाले विद्युत-परिपथों में फ्यूज पदार्थ के रूप में उपयोग में आती है।
2. ऐल्यूमिनियम के फ्यूज मीडियम लोड वाले विद्युत परिपथ में उपयोग किए जाते हैं।
3. उच्च लोड वाले विद्युत परिपथों में ताँबा फ्यूज पदार्थ के रूप में उपयोग किया जाता है।

■ 5.22 हार्डवेयर (Hardwares)

अभियांत्रिकी के कार्यों में विभिन्न धातुओं की आवश्यकता होती है। कुछ वस्तुओं का कार्य के अनुसार उसी समय निर्माण किया जाता है और कुछ वस्तुएँ मानक (Standard) साइज में बाजार में उपलब्ध होती हैं। मानक साइज की वस्तुओं को जिन्हें हम बाजार से खरीदकर सीधे अभियांत्रिकी के कार्यों में उपयोग कर सकते हैं, **हार्डवेयर** कहते हैं। ये विभिन्न प्रकार के कार्यों के अनुसार कई प्रकार के होते हैं। **जैसे**—कम्प्यूटर के लिए हार्डवेयर, म्यूजिक के लिए म्यूजिक हार्डवेयर, स्वच्छता के लिए सेनेटरी हार्डवेयर, भवन-निर्माण के लिए हार्डवेयर, फर्नीचर के हार्डवेयर आदि।

अगले अनुच्छेदों (Paragraphs) में हम कुछ मुख्य प्रकार के हार्डवेयर का संक्षिप्त वर्णन करेंगे, जो घरेलू कार्यों एवं गृह-निर्माण में उपयोग होते हैं।

कुछ प्रमुख प्रकार के हार्डवेयर (Main Types of Hardwares)

हम निम्न प्रकार के हार्डवेयर का संक्षिप्त वर्णन करेंगे—

1. पाइपें (Pipes), 2. चादरें (Sheets),
3. पाइप फिटिंग्स (Pipe Fittings), 4. कील एवं पेंच (Wire nails and Screws),
5. दरवाजे के हिंज या कब्जा (Door Hings), 6. टॉगल बोल्ट (Toggle Bolts),
7. कुंडा या स्लाइडिंग बोल्ट (Sliding Bolts)।

■ 5.23 पाइपें (Pipes)

पाइपों का उपयोग द्रव, गैस एवं भाप (Steam) को एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजने के लिए किया जाता है। इसका उपयोग घरेलू कार्यों से लेकर औद्योगिक कार्यों तक कई प्रकार से किया जाता है। घरों में पानी की सप्लाई के लिए

एवं स्नानघर आदि में पाइपों का उपयोग किया जाता है। महानगरों में सीवर लाइनों में जल एवं गंदगी के निकासी के लिए भी पाइपों का उपयोग होता है। ऑटोमोबाइल में लुब्रिकेशन सिस्टम में, रसायन विज्ञान (Chemistry) की प्रयोगशाला में (काँच के ट्यूब या पाइप), रेफ्रिजिरेटर में, पावर प्लांटों में, संपीडित गैसों को एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजने (Transfer) के लिए एवं और भी कई प्रकार के कार्यों के लिए पाइपों का उपयोग किया जाता है। कार्य एवं उसके वातावरण (Conditions) के अनुसार अलग-अलग पदार्थों के पाइप उपयोग किए जाते हैं। पाइप मानक (Standard) साइजों में मिलते हैं।

पाइपों की विशिष्टियाँ (Specifications of Pipes)

पाइपों का विनिर्देशन निम्न बिंदुओं द्वारा किया जाता है—

1. पदार्थ का नाम—जैसे GI, CI, मृदु इस्पात, ताँबा, काँच आदि।
2. आंतरिक व्यास (मिमी में)—सामान्यतः धात्विक पाइप 15 मिमी से 150 मिमी के आंतरिक व्यास में मिलते हैं।
3. पाइप की मोटाई (Wall thickness)।
4. लम्बाई (Length)।
5. सतह-उपचार (जैसे जस्तीकरण, विद्युतलेपन आदि)।

पाइपों के प्रकार (Types of Pipes)

जिस पदार्थ से पाइप बनाए जाते हैं, उसी के नाम से पाइप को जाना जाता है। जैसे मृदु इस्पात (M.S.) से बने पाइप को M.S. पाइप आदि कहते हैं। मुख्य रूप से पाइप निम्न प्रकार के होते हैं—

1. C.I. पाइप या ढलवाँ लोहे के पाइप (Cast Iron or C.I. Pipe)—ये ढलाई द्वारा बनाए जाते हैं। इनका उपयोग निम्न दाब (Low Pressure) भाप, पानी, तेल, सीवेज वाटर निकासी, शहर में पानी की सप्लाई, आदि के प्रवाह के लिए किया जाता है। ये 15 से 150 मिमी तक व्यास में 3 से 4 मीटर की लम्बाई में बनाए जाते हैं। इन्हें संक्षारण (Corrosion) से बचाने के लिए, इनकी आन्तरिक एवं बाह्य सतहों पर सीमेंट या कोलतार का लेपन किया जाता है।

ढलवाँ लोहे में भंगुरता (Brittleness) का गुण होता है। अतः ये झटके (Shocks) को नहीं सह पाते हैं। ये अपेक्षाकृत भारी होते हैं।

इनके भण्डारण (Storage) में इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि ये आपस में न टकरायें एवं इन पर बाहरी बलों का प्रभाव न पड़े।

2. इस्पात के पाइप (Steel Pipe)—ये सामान्यतः मृदु इस्पात (M.S.) के बनाए जाते हैं। कुछ विशेष कार्यों के लिए स्टेनलेस स्टील के भी पाइप बनाए जाते हैं। इनमें जोड़ लगाना आसान नहीं होता है। इसलिए इन्हें फ्लैंज या वेल्डिंग (Welding) द्वारा आपस में जोड़ा जाता है। ये ढलवाँ लोहे के पाइप की तुलना में मजबूत और हल्के होते हैं। ये झटकों (Shocks) को सह सकते हैं। इनमें संक्षारण का खतरा बना रहता है। ये निर्वात (Vacuum) को नहीं सह पाते हैं, फट जाते हैं। इनका उपयोग विभिन्न प्रकार के कार्यों के लिए किया जाता है। जैसे— 1. ऑटोमोबाइल उद्योग में, 2. बॉयलर (Boiler) एवं हीट एक्सचेंजर (Heat exchanger) के रूप में, रसायन उद्योग, चीनी मिल, कागज उद्योग आदि में, 3. तेल उद्योग में पाइप लाइन के लिए, 4. वाटर मेन्स (Water mains) आदि में इस्पात के पाइपों का उपयोग होता है।

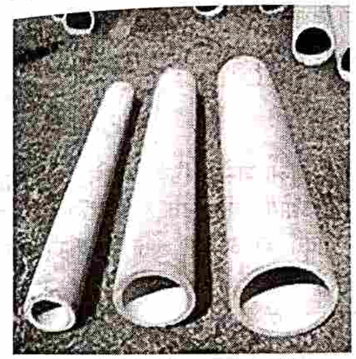
इनके भण्डारण में इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि इन पर नमी का प्रभाव न पड़े, अर्थात् इन्हें संक्षारण से बचाने के लिए स्टैण्डों पर शुष्क (Dry) वातावरण में रखना चाहिए।

3. जस्तीकृत लोहे के पाइप या जी०आई० पाइप (Galvanized Iron Pipe or G.I. Pipe)—ये ढलवाँ लोहे के पाइप को जस्ते के घोल में डुबोकर बनाए जाते हैं। इन पर जस्ते की परत चढ़ी होने के कारण संक्षारण (Corrosion) का खतरा नहीं होता है, अर्थात् ये संक्षारण प्रतिरोधी होते हैं। ये भी 15 मिमी से 150 मिमी के व्यास के साइज में 4 से 6 मीटर की लम्बाई में मिलते हैं। इनका मुख्य उपयोग घरेलू पानी की सप्लाई के पाइप लाइनों में होता है। इनके अलावा ये भाप एवं गैसों के प्रवाह के लिए भी उपयोग में लाए जाते हैं।

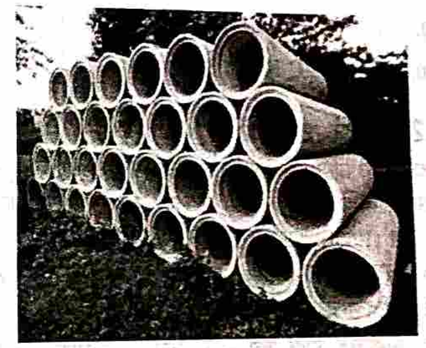
4. ताँबे के पाइप (Copper Pipe)—इनका उपयोग ठण्डा एवं गर्म पानी की सप्लाई के पाइप लाइन, रेफ्रिजिरेशन, वातानुकुलन (Air conditioning) एवं संक्षारण प्रतिरोधी आवश्यकताओं के लिए किया जाता है। इनमें उच्च संक्षारण प्रतिरोधकता होती है। ये बहुत ही मुलायम (Soft) होते हैं। इनमें फ्लेयरिंग (Flare connection) या सोल्डरिंग (Soldering) द्वारा जोड़ बनाए जाते हैं। ये महँगे होते हैं।

5. R.C.C. पाइप या सीमेंट कंक्रीट पाइप (R.C.C. Pipe)—ये संक्षारण प्रतिरोधी होते हैं। ये सीमेंट एवं क्रंकीट के बनाए जाते हैं। अधिक मजबूती के लिए इस्पात की छड़ों का जाल बनाकर इनकी ढलाई की जाती है। ये भारी होते हैं। इनको एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने में टूटने की सम्भावना रहती है। लेकिन ये मजबूत एवं झटकों को सह सकते हैं।

ये सामान्यतः 400 मिमी से अधिक व्यास के बनाए जाते हैं। इनकी कार्यकारी उम्र (Life) अधिक होती है। इनका उपयोग अधिक प्रवाह के लिए सीवर सिस्टम, नहरों से सिंचाई के लिए पाइप लाइन आदि में होता है।



(अ) विभिन्न व्यास की पाइपें



(ब) ह्यूम पाइप

चित्र 5.23. पाइपों के प्रकार (Types of Pipes)

6. ए०सी० पाइप या एस्बेस्टस सीमेंट पाइप (A.C. Pipe or Asbestos Cement Pipe)—ये पोर्टलैण्ड सीमेंट और एस्बेस्टस के फाइबर्स (रेशों) क मिश्रण से अपकेन्द्री (Centrifugal) ढलाई द्वारा बनाए जाते हैं। ये संक्षारण प्रतिरोधी होते हैं। लोहे के पाइप से हल्के एवं सस्ते होते हैं। इनमें जोड़ कपलिंग (Coupling) की सहायता से सीमेंट (Cement) द्वारा लगाए जाते हैं। ये भंगुर (Brittle) होते हैं। इनका उपयोग नदी-नालों पर पुल बनाने के लिए, सीवर लाइन, सिंचाई के कार्यों आदि में किया जाता है। ये 80 मिमी से 600 मिमी के व्यास में एवं 2 से 4 मीटर लम्बाई में मिलते हैं।

7. पी०वी०सी० पाइप (P.V.C. Pipe)—ये पॉली-विनाइल क्लोराइड प्लास्टिक से बनाए जाते हैं। ये हल्के, मजबूत एवं लचीले होते हैं। इन पर संक्षारण का प्रभाव नहीं पड़ता है, परन्तु ये अधिक ताप नहीं सह पाते हैं। इनका उपयोग पानी, तेल एवं निम्न दाब की गैसों के प्रवाह के लिए किया जाता है। ये मुलायम होते हैं जिसके कारण इन्हें आसानी से काटा जा सकता है एवं इनके सिरों पर डाई (Die) द्वारा चूड़ी काटी जा सकती है। ये सस्ते होते हैं। ये 15 मिमी से 350 मिमी व्यास (Diameter) के साइजों में मिलते हैं। कठोर (Hard) P.V.C. पाइप का उपयोग बिजली के तारों के लिए सुरक्षात्मक खोल के रूप में होता है।

इसके अलावा काँच, पीतल, ऐल्यूमिनियम, चीनी मिट्टी, रबड़ आदि के पाइप बनाए जाते हैं। विभिन्न प्रकार के पदार्थों से बने पाइपों का संक्षिप्त उपयोग नीचे दी गई तालिका में प्रदर्शित है।

क्र०सं०	पदार्थ (Material)	उपयोग (Uses)
1.	जी०आई० पाइप	जल-प्रवाह की पाइप लाइन
2.	चीनी मिट्टी के पाइप	सीवर सिस्टम
3.	ताँबे के पाइप	रैफ्रिजरेशन एवं वातानुकूलन सिस्टम
4.	मृदु इस्पात (M.S.) पाइप	फर्नीचर एवं संरचनात्मक कार्यों में
5.	स्टेनलेस स्टील पाइप	रसायन एवं संक्षारणरोधी आवश्यकताओं में
6.	पीतल के पाइप	सौंदर्यीकरण के कार्यों में
7.	काँच के पाइप	प्रयोगशाला में
8.	R.C.C. एवं A.C. पाइप	सीवर लाइन एवं नदी-नाले पर पुल बनाने में
9.	P.V.C. पाइप	सामान्य जल एवं तेल सप्लाई में
10.	C.I. पाइप	जल निकासी एवं वाटर मेन्स में

5.24 चादरें (Sheets)

चादरों का उपयोग अनेक प्रकार के कार्यों में होता है। घरेलू उपयोग की वस्तुओं **जैसे**—डिब्बे, बर्तन, चाकू (Knife), रेफ्रिजरेटर की बॉडी (Body) आदि से लेकर औद्योगिक उपयोग में वायुयान उद्योग, बस, ट्रक, मोटर-साइकिल, स्कूटर, खिलौने, छत (Roof) बनाने में, खिड़की दरवाजे आदि अनेक कार्यों में चादरों का उपयोग होता है। चादर बनाने वाले पदार्थों के अनुसार चादरों (Sheets) को दो प्रकार से वर्गीकृत कर सकते हैं—

1. धात्विक चादरें (Metallic Sheets) **जैसे**—G.I. चादर, M.S. चादर आदि।
2. अधात्विक चादरें **जैसे**—एस्बेस्टस-सीमेंट चादर, P.V.C. चादर, ग्लास-फाइबर चादर आदि।

5.25 धात्विक चादरें (Metallic Sheets)

धात्विक चादरें सामान्यत: G.I. (जस्तीकृत लोहा), M.S. (माइल्ड स्टील) या मृदु इस्पात, स्टेनलेस इस्पात (बेदाग इस्पात), ताँबा, ऐल्यूमिनियम आदि की बनाई जाती हैं।

धात्विक चादरों की विशिष्टियाँ (Specifications of Metallic Sheets)

सामान्यत: चादरों का विशिष्टियाँ (Specifications) उनकी मोटाई (Thickness) द्वारा करते हैं, जिसे (SWG) (Sheet and wire gauge) द्वारा व्यक्त करते हैं। गेज नम्बर (संख्या) जितनी कम होती है, चादर उतनी मोटी एवं गेज नम्बर जितना ज्यादा होता है, चादर उतनी ही पतली होती है। सामान्य रूप से 5 मिमी से पतली एवं 500 मिमी से अधिक चौड़ाई के धात्विक टुकड़े को चादर (Sheet) कहते हैं। धात्विक चादरों में उपयोग आने वाली SWG संख्या एवं उनके संगत मिमी मान नीचे तालिका में दिया गया है—

SWG	मिमी	SWG	मिमी	SWG	मिमी	SWG	मिमी
5	5.39	12	2.64	19	1.02	26	0.46
6	4.88	13	2.34	20	0.91	27	0.42
7	4.47	14	2.03	21	0.81	28	0.38
8	4.06	15	1.83	22	0.71	29	0.35
9	3.66	16	1.63	23	0.61	30	0.31
10	3.25	17	1.42	24	0.56	35	0.21
11	2.95	18	1.22	25	0.51		

चादरों की सामान्य विशिष्टियाँ (General Specifications of Sheets)—चादरों का सामान्य विनिर्देशन निम्न बिंदुओं द्वारा किया जाता है—

1. चादर का पदार्थ (Material of sheet)—जैसे —G.I., M.S., ताँबा, S.S. आदि।
2. चादर का प्रकार (Type of sheet)—सादा (Plain) या नालीदार (Corrugated)।
3. चादर की चौड़ाई (Width of sheet), एवं
4. चादर की लम्बाई (Length of sheet)।

कुछ प्रमुख प्रकार की धात्विक चादरें

प्रमुख प्रकार की चादरों का संक्षिप्त वर्णन निम्नलिखित अनुच्छेदों में दिया गया है—

(i) जस्तीकृत लोहे की चादर (Galvanized Iron Sheet)

इसे सामान्यत: जी०आई० (G.I.) शीट कहते हैं। यह पिटवाँ (Wrought) लोहे की चादरों को जस्ते के घोल में डुबाने से बनती है। जस्ते के प्रलेपन के कारण यह संक्षारण-प्रतिरोधी हो जाता है, अर्थात् इस पर जंग आदि नहीं लगता है। यह दो प्रकार की होती हैं—

(अ) **सादी चादरें** (Plain Sheets)—इसका उपयोग बाल्टी, चिमनी, संदूक (Box), अनाज रखने की लिए टंकी, बस एवं ट्रक की बॉडी (Body) आदि बनाने में होता है।

(ब) **नालीदार चादरें (Corrugated Sheets)**—इनका उपयोग छत (Roofs) बनाने के लिए होता है।

जस्तीकृत लोहे की चादरों की विशिष्टियाँ (Specifications of Galvanized Iron Sheets)—

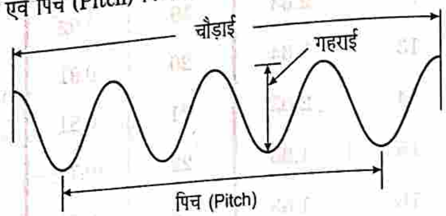
(अ) **सादी चादरें** (Plain Sheets)—ये निम्नलिखित लम्बाई, चौड़ाई एवं मोटाई में मिलते हैं—

- ❖ **लम्बाई** (Lengths)—1800, 2200, 2500, 2800 एवं 3000 मिमी।
- ❖ **चौड़ाई** (Width)—750, 900, 1000 और 1200 मिमी।
- ❖ **मोटाई** (Thickness)—0.18, 0.22, 0.25, 0.28, 0.32, 0.70, 0.80, 0.90, 1.00 और 1.60 मिमी।

(ब) **नालीदार चादरें (Corrugated Sheets)**—ये निम्नलिखित लम्बाई, ग्रेड एवं नालियों की संख्या में मिलती हैं—

- ❖ **लम्बाई (Length)**—1800, 2200, 2500, 2800, 3000 एवं 3050 मिमी।

❖ **ग्रेड (Grade)**—यह दो ग्रेडों 'A' और 'B' में मिलता है। ग्रेड के अनुसार इनकी नालियों की गहराई (Depth) एवं पिच (Pitch) निर्धारित होती है।



चित्र 5.24. नालीदार चादर का प्रोफाइल (Profile)

ग्रेड (Grade)	नालियों की गहराई (Depth of Corrugation)	नालियों का पिच (Pitch of Corrugation)
A	17.5 मिमी	75 मिमी
B	12.5 मिमी	75 मिमी

❖ **नालियों की संख्या** (Number of Corrugations)—8, 10, 11 एवं 13 होती हैं।

❖ **चौड़ाई** (Width)—नालियों की संख्या के अनुसार चौड़ाई 660 मिमी से 1130 मिमी के बीच में होती है।

जस्तीकृत लोहे की चादरों का भण्डारण (Storage of Galvanized Iron Sheets)

जस्तीकृत चादरों में नमी (Moisture) के प्रभाव में ज्यादा देर तक रहने पर भण्डारण दाग (Storage stain) या सफेद जंग (White rust) लगने की सम्भावना होती है। इससे बचने के लिए इनके भण्डारण में निम्न बातों का ध्यान रखना चाहिए—

1. चादरों को कम-से-कम ग्राउण्ड से एक फुट की ऊँचाई पर रखना चाहिए, जिससे उसके नीचे हवा का प्रवाह बना रहे।
2. चादरों के एक सिरे से दूसरे सिरे के बीच में थोड़ा ढाल (Slope) रखना चाहिए, जिससे पानी चादरों के सम्पर्क में बहुत देर तक न रह पाए और पानी नीचे गिर जाये।
3. अगर सम्भव हो तो चादरों के बीच में कागज लपेट कर रखना चाहिए।
4. चादरों को आपस में टाइट (Tight) बाँधकर बंडल (Bundle) बनाकर नहीं रखना चाहिए।

(ii) मृदु-इस्पात की चादरें (Mild Steel Sheets)

ये रोलिंग (Rolling) द्वारा बनाई जाती हैं। ये बिना किसी कोटिंग (Coating) की होती हैं। इन पर जंग (Rust) लगने का खतरा रहता है। इसलिए इनका उपयोग खुला वातावरण या जहाँ संक्षारण की संभावना हो वहाँ पर नहीं करते हैं। यदि करना हो, तो इन पर टिन (Tin) की कोटिंग की जाती है या इनसे बनी वस्तुओं पर पेन्ट लगा दिया जाता है। ये मुलायम (Soft) एवं आघातवर्ध्य (Malleable) होती हैं। इनका उपयोग पाइप, स्टोव, खाद्य-सामग्री के डिब्बे, कनस्तर, लालटेन, पानी की टंकी आदि बनाने में होता है। इनकी विशिष्टियाँ (Specifications) G.I. चादरों की तरह का ही होता है। ये भी सादी एवं नालीदार दोनों प्रकार की होती हैं।

(अ) सादी चादरें (ब) जालीदार चादरें (स) नालीदार चादरें

चित्र 5.25. चादरों के विभिन्न प्रकार (Types of Sheets)

इनका भण्डारन शुष्क स्थानों पर करना चाहिए जहाँ नमी (Moisture) का प्रभाव न पड़े, क्योंकि इनमें जंग (Rust) लगने की सम्भावना रहती है।

(iii) स्टेनलेस स्टील या बेदाग इस्पात की चादरें (Stainless Steel Sheets)

यह क्रोमियम, निकिल, मॉलिब्डेनम आदि तत्वों के मिश्रण से बनी स्टेनलेस स्टील से बनी चादरें होती हैं। इनकी विशेषता यह है कि इनमें वायुमण्डलीय प्रभावों, अम्लों एवं क्षारों का प्रभाव नहीं पड़ता है, अर्थात् ये संक्षारण-प्रतिरोधी होती हैं। ये कठोर एवं मजबूत भी होती हैं। सामान्यत: ये उच्च ताप पर अपनी सामर्थ्य (Strength) बनाए रखती हैं। इनका उपयोग चिकित्सा क्षेत्र में सर्जिकल औजार, घरेलू बर्तन, डेयरी उद्योग, चाकू (Knife), रसायन (Chemical) उद्योग में संग्राहक, डक्ट (Duct) आदि बनाने में होता है। इनका उपयोग सजावटी कार्यों में भी होता है। इन पर कार्य करना अपेक्षाकृत कठिन होता है। इनकी विशिष्टियाँ (Specifications) भी G.I. चादरों की तरह का होती हैं। ये सादी, जालीदार एवं नालीदार तीन प्रकार की होती हैं।

(iv) ताँबे की चादरें (Copper Sheets)

इन पर संक्षारण का प्रभाव नहीं पड़ता है। ये मुलायम एवं आघातवर्ध्य होती हैं। ताँबे की चादरों से बर्तन बनाए जाते हैं, लेकिन इनका उपयोग अब बहुत कम हो गया है। अभी ताँबे के चादरों से पाइप (Pipe), बिजली के सामान एवं वैज्ञानिक उपकरण बनाए जाते हैं।

(v) ऐल्यूमीनियम की चादरें (Aluminium Sheets)

ये श्वेत रंग के चमकदार चादरें होती हैं। ये अपेक्षाकृत हल्की, मुलायम एवं मजबूत होती हैं। इन पर भी संक्षारण (Corrosion) का प्रभाव नहीं पड़ता है। इनका उपयोग वायुयान उद्योग, विद्युत उपकरण, घरेलू सामान, फर्नीचर उद्योग, रासायनिक उपकरण आदि बनाने में होता है।

(vi) पीतल की चादरें (Brass Sheets)

पीतल, ताँबे और जस्ते का मिश्र-धातु है। यह संक्षारणरोधी होता है। यह अपेक्षाकृत ताँबे से कठोर होता है। इससे बर्तन, सजावटी सामान, गिफ्ट, वाल्व (Valve) आदि बनाए जाते हैं।

5.26 अधात्विक चादरें (Non-Metallic Sheets)

एस्बेस्टस, P.V.C., ग्लास-फाइबर आदि की चादरें अधात्विक चादरें होती हैं। इनके उपयोग एवं गुणों का वर्णन निम्न अनुच्छेदों में किया गया है।

(i) एस्बेस्टस सीमेंट की चादरें (A.C. Sheets)—ये एस्बेस्टस के रेशों (Fibres) को सीमेंट के साथ मिलाकर बनाई जाती है। ये अग्निरोधक (Fire-resistant) एवं ऊष्मारोधक (Heat-resistant) होती हैं।

ये मजबूत एवं टिकाऊ भी होती हैं। इनमें मुख्य दोष यह होता है कि ये भंगुर (Brittle) होती हैं। ये झटका (Impact or shock) नहीं सह पाती हैं, एवं टूट जाती हैं। मुख्य रूप से एस्बेस्टस सीमेंट की चादरें नालीदार (Corrugated) होती हैं। ऊष्मारोधक होने के कारण इनका मुख्य उपयोग घरों, कारखानों एवं कार्यशालाओं (Workshops) की छत बनाने में होता है। इनसे बने घर सर्दी में गर्म एवं गर्मी में ठण्डे होते हैं। इसके अलावा इनका उपयोग दीवार बनाने में भी होता है।

चित्र 5.26. एस्बेस्टस सीमेंट की चादरें (A.C. Sheets)

(ii) फाइबर-ग्लास की चादरें (Fibre-Glass Sheets)—इन्हें FRP चादरें या फाइबर चादरें भी कहते हैं। ये दृढ़ (Stiff), कठोर एवं मजबूत होती हैं। इनकी आसानी से कटिंग की जा सकती है एवं इनमें छेद भी किया जा सकता है। ये अलग-अलग रंगों एवं डिजाइन में बनाई जाती हैं। इनका मुख्य उपयोग आँगन, गैलरी, बालकनी आदि में छत (Roof) बनाने के लिए होता है। ये संक्षारण प्रतिरोधी हैं एवं इन पर वातावरण का प्रभाव नहीं पड़ता है। इनमें एक कमी होती है कि ये अधिक ताप पर फैलती हैं एवं कम ताप पर संकुचित हो जाती हैं। इसके अलावा वर्षा की बूँदें पड़ने पर शोर (Noise) उत्पन्न होता है।

■ 5.27 पाइप-फिटिंग्स (Pipe Fittings)

पाइप लाइन द्वारा द्रव या गैसों को एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजने के लिए पाइपों को आपस में जोड़ा जाता है। पाइपों को आपस में जोड़ने के लिए जिन उप-सामग्रियों (Accessories) का उपयोग किया जाता है, उन्हें पाइप-फिटिंग्स कहते हैं। **जैसे**—बेण्ड (Bend), सॉकेट (Socket), एल्बो (Elbow), प्लग (Plug), टी (Tee) आदि। ये दाब के अनुसार निम्न दाब, मानक (Standard), हेवी ड्यूटी (Heavy Duty) और हाइड्रोलिक ग्रेड के होते हैं। पाइप-फिटिंग्स सामान्यत: ढलवाँ लोहा (Cast iron), जस्ता लेपित लोहा (Galvanized Iron, G.I.), गन मेटल (Gun Metal), इस्पात (Steel) आदि से ढलाई (Casting) एवं मशीनिंग प्रक्रियाओं (Processes) द्वारा बनाए जाते हैं। इनमें चूड़ियाँ (Threads) कटे हुए होते हैं, जिनकी सहायता से जोड़ बनाए जाते हैं।

पाइप-फिटिंग्स के कार्य (Functions of Pipe Fitings)

पाइप-फिटिंग्स का उपयोग निम्नलिखित कार्यों के लिए किया जाता है—

1. दो या दो से अधिक पाइपों को जोड़ने के लिए, जिससे पाइप की लम्बाई बढ़ जाए।
2. प्रवाह की दिशा बदलने के लिए।
3. प्रवाह के नियंत्रण के लिए वाल्व लगाने में।
4. एक पाइप-लाइन से दूसरी पाइप लाइन (Branch line) जोड़ने के लिए।

पाइप फिटिंग्स के विभिन्न प्रकार (Types of Pipe Fittings)

विभिन्न प्रकार के पाइप फिटिंग्स एवं उनका उपयोग नीचे के अनुच्छेद में दिया गया है।

(i) सॉकेट (Socket)—इसका उपयोग दो पाइपों को आपस में जोड़कर पाइप की लम्बाई को बढ़ाने के लिए किया जाता है। इसकी आन्तरिक सतह (Internal Surface) पर चूड़ियाँ कटी हुई होती हैं। चित्र 5.27 (i) में सॉकेट को दर्शाया गया है। यह पाइप के साइजों के अनुसार ही मिलते हैं। जैसे 25 मिमी व्यास के पाइप के लिए सॉकेट भी 25 मिमी का होगा।

(ii) रिड्यूसर (Reducer)—इसका उपयोग अधिक व्यास (Diameter) के पाइप को कम व्यास के पाइप से जोड़ने के लिए किया जाता है। इसके एक सिरे का व्यास बड़ा होता है और दूसरे सिरे का व्यास कम होता है। इसका साइज कम व्यास वाले पाइप के व्यास और अधिक व्यास वाले पाइप के व्यास के गुणनफल द्वारा व्यक्त किया जाता है। **जैसे**—15 मिमी × 25 मिमी का रिड्यूसर। इसमें 15 मिमी कम व्यास वाले पाइप का व्यास तथा 25 मिमी अधिक व्यास वाले पाइप का व्यास होता है। चित्र 5.27(ii) में रिड्यूसर प्रदर्शित है।

(i) सॉकेट (Socket) (ii) रिड्यूसर (Reducer) (iii) गोल एल्बो (Round Elbow) (iv) वर्गाकार एल्बो (Square Elbow)
(v) बेण्ड (Bend) (vi) टी (Tee) (vii) क्रॉस (Cross) (viii) यूनियन (Union)
(ix) निपिल (Nipple) (x) प्लग (Plug) (xi) फ्लैंज (Flange)

चित्र 5.27. विभिन्न प्रकार के पाइप-फिटिंग्स (Various Types of Pipe Fittings)

(iii) टी (Tee)—यह तीन मुँह वाली पाइप फिटिंग होती है। इसमें आमने-सामने के मुँहों के सेन्टर लाइन (अक्ष) के लम्बवत् (Perpendicular) बीच में तीसरा मुँह होता है। चित्र 5.27 (v) में दो प्रकार की टी प्रदर्शित है। एक को सामान्य तौर पर टी कहते हैं, जिसके तीनों ही सिरों पर अन्दर की तरफ चूड़ियाँ कटी होती हैं। ये सभी सिरे (Ends) एक ही साइज के होते हैं। दूसरे प्रकार की "टी" को रिड्यूसर (Reducer) टी कहते हैं। इसमें दो सिरों के व्यास एक समान होते हैं एवं इनके अन्दर की सतह पर चूड़ियाँ कटी होती हैं, जबकि तीसरे सिरे का व्यास कम होता है। इस सिरे के बाहरी सतह पर चूड़ी कटी होती है। "टी" का उपयोग पाइप-लाइन से शाखा (Branch) लाइन निकालने के लिए होता है।

(iv) **एल्बो** (Elbow)—इसका उपयोग प्रवाह (Flow) को 90° पर मोड़ने के लिए किया जाता है। सामान्यतः एल्बो के दोनों सिरों के अन्दर की सतह पर चूड़ी (Thread) कटी होती है। चित्र 5.27 (iii), (iv) में एल्बो को दिखाया गया है।

(v) **बेण्ड** (Bend)—उनका उपयोग भी प्रवाह (Flow) को 90° पर मोड़ने के लिए किया जाता है। चित्र 5.27 (v) में बेंड प्रदर्शित किया गया है। बेण्ड में मोड़ एक समान वक्र (Curve) वाला होता है जबकि एल्बो में मोड़ तीव्र (Sharp) होता है। एक समान बड़े वक्र वाले मोड़ की वजह से बेण्ड के द्वारा फ्लो (प्रवाह) सरलता से होता है एवं प्रवाह में हानि कम होती है। बेण्ड में सिरों पर बाहरी सतह पर चूड़ी कटी हुई होती हैं।

(vi) **क्रॉस** (Cross)—इसे चौमुँहा भी कहते हैं। इसमें एक-दूसरे के आमने-सामने चार मुँह होते हैं एवं ये आपस में क्रॉस (×) बनाते हैं। चारों सिरे एक ही व्यास (Diameter) के होते हैं। इनका उपयोग दो (Two) शाखा (Branch) लाइन बनाने के लिए होता है।

(vii) **निपिल** (Nipple)—यह पाइप का छोटा (Small) टुकड़ा (Piece) होता है, जिसके दोनों सिरो पर चूड़ियाँ कटी हुई होती हैं। चूड़ियाँ सिरों पर बाहरी सतह पर कटी होती हैं। चित्र 5.27 (ix) में निपिल दिखाया गया है। इसका उपयोग पाइपलाइन में किसी अन्य पाइप-फिटिंग को लगाने के लिए, **जैसे**—टोंटी या नल (Tap), वाल्व (Valve) आदि लगाने के लिए किया जाता है। ये पाइप के व्यास एवं लम्बाई के गुणनफल द्वारा व्यक्त किए जाते हैं।

(viii) **यूनियन** (Union)—इसका उपयोग दो एक समान व्यास के पाइपों को आपस में जोड़ने के लिए किया जाता है, जहाँ मेन्टेनेन्स (Maintenance) के कार्यों के लिए या किसी अन्य असुविधा से बचने के लिए पाइपों को बार-बार खोलने एवं लगाने की आवश्यकता पड़ती है। चित्र 5.27 (viii) में यूनियन प्रदर्शित है। यह तीन भाग (Parts) में बना होता है। एक भाग एक पाइप पर एवं दूसरा भाग दूसरे पाइप पर टाइट (Tight) कर दिया जाता है। इसके बाद दोनों को आपस में मिलाकर नट चढ़ा दिया जाता है।

(ix) **फ्लैंज** (Flange)—इनका उपयोग दो पाइपों को आपस में जोड़ने के लिए किया जाता है। सामान्यतः उच्च दाब एवं अधिक प्रवाह दर (Flow rate) वाले पाइप लाइनों में इसका उपयोग किया जाता है। चित्र 5.27 (xi) में फ्लैंज प्रदर्शित है, इसकी आन्तरिक सतह पर चूड़ी कटी होती है। इसे पाइप के सिर पर चूड़ी द्वारा या वेल्डिंग (Welding) द्वारा लगाया जाता है। दो पाइपों को फ्लैंज द्वारा आपस में नट-बोल्ट की सहायता से जोड़ा जाता है।

(x) **प्लग** (Plug)—प्लग का उपयोग प्रवाह को बन्द (Close) करने के लिए किया जाता है। चित्र 5.27 (x) में प्लग प्रदर्शित है। प्लग के एक सिरे पर चूड़ी कटी होती है एवं दूसरे सिरे पर स्पैनर (Spanner) या पाइप रिन्च (Pipe wrench) लगाने के लिए वर्गाकार शीर्ष (Head) बना होता है।

पाइप-फिटिंग्स की विशिष्टियाँ (Specifications of Pipe Fittings)

पाइप-फिटिंग्स की विशिष्टियाँ (साइज), जिस पाइप पर ये फिट (Fit) किए जाते हैं, उसके व्यास (Diameter) द्वारा दिया जाता है। फिटिंग्स सामान्यतः इन्चों (Inches) में बाजार में मिलते हैं, लेकिन उसका रूपान्तरण (मिमी) भी फिटिंग्स के ऊपर अंकित रहता है। फिटिंग्स को पूरी तरह से विनिर्दिशित करने के लिए—

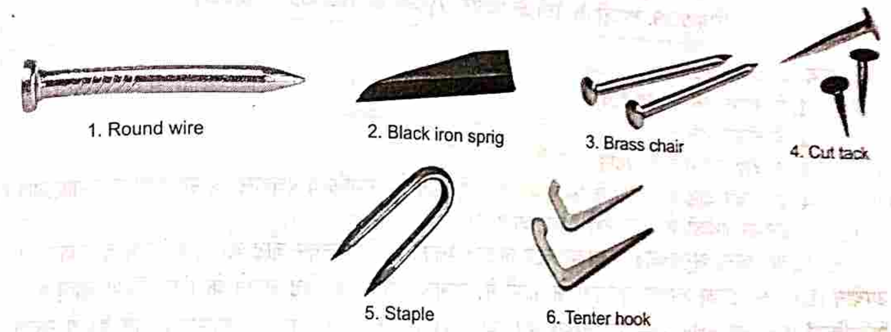
1. फिटिंग्स का नाम, 2. जिस पाइप पर फिट करना हो, उसका व्यास (Diameter) 3. आवश्यक हो तो लम्बाई, द्वारा व्यक्त किया जाता है। कुछ फिटिंग्स के I.S. द्वारा अनुमोदित साइज निम्न प्रकार हैं—

1. **सॉकेट** (Socket)—15, 20, 25, 30, 40, 50 मिमी आदि।
2. **रिड्यूसर** (Reducer)—(15 मिमी × 20 मिमी), (15 मिमी × 25 मिमी), (25 मिमी × 50 मिमी) आदि।
3. **टी** (Tee)—15 मिमी, 25 मिमी, 30 मिमी, 40 मिमी आदि।
4. **बेन्ड** (Bend)—15 मिमीं, 20 मिमी, 25 मिमी आदि।
5. **क्रॉस** (Cross)—15 मिमी, 20 मिमी, 25 मिमी, 40 मिमी आदि।

6. **निपिल** (Nipple)—15 मिमी × 300 मिमी (व्यास × लम्बाई), 25 मिमी × 300 मिमी आदि।

5.28 कील एवं पेंच (Wire Nails and Wooden Screws)

1. **कील** (Wire Nails)—ये पिटवाँ लोहा (Wrought iron) के तार से बनाई जाती हैं। ये हाथ से फ्रोर्जिंग द्वारा या मशीन द्वारा बनाई जाती हैं। इन्हें फ्रेंच कील भी कहते हैं। ये मजबूत एवं चीमड़ होती हैं। ये कई प्रकार की होती हैं। इनका अनुप्रस्थ-काट (Cross-section) गोल, वर्गाकार या आयताकार हो सकता है। कीलों के कुछ प्रकार नीचे चित्र 5.28 में दिए गये हैं। जंग (Rusting) से बचाने के लिए इन पर जस्तीकरण (Galvanization) भी किया जाता है।



चित्र 5.28. कीलों के प्रकार (Types of Nails)

गुण (Properties)

1. ये कठोर एवं मजबूत होते हैं।
2. ये चीमड़ (Tough) होते हैं, जिससे ये हथौड़े (Hammer) के प्रहार (चोट) को सह लेते हैं।
3. ये संक्षारण प्रतिरोधी भी होते हैं। इन पर आसानी से जंग नहीं लगता है।

उपयोग (Uses)—इनका उपयोग जोड़ (Joints) बनाने के लिए फर्नीचर उद्योग में किया जाता है।

विशिष्टियाँ (Specifications)—ये लम्बाई के अनुसार $\frac{1}{2}''$, $\frac{3}{4}''$, $1''$, $1\frac{1}{4}''$, $1\frac{1}{2}''$, $2''$ के साइजों में मिलते हैं। इनकी बिक्री (Sale) भार के अनुसार किग्रा (kg) में होती है।

2. **लकड़ी के पेंच** (Wooden Screws)—ये पिटवाँ लोहा या इस्पात से बनाए जाते हैं। इनके विभिन्न प्रकार चित्र 5.29 में दिए गए हैं। इन पर संक्षारण या जंग से बचाने के लिए जस्ता या पीतल का लेपन भी किया जाता है। पेंच का एक सिरा नुकीला एवं दूसरा सिरा चपटा, रिंग या हुक के आकार का हो सकता है। चपटे सिरे वाले भाग में पेंचकस (Screw-driver) के लिए खाँचे (Slot) कटे होते हैं। इन्हें लकड़ी में पेंचकस (Screw-driver) की सहायता से लगाया (Fastened) जाता है। रिंग (Ring) हुक सिरे वाले पेंच हाथ से लगाए जाते हैं। पेंच के चपटे या रिंग या हुक सिरे को हेड (Head) कहते हैं। हेड के नीचे के भाग को शैंक (Shank) कहते हैं। शैंक वाले भाग में चूड़ियाँ (Threads) बनी होती हैं। चूड़ियाँ जोड़ को स्थायित्व प्रदान करती हैं। ये अपेक्षाकृत महँगे होते हैं।

चित्र 5.29. लकड़ी के पेंचों के प्रकार (Types of Wooden Screw)

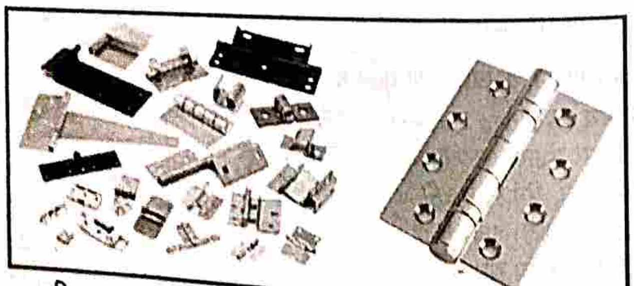
गुण (Properties)

1. ये कठोर एवं मजबूत होते हैं।
2. ये चीमड़ होते हैं।
3. ये जोड़ को मजबूती प्रदान करते हैं।
4. इनसे बने जोड़ में लकड़ी के फटने का डर नहीं होता है, क्योंकि ये पेंचकस की सहायता से लगाए जाते हैं। इन पर हथौड़ी से प्रहार नहीं किया जाता है।
5. यदि किसी कारण जोड़ गलत बन जाए तो इन्हें पेंचकस से निकालकर जोड़ को ठीक किया जा सकता है।

उपयोग (Uses)—इनका उपयोग गुणवत्ता के कार्यों में, फर्नीचर उद्योग में जोड़ बनाने के लिए किया जाता है।

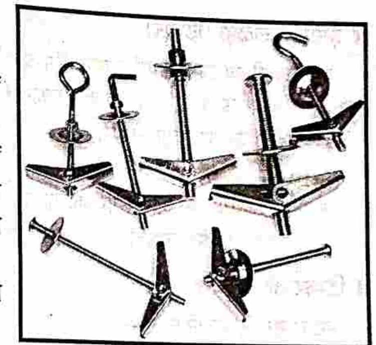
विशिष्टियाँ (Specifications)—पेंच लम्बाई एवं व्यास (Diameter) के माप के अनुसार मिलते हैं। ये संख्या के हिसाब से या भार के हिसाब से (kg) में बाजार में मिलते हैं।

3. दरवाजे के कब्जे या हिंज (Door Hinges)—इनका उपयोग दरवाजे या खिड़की के पल्लों (Shutters) को चौखट (Frame) से लगाने के लिए होता है। कब्जे (Hinges) तीन भाग (Parts) में बने होते हैं। दो भागों के बीच में एक पिन (Pin) लगा होता है, जिसके सापेक्ष कब्जा घूमता है। कब्जे के पिन के एक साइड का भाग चौखट (Frame) से तथा दूसरे साइड का भाग दरवाजे या खिड़की के पल्ले से लगा दिया जाता है। लकड़ी की चौखट एवं पल्लों में कब्जे लगाने के लिए कीलों (Wire nails) एवं पेंच (Screws) का उपयोग किया जाता है, जबकि लोहे की चौखट में कब्जे वेल्डिंग (Welding) कर दी जाती है। कब्जे सामान्यतः जस्तीकृत इस्पात एवं पीतल के बनाए जाते हैं।



चित्र 5.30. विभिन्न प्रकार के कब्जे (Various Types of Hinges)

4. टॉगल बोल्ट (Toggle Bolts)—इसे बटरफ्लाई (Butterfly), एंकर (Anchor) या फ्लैंज बोल्ट भी कहते हैं। इसके उपयोग खोखली दीवारों पर सामान टाँगने के लिए होता है। चित्र-5.31 में विभिन्न प्रकार के टॉगल बोल्ट प्रदर्शित हैं। टॉगल बोल्ट में पंख (Wings) लगे होते हैं, जो दीवार (Wall) के अन्दर की तरफ खुलते हैं। ये बोल्ट में लगे होते हैं। बोल्ट को कसने पर टॉगल बोल्ट का पंख दीवार को अच्छी तरह पकड़ लेता है। पंख का क्षेत्रफल एक सामान्य बोल्ट की अपेक्षा काफी अधिक होता है, जिसके कारण इसकी भार सहने की क्षमता बहुत होती है। इसे लगाने के लिए पहले दीवार में छेद कर लेते हैं, फिर टॉगल बोल्ट को उसमें लगाते हैं।

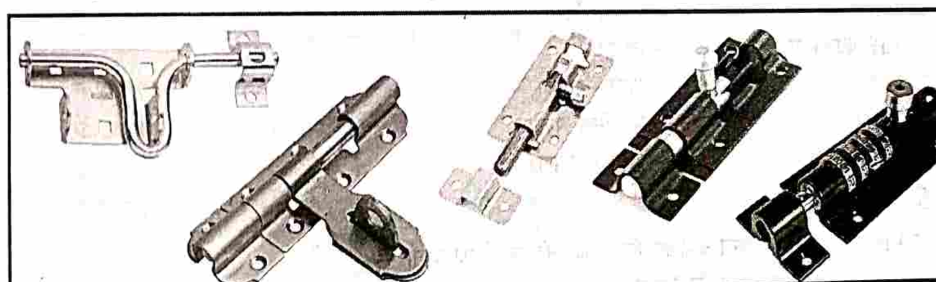


चित्र 5.31. विभिन्न प्रकार के टॉगल बोल्ट

टॉगल बोल्ट 3 मिमी से 12 मिमी व्यास और 50 मिमी से 150 मिमी लम्बाई में मिलते हैं। पंख का डिजाइन उनके भार सहने के अनुसार होता है। टॉगल बोल्ट का सिरा खाँचे कटा हुआ, चपटा या हेक्सागोनल (षट्भुजीय) किसी भी प्रकार का हो सकता है।

5. कुंडा या स्लाइडिंग बोल्ट (Sliding Bolt)—इन्हें सिटकनी भी कहते हैं। इनका उपयोग घरों में दरवाजे एवं खिड़कियों को बन्द करने, अलमारी, ड्रेसिंग टेबल आदि को बन्द करने के लिए किया जाता है। इसके अलावा बस, ट्रक, ट्रेन, कार्यालय (Office) आदि में भी सुरक्षा कारणों से या गोपनीयता (प्राइवेसी) के लिए इनका उपयोग किया जाता है। यह आवयश्कता एवं उपयोग के अनुसार कई प्रकार के होते हैं।

इनके कुछ प्रकार नीचे चित्र में प्रदर्शित हैं।



चित्र 5.32. विभिन्न प्रकार के स्लाइडिंग बोल्ट (Various Types of Sliding Bolts)

सारांश

- ❖ वे पदार्थ जिनमें धात्विक पदार्थ का समावेश नहीं होता है, अधात्विक पदार्थ कहलाते हैं। उदाहरण के लिए—पेन्ट, प्लास्टिक आदि।
- ❖ धात्विक पदार्थ से तात्पर्य लौह एवं अलौह दोनों से है।
- ❖ अधात्विक पदार्थ प्राकृतिक या कृत्रिम दोनों हो सकते हैं।

इमारती लकड़ी (टिम्बर)

वह लकड़ी जो निर्माण एवं इंजीनियरिंग दोनों कार्यों में प्रयोग की जाती है, इमारती लकड़ी कहलाती है।

- अवस्था के आधार पर यह तीन प्रकार का होता है—
  - (i) जीवित या खड़ा टिम्बर,
  - (ii) मृत टिम्बर,
  - (iii) परिवर्तित टिम्बर।
- कण कठोरता के आधार पर यह दो प्रकार का होता है—
  - (i) नरम या मृदु लकड़ी,
  - (ii) कठोर लकड़ी।

टिम्बर की संरचना

मुख्य भाग निम्नलिखित हैं—

- छाल
- वार्षिक वलय
- पिथ
- मज्जा रश्मियाँ
- कैम्बियम पर्त
- अंत:काष्ठ
- सैप लकड़ी

टिम्बर की सीजनिंग या संशोषण

ताजे कटे पेड़ से प्राप्त टिम्बर से आवश्यकतानुसार नमी को कम करने या लकड़ी को सुखाने की विधि टिम्बर कहलाती है।

संशोषण की विधियाँ—यह दो प्रकार की होती हैं—

(i) प्राकृतिक संशोषण = a—वायु संशोषण
b—जल संशोषण

(ii) कृत्रिम संशोषण = a—उबालकर
b—भट्ठा संशोषण
c—रासायनिक संशोषण
d—विद्युत संशोषण।

टिम्बर का रूपान्तरण

टिम्बर को रूपान्तरित करने के लिए तीन प्रकार की चिराई की जाती है—

(a) साधारण या फ्लैट चिराई
(b) स्पर्शी चिराई
(c) रेडियल चिराई

टिम्बर में दोष

प्रमुख दोष निम्नलिखित हैं—

(a) प्राकृतिक दोष
(b) रूपान्तरण दोष
(c) संशोषण दोष
(d) कवक जनित दोष
(e) कीड़ों द्वारा उत्पन्न दोष

(a) प्राकृतिक दोष—निम्नलिखित हैं—

- दरार
- पानी के धब्बे
- गाँठ
- मृत काष्ठ
- छाल सूजन

(b) रूपान्तरण दोष—निम्नलिखित हैं—

- चिप मार्क
- डायगोनल ग्रेन
- टॉर्न ग्रेन

(c) संशोषण दोष—निम्नलिखित हैं—

- त्रिज्यीय या कप शेक्स
- पृष्ठ कठोरीकरण
- वंकन या मरोड़
- हनी कॉम्बिंग

(d) कवक जनित दोष—निम्नलिखित हैं—

- नीला धब्बा
- गीला गलन
- सैप स्टेन
- सफेद गलन
- ब्राउन रॉट
- ड्राई रॉट

(e) कीड़ों द्वारा उत्पन्न दोष—टिम्बर को नुकसान पहुँचाने वाले कीड़े निम्नलिखित हैं—

- दीमक
- भृंग
- नौबेधी

टिम्बर के व्यापारिक रूप

टिम्बर के व्यापारिक रूप निम्नलिखित हैं—

- लट्ठा
- बैटन या बत्ता
- शहतीर
- खम्भे
- तख्ता

टिम्बर परिरक्षकों के प्रकार

- कोलतार
- रासायनिक परिरक्षक
- क्रियोसोट तेल
- हल्के कार्बनिक विलायक परिरक्षक
- तेल पेन्ट
- सोलिग्नम पेन्ट
- अग्नि रोधक परिरक्षक

भारत में पाए जाने वाले टिम्बर

भारत में पाए जाने वाले टिम्बर निम्नलिखित हैं—

- आम
- सफेदा
- साल
- बबूल
- बाँस
- महुआ
- नीम
- महोगनी
- सेमल
- पापुलर
- चीड़
- सागौन
- कटहल
- ताड़
- स्प्रूस
- इमली
- शीशम
- देवदार
- बरगद
- कैल
- रोजवुड

टिम्बर के उत्पाद

- प्लाईवुड
- विनीयर
- हार्ड-बोर्ड
- विनीयर बोर्ड
- बैटन बोर्ड

प्लास्टिक एवं अन्य सिन्थेटिक पदार्थ

प्लास्टिक एक कार्बनिक पदार्थ है जो बड़े आण्विक भार वाले श्रृंखला से बनती है। यह कार्बनिक-बहुलक होता है। इसका प्लास्टिक विरूपण आसान होता है।

प्लास्टिक का स्रोत—मुख्यत: दो स्रोतों से पाया जाता है—

(i) प्राकृतिक प्लास्टिक
(ii) कृत्रिम प्लास्टिक

प्लास्टिक का वर्गीकरण—दो भागों में वर्गीकृत किया गया है—

(a) थर्मोप्लास्टिक (b) थर्मोसेटिंग

(a) थर्मोप्लास्टिक—इसका पुन: चक्रण किया जा सकता है। उदाहरण के लिए—

- पी०वी०सी०
- पॉलीएथिलीन, आदि

(b) थर्मोसेटिंग—इसका पुन: चक्रण नहीं किया जा सकता है। उदाहरण के लिए—

- पॉलीएस्टर्स
- सिलिकोन्स, आदि।

■ विभिन्न प्रकार के प्लास्टिक

विभिन्न प्रकार के प्लास्टिक निम्नलिखित हैं—

(i) ABS
(ii) पॉलीएथिलीन
(iii) अक्रिलिक
(iv) नाइलोन
(v) PTFE
(vi) यूरिया फार्मेल्डिहाइड
(vii) पॉलीकार्बोनेट्स
(viii) विनाइल्स
(ix) फिनोलिक्स
(x) सिलीकोन्स
(xi) पॉलीप्रापीलीन
(xii) पॉलीएस्टर
(xiii) पॉलीस्टीयरीन

■ प्लास्टिक के प्रमुख उत्पाद

(i) सनग्लास
(ii) रेक्सीन
(iii) लिनोलियम
(iv) प्लास्टिक चढ़ा कागज
(v) सनमाइका

■ फाइबर या रेशे

रेशा एक ऐसा पदार्थ है जिसकी लम्बाई उसकी चौड़ाई या व्यास से कम-से-कम 100 गुना होता है। रेशा मजबूत एवं लचीला होता है।

रेशा के स्रोत—प्रमुख स्रोत निम्नलिखित हैं—

प्राकृतिक स्रोत

- जानवरों से
- पौधों से
- पेड़ से

कृत्रिम स्रोत

- कार्बनिक रेशा
- अकार्बनिक रेशा

रेशा के प्रकार—मुख्यत: तीन प्रकार के होते हैं—

- अकार्बनिक फाइबर
- प्राकृतिक कार्बनिक फाइबर
- कृत्रिम कार्बनिक फाइबर

■ पेन्ट

यह तरल फैलने योग्य पदार्थ है, जो किसी वस्तु पर लेपने के बाद सूखकर एक ठोस पतली परत बना लेती है।

पेन्ट के घटक—निम्नलिखित हैं—

- वाहक या बाइन्डर
- आधार
- विलायक या विरलक
- वर्णक
- शोषक

पेन्ट के प्रकार—निम्न हैं—

- लेटेक्स पेंन्ट
- एल्किड्स

■ बाजार में उपलब्ध कुछ प्रमुख पेन्ट

- ऐल्यूमिनियम पेन्ट
- एस्बेस्टॉस पेन्ट
- प्लास्टिक पेन्ट
- सिलिकेट पेन्ट
- सीमेन्ट पेन्ट
- डिस्टेम्पर
- सेल्यूलोज पेन्ट
- इनेमल पेन्ट
- ऊष्मारोधी पेन्ट
- संक्षारणरोधी पेन्ट
- इमल्शन पेन्ट

■ वार्निश

प्राकृतिक या कृत्रिम रेजिन का वाहक तेल एवं विलायकों के साथ संगामी मिश्रण वार्निश कहलाता है। वार्निश दो प्रकार का होता है—

- तेल वार्निश
- स्प्रिट वार्निश

■ इनेमल

यह वर्णक मिला हुआ वार्निश होता है। यह सूखने पर कठोर एवं चमकीली सतह प्रदान करता है।

मुख्य घटक निम्नलिखित हैं—

1. वर्णक 2. वाहक 3. शोषक 4. विरलक

■ लैकर (Lacquers)

यह सेलुलोज, रेजिन और प्लास्टिसाइजर का विलायक और विरलक में घोल होता है।

लैकर के घटक—

(a) सेलुलोज के यौगिक
(b) रेजिन
(c) प्लास्टिसाइजर
(d) विलायक
(e) विरलक या तनुकारक

■ पेन्टिंग या प्रलेपन

धातु, लकड़ी, कंक्रीट, सीमेन्ट पर बनी सतहों पर पेन्ट, वार्निश, डिस्टेम्पर आदि का लेप चढ़ाने की प्रक्रिया पेन्टिंग या प्रलेपन कहलाती है।

प्रलेपन विधियाँ

- ब्रशिंग
- स्प्रे-पेन्टिंग
- डुबोना

पेन्ट का चुनाव—निम्न घटकों पर निर्भर करता है—

- सतह
- वायुमण्डलीय परिस्थितियाँ
- मूल्य

■ ऊष्मारोधी पदार्थ

वे पदार्थ जो ऊष्मा के प्रवाह की दर को कम करते हैं, ऊष्मारोधी पदार्थ कहलाते हैं।

उदाहरण—कार्क, फोम आदि।

ऊष्मारोधी पदार्थ का वर्गीकरण

- कार्बनिक ऊष्मारोधी पदार्थ
- अकार्बनिक ऊष्मारोधी पदार्थ

प्रमुख ऊष्मारोधी पदार्थ

- चीनी मिट्टी
- थर्मोकोल
- कार्क
- पफ
- धातुमल ऊन
- एस्बेस्टस
- ग्लास ऊन

■ विद्युतरोधी पदार्थ

वे पदार्थ जिनसे विद्युत धारा का प्रवाह नहीं होता है, विद्युतरोधी पदार्थ कहलाते हैं। **जैसे**—हवा, सीसा आदि।

विद्युतरोधी पदार्थ के गुण

- प्रतिरोधकता
- यांत्रिक गुण
- परावैद्युत सामर्थ्य
- ऊष्मीय गुण
- रासायनिक गुण

विद्युतरोधी पदार्थ का वर्गीकरण—निम्नलिखित है—

- ठोस विद्युतरोधी पदार्थ
- गैसीय विद्युतरोधी पदार्थ
- द्रवीय विद्युतरोधी पदार्थ

प्रमुख विद्युतराधी पदार्थ निम्नलिखित हैं—

- चीनी मिट्टी
- बेकेलाइट
- लकड़ी का ऊन
- विद्युतरोधी तेल
- चमड़ा
- एबोनाइट
- ग्लास ऊन
- वार्निश
- प्रेस्पन
- रेशे
- रबड़
- इनेमल पेन्ट
- एम्पायर कपड़ा
- माइका
- नमदा

■ विद्युत प्रतिरोधी पदार्थ

वह पदार्थ जिनकी प्रतिरोधकता उच्च होती है विद्युत प्रतिरोधी पदार्थ कहलाते हैं। यह तापन अवयव के रूप में प्रयोग किया जाता है। **उदाहरण**—

- कांस्टेन्टन
- नाइक्रोम
- टंगस्टन
- मैंगनिन

■ फ्यूज पदार्थ

वह पदार्थ जो विद्युत परिपथ में लगे होने पर उच्च धारा प्रवाहित होने पर पिघल जाता है और परिपथ विच्छेदित हो जाता है।

उदाहरण के लिए—

- सीसा
- टिन
- सीसा-टिन एलॉय
- ताँबा
- ऐल्यूमिनियम

■ हार्डवेयर

मानक साइज की वस्तुओं को जिन्हें हम बाजार से खरीदकर सीधे अभियान्त्रिकी के कार्यों में उपयोग कर सकते हैं, हार्डवेयर कहते हैं।

उदाहरण—कम्प्यूटर हार्डवेयर, सेनेटरी हार्डवेयर आदि।

■ पाइप

इसका उपयोग द्रव, गैस एवं भाप को एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजने के लिए किया जाता है।

पाइप के प्रकार—

(i) CI पाइप (ii) इस्पात के पाइप (iii) GI पाइप (iv) ताँबे के पाइप
(v) RCC पाइप (vi) AC पाइप (vii) PVC पाइप

■ चादरें

घरेलू एवं अभियांत्रिकी कार्यों में चादरों का प्रयोग किया जाता है।
चादर को दो वर्गों में विभाजित किया जाता है—

➡ धात्विक चादरें : उदाहरण के लिए—GI Sheet
➡ अधात्विक चादरें : उदाहरण के लिए—PVC Sheet

■ पाइप फिटिंग्स

पाइप-लाइन द्वारा द्रव या गैसों को एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजने के लिए पाइपों को आपस में जोड़ा जाता है। पाइपों को आपस में जोड़ने के लिए प्रयुक्त उपसामग्री को पाइप फिटिंग्स कहते हैं।

उदाहरण के लिए—बेण्ड, सॉकेट, एल्बो, प्लग, टी आदि।

विभिन्न प्रकार के पाइप फिटिंग्स—

(i) सॉकेट (iv) एल्बो (vii) निपिल (x) प्लग
(ii) रिड्यूसर (v) बेण्ड (viii) यूनियन
(iii) टी (vi) क्रॉस (ix) फ्लैंज

■ कील एवं पेंच

कील—यह पिटवाँ लोहे के तार से बनाई जाती है। फोर्जिंग विधि द्वारा या मशीन द्वारा बनाई जाती है।

लकड़ी के पेंच

यह पिटवाँ लोहे या इस्पात का बनाया जाता है। जंग से बचाने के लिए जस्ता एवं पीतल का लेपन किया जाता है।

अभ्यास प्रश्न

1. अधात्विक पदार्थ क्या होते हैं? धात्विक एवं अधात्विक पदार्थों में अन्तर बनाइए।
2. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–
   (i) लकड़ी एक प्राकृतिक पॉलीमर के रूप में, (2002, 01)
   (ii) विद्युत-अवरोधी (Electrical insulation) पदार्थ। (2011, 03)
3. टिम्बर में क्या-क्या खराबियाँ पाई जाती हैं? किसी एक का चित्र द्वारा वर्णन कीजिए। (2004)
4. प्रकाष्ठ की सीजनिंग (Seasoning) से आप क्या समझते हैं? (2005)
5. इमारती लकड़ी (Timber) के रूपान्तरण (Conversion) को समझाइए। (2008, 03)
6. प्लाईवुड (Plywood) पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (2007)
7. प्लाईवुड और सागवान लकड़ी (Teak wood) के उपयोगों को सूचीबद्ध कीजिए। (2010)
8. फर्नीचर बनाने के लिए सागवान की लकड़ी (Teak wood) के उपयोग के क्या लाभ हैं? (2011, 07)
9. काष्ठ संशोषण क्या है तथा यह क्यों आवश्यक है?

10. टिम्बर के विभिन्न उत्पादों का वर्णन कीजिए। सतह उपचार एवं उसका महत्त्व क्या है? (2012, 09)
11. एक अच्छी इमारती लकड़ी (Timber) में कौन-कौन से गुण होने चाहिएँ?
12. टिम्बर के मुख्य प्रकार बताइए। मृदु एवं कठोर लकड़ी में अन्तर बताइए।
13. स्वच्छ चित्र की सहायता से टिम्बर की संरचना का वर्णन कीजिए।
14. काष्ठ संशोषण (Seasoning) की विभिन्न विधियाँ क्या हैं? किसी एक का वर्णन कीजिए।
15. प्राकृतिक संशोषण एवं कृत्रिम संशोषण में अन्तर बताइए।
16. अभियांत्रिकी (Engineering) में किन गुणों के कारण प्लास्टिक (Plastic) का उपयोग किया जाता है? (2010)
17. थर्मोसेट प्लास्टिक और थर्मोप्लास्टिक में क्या अन्तर है? (2013, 12, 07, 06, 03)
18. थर्मोसेट प्लास्टिक के प्रमुख गुण एवं उपयोग लिखिए। (2012)
19. थर्मोप्लास्टिक की विशेषताएँ क्या-क्या हैं? (2006)
20. थर्मोप्लास्टिक के महत्त्वपूर्ण गुण एवं उपयोग लिखिए। (2012, 08)
21. बेकेलाइट (Bakelite) क्या है? इसका प्रयोग कहाँ होता है?
22. प्लास्टिक का वर्गीकरण कीजिए तथा उनके प्रमुख गुण एवं उपयोग बताइए। (2013, 11)
23. बाजार में टिम्बर किन-किन नामों से मिलता है? अभियान्त्रिकी के कार्यों में टिम्बर के उपयोग बताइए।
24. टिम्बर का परिरक्षण (Preservation) क्यों आवश्यक है? विभिन्न प्रकार के काष्ठ परिरक्षकों का संक्षिप्त वर्णन कीजिए।
25. प्राकृतिक कार्बनिक रेशों (Fibres) तथा बनावटी कार्बनिक रेशों व उनके उपयोगों की विवेचना कीजिए। (2007, 02)
26. फाइबर क्या है? इसके विभिन्न प्रकार, स्रोत एवं उपयोगों को संक्षेप में बताइए। (2005)
27. एस्बेस्टस के क्या उपयोग हैं? (2010)
28. एस्बेस्टस (Asbestos) के मुख्य गुण कौन-कौन से हैं? (2003)
29. ऊष्मारोधी पदार्थ (Heat insulation materials) कौन से हैं? किसी एक का वर्णन कीजिए। (2004)
30. विभिन्न ऊष्मारोधी पदार्थों के नाम, उनके गुण तथा उपयोग लिखिए। (2005)
31. ऊष्मारोधी पदार्थों का वर्गीकरण कीजिए। (2013, 08)
32. सुरक्षा-लेपन (Protective coating) से आप क्या समझते हैं?
33. पेन्ट और वार्निश में अंतर बताइए। उनके उपयोग भी बताइए। (2004)
34. इनेमल्स एवं लैकर्स में क्या अंतर है और उनका उपयोग कहाँ किया जाता है? (2004)
35. पेन्ट एवं इनेमल के प्रमुख घटकों (Constituents) तथा उनके उपयोगों का वर्णन कीजिए। (2010, 09)
36. पेन्ट और इनेमल में अन्तर बताइए। (2011)
37. लकड़ी के फर्नीचर के लिए अच्छे पेन्ट का चुनाव कैसे करते हैं? (2011)
38. विद्युतरोधी पदार्थों का वर्गीकरण कीजिए। (2004)
39. गलन पदार्थ (Fuse materials) से आप क्या समझतें हैं? समझाइए। (2009, 07, 04)
40. विभिन्न विद्युतरोधक पदार्थों के नाम लिखकर संक्षेप में वर्णन कीजिए। (2011, 07, 06)
41. विद्युत अवरोधक (Electrical insulation) पर संक्षिप्त टिप्पणी कीजिए। (2009)

42. एक अच्छे पेन्ट में कौन-कौन से आवश्यक गुण होने चाहिए?
43. पेन्ट में शोषक (Drier) के क्या कार्य हैं?
44. पेन्टिंग (प्रलेपन) में उत्पन्न दोषों (Defects) एवं उनके निवारण के उपायों को लिखिए।
45. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–
    (i) ऐल्यूमीनियम पेन्ट
    (ii) इमल्शन पेन्ट
    (iii) सीमेंट पेन्ट
    (iv) डिस्टेम्पर
46. रेफ्रिजरेटर में प्रयोग में आने वाले थर्मोकोल पफ (Puf) का वर्णन कीजिए।
47. विद्युतरोधी पदार्थों के लिए आवश्यक गुण कौन-कौन से हैं? (2012)
48. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–
    (i) टिम्बर (Timber), (2007, 06)
    (ii) इनेमल (Enamel), (2006)
    (iii) ग्लास वूल (Glass wool), (2011, 09, 06)
    (iv) पी0वी0सी0 पाइप (P.V.C. Pipe), (2006)
    (v) अवरोधी तेल, (2012, 09)
    (vi) वार्निश (2012)
    (vii) प्रलेपन (Painting) एवं प्रलेपन की विधियाँ
49. पाइप फिटिंग्स (Pipe fittings) की सामान्य विशिष्टियाँ (Specifications) दीजिए। (2007)
50. R.C.C. तथा P.V.C. पाइपों के सामान्य विशिष्टियाँ (Specificatons) एवं उपयोगों का वर्णन कीजिए। (2009)
51. G.I. और C.I. इस्पात पाइपों की भण्डारण (Storing) का वर्णन कीजिए। (2012)
52. हार्डवेयर से आप क्या समझते हैं?
53. विभिन्न प्रकार के पाइपों (Pipes) के मुख्य गुणों एवं उपयोगों को लिखिए।
54. मृदु-इस्पात एवं जस्तालेपित चादरों के गुण एवं उपयोग लिखिए। इनका भण्डारण कैसे किया जाता है?
55. टॉगल बोल्ट्स (Toggle bolts) एवं स्लाइडिंग बोल्ट्स के कार्य बताइए।
56. काष्ठ पेंच (Wood screws) एवं कील (Nails) के उपयोग बताइए। इनका विनिर्देश (Specification) कैसे किया जाता है?
57. किन्हीं तीन पाइप फिटिंग्स (Fittings) का स्वच्छ चित्र बनाकर वर्णन कीजिए।
58. दरवाजे के विभिन्न प्रकार के कब्जे (Hinges) बताइए।
59. विद्युत अवरोधक के रूप में निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी कीजिए–
    (i) प्रेस्पन कागज
    (ii) नमदा (Felt)
    (iii) विद्युतरोधी वार्निश
    (iv) नाइक्रोम (Nichrome)
60. ऊष्मारोधी पदार्थ के रूप में निम्नलिखित के गुण एवं उपयोग लिखिए–
    (i) चीनी मिट्टी (China clay)
    (ii) कार्क (Cork)
    (iii) थर्मोकोल (Thermocole)

61. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए-
   (i) ABS प्लास्टिक
   (ii) नाइलॉन (Nylon)
   (iii) सन-ग्लास (Sun-glass)
   (iv) सनमाइका (Sunmica)
   (v) रेक्सीन (Rexine)

62. टिम्बर के शीत एवं तप्त उपचार की विवेचना कीजिए।

63. प्रमुख भारतीय टिम्बर कौन-कौन से हैं? किन्हीं पाँच के स्रोत, गुण एवं उपयोग बताइए।

64. ऊष्मारोधी पदार्थों के महत्त्वपूर्ण गुणों का वर्णन करो।

65. कृत्रिम रबड़ के गुणों का संक्षेप में वर्णन करो।

वस्तुनिष्ठ प्रश्नावली

1. चीनी मिट्टी बनाई जाती है–
(a) ऐल्यूमिना (b) सिलिका (c) (a) एवं (b) (d) इनमें से कोई नहीं

2. नालीदार जस्तीकृत लोहे की चादरों की चौड़ाई होती है–
(a) 660 mm (b) 1130 mm (c) 660-1130 mm (d) इनमें से कोई नहीं

3. कील बना होता है–
(a) कच्चा लोहा (b) इस्पात (c) पिटवाँ लोहा (d) ढलवाँ लोहा

4. धात्विक चादरें बनी होती हैं–
(a) GI (b) MS (c) SS (d) सभी

5. फ्यूज पदार्थ का गलनांक होना चाहिए–
(a) कम (b) मध्यम (c) अधिक (d) शून्य

6. सीसे का गलनांक तापमान होता है–
(a) 659°C (b) 1083°C (c) 232°C (d) 327°C

7. ताँबे का गलनांक बिन्दु होता है–
(a) 659°C (b) 1083°C (c) 232°C (d) 327°C

8. टिन का गलनांक तापमान होता है–
(a) 659°C (b) 1083°C (c) 232°C (d) 327°C

9. ऐल्यूमिनियम का गलनांक तापमान होता है–
(a) 659°C (b) 1083°C (c) 232°C (d) 327°C

10. टिनमैन सोल्डर में संघटक होते हैं–
(a) Sn = 34% Pb = 66%
(b) Sn = 66% Pb = 34%
(c) Sn = 0.5 Pb = 0.5
(d) Sn = 50% Pb = 50%

11. नाइक्रोम में संघटक प्रतिशत होता है–
(a) Ni = 60%, Cr = 39%, Fe = 1%
(b) Ni = 39%, Cr = 60%, Fe = 1%
(c) Ni = 60%, Cr = 24%, Fe = 16%
(d) Ni = 60%, Cr = 16%, Fe = 24%

12. प्राकृतिक रबड़ की प्रत्यास्थता निम्न तापमान पर होती है–
(a) 10° से कम (b) 60° से अधिक (c) 10°-60° के बीच (d) 100°C

13. निम्न में से कौन-सा कृत्रिम रबड़ है?
(a) SBR (b) IIR (c) (a) और (b) (d) इनमें से काई नहीं

14. पफ का सम्पीडन सामर्थ्य होता है–
(a) 1 kN/m^2 (b) 100 kN/m^2 (c) 17.2 kN/m^2 (d) 172 kN/m^2

15. थर्मोकोल का घनत्व होता है–
(a) 10 kg/m^3 से कम (b) 25 kg/m^3 से अधिक (c) 100 kg/m^3 (d) 10-25 k/m^3

16. थर्मोकोल होता है–
(a) तन्य पदार्थ (b) भंगुर पदार्थ (c) अधात्विक पदार्थ (d) (b) और (c)

17. तारपीन का प्रयोग किया जाता है–
(a) विरलक के रूप में (b) वाहक के रूप में (c) शोषक के रूप में (d) वर्णक के रूप में

18. ओलिएट्स का प्रयोग किया जाता है–
(a) विरलक के रूप में (b) वाहक के रूप में (c) शोषक के रूप में (d) वर्णक के रूप में

19. फिनॉल एल्डिहाइड का प्रयोग किया जाता है–
(a) विरलक के रूप में (b) वाहक के रूप में (c) शोषक के रूप में (d) वर्णक के रूप में

20. इनेमल का प्रयोग किया जाता है–
(a) विरलक के रूप में (b) वाहक के रूप में (c) शोषक के रूप में (d) वर्णक के रूप में

उत्तरमाला

1. (c) **2.** (c) **3.** (c) **4.** (d) **5.** (a) **6.** (d) **7.** (b) **8.** (c) **9.** (a) **10.** (b)
11. (d) **12.** (c) **13.** (c) **14.** (d) **15.** (d) **16.** (d) **17.** (a) **18.** (c) **19.** (b) **20.** (d)

6

मिश्र-धातुओं की पहचान एवं परीक्षण
(Identification and Testing of Metal Alloys)

■ परिचय (Introduction)

इंजीनियरिंग के कार्यों में अनेक प्रकार के पदार्थों का उपयोग किया जाता है। पदार्थों का उपयोग या चुनाव (Selection) उनके गुणों के आधार पर किया जाता है। डिजाइन इंजीनियर द्वारा किसी पदार्थ का चुनाव कार्य के वातावरण (Conditions) पर आधारित होता है। वह पदार्थों के यांत्रिक (Mechanical), विद्युतीय (Electrical), चुम्बकीय (Magnetic), रासायनिक (Chemical), ऊष्मीय (Thermal) एवं भौतिकीय (Physical) गुणों का अध्ययन करता है।

मिश्र-धातु वह धात्विक पदार्थ होता है, जिसमें एक से अधिक तर्वि मिश्रित होते हैं। अतः मिश्र-धातु में परमाणु का विन्यास, संरचना, असेम्बली असमान होती है। धातु जिसकी मात्रा अधिक होती है उसे आधार धातु कहते हैं तथा वह जिसे आधार धातु में मिलाया जाता है, मिश्रित धातु या अवयव कहते हैं।

धातु मिश्रण की विभिन्न अवस्थाएँ निम्नलिखित हैं—

→ ठोस अवस्था,

→ माध्यमिक अवस्था, **जैसे**—अन्तःधात्विक यौगिक, इलेक्ट्रान यौगिक।

मिश्र-धातुओं की पहचान

मिश्र-धातुओं की पहचान निम्न घटकों पर निर्भर करता है—

(a) प्रकाशीय गुण

(b) गलनांक बिन्दु

(c) आधार धातुओं एवं मिश्र-धातुओं की विद्युत चालकता

(d) चुम्बकीय गुण

(e) भार

(f) सूक्ष्म संरचना

(g) कठोर योग्यता

(h) अवक्षेप कठोरित चुम्बकीय एलॉय

यांत्रिक अभियन्ता (इंजीनियर) मुख्य रूप से पदार्थ के यांत्रिक गुणों (Mechanical Properties) जैसे सामर्थ्य, कठोरता, तन्यता आदि का अध्ययन करता है। इन गुणों के अध्ययन के लिए परीक्षण (Test) करने की आवश्यकता होती है। परीक्षण द्वारा इंजीनियर पदार्थ से सम्बन्धित आवश्यक जानकारी प्राप्त करता है। इससे ज्ञात होता है कि अमुक पदार्थ आवश्यक कार्य के लिए उपयुक्त है या नहीं। इस अध्याय में हम ऐसे ही कुछ विनाशकारी एवं अविनाशकारी परीक्षणों का अध्ययन करेंगे।

■ 6.1 परीक्षण के उद्देश्य (Purposes of Testing)

पदार्थों का परीक्षण निम्नलिखित में से किसी एक या एक से अधिक उद्देश्यों के लिए किया जाता है—

1. यांत्रिक गुणों जैसे तन्यता (Ductility), चीमड़पन (Toughness), सामर्थ्य (Strength) आदि का मूल्यांकन करने के लिए,
2. पदार्थ की सतही एवं आंतरिक दोषों (Defects) जैसे क्रैक (Crack), ब्लो होल (Blow holes) आदि का पता लगाने के लिए,
3. पदार्थ के रासायनिक संघटन (Chemical composition) का पता लगाने के लिए,
4. प्लास्टिक एवं प्रत्यास्थ (Elastic) विरूपण (Deformation) का अध्ययन करने के लिए,
5. किसी विशेष उपयोग के लिए पदार्थ की उपयोगिता ज्ञात करने के लिए।

इन सभी उद्देश्यों के लिए पदार्थों का मुख्य रूप से दो प्रकार से परीक्षण किया जाता है। विनाशकारी (Destructive) एवं अविनाशकारी (Non-destructive) परीक्षण।

■ 6.2 परीक्षण के प्रकार (Types of Testing)

मुख्य रूप से परीक्षण (Testing) दो प्रकार के होते हैं—

1. विनाशकारी परीक्षण (Destructive Testing)—इस तरह के परीक्षण में टेस्ट पीस (Test piece) परीक्षण के दौरान टूट जाता है या क्रश (Crush) हो जाता है। इस तरह के परीक्षण निम्न प्रकार के होते हैं—

(i) तनन परीक्षण (Tensile test), (ii) संपीडन परीक्षण (Compressive test),
(iii) कठोरता परीक्षण (Hardness test), (iv) क्रीप परीक्षण (Creep test),
(v) फटीग परीक्षण (Fatigue test), (vi) इम्पैक्ट परीक्षण (Impact test) आदि।

2. अविनाशकारी परीक्षण (Non-destructive Testing)—इस प्रकार के परीक्षण में टेस्ट पीस में कोई यांत्रिक विकृति (Mechanical deformation) जैसे फटना, टूटना, घिसना आदि नहीं होता है। इस तरह से परीक्षण के प्रकार निम्न हैं—

(i) दृष्टव्य या विजुअल परीक्षण (Visual Examination),
(ii) अल्ट्रासोनिक परीक्षण,
(iii) चुम्बकीय कण परीक्षण,
(iv) एक्स-किरण रेडियोग्राफी परीक्षण,
(v) गामा-किरण रेडियोग्राफी परीक्षण,
(vi) विद्युतीय विधि,
(vii) डैम्पिंग परीक्षण।

■ 6.3 तनन परीक्षण या टेन्साइल टेस्ट (Tensile Test)

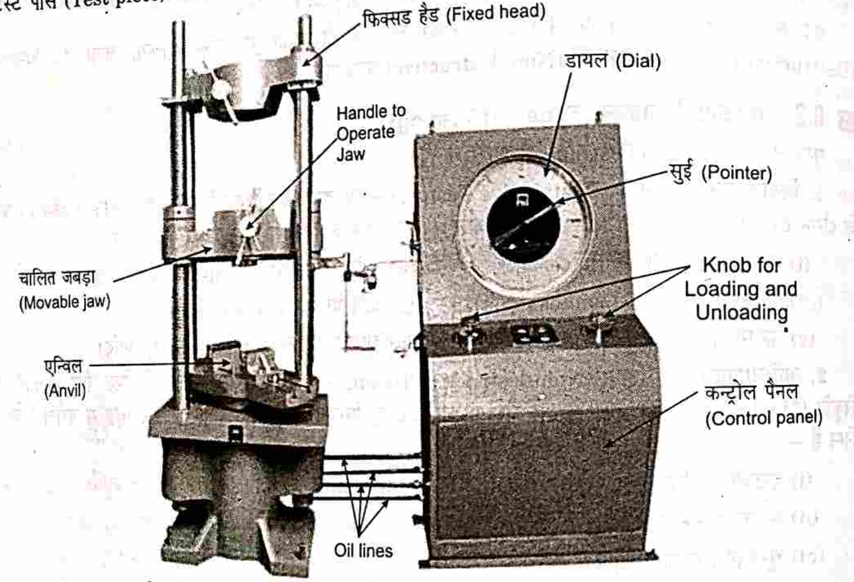
पदार्थों के यांत्रिक गुणों का अध्ययन करने के लिए यह एक बहुत उपयोगी परीक्षण है। यह परीक्षण UTM (Universal testing machine) द्वारा किया जाता है। मानक कार्यखण्ड को UTM के ऊपरी और बीच वाले जबड़ों के बीच में बाँधकर धीरे-धीरे लोड लगाया जाता है। लोड को डायल इन्डीकेटर (Dial indicator) द्वारा देखा जा सकता है। टेस्टपीस के टूट जाने पर अधिकतम लोड को डायल इन्डीकेटर से नोट (Note) कर लेते हैं। एक्स्टेन्सोमीटर द्वारा प्रतिबल और विकृति (Stress and strain) के बीच में ग्राफ होता है। इसके अलावा एक्स्टेन्सोमीटर से विकृति की डायरेक्ट रीडिंग (Reading) भी नोट (Note) कर सकते हैं। टेस्ट पीस के गेज (Gauge) लेन्थ (Length) में वृद्धि को टूटे हुए दोनों भागों को आपस में जोड़कर मापने से प्राप्त किया जाता है।

■ UTM–यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन

UTM दो भागों में बना होता है—

1. कन्ट्रोल पैनल (Control penal) एवं
2. परीक्षण स्तम्भ (Testing column)।

1. कन्ट्रोल पैनल में रीडिंग के लिए डायल इन्डीकेटर (Dial Indicator), स्ट्रेस-स्ट्रेन (प्रतिबल-विकृति) के ग्राफ के लिए एक्सटेन्सोमीटर, लोडिंग-अनलोडिंग करने के लिए नॉब (Knob) होता है। इसके अन्दर हाइड्रोलिक सिस्टम (Hydraulic system) होता है, जो परीक्षण स्तम्भ को ऑपरेट (Operate) करता है। परीक्षण स्तम्भ से ऊपर फिक्स्ड जबड़े (Fixed Jaws), बीच में चलित (Movable) जबड़े तथा नीचे एन्विल (Anvil) या फिक्स्ड जबड़ा होता है। इन्हीं में टेस्ट पीस (Test-piece) को परीक्षण के लिए बाँधा या लगाया जाता है।

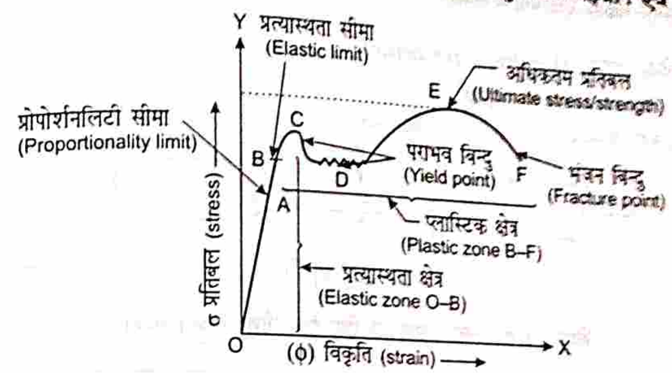


चित्र 6.1. यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन (Universal Testing Machine)

इस मशीन द्वारा तनन परीक्षण के अलावा संपीडन या कम्प्रेसिव टेस्ट, कर्तन परीक्षण टेस्ट, बेन्डिंग या बंकन टेस्ट आदि भी किया जा सकता है, इसलिए इसे यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन (UTM) कहा जाता है।

माइल्ड स्टील (मृदु-इस्पात) (M.S.) के लिए प्रतिबल-विकृति का आरेख—

चित्र 6.2 में प्रदर्शित है।



चित्र 6.2. प्रतिबल-विकृति आरेख (M.S.) (Stress-strain curve)

प्रतिबल-विकृति आरेख की विशेषताएँ (Characteristics of Stress-strain diagram)

1. बिन्दु 'A'—इसे प्रोपोर्शनलिटी सीमा कहते हैं। इस बिन्दु तक पदार्थ में प्रतिबल, विकृति के सीधा समानुपाती होता है, अर्थात् हुक के नियम (Hooke's Law) का पालन करता है। हुक के नियम के अनुसार

$$\text{प्रतिबल} \propto \text{विकृति}$$

$$\Rightarrow \quad \text{प्रतिबल} = \text{प्रत्यास्थता गुणांक} \times \text{विकृति}$$

2. बिन्दु 'B'—इस बिन्दु को प्रत्यास्थता की सीमा कहते हैं। इस बिन्दु तक पदार्थ में उत्पन्न विकृति लोड (भार) हटाने पर विलुप्त (खत्म) हो जाती है, अर्थात् पदार्थ भार हटाने पर अपनी पुरानी अवस्था में वापस हो जाता है।

3. बिन्दु 'C' एवं 'D'—बिन्दु C एवं D को क्रमश: उच्च एवं निम्न पराभव बिन्दु (Yield point) कहते हैं। इस बिन्दु पर पहली बार टेस्ट पीस में दरार या क्रैक का पता चलता है।

4. बिन्दु 'E'—इस बिन्दु तक पदार्थ टूटने से पहले अधिकतम प्रतिबल सहन करता है। इसलिए इसे अल्टीमेट स्ट्रेन्थ कहते हैं।

5. बिन्दु 'F'—इसे भंजन बिन्दु कहते हैं। इस बिन्दु पर टेस्ट पीस टूट जाता है।

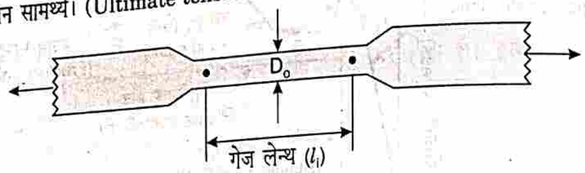
6. रेखा O—B—इस क्षेत्र में विस्थापन/विकृति प्रत्यास्थता की सीमा में होता है, अर्थात् इस क्षेत्र में भार लगाने पर पदार्थ में स्थायी विकृति नहीं होती है। इसका उपयोग स्प्रिंग (Springs) के डिजाइन में होता है।

7. रेखा B—F—इस क्षेत्र को प्लास्टिक क्षेत्र कहते हैं। इस लोड परिसर (Range) में पदार्थ में स्थाई विकृति होती है। इसका उपयोग उत्पादन प्रक्रम में होता है।

तनन परीक्षण द्वारा पदार्थ की निम्नलिखित यांत्रिक गुणों को ज्ञात किया जा सकता है—

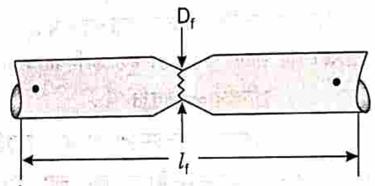
1. प्रतिशत वृद्धि (Percentage elongation) एवं प्रतिशत क्षेत्रफल में कमी (Percentage reduction in area),
2. तनन या अल्टीमेट सामर्थ्य (Ultimate strength),
3. यील्ड स्ट्रेन्थ (Yield strength),
4. प्रत्यास्थता गुणांक (Modulus of elasticity),
5. टफनेस-माडुलस (Modulus of toughness),

6. रेजीलियेन्स-गुणांक (Modulus of resilience),
7. पराभव सामर्थ्य (Yield strength),
8. अन्तिम तनन सामर्थ्य। (Ultimate tensile strength)।



चित्र 6.3. (i) तनन परीक्षण के लिए टेस्ट पीस (Test piece)

चित्र 6.3. (ii) भंजन के बाद टेस्ट पीस



चित्र 6.3. (iii) भंजन के बाद पीस की लम्बाई (l_f)

यदि,

l_1 = प्रारम्भिक लम्बाई

l_f = अन्तिम लम्बाई

D_o = प्रारम्भिक व्यास

D_f = अन्तिम व्यास

P = अधिकतम (Maximum) भार

निम्नलिखित सूत्रों द्वारा विभिन्न यांत्रिक गुणों की गणना की जा सकती है—

1. प्रतिशत वृद्धि (Percentage elongation)

$$= \frac{l_f - l_i}{l_i} \times 100$$ जहाँ l_i = प्रारम्भिक लम्बाई

एवं l_f = अन्तिम लम्बाई

2. प्रतिशत क्षेत्रफल में कमी (Percentage reduction in areas)

$$= \frac{A_o - A_f}{A_o} \times 100$$ जहाँ $A_o = \frac{\pi}{4} D_o^2$

और $A_f = \frac{\pi}{4} D_f^2$

3. प्रत्यास्थता गुणांक (Modulus of Elasticity),

$$E = \frac{\text{प्रत्यास्थता सीमा में किसी विन्दु पर प्रतिबल}}{\text{उसी विन्दु पर विकृति}}$$

4. टफनेस गुणांक (Modulus of Toughness) = प्रतिबल – विकृति आरेख का X-अक्ष से क्षेत्रफल (सम्पूर्ण क्षेत्रफल)
5. रेजिलियन्स गुणांक (Modulus of resilience)
   = प्रतिबल-विकृति आरेख का प्रत्यास्थता सीमा तक का X-अक्ष से क्षेत्रफल।
6. **पराभव सामर्थ्य**—यह पराभव बिन्दु पर भार का मान तथा प्रारम्भिक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल के मान का अनुपात होता है।

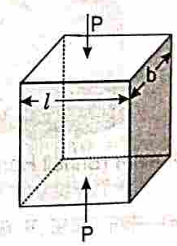
$$\text{पराभव सामर्थ्य} = \frac{\text{पराभव विन्दु पर भार का मान}}{A_o}$$

7. **अंतिम तनन सामर्थ्य**—यह अंतिम भार तथा प्रारम्भिक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल के मान का अनुपात होता है।

$$\text{अन्तिम तनन सामर्थ्य} = \frac{\text{अन्तिम भार}}{A_o}$$

6.4 सम्पीडन परीक्षण या कम्प्रेसिव टेस्ट (Compressive test)

यह टेस्ट भी UTM (यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन) द्वारा किया जाता है। सम्पीडन टेस्ट द्वारा पदार्थों का सम्पीडन सामर्थ्य (Compressive strength) ज्ञात किया जाता है। यह सामान्यतया भंगुर पदार्थों (Brittle materials) के लिए किया जाता है। **जैसे**—पत्थर, ग्लास, ढलवाँ लोहा, ईंट, कंक्रीट, सेरैमिक आदि। हालांकि सम्पीडन परीक्षण किसी भी पदार्थ के लिए किया जा सकता है। इस टेस्ट में पदार्थ के मानक (Standard) टेस्ट पीस को UTM के परीक्षण स्तम्भ में नीचे और बीच वाले जबड़ों में बाँधकर धीरे-धीरे लोड लगाया जाता है। जिस लोड पर टेस्ट पीस (Test-piece) क्रश (Crush) या पिस जाता है, उसे नोट (Note) कर लेते हैं।



चित्र 6.4. सम्पीडन-परीक्षण में टेस्ट पीस

यदि P = अधिकतम भार (Maximum Load)

A = टेस्ट पीस का अनुप्रस्थ-काट (X-Sectional area of test piece)

$\Rightarrow$ $A = l \times b$

$$\text{सम्पीडन सामर्थ्य (Compressive strength)} = \frac{\text{अधिकतम भार}}{\text{क्षेत्रफल}}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{\text{सम्पीडन सामर्थ्य} = \frac{P}{l \times b}}$$

उपरोक्त सूत्र द्वारा सम्पीडन सामर्थ्य ज्ञात किया जाता है।

6.6 कठोरता परीक्षण (Hardness Test)

पदार्थ में खरोंच (Scratch), कटिंग (Cutting), घिसाव (Abrasion), भेदन (Indentation), आदि के विरुद्ध प्रतिरोध (Resistance) को पदार्थ की कठोरता कहते हैं। पदार्थ का यह गुण पदार्थ के मशीनेबिलिटी (Machinability) का निर्धारण करता है। अधिक कठोर पदार्थों पर आसानी से मशीनिंग नहीं किया जा सकता है।

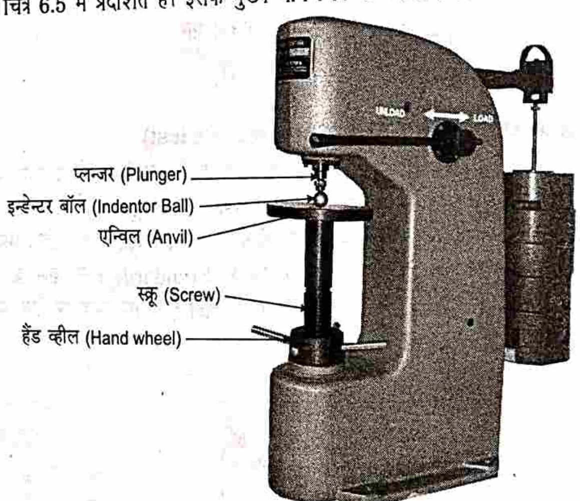
मुख्य रूप से कठोरता परीक्षण तीन प्रकार से किया जाता है—

(a) ब्रिनल कठोरता परीक्षण (Brinell hardness test),

(b) रॉकवेल कठोरता परीक्षण (Rockwell hardness test), एवं

(c) विकर्स (Vickers) कठोरता परीक्षण।

(a) ब्रिनल कठोरता परीक्षण (Brinell hardness test)—यह टेस्ट मुख्य रूप से ढलवाँ लोहा, लोहा एवं इस्पात के लिए किया जाता है। इसके लिए ब्रिनल कठोरता परीक्षण मशीन (Brinell hardness testing machine) का उपयोग किया जाता है। यह चित्र 6.5 में प्रदर्शित है। इसके मुख्य भाग चित्र में प्रदर्शित हैं।



चित्र 6.5. ब्रिनल कठोरता परीक्षण मशीन (Brinell Hardness Testing Machine)

कार्य का सिद्धान्त (Working principle)—ब्रिनल टेस्ट में कठोरता को BNH (ब्रिनल हार्डनेस नम्बर) द्वारा व्यक्त किया जाता है। यह इन्डेन्टर द्वारा टेस्ट पीस में बनाए गए गड्ढे (Impression) द्वारा निर्धारित होता है। BNH ज्ञात करने का सूत्र (Formula) निम्नलिखित है—

$$BNH = \frac{\text{इन्डेन्टर बॉल पर भार}}{\text{इन्डेन्टर द्वारा बनाए गड्ढे का भार}}$$

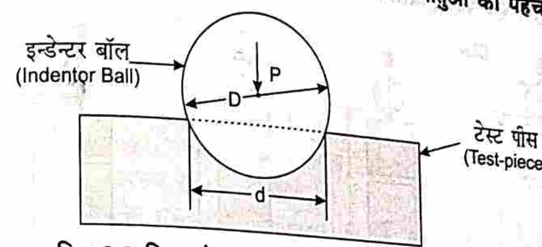
$$\Rightarrow \quad BNH = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

जहाँ,

P = इन्डेन्टर बॉल पर भार (load), kg

D = इन्डेन्टर का व्यास (Dia), mm

d = इन्डेन्टर द्वारा टेस्ट पीस में बनाए गए गड्ढे का व्यास, mm



चित्र 6.6. ब्रिनल टेस्ट का सिद्धान्त (Brinell test principle)

परीक्षण की विधि (Procedure of testing)

1. हैन्ड व्हील स्क्रू (Screw) को नीचे करके एन्विल (Anvil) पर टेस्ट पीस (Test-piece) को रखते हैं।
2. इसके बाद हैन्ड व्हील द्वारा एन्विल को ऊपर करके टेस्ट पीस इन्डेन्टर के सम्पर्क (Contact) में लाते हैं।
3. इसके बाद लोडिंग लीवर को उठाकर टेस्ट पीस पर लोडिंग कर देते हैं। जब तक डायल गेज का प्वाइंटर स्थिर नहीं हो जाता लोड को लगे रहने देते हैं। दाब (Pressure) के कारण टेस्ट पीस पर इन्डेन्टर द्वारा गड्ढा (Impression) बन जाता है। इसके बाद लोड को लीवर द्वारा रीलिज (Release) कर देते हैं।
4. हैंड व्हील द्वारा एन्विल को नीचे करके टेस्ट पीस को बाहर निकाल देते हैं। टेस्ट पीस में बने गड्ढे का व्यास माइक्रोस्कोप (Microscope) द्वारा माप लेते हैं।
5. गड्ढे के व्यास (d), इन्डेन्टर के व्यास (D), और लोड (P) के मान को उपरोक्त BHN के सूत्र में रखकर कठोरता ज्ञात कर लेते हैं।

इस प्रकार प्राप्त कठोरता की इकाई (unit) BHN होती है।

(b) रॉकवेल कठोरता परीक्षण (Rockwell hardness test)—यह परीक्षण ब्रिनल परीक्षण की अपेक्षा जल्दी हो जाता है। इसमें कठोरता का मान सीधे स्केल से प्राप्त कर लिया जाता है। इसमें किसी प्रकार की गणना (Calculation) की आवश्यकता नहीं पड़ती है। सामान्यतः रॉकवेल हार्डनेस टेस्टिंग मशीन द्वारा सभी प्रकार के पदार्थों की कठोरता-परीक्षण कर सकते हैं। परीक्षण के लिए टेस्ट पीस की सतह को तैयार करने की जरूरत नहीं होती है। मशीन में द्विस्तरीय लोडिंग व्यवस्था होती है। हल्के लोड (Minor load) द्वारा धूल, तेल, खुरदरापन (Roughness), आदि के प्रभाव को खत्म किया जाता है। निम्न चित्रों द्वारा रॉकवेल टेस्टिंग मशीन द्वारा **परीक्षण विधि** को समझा जा सकता है—

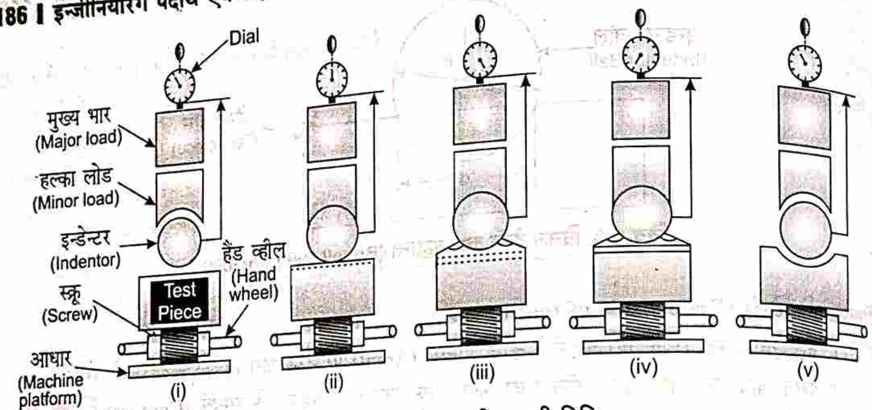
(i) परीक्षण के लिए टेस्ट पीस को मशीन के एन्विल पर रखते हैं। इस स्थिति में डायल पर कुछ रीडिंग आती है।

(ii) अब टेस्ट पीस पर हल्का भार (Minor load) [सामान्यतः 10 kg f] लगाते हैं और हैन्ड व्हील द्वारा डायल गेज पर रीडिंग शून्य कर देते हैं।

(iii) इसके बाद टेस्ट पीस पर बड़ा भार (Major load), लीवर को उठाकर लगा देते हैं। यह लोड लगभग 15 सेकेण्ड तक लगे रहने देते हैं।

(iv) अब लीवर द्वारा मेजर लोड को हटा देते हैं। हल्के भार (Minor load) को लगे रहने देते हैं। इस अवस्था में डायल (Dial) द्वारा सीधे हार्डनेस (कठोरता) का मान नोट (Note) कर लेते हैं।

(v) हैन्ड व्हील द्वारा टेस्ट पीस को नीचे कर लेते हैं और हटा लेते हैं।



चित्र 6.7. रॉकवेल कठोरता परीक्षण की विधि

ASTM के अनुसार विभिन्न प्रकार के पदार्थों के परीक्षण के लिए 13 स्केल (Scale) A, B, C, D, E, F, आदि होते हैं। परन्तु अधिकतर 'B' और 'C' स्केल उपयोग होता है जबकि 'B' स्केल तन्य (Ductile) पदार्थों **जैसे**—मृदु-इस्पात, ताँबा, ऐल्यूमिनियम आदि के लिए उपयोग होता हैं, 'C' स्केल कठोर पदार्थों जैसे—हार्ड स्टील, टंगस्टन, वेनेडियम, आदि के लिए उपयोग होता है।

यदि 'B' स्केल उपयोग किया है, तो कठोरता को HRB (रॉकवेल हार्डनेस ऑन 'B' स्केल) में मापते हैं। यदि 'C' स्केल उपयोग करते हैं तो कठोरता HRC में मापते हैं।

प्रत्येक स्केल के लिए अलग इन्डेन्टर एवं मेजर लोड (Major load) होता है।

$$HRA = 100 - \frac{t}{0 \cdot 002}$$

$$HRB = 130 - \frac{t}{0 \cdot 002}$$

$$HRC = 100 - \frac{t}{0 \cdot 002}$$

जहाँ, HRA = रॉकवेल हार्डनेस स्केल A पर

HRB = रॉकवेल हार्डनेस स्केल B पर

HRC = रॉकवेल हार्डनेस स्केल C पर

(c) विकर पिरामिड कठोरता परीक्षण—यह विधि ब्रिनल परीक्षण के समतुल्य होती है। अन्तर सिर्फ इतना होता है कि इसमें अलग आकृति का इन्डेन्टर प्रयोग होता है। इन्डेन्टर की आकृति वर्गाकार पिरामिड होता है जिसके विपरीत फलकों के बीच 136° का कोण होता है।

VPN का मान निम्न सूत्र से ज्ञात किया जाता है—

VPN = Viker's Pyramid Number

$$VPN = \frac{P}{\left[\left(\frac{d^2}{2}\sin(\alpha/2)\right)\right]}$$

$$VPN = \frac{1 \cdot 8544P}{d^2} \text{ kg f/mm}^2 \quad \text{जहाँ } \alpha = 136°$$

यहाँ, P = लगाया गया भार

d = विकर्ण लम्बाई

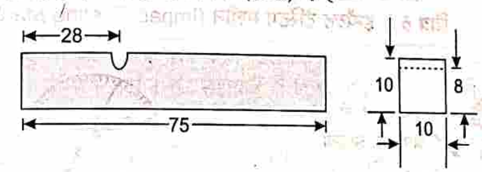
6.5 इम्पैक्ट या सम-आघात परीक्षण (Impact Test)

यदि पदार्थों पर अकस्मात् (Suddenly) लोड (Force) लगता है तो इस अवस्था में पदार्थ अपनी तनन या सम्पीडन सामर्थ्य से बहुत कम लोड पर ही असफल (Fail) हो जाता है। इसलिए इम्पैक्ट परीक्षण करना आवश्यक होता है। इम्पैक्ट टेस्ट द्वारा पदार्थ की नोच टफनेस (Notch toughness) या सम-आघात सहने की क्षमता ज्ञात करते हैं। इसके लिए दो प्रकार के परीक्षण (Test) होते हैं—

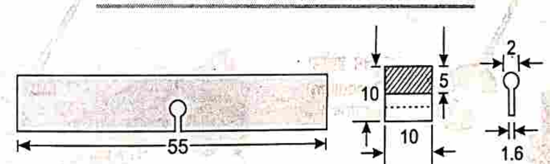
1. आइजोड (Izod) **टेस्ट**, एवं **2. चारपी** (Charpy) **टेस्ट**।

दोनों ही परीक्षण के लिए एक ही मशीन का उपयोग होता है। इस मशीन को इम्पैक्ट टेस्टिंग मशीन (Impact testing machine) कहते हैं।

दोनों टेस्ट के लिए अलग-अलग स्टैण्डर्ड (मानक) टेस्ट पीस बनाए जाते हैं। मानक (Standard) टेस्ट पीस का साइज (Size) निम्न प्रकार का होता है—सभी मान मिमी (mm) में हैं—



चित्र 6.8. (i) आइजोड परीक्षण के लिए टेस्ट पीस



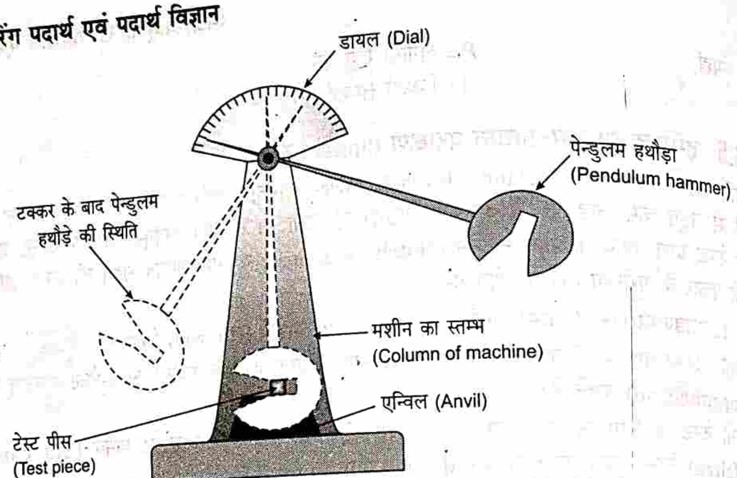
चित्र 6.8. (ii) चारपी टेस्ट के लिए टेस्ट पीस

आइजोड टेस्ट (Izod Test)

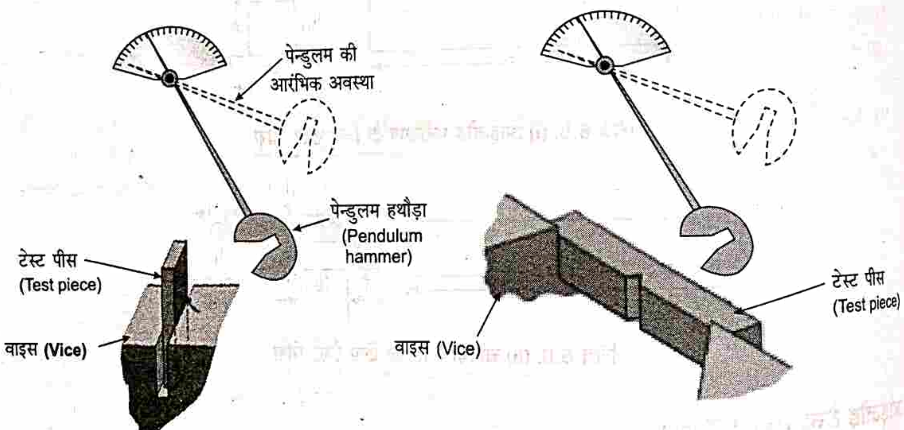
(i) इस टेस्ट को करने के लिए सबसे पहले दिए गए साइज का टेस्ट पीस तैयार कर लेते हैं। इसके बाद टेस्ट पीस का इम्पैक्ट टेस्टिंग मशीन के वाइस (Vice) में कैन्टीलीवर (Cantilever) की स्थिति में (चित्र 6.(a)) बाँध लेते हैं।

(ii) इसके बाद पेन्डुलम हैमर (Hammer) को छोड़ देते हैं। आइजोड टेस्ट के लिए हथौड़ा (Hammer) टेस्ट पीस से 90° (समकोण) पर होता है। छोड़ने पर हथौड़ा गति के साथ टेस्ट पीस से टकराता है और झटके से टेस्ट पीस को तोड़ देता हैं।

(iii) पेन्डुलम हथौड़ा, टेस्ट पीस को तोड़ने (Break) के बाद कुछ ऊँचाई तक जाता है। डायल द्वारा, टेस्ट पीस को तोड़ने में लगी ऊर्जा (Energy) को ज्ञात कर लेते हैं। ऊर्जा की इकाई kJ (किलोजूल) में दी गई होती है। इस टेस्ट में पेन्डुलम हथौड़ा, टेस्ट पीस को उसके खाँचे (Groove) वाले साइड पर प्रहार (Blow) करता है।



चित्र 6.9. इम्पैक्ट टेस्टिंग मशीन (Impact Testing Machine)



(अ) आइजोड टेस्ट पीस (Izode Test Piece) (ब) आइजोड टेस्ट में और w/p हथौड़ा

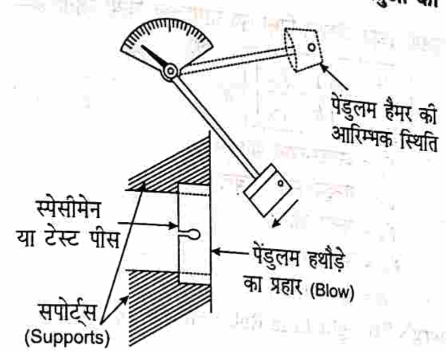
चित्र 6.10

चारपी टेस्ट (Charpy Test)

(i) इस टेस्ट में स्पेसीमेन या टेस्ट पीस को सिम्पली सपोर्टेड बीम (Simply Supported Beam) की तरह रखते हैं। (चित्र 6.11)

(ii) आरम्भिक अवस्था (टेस्ट पीस से लगभग 142°) से पेन्डुलम हथौड़े को छोड़ते हैं। हथौड़ा तेज गति से टेस्ट पीस से टकराकर उसे तोड़ देता है, और कुछ ऊपर चला जाता है। हथौड़ा, टेस्ट पीस के खाँचे वाले साइड के विपरीत साइड से टकराता है।

(iii) डायल में आए विस्थापन द्वारा, टेस्ट पीस को तोड़ने में लगी ऊर्जा का मान ज्ञात कर लेते हैं। यह भी kJ (किलोजूल) में होता है।



चित्र 6.11. चारपी टेस्ट में टेस्ट पीस और हथौड़े की स्थिति

6.6 कर्तन एवं नमन परीक्षण

इस परीक्षण को तीन बिन्दु या चार बिन्दु धरन नमन (Three or Four Point Beam Bending) की सहायता से किया जाता है। इसे यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन की सहायता से किया जाता है। इसमें एक शुद्धालम्ब धरन उसी धातु का बनाया जाता है जिसका परीक्षण करना होता है। दोनों सिरों पर आलम्बित किया जाता है। आलम्बित करने के पश्चात् बीच में एक संकेन्द्रित भार लगाया जाता है। यह भंगुर पदार्थों के लिए किया जाता है।

विभिन्न प्रकार के सूत्र निम्नलिखित हैं—

⇒ नमन प्रतिबल $f = \frac{My}{I}$

जहां M = अधिकतम नमन आघूर्ण

y = धरन के काट की जड़ता

I = धरन की आधी गहराई

⇒ नमन प्रतिबल धरन की सतह पर

$$f = \frac{6M}{bh^2}$$

⇒ कर्तन प्रतिबल धरन के मध्य तल पर

$$\tau = \frac{3F}{2bh}$$

जहाँ, F = अधिकतम कर्तन बल

b = धरन की चौड़ाई

h = धरन की गहराई

τ = अधिकतम कर्तन प्रतिबल

6.7 थकान टेस्ट (Fatigue Test)

पदार्थ की सीमा ज्ञात करने के लिए जो मशीन प्रयोग में आती है, उसे थकान टेस्टिंग मशीन कहते हैं। धातु जिस प्रतिबल को बिना असफल हुए सहन कर लेती है वह उसकी थकान की सीमा होती है। इस परीक्षण में परीक्षण के टुकड़े को एक शुद्ध आलम्बित धरन की तरह प्रयोग किया जाता है एवं उस पर एक भार W लगाया जाता है। धरन दो सिरों पर बियरिंग के मध्य 3000-10,000 rpm पर घूमती है।

तन्य एवं भंगुर पदार्थों के लिए थकान प्रतिबल निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जाता है—

$$f_a = f_e\left[\frac{1}{k} - \frac{f_m}{f_y}\right]$$

जहाँ,
f_a = अल्टरनेशन प्रतिबल
f_e = एन्ड्यूरेशन प्रतिबल
f_y = यील्ड प्रतिबल
f_m = माध्य प्रतिबल
k = सुरक्षा गुणांक

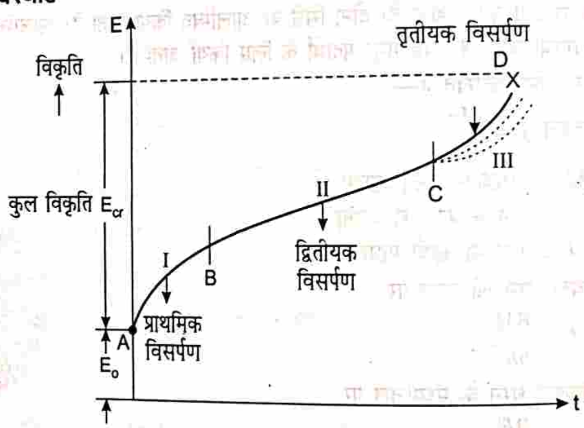
उपरोक्त सूत्र को Soderberg's Straight Line Relation कहते हैं।

6.8 क्रीप टेस्ट (Creep Test)

क्रीप, एक स्थाई भार के अन्तर्गत किसी पदार्थ में समय के सापेक्ष बहुत धीमी गति से लगातार होने वाली विकृति को क्रीप कहते हैं। क्रीप परीक्षण की सहायता से पदार्थ के निम्न दो सामर्थ्य को ज्ञात किया जाता है—

— क्रीप विकृति सामर्थ्य — क्रीप भंजन सामर्थ्य

क्रीप की विभिन्न अवस्थाएँ



चित्र 6.11(a)

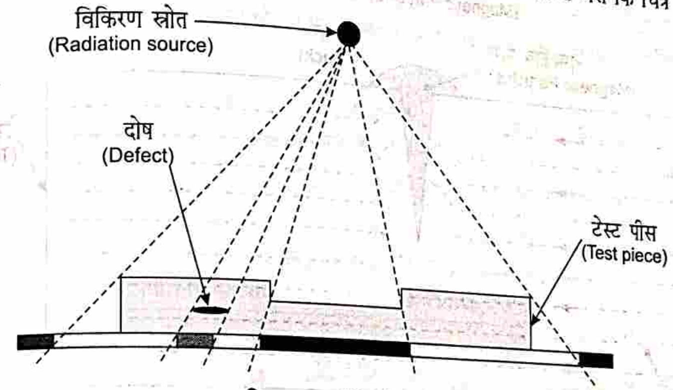
विभिन्न प्रकार के परीक्षण निम्नलिखित हैं—

(i) अल्प अवधि परीक्षण
(ii) माध्य अवधि परीक्षण
(iii) दीर्घ अवधि परीक्षण
(iv) जीवन अवधि परीक्षण।

6.9 रेडियोग्राफिक टेस्ट (Radiographic Test)

यह टेस्ट X-किरणों और γ-किरणों (Gamma rays) के पदार्थों से गुजरने पर विकिरण के क्षय (Absorption) और फैलाव (Dispersion) की तकनीक पर आधारित है। इन दोनों तकनीकों में धातु पर विकिरण (Radiation) गुजारी जाती है जो धातु से गुजर कर एक संवेदनशील फिल्म पर पड़ती है। पदार्थ के अन्दर यदि दोष है तो उससे दोषरहित भाग (Part) की अपेक्षा ज्यादा विकिरण गुजरती है। इस प्रकार, यदि पदार्थ में आन्तरिक दोष है, तो इस भाग से अधिक

विकिरण गुजरेंगी और स्वस्थ भाग से कम। यह दोष फिल्म पर काले क्षेत्र के रूप में दिखेगा जैसे कि चित्र 6.12 में दर्शाया गया है।



चित्र 6.12. रेडियोग्राफिक टेस्ट

इस विधि द्वारा छोटे दोषों (Defects) को नहीं देखा जा सकता है, क्योंकि विकिरण का फैलाव (Scattering) हो जाता है।

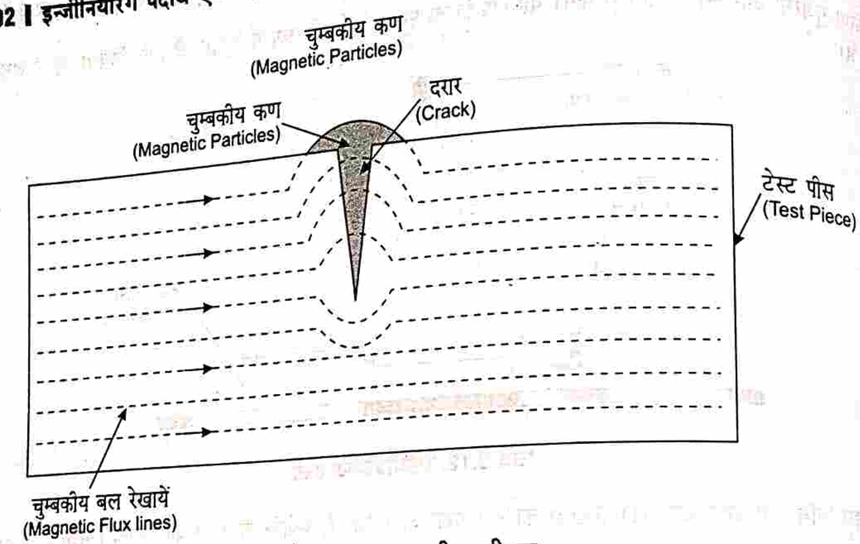
X-ray के उपकरण बड़े व भारी होने के कारण प्रयोग केवल प्रयोगशाला में ही किया जाता है। γ-ray के उपकरण हल्के होते हैं और इन्हें एक जगह से दूसरी जगह ले जाने में कोई कठिनाई नहीं होती है। गामा किरणों का उपयोग उनके छोटे तरंगदैर्ध्य (Wavelength) के कारण मोटी धातुओं के परीक्षण में किया जाता है।

रेडियोग्राफिक परीक्षण में धातु की अशुद्धियों वाला क्षेत्र फिल्म पर गहरे रंग का दिखता है। धातु के ब्लो-होल्स (Blow-holes), खोखले स्थान (Cavities) तथा संरंध्रता (Porosity) आदि दोष अपेक्षाकृत कम गहरे प्रकट होते हैं।

6.10 चुम्बकीय कण परीक्षण (Magnetic Particle Test)

यह परीक्षण धातु की सतह और भीतरी भागों में अदृश्य दरारों (Cracks) एवं खोखले स्थानों का पता लगाने के लिए उपयुक्त है। केवल चुम्बकीय पदार्थों में ही यह परीक्षण किया जा सकता है।

इस परीक्षण में चुम्बकीय दरार संसूचक (Magnetic crack detectors) का प्रयोग किया जाता है जिसका सिद्धान्त इस बात में निहित है कि किसी चुम्बकीय पदार्थ में यदि दरार या खालीपन विद्यमान है, जिससे चुम्बकीय क्षेत्र बना हुआ है तो ऐसे पदार्थों की दरारों से चुम्बकीय बल रेखाएँ नहीं गुजर सकतीं। टेस्ट पीस यदि दोषरहित है तो बल रेखाएँ सीधी और इकसार प्राप्त होंगी। दोष (Defect) वाले भाग में चुम्बकीय बल रेखाएँ विखण्डित (Distorted) होंगी। चित्र 6.13 देखें।



चित्र 6.13. चुम्बकीय परीक्षण

चुम्बकीय बल रेखायें दोष (Discontinuity) वाले भाग में विखण्डित हो जाती हैं और उस भाग में चुम्बकीय कण खींचे चले आते हैं, जिसे टेस्ट-पीस की सतह पर आसानी से देखा जा सकता है। चुम्बकीय का शुष्क चूर्ण या किसी द्रव में मिलाए हुए हो सकते हैं। चुम्बकीय कणों को रंगों द्वारा रंगा भी जा सकता है, जिससे उन्हें आसानी से देखा जा सके।

6.11 अल्ट्रासोनिक टेस्ट (Ultrasonic Test)

अल्ट्रासोनिक-बीम या तरंग (Waves) को टेस्ट (परीक्षण) की जाने वाली धातु से गुजारते हैं। इस टेस्ट में तरंगों की आवृत्ति (Frequency) 100 kHz से 25 MHz के बीच में होती है। अल्ट्रासोनिक-तरंग सामान्यतया पीजोइलेक्ट्रिक प्रभाव (Piezoelectric effects) से उत्पन्न होती हैं। इन तरंगों को एक क्रिस्टल-प्रोब (Crystall probe) के द्वारा टेस्ट पीस पर डाला जाता है। यदि टेस्ट पीस की सतह के भीतरी हिस्सों में ब्लो-होल, खोखले स्थान, आदि हैं तो अल्ट्रासोनिक तरंगों का परावर्तन (Reflection) होगा और यह तरंगें कैथोड-रे ऑसिलोस्कोप में प्रवेश करके शिखर (Peaks) के रूप में दिखाई देती हैं।

अल्ट्रासोनिक तकनीक दरारों (Cracks), छेद और सतह के भीतरी दोषों का पता लगाने के लिए अधिक उपयोगी है।

6.12 विद्युत परीक्षण विधि

विद्युत विधि की सहायता से विद्युत प्रतिरोध ज्ञात किया जाता है। इस विधि में ब्लो-छिद्र, दरार या पृथकत्व आदि का कोई प्रभाव नहीं होता है। यह परीक्षण सुगमता से कम समय में किया जाता है।

6.13 डैम्पिंग परीक्षण

दरारों के कारण डैम्पिंग में वृद्धि होती है। दरार के परीक्षण के लिए डैम्पिंग परीक्षण किया जाता है।

6.14 विनाशी एवं अविनाशी परीक्षण में अन्तर
(Difference between Destructive and Non-destructive Test)

इसमें अन्तर को निम्न बिन्दुओं द्वारा समझा जा सकता है—

क्र०सं०	विनाशी परीक्षण (Destructive Testing)	अविनाशी परीक्षण (Non-destructive Testing)
1.	परीक्षण के बाद टेस्ट पीस को उपयोग में नहीं लिया जा सकता है।	परीक्षण के बाद भी टेस्ट पीस की उपयोगिता बनी रहती है।
2.	इस परीक्षण (Testing) में पदार्थ का नमूने (Sample) के रूप में परीक्षण (test) करते हैं।	इस प्रकार के परीक्षणों (Testing) मे पदार्थ का 100% परीक्षण (Test) कर सकते हैं। यह उसके उत्पादन (Production) के दौरान भी किया जा सकता है।
3.	इस प्रकार के परीक्षणों में पदार्थ (Material) के भौतिक गुणों जैसे तन्यता, प्रत्यास्थता, सामर्थ्य, टफनेस आदि का पता लगाया जाता है।	इस प्रकार के परीक्षणों से पदार्थ के आन्तरिक दोषों (Defects) जैसे दरार, ब्लो होल (Blow hole), आदि का पता लगाया जाता है।

सारांश

परीक्षण

किसी भी उत्पादन को बनाने के लिए उपयुक्त पदार्थ के चयन हेतु उसकी सभी सेवा दशाओं तथा परिस्थितियों के अनुसार आवश्यक आँकड़े उपलब्ध किए जाते हैं जो कि विभिन्न प्रकार की परीक्षण मशीनों द्वारा प्राप्त किए जाते हैं।

परीक्षण का प्रकार—परीक्षण दो प्रकार के होते हैं—

(a) विनाशकारी परीक्षण (b) अविनाशकारी परीक्षण

(a) विनाशकारी परीक्षण—इस परीक्षण में पदार्थ टूट जाता है तथा पुनः प्रयोग में नहीं लाया जा सकता है।

विनाशकारी परीक्षण के उदाहरण—

- तनन परीक्षण
- सम्पीडन परीक्षण
- कठोरता परीक्षण
- क्रीप परीक्षण
- फटीग परीक्षण
- इम्पैक्ट परीक्षण

(b) अविनाशकारी परीक्षण—इस परीक्षण में पदार्थ नष्ट नहीं होता है तथा उसे परीक्षण के बाद उपयोग में लाया जा सकता है।

अविनाशकारी परीक्षण के उदाहरण—

- दृष्टव्य परीक्षण
- रेडियोग्राफी परीक्षण
- अल्ट्रासोनिक परीक्षण
- चुम्बकीय कण परीक्षण, आदि।

यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन

यह दो भागों में बना होता है—

(i) कन्ट्रोल पैनल (ii) परीक्षण स्तम्भ

यह दो प्रकार का होता है—

- मैनुअल यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन
- कम्प्यूटराइज्ड यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन

इस मशीन पर तनन एवं सम्पीडन के अतिरिक्त अपरूपण, बंकन आदि परीक्षण किए जाते हैं।

तनन परीक्षण

ये परीक्षण UTM पर किए जाते हैं। यह परीक्षण पदार्थ के यांत्रिक गुण को ज्ञात करने के लिए किए जाते हैं।

तनन परीक्षण के दौरान पदार्थ में निम्नलिखित गुणों को ज्ञात किया जाता है—

- ❖ प्रतिशत वृद्धि
- ❖ तनन सामर्थ्य
- ❖ यील्ड स्ट्रेन्थ
- ❖ प्रत्यास्थता गुणांक
- ❖ टफनेस मॉडुलस
- ❖ रेजीलियेन्स गुणांक

■ सम्पीडन परीक्षण

यह भंगुर पदार्थों के लिए प्रयोग किया जाता है। जैसे—पत्थर, ग्लास, ईंट, कंक्रीट आदि।

$$\text{सम्पीडन परीक्षण के दौरान सम्पीडन सामर्थ्य} = \frac{\text{अधिकतम भार}}{\text{क्षेत्रफल}}$$

$$\text{सम्पीडन सामर्थ्य} = \frac{P}{l \times b}$$

■ कठोरता परीक्षण

पदार्थ में खरोंच, कटिंग, घिसाव, भेदन आदि के विरुद्ध प्रतिरोध को पदार्थ की कठोरता कहलाती है।

कठोरता परीक्षण तीन प्रकार से किया जाता है—

- ❖ ब्रिनल कठोरता परीक्षण
- ❖ रॉकवेल कठोरता परीक्षण
- ❖ विकर्स कठोरता परीक्षण

ब्रिनल कठोरता परीक्षण

इसका प्रयोग ढलवाँ लोहा, लोहा एवं इस्पात के लिए किया जाता है।

$$\text{BHN} = \frac{\text{इन्डेन्टर बॉल पर भार}}{\text{इन्डेन्टर द्वारा बनाए गड्ढे का क्षेत्रफल}}$$

$$\text{BHN} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

रॉकवेल कठोरता परीक्षण

यह परीक्षण ब्रिनल परीक्षण से जल्दी हो जाता है। इसमें कठोरता का मान सीधे स्केल से ज्ञात किया जा सकता है। इसमें किसी प्रकार की गणना की आवश्यकता नहीं पड़ती है।

इम्पैक्ट या सम-आघात परीक्षण

इसकी सहायता से पदार्थ की नोच टफनेस या समघात सहने की क्षमता ज्ञात करते हैं।

इसमें दो प्रकार के परीक्षण होते हैं—

- ● आइजोड टेस्ट
- ● चारपी टेस्ट

दोनों टेस्ट के लिए एक ही मशीन का प्रयोग किया जाता है। इस मशीन को इम्पैक्ट टेस्टिंग मशीन कहते हैं।

■ रेडियोग्राफी टेस्ट

यह टेस्ट X-किरणों और γ-किरणों के पदार्थों से गुजरने पर विकिरण के क्षय और फैलाव की तकनीक पर आधारित है। इन दोनों तकनीकों में धातु पर विकिरण गुजारी जाती है जो धातु से गुजर कर एक संवेदनशील फिल्म पर पड़ती है। इस विधि द्वारा छोटे दोषों को नहीं देखा जा सकता है।

■ चुम्बकीय कण परीक्षण

यह परीक्षण धातु की सतह पर और भीतरी भागों में अदृश्य दरारों एवं खोखले स्थानों का पता लगाने के लिए उपयुक्त है। यह परीक्षण केवल चुम्बकीय पदार्थों में ही किया जा सकता है।

■ अल्ट्रासोनिक परीक्षण

अल्ट्रासोनिक बीम या तरंग को टेस्ट की जाने वाली धातु से गुजारते हैं। इसमें तरंगों की आवृत्ति 100 kHz-25 MHz के बीच में होती है। यह तकनीक दरारों, छेद और सतह के भीतरी दोषों का पता लगाने के लिए उपयोगी होती है।

अभ्यास प्रश्न

1. धातुओं के परीक्षण के क्या उद्देश्य होते हैं?
2. परीक्षण के विभिन्न प्रकारों का वर्णन कीजिए।
3. कठोरता को परिभाषित कीजिए एवं इसके परीक्षण के लिए किसी एक विधि का वर्णन करें।
4. मिश्र-धातुओं के विनाशी (Destructive) परीक्षण (Test) पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (2005)
5. इम्पैक्ट या सम-आघात परीक्षण (Impact test) कैसे किया जाता है?
6. चारपी एवं आइजोड परीक्षण में अन्तर बताइए।
7. मृदु इस्पात के तनन परीक्षण (Tensile testing) का वर्णन कीजिए। (2012)
8. अविनाशी (Non-destructive) परीक्षण कौन-कौन से हैं? चुम्बकीय कण परीक्षण विधि का वर्णन कीजिए।
9. रेडियोग्राफिक (Radiographic) परीक्षण के क्या लाभ हैं?
10. अल्ट्रासोनिक परीक्षण कैसे किया जाता है? इसके क्या उपयोग हैं?
11. विनाशी एवं अविनाशी परीक्षणों में अन्तर बताइए।
12. नॉन-डेस्ट्रक्टिव परीक्षण पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (2016)

वस्तुनिष्ठ प्रश्नावली

1. निम्न में से कौन-सा विनाशकारी परीक्षण है?

(a) कठोरता परीक्षण (b) इम्पैक्ट परीक्षण (c) अल्ट्रासोनिक परीक्षण (d) (a) और (b)

2. ब्रिनेल कठोरता परीक्षण की सहायता से निम्न लोहे का परीक्षण किया जाता है-

(a) पिटवाँ लोहा (b) ढलवाँ लोहा (c) इस्पात (d) (a) और (b)

3. BHN का सूत्र होता है-

(a) $\text{BHN} = \dfrac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ (b) $\text{BHN} = 2PD$

(c) $\text{BHN} = \dfrac{2\pi}{\pi (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ (d) $\text{BHN} = \dfrac{2P}{D}$

4. अल्ट्रासोनिक तरंगों की आवृत्ति होती है-

(a) 100 kHz-25MHz (b) 100 kHz

(c) 25 MHz (d) 0

5. चुम्बकीय कण परीक्षण निम्न में से कौन-सा परीक्षण है?
(a) विनाशकारी परीक्षण (b) अविनाशकारी परीक्षण (c) दोनो (a) और (b) (d) इनमें से कोई नहीं

6. मृदु इस्पात के प्रतिबल-विकृति के आरेख में बिन्दु 'C' कौन-सा बिन्दु है?
(a) पराभव बिन्दु (b) निम्न पराभव बिन्दु (c) उच्च पराभव बिन्दु (d) सभी

7. सम्पीडन सामर्थ्य का सूत्र होता है-
(a) $\frac{P}{l \times b}$ (b) $P \times l \times b$ (c) $P \times l \times b \times h$ (d) $\frac{P}{lbh}$

8. पदार्थ की कठोरता कहलाती है-
(a) भेदन के विरुद्ध प्रतिरोध (b) घिसाव के विरुद्ध प्रतिरोध
(c) कटिंग के विरुद्ध प्रतिरोध (d) सभी

9. सम्पीडन परीक्षण निम्न पदार्थ के लिए प्रयोग किया जाता है-
(a) तन्य पदार्थ (b) भंगुर पदार्थ (c) अधात्विक पदार्थ (d) धात्विक पदार्थ

10. सोना का विशिष्ट गुरुत्व होता है-
(a) 22.17 g/cc (b) 19.17 g/cc (c) 13.60 g/cc (d) 11.4 g/cc

11. अन्तिम तनन सामर्थ्य होता है-
(a) अन्तिम भार $\times A_o$ (b) अन्तिम भार $\times A$ (c) $\frac{\text{अन्तिम भार}}{A}$ (d) $\frac{\text{अन्तिम भार}}{A_o}$

12. VPN का सूत्र होता है-
(a) $VPN = \frac{1.8544P}{d^2}$ (b) $VPN = \frac{P}{\left[\frac{d^2}{2}\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]}$ (c) VPN = 1 (d) (a) और (b)

13. VPN में α का मान होता है-
(a) 136° (b) 100° (c) 36° (d) 0°

14. कर्तन विकृति का मान होता है-
(a) $S \times lu$ (b) $r \cdot Q$ (c) $\frac{S}{lu}$ (d) (b) और (c)

15. कर्तन मापांक का मान होता है-
(a) $\tau \times \phi$ (b) $\frac{\tau}{\phi}$ (c) $G = \tau$ (d) $G = \phi$

16. नमन प्रतिबल की सतह पर बल का मान होता है-
(a) $f = \frac{6M}{bh^2}$ (b) $f = \frac{6M}{bh^3}$ (c) $f = \frac{6M}{bh}$ (d) $f = 6M \times bh$

17. बी० एस० के अनुसार-
(a) $l = 4.51\sqrt{A}$ (b) $l = 4.0\sqrt{A}$ (c) $l = 1.0\sqrt{A}$ (d) $l = 11.2\sqrt{A}$

18. डी० आई० एन० के अनुसार-
(a) $l = 4.51\sqrt{A}$ (b) $l = 4.0\sqrt{A}$ (c) $l = 1.0\sqrt{A}$ (d) $l = 11.2\sqrt{A}$

19. दरारों के कारण डैम्पिंग में होती है-
(a) वृद्धि होती है (b) कमी होती है
(c) नियत रहता है (d) पहले बढ़ता है फिर घटता है।

20. अल्ट्रासोनिक परीक्षण में कौन-सा क्रिस्टल प्रयोग किया जाता है?
(a) सिलिका (b) क्ले (c) क्वार्ट्ज (d) सभी

उत्तरमाला

1. (d) 2. (d) 3. (a) 4. (b) 5. (b) 6. (b) 7. (a) 8. (d) 9. (b) 10. (b)
11. (d) 12. (d) 13. (a) 14. (d) 15. (b) 16. (a) 17. (b) 18. (d) 19. (a) 20. (b)

7

धातुओं का ऊष्मा उपचार

(Heat Treatment of Metals)

परिचय (Introduction)

धातुओं पर शीत रूपण (Cold working) या ताप रूपण (Hot working) से उनके गुणों **जैसे**—कठोरता, तन्यता, चीमड़पन (Toughness), आदि में परिवर्तन आ जाता है। इनके अलावा धातुओं से बने हुए उत्पादों (Products) में भी कुछ विशिष्ट (Specific) गुणों की आवश्यकता होती है जैसे कर्तन औजारों (Cutting tools) में कठोरता और चीमड़पन (Toughness) का गुण होना चाहिए। धातुओं के गुणों (Properties) में नियंत्रित (Controlled) वातावरण में गरम (Heating) और ठण्डा (Cooling) करने से आवश्यक परिवर्तन किया जा सकता है। धातुओं को ठोस अवस्था में नियंत्रित (Controlled) वातावरण (Conditions) में गर्म एवं ठण्डा करके उनके गुणों में आवश्यक परिवर्तन करने की विधि (Process) को **ऊष्मा उपचार** (Heat-treatment) कहते हैं।

सभी ऊष्मा-उपचार की विधियाँ सामान्यतः तीन चरणों (Steps) में सम्पन्न होती हैं—

1. धातु को एक पूर्व-निर्धारित (Predetermined) ताप तक गर्म (Heat) किया जाता है।
2. धातु को उसी ताप पर तब तक रखते हैं जब तक उसकी संरचना (Structure) एकसार (Uniform) नहीं हो जाती है। जैसे स्टील या इस्पात के लिए ऑस्टेनाइट (Austenite) संरचना हो जानी चाहिए।
3. इसके बाद धातु को एक निश्चित पूर्व-निर्धारित दर (Predetermined Rate) से ठण्डा किया जाता है, जिससे उसमें वांछित या आवश्यक (Desired) गुण विकसित हो जाता है।

7.1 ऊष्मा-उपचार की परिभाषा

धातु या मिश्र धातु को ठोस अवस्था में नियंत्रित तापन (Heating) एवं शीतलन (Cooling) की प्रक्रियाओं (Processes) द्वारा उनके गुणों (Properties) में आवश्यक परविर्तन लाने को ऊष्मा-उपचार (Heat-treatment) कहते हैं।

7.2 ऊष्मा-उपचार के उद्देश्य (Purpose of Heat Treatment)

ऊष्मा-उपचार निम्न में से एक या एक से अधिक उद्देश्यों के लिए किया जाता है—

1. धातु की मशीनेबिलिटी (Machinability) में सुधार करना।
2. धातु के यांत्रिक गुणों (Mechanical properties) जैसे तन्यता (Ductility), कठोरता (Hardness), चीमड़पन (Toughness), सामर्थ्य (Strength), आदि में सुधार करना।
3. वेल्डन, शीत रूपण (Cold working) आदि से उत्पन्न आन्तरिक प्रतिबल (Internal stresses) को दूर करना।

4. कणों (Grains) के आकार में परिवर्तन करना।
5. धातुओं के विद्युतीय (Electrical) एवं चुम्बकीय (Magnetic) गुणों में सुधार करना।
6. धातु में घर्षण (Wear), संक्षारण (Corrosion) एवं अपघर्षण (Abrasion), प्रतिरोधकता का (Resistant) गुण विकसित करना।
7. रासायनिक संरचना (Chemical composition) में परिवर्तन करना।
8. धातु के अन्दर से गैसों को बाहर निकालना।

7.3 ऊष्मा-उपचार का सिद्धांत (Principle of Heat Treatment)

धातुओं का ऊष्मा-उपचार उनके विशिष्ट गुणों पर आधारित होता है। **जैसे—**

1. कुछ धातु ताप के बढ़ने या घटने पर अलग-अलग क्रिस्टल संरचना में पाए जाते हैं। इन्हें अपररूप कहते हैं। जैसे लोहा α, γ एवं δ अपररूपों में पाया जाता है।

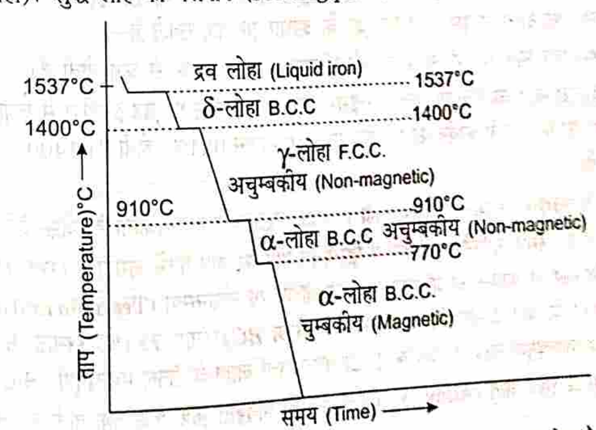
2. कुछ मिश्र धातुओं (जैसे इस्पात, कांसा, आदि) के एलॉयिंग तत्त्व (Alloying elements) विभिन्न ताप और परिस्थिति में अलग-अलग अनुपात में ठोस मिश्रण बनाते हैं।

3. मिश्र धातुओं की सूक्ष्म संरचना में परिवर्तन एक निश्चित उच्च ताप पर आरम्भ (Start) होता है। इसके बाद ठण्डा करने पर पुनः उसकी संरचना में परिवर्तन होता है। सूक्ष्म संरचना में परिवर्तन शीतलन की दर (Rate of cooling) पर भी निर्भर करता है।

विभिन्न अवस्थाओं में मिश्र धातुओं के मैन्यूफैक्चरिंग (Manufacturing) गुण उनके एलॉयिंग तत्त्वों (Elements) के वितरण, साइज और रूप (Shape) पर निर्भर करता है। इंजीनियरिंग के कार्यों में मुख्य रूप से उपयोग होने वाला मिश्र धातु इस्पात की विभिन्न अवस्थाओं (Phase) का अध्ययन हम शुद्ध लोहे के शीतलन आरेख एवं लौह-कार्बन साम्यावस्था आरेख द्वारा करेंगे। इस्पात में कार्बन Fe_3C (फेराइट) के रूप में 6.67% होता है।

7.4 शुद्ध लोहे का शीतलन वक्र/आरेख (Cooling Curve of Pure Iron)

शुद्ध लोहा दो अपर रूपों (Allotropic forms) में पाया जाता है। एक BCC संरचना (α एवं δ-लोहा) तथा दूसरा FCC संरचना (γ-लोहा)। शुद्ध लोहे का गलनांक (Melting point) 1537°C होता है।



चित्र 7.1. शुद्ध लोहे का शीतलन वक्र (Cooling curve for pure iron)

शीतलन (Cooling) वक्र (Curve) द्वारा हम विभिन्न अपररूपों में ताप के साथ परिवर्तन का अध्ययन कर सकते हैं। 1537°C पर ठण्डा करने पर द्रवीय ठोस अवस्था में परिवर्तित हो जाता है। मुख्य रूप से तीन चरणों में परिवर्तन होता है—

1. 1537°C से 1400°C के बीच में लोहा, δ-**लोहा** कहलाता है। इस रूप में इसका क्रिस्टल संरचना अन्तः केन्द्रित घन (BCC) होता है। इसमें कार्बन की विलेयता (Solubility) नगण्य होती है। यह चुम्बकीय होता है।

2. 1400°C से 910°C के बीच में लोहा फलक केन्द्रित (FCC) संरचना वाला होता है। इस लोहे को γ **(गामा)-लोहा** कहते हैं। इसमें कार्बन की विलेयता (Solubility) 2% तक होती है। इसमें बहुत कम चुम्बकीय गुण पाया जाता है।

3. 910°C से नीचे लोहा एक बार फिर अन्तः केन्द्रित क्रिस्टल संरचना (BCC) का होता है। इसे α **(अल्फा)-लोहा** कहते हैं। यह 770°C के नीचे अत्यधिक चुम्बकीय गुणों वाला होता है। इसमें कार्बन की विलेयता (723°C पर) अधिकतम 0.03% तक होती है।

■ 7.5 शुद्ध लोहे के क्रांतिक ताप (Critical temperature of pure iron)

वह ताप जिस पर धातु की क्रिस्टल संरचना में परिवर्तन होता है, क्रांतिक ताप कहलाता है। लोहे में दो क्रांतिक ताप होते हैं—

1. 1400°C—इस ताप पर δ-लोहा γ-लोहे में परिवर्तित हो जाता है। लोहे की संरचना BCC से FCC हो जाती है।

2. 910°C—इस ताप पर γ-लोहा α-लोहे में परिवर्तित हो जाता है एवं लोहे की संरचना FCC से BCC हो जाती है।

■ 7.6 लौह-कार्बन साम्यावस्था आरेख (Iron-carbon equilibrium diagram)

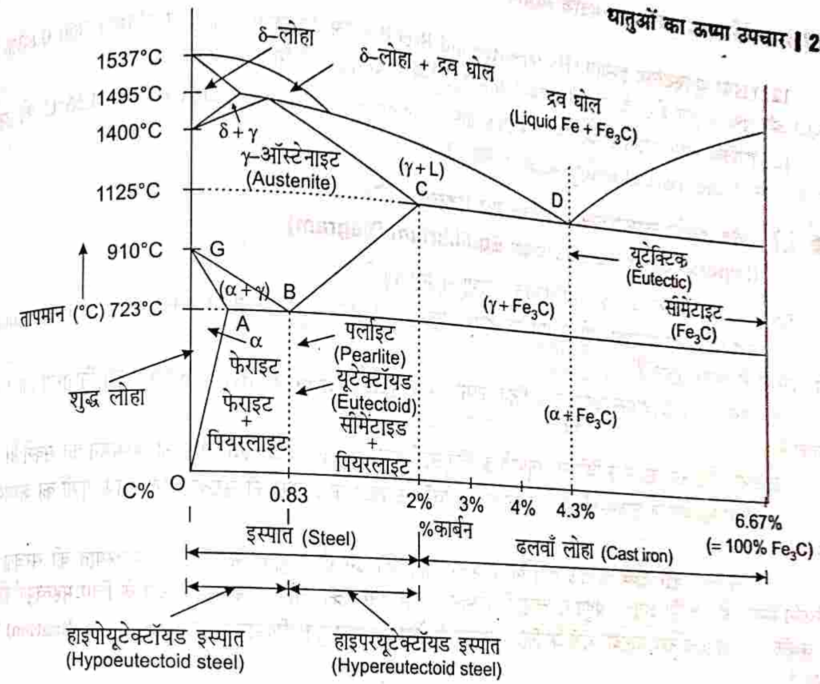
लौह-कार्बन साम्यावस्था आरेख इस्पात (Steel) और ढलवाँ लोहा (Cast iron) की संरचना (Structure) का आधार है। यह आरेख लोहा एवं कार्बन के मिश्र धातुओं के विभिन्न रूपान्तरणों (Transformations) को दर्शाता है। इसमें कार्बन सीमेन्टाइट (Fe_3C) के रूप में लोहा के साथ मिश्र-धातु बनाता है। लौह-कार्बन आरेख में X-अक्ष पर प्रतिशत कार्बन (Fe_3C के रूप में) और Y-अक्ष पर तापमान (Temperature) को दर्शाया जाता है। बायीं तरफ Y-अक्ष शुद्ध लोहा (0%C) एवं दायीं तरफ Y-अक्ष 100% सीमेन्टाइट (या 6.67% C) की मात्रा को दर्शाता है। लौह-कार्बन साम्यावस्था का अध्ययन हम निम्न बिन्दुओं के आधार पर कर सकते हैं—

1. सभी लौह-कार्बन मिश्र धातुओं में कार्बन की प्रतिशत मात्रा 6.67% से कम होती है।

2. 1537°C शुद्ध लोहे का गलनांक होता है। इससे नीचे ठण्डा करने पर यह δ-लोहा में रूपान्तरित (Transform) हो जाता है। 1495°C पर δ-लोहा में कार्बन की प्रतिशत मात्रा अधिकतम (0.1%) होती है। 1400°C पर δ-लोहा γ-लोहा में रूपान्तरित हो जाता है।

3. 1400°C से 910°C के बीच में शुद्ध लोहा γ-लोहा (FCC) के रूप में होता है। जैसे-जैसे शुद्ध γ-लोहा में कार्बन की प्रतिशत मात्रा बढ़ती है, उसके ऑस्टेनाइट रूप में परिवर्तित होने का ताप घटने लगता है (रेखा EC)। एक न्यूनतम ताप (723°C) के बाद यदि फिर से कार्बन की प्रतिशत मात्रा बढ़ती है, तो रूपान्तरण (Transformation) ताप फिर से बढ़ने लगता है और 1125°C के बाद इस्पात पिघलने लगता है (रेखा BC)। ताप 723°C इस्पात के ऊष्मा-उपचार (Heat treatment) के लिए महत्त्वपूर्ण ताप है, जबकि 1125°C ढलवाँ लोहा के लिए महत्त्वपूर्ण (Significant) ताप है।

4. लोहा-कार्बन के मिश्र-धातु (Alloy) में यदि कार्बन की प्रतिशत मात्रा 2% तक होती है, तो उसे इस्पात (Steel) कहते हैं।



चित्र 7.2. लौह-कार्बन साम्यावस्था आरेख

5. लोहा-कार्बन के मिश्र-धातु (Alloy) में यदि कार्बन की प्रतिशत मात्रा 2% से ज्यादा होती है, तो उसे ढलवाँ लोहा (Cast iron) कहते हैं।

6. ऑस्टेनाइट (Austenite)—γ-लोहा और सीमेंटाइट (Fe_3C) के ठोस घोल को ऑस्टेनाइट कहते हैं। ऑस्टेनाइट में कार्बन की अधिकतम प्रतिशत मात्रा 2% (बिन्दु 'C') तक होती है। "C" बिन्दु पर द्रव घोल से ठोस में रूपान्तरित (शीतलन पर) होने लगता है।

7. फेराइट (Ferrite)—यह α-लोहा और कार्बन का मिश्र-धातु है। इसमें कार्बन अधिकतम 0.03% तक (बिन्दु A) होता है।

8. यूटेक्टॉयड (Eutectoid)—यूटेक्टॉयड बिन्दु (Point) वह न्यूनतम ताप है जिस पर किसी ठोस घोल में रूपांतरण (Transformation) होता है। इस्पात में यह ताप 723°C (बिन्दु B) है, जहाँ कार्बन की प्रतिशत मात्रा 0.83% होती है। इस ताप और मिश्रण पर लोहा और सीमेंटाइट (Fe_3C) का एकसार (समांग) मिश्रण होता है, जिसे पयरलाइट (Pearlite) कहते हैं। इस मिश्रण से बने इस्पात को यूटेक्टॉयड इस्पात (Eutectoid steel) कहते हैं।

9. यूटेक्टिक (Eutectic)—यूटेक्टिक बिन्दु वह न्यूनतम ताप (बिन्दु D) है, जिस पर पूरा द्रव घोल (Liquid solution of iron and Fe_3C) ठोस अवस्था में रूपान्तरित हो जाता है। इस बिंदु पर कार्बन की प्रतिशत मात्रा 4.3% होती है।

10. सीमेन्टाइट (Fe_3C)—यह आयरन कार्बाइड है, जिसमें कार्बन 6.67% होता है। यह कठोर होता है।

11. हाइपो यूटेक्टॉयड इस्पात (Hypoeutectoid Steel)—इस इस्पात में कार्बन की प्रतिशत मात्रा 0.83% से कम होती है। इस इस्पात की संरचना फेराइट एवं पियरलाइट से मिलकर बनती है।

12. हाइपर यूटेक्टॉयड इस्पात (Hypereutectoid Steel)—इस इस्पात में कार्बन की प्रतिशत मात्रा 0.83% से ज्यादा और 2% से कम होती है। इसकी संरचना सीमेंटाइट एवं पियरलाइट से मिलकर बनती है।

13. क्रांतिक ताप—723°C को निम्न क्रांतिक ताप (Lower critical temperature) एवं 1125°C को उच्च क्रांतिक ताप (Upper critical temperature) कहते हैं।

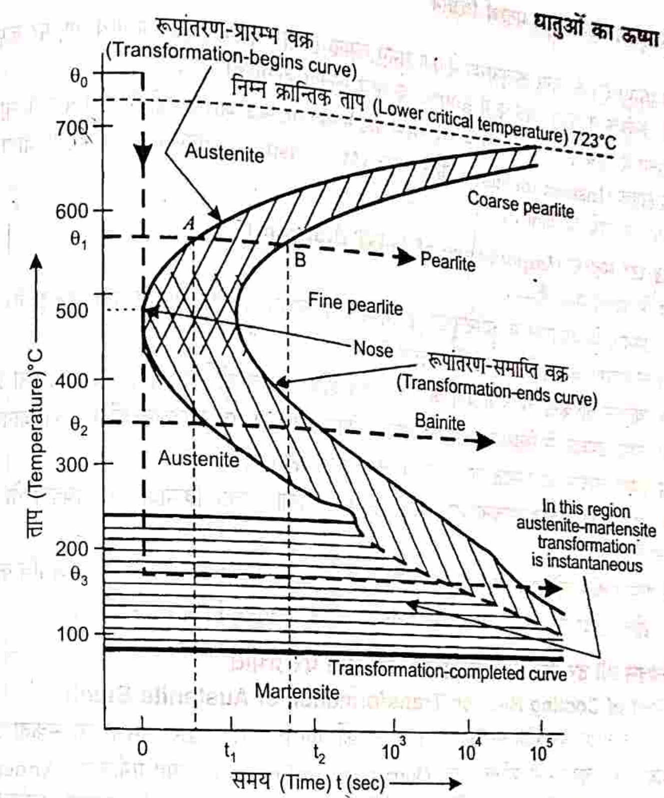
■ 7.7 लौह-कार्बन साम्यावस्था आरेख का महत्त्व (Importance of Iron-Carbon Equilibrium Diagram)

लौह-कार्बन साम्यावस्था आरेख निम्नलिखित कारणों से महत्वपूर्ण है—

1. लौह-कार्बन साम्यावस्था आरेख द्वारा हम इस्पात एवं ढलवाँ लोहे में होने वाले परिवर्तनों (Transformations) को आसानी से समझ सकते हैं।
2. इससे इस्पात के विभिन्न उपयोगों के लिए ऊष्मा उपचार (Heat treatment) के तापमान का निर्धारण किया जा सकता है।
3. इससे लोहा और कार्बन के विभिन्न अनुपातों के लिए ठोसीकरण (Solidification) ताप का अध्ययन कर सकते हैं।
4. इसकी सहायता से कार्बन-प्रतिशत के आधार पर विभिन्न प्रकार के इस्पात की संरचना एवं उनके गुणों का अध्ययन कर सकते हैं।
5. इससे निम्न और उच्च क्रांतिक ताप का निर्धारण होता है। इन दोनों तापों के बीच में ही इस्पात की संरचना में परिवर्तन सम्भव हो पाता है। अत: ये बहुत महत्त्वपूर्ण तापमान होते हैं। निम्न क्रांतिक ताप ऊष्मा-उपचार के लिए महत्त्वपूर्ण होता है, जबकि उच्च क्रांतिक ताप ढलवाँ लोहां के लिए महत्त्वपूर्ण होता है। इन्हें पुन: क्रिस्टलन ताप (Recrystalization) भी कहते हैं।

■ 7.8 T-T-T या समय-तापमान-रूपान्तरण आरेख या 'S' आरेख (T-T-T or Time-Temperature-Transformation Diagram or 'S' Curve)

इस आरेख को 'S'-वक्र, 'C'-वक्र, बेन्स वक्र (Bain's Curve) या समपाती रूपान्तरण आरेख (Isothermal transformation diagram) भी कहते हैं। इस आरेख द्वारा ऑस्टेनाइट इस्पात (Austenite steel) के समय (Time) और ताप (Temperature) के सापेक्ष रूपांतरण का अध्ययन करते हैं। इसमें y-अक्ष पर तापमान और x-अक्ष पर समय (Time) होता है। इस आरेख को बनाने के लिए पहले इस्पात को निम्न क्रांतिक ताप (723°C) से ज्यादा ताप पर गर्म करके पूर्ण रूप से ऑस्टेनाइट संरचना में रूपांतरित कर लेते हैं। इसके बाद समतापी शीतलन (Isothermal Cooling) या सतत शीतलन (Continuous cooling) द्वारा उसके रूपांतरणों का अध्ययन करते हैं। इस्पात के समपाती रूपांतरण में अलग-अलग ताप पर ऑस्टेलाइट के रूपांतरण (Transformation) की अवधि (Period) तथा रूपांतरित संरचना का अध्ययन करते हैं। चित्र 7.3 में यूटेक्टॉयड इस्पात (0.83% C) के लिए T-T-T आरेख प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 7.3. कार्बन-इस्पात का T-T-T आरेख (T-T-T diagram for carbon steel)

T-T-T आरेख की विशेषता (Characteristics of T-T-T diagram)

T-T-T आरेख की विशेषताओं को निम्न बिन्दुओं के द्वारा बनाया जा सकता है—

1. कार्बन-इस्पात को θ_0 ताप से θ_1 ताप पर लाकर यदि कुछ देर के लिए छोड़ दें, तो t_1 समय बाद उसका पियरलाइट में रूपान्तरण होने लगता है। ऑस्टेनाइट को पूरी तरह से पियरलाइट में रूपान्तरित होने में $(t_2 - t_1)$ समय लगता है (रेखा AB)। यह रूपान्तरण समतापी होता है।
2. 723°C-600°C के बीच में समतापी रूपान्तरण पर पियरलाइट के कण (Grains) बड़े होते हैं, जैसे-जैसे समतापी ताप कम होता है पियरलाइट के कण छोटे होने लगते हैं।
3. 500°C पर रूपान्तरण (Transformation) तुरन्त प्रारम्भ हो जाता है। इस ताप पर रूपान्तरण प्रारम्भ होने में सबसे कम समय लगता है। इस बिन्दु T-T-T आरेख का नोज (Nose) कहते हैं।
4. 500°C से कम ताप पर ऑस्टेनाइट, बेनाइट (Bainite) संरचना में रूपान्तरित हो जाता है। जैसे-जैसे ताप कम होता है, बेनाइट की संरचना दानेदार से सुई के आकार में बदलने लगती है। इससे इस्पात कठोर एवं भंगुर होने लगता है। ताप (θ_3) पर रूपान्तरण चित्र 7.3 में प्रदर्शित किया गया है।

5. नोज (500°C) के ऊपर रूपान्तरण मे कम समय लगता है और नोज (Nose) के नीचे ताप पर रूपांतरण में अधिक समय लगता है, क्योंकि T-T-T आरेख में 500°C के नीचे फैलाव आता है।

6. 220°C के नीचे T-T-T-आरेख में रूपान्तरण प्रारम्भ होने का कोई आरेख नहीं है। इस ताप के नीचे कार्बन-इस्पात (ऑस्टेनाइट) एकाएक (Instantaneously) मारटेन्साइट (Martensite) संरचना में रूपांतरित हो जाता है। मारटेन्साइट रूपांतरण 220°C के नीचे हो जाता है।

T-T-T आरेख का महत्त्व (Importance of T-T-T diagram)

इस आरेख के महत्त्व निम्न हैं—

1. इससे इस्पात के शीतलन में ऑस्टेनाइट के विघटन या रूपांतरण तापक्रमों का पता चलता है।
2. इससे रूपांतरण अवधि की जानकारी मिलती है।
3. इससे विभिन्न तापक्रमों पर रूपांतरण के फलस्वरूप प्राप्त इस्पात की संरचनाओं की जानकारी मिलती है।
4. इससे ऊष्मा उपचार के लिए शीतलन तापमान, शीतलन अवधि एवं शीतलन की दर की जानकारी मिलती है।
5. इससे ऊष्मा उपचार का इस्पात पर प्रभाव के बारे में जानकारी मिलती है।
6. इससे इस्पात की वांछित संरचना प्राप्त करने के लिए ऊष्मा उपचार क्रियाओं के नियंत्रण के लिए आवश्यक जानकारी प्राप्त होती है।
7. इससे इस्पात की मारटेन्साइट संरचना प्राप्त करने के लिए शीतलन तापमान तथा शीतलन अवधि का पता चलता है।
8. इससे शीतलन दर का इस्पात के रूपांतरण पर प्रभाव का अध्यनन किया जा सकता है।

■ 7.9 शीतलन की दर का ऑस्टेनाइट के रूपांतरण पर प्रभाव (Effect of Cooling Rate on Transformation of Austenite Steel)

ऑस्टेनाइट के रूपांतरण पर शीतलन की दर के प्रभाव को अग्र चित्र 7.4 द्वारा समझा जा सकता है—

शीतलन वक्र (1)—बहुत मन्द शीतलन पद (Very slow cooling rate), यह एनीलिंग (Annealing) के लिए उपयोगी होता है। इससे प्राप्त संरचना मोटा पियरलाइट (Coarse Pearlite) होती है। इसकी कठोरता कम होती है। इसमें चीमड़पन एवं तन्यता होती है।

शीतलन वक्र (2)—इसमें शीतलन दर वक्र (1) की अपेक्षा ज्यादा होती है। इसमें रूपान्तरण की अवधि (Transformation Period) $t_{2f} - t_{2i}$ वक्र (1) से ज्यादा होती है। इससे प्राप्त संरचना मध्यम पियरलाइट (Medium pearlite) होती है। इसकी कठोरता अपेक्षाकृत मोटे पियरलाइट से ज्यादा होती है। इस शीतलन वक्र का उपयोग नार्मलाइजिंग (Normalising) में किया जाता है।

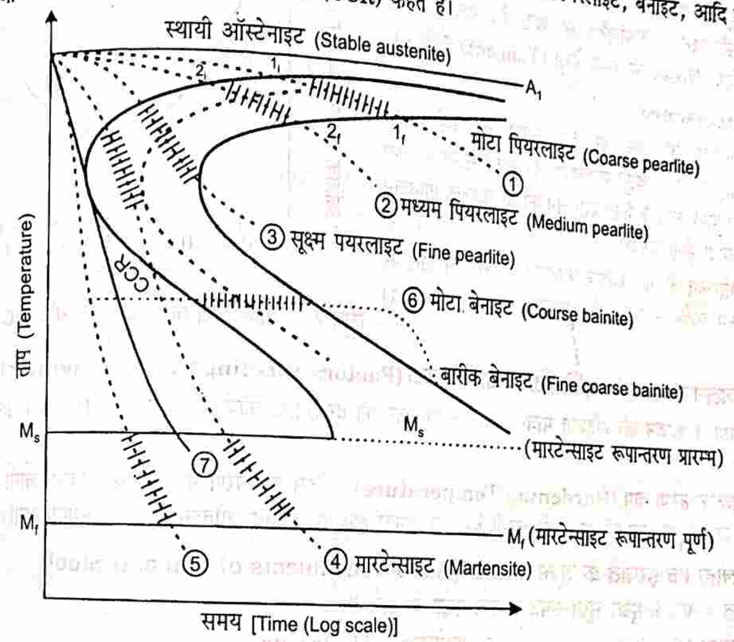
शीतलन वक्र (3)—यह इस्पात को तेल में ठण्डा करने पर प्राप्त शीतलन की दर है। इसमें ऑस्टेनाइट बारीक (Fine) पियरलाइट में रूपान्तरित हो जाता है।

शीतलन वक्र (4)—इस शीतलन की दर पर ऑस्टेनाइट का कुछ भाग पियरलाइट में और कुछ भाग मारटेन्साइट (Martensite) में रूपान्तरित हो जाता है।

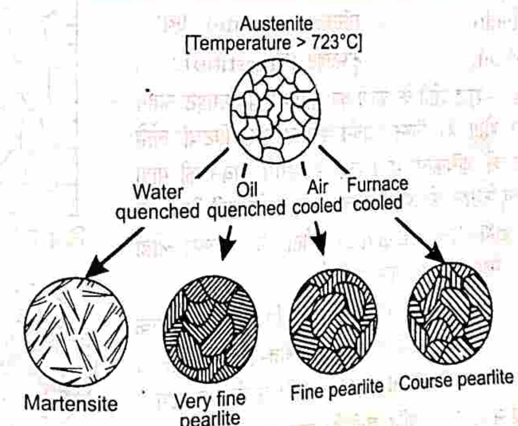
शीतलन वक्र (5)—यह उच्च शीतलन की दर है, जिस पर 100% ऑस्टेनाइट निम्न ताप पर मारटेन्साइट संरचना में रूपांतरित हो जाता है। यह शीतलन की दर T-T-T वक्र के नोज (Nose) के बायीं तरफ से निकल जाती है। इसकी वजह से ऑस्टेनाइट मारटेन्साइट में रूपांतरित हो जाता है। यह बहुत कठोर एवं भंगुर होता है।

शीतलन वक्र (5-6)—इस शीतलन वक्र से बेनाइट (Bainite) संरचना का इस्पात प्राप्त किया जाता है। इसमें ऑस्टेनाइट इस्पात तीव्र शीतलन दर से ठण्डा किया जाता है और मारटेन्साइट रूपान्तरण ताप से अधिक ताप पर कुछ देर के लिए रखा जाता है। इससे पूरा ऑस्टेनाइट, बेनाइट में रूपांतरित हो जाता है। बेनाइट, मारटेन्साइट से कम तथा पियरलाइट से ज्यादा कठोर होता है।

शीतलन वक्र (7)—यह शीतलन वक्र T-T-T आरेख के नोज (Nose) को स्पर्श करती है। इससे ज्यादा शीतलन की दर पर केवल मारटेन्साइट प्राप्त किया जाता है। इससे कम शीतलन की दर पर पियरलाइट, बेनाइट, आदि की संरचना प्राप्त की जा सकती है। इसे क्रांतिक शीतलन दर (CCR) कहते हैं।



चित्र 7.4. (a) रूपान्तरण आरेख और सूक्ष्म संरचना



चित्र 7.4. (b) शीतलन दर का सूक्ष्म संरचना पर प्रभाव

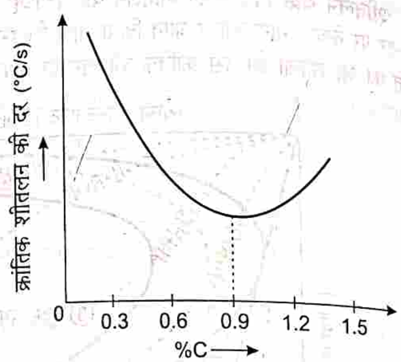
क्रांतिक शीतलन दर (Critical Cooling Rate, CCR)

यह न्यूनतम शीतलन की दर है, जिस पर ऑस्टेनाइट, 100% मारटेन्साइट में रूपांतरित हो जाता है। यह T-T-T आरेख के नोज (Nose) पर स्पर्श रेखा (Tangent) होती है।

महत्त्व (Importance)

1. क्रांतिक शीतलन की दर इस्पात के कठोरीकरण (Hardening) के लिए बहुत महत्त्वपूर्ण है। मारटेन्साइट संरचना (बहुत कठोर) प्राप्त करने के लिए शीतलन की दर क्रांतिक शीतलन की दर से ज्यादा होनी चाहिए।

2. शीतलन की दर क्रांतिक शीतलन दर से कम होने पर अपेक्षाकृत कम कठोर संरचना (जैसे पियरलाइट, बेनाइट आदि) प्राप्त होती है।



चित्र 7.5. क्रांतिक शीतलन की दर और %C का ग्राफ

क्रांतिक शीतलन की दर को प्रभावित करने वाले कारक (Factors affecting Critical Cooling Rate)

1. इस्पात में कार्बन की प्रतिशत मात्रा—क्रांतिक शीतलन की दर 0.9% कार्बन वाले इस्पात की सबसे कम होती है (चित्र 7.5)।

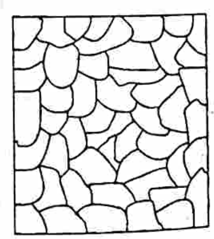
2. कठोरीकरण ताप (Hardening Temperature)—जिस वातावरण में कठोरीकृत किया जाता है, उसके ताप पर भी क्रांतिक शीतलन की दर निर्भर करती है। ताप ज्यादा होने पर क्रांतिक शीतलन की दर ज्यादा होगी।

■ 7.10 लोहा एवं इस्पात के सूक्ष्म-संघटक (Micro-Constituents of Iron and Steel)

लोहा एवं इस्पात के मुख्य सूक्ष्म-संघटक निम्न प्रकार के होते हैं—

1. फेराइट (Ferrite),
2. सीमेंटाइट (Cementite),
3. ऑस्टेनाइट (Austenite),
4. पियरलाइट (Pearlite),
5. मारटेन्साइट (Martensite),
6. बेनाइट (Bainite),
7. सॉरबाइट (Sorbite), एवं
8. ट्रूस्टाइट (Troostite)।

1. फेराइट (Ferrite)—शुद्ध लोहे के कणों को सामान्यतया फेराइट कहते हैं। यह लगभग कार्बन रहित होता है। निम्न कार्बन इस्पात तथा पिटवाँ लोहे (Wrought iron) में फेराइट की अधिकतम मात्रा होती है। इसमें कार्बन की मात्रा लगभग नगण्य होती है। इसलिए फेराइट को ऊष्मा उपचार द्वारा कठोर नहीं किया जा सकता। यह मृदु (Soft) तथा तन्य (Ductile) होता है। एल्फा-लोहा (Alpha-iron) में फेराइट की मात्रा 99.9% तक होती है।

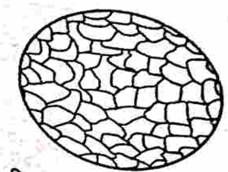

चित्र 7.6. फेराइट (Ferrite)

2. सीमेन्टाइट (Cementite)—यह लोहे तथा कार्बन का रासायनिक यौगिक है। लोहा तथा कार्बन रासायनिक रूप से मिलकर लौह-कार्बाइड (Iron carbide, Fe_3C) की रचना करते हैं जो अत्यन्त कठोर होता है। कार्बन की मात्रा में वृद्धि के अनुसार सीमेन्टाइट की मात्रा में भी वृद्धि होती है। ढलवाँ लोहे की कठोरता तथा भंगुरता (Brittleness) सीमेन्टाइट की उपस्थिति के कारण ही होती है। यह हाइपोयूटेक्टॉयड इस्पात के उच्च क्रांतिक ताप से नीचे के ताप पर रूपांतरण से प्राप्त होता है।

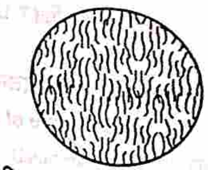
चित्र 7.7. सीमेंटाइट (Cementite)

इस्पात में सीमेन्टाइट की उपस्थिति से कठोरता में वृद्धि होती है परन्तु तनन सामर्थ्य में कमी हो जाती है। यह कठोर एवं भंगुर (Brittle) होता है।

सीमेन्टाइट के भारात्मक संघटन (Composition by weight) के अनुसार लोहे के 14 भाग, कार्बन के एक भाग से मिलकर 15 भाग सीमेन्टाइट बनाते हैं अर्थात् इसमें 93.33% लोहा तथा 6.67% कार्बन होता है।

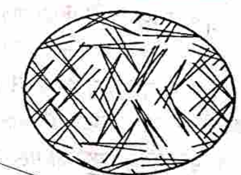

चित्र 7.8. ऑस्टेनाइट (Austenite)

3. ऑस्टेनाइट (Austenite)—उच्च तापमानों (900°C से 1400°C के बीच) पर कार्बन (लौह-कार्बाइड Fe_3C) तथा गामा लोहे का ठोस-विलयन (Solid solution) ऑस्टेनाइट कहलाता है। यह अचुम्बकीय (Non- magnetic) पदार्थ है। ऑस्टेनाइट में कार्बन की विलेयता अधिकतम 2% तक होती है। सामान्य ताप पर यह स्थायी नहीं होता है। यह विशेष परिस्थितियों में ही सामान्य ताप पर ऑस्टेनाइट संरचना में होता है। यह तन्य (Ductile) होता है।


चित्र 7.9. पियरलाइट (Pearlite)

4. पियरलाइट (Pearlite)—यह फेराइट तथा सीमेन्टाइट का समांग मिश्रण (Mixture) है। यह यूटेक्टायल मिश्रण है। इसमें लगभग 0.8% कार्बन होता है। इसमें सीमेन्टाइट एवं फेराइट लेमीनेटेड रहते हैं। इसकी तन्यता बहुत अच्छी होती है।

5. मारटेन्साइट (Martensite)—यह अत्यन्त कठोर पदार्थ है। यह उच्च-कार्बन इस्पात को क्रान्तिक-तापमान (Critical temperature) से अधिक ताप से द्रुतशीतलन (Quick cooling) के फलस्वरूप प्राप्त होता है। इसकी संरचना सुई (Needle) जैसी होती है। यह इस्पात के क्रांतिक ताप से अधिक ताप पर गर्म करने के बाद 180°C से 250°C के बीच रूपांतरण से प्राप्त होता है।


चित्र 7.10. मारटेन्साइट (Martensite)

मारटेन्साइट, इस्पात को कठोरता तथा भंगुरता प्रदान करता है परन्तु इससे इस्पात की तन्यता कम हो जाती है।

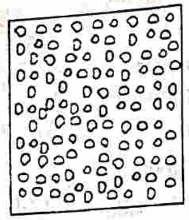
6. बेनाइट (Bainite)—बेनाइट, ऑस्टेनाइट के 300°C-500°C के बीच समतापी (Isothermal) रूपान्तरण से प्राप्त होता है। यह तापमान पियरलाइट रूपांतरण से कम तथा मारटेन्साइट रूपान्तरण ताप से ज्यादा होता है। बेनाइट की संरचना सुई के आकार की होती है। यह मारन्टेसाइट की तरह कठोर होता है परन्तु इसमें चीमड़पन (Toughness) भी होता है।

चित्र 7.11. बेनाइट (Bainite)

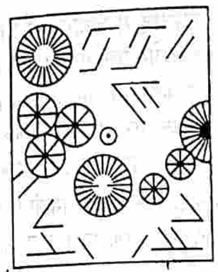
7. सॉरबाइट (Sorbite)—पूर्ण कठोरीकृत इस्पात को जब 450°C-680°C के बीच गरम किया जाता है तो सॉरबाइट की रचना होती है। सॉरबाइट से इस्पात की तनन-सामर्थ्य (Tensile strength) तथा चीमड़पन (Toughness) बढ़ जाती है। (चित्र 7.12)

8. ट्रूस्टाइट (Troostite)—ट्रूस्टाइट इस्पात की संरचना, इस्पात को उच्च तापमान से द्रुत-शीतलन करते समय रूपांतरण-अवस्था (Transformation period) में प्राप्त होता है। इसकी कठोरता मार्टेन्साइट (Martensite) की तुलना में कम होती है। कठोरीकृत-इस्पात में मार्टेन्साइट की मात्रा को टेम्परिंग (Tempering) द्वारा कम करने के फलस्वरूप भी ट्रूस्टाइट की रचना होती है। इस प्रकार इस्पात में ट्रूस्टाइट की रचना दो प्रकार से होती है—

(i) इस्पात की रूपान्तरण-अवस्था द्वारा।
(ii) कठोरीकृत इस्पात में टेम्परिंग द्वारा मारटेन्साइट की मात्रा कम करने पर।



चित्र 7.12. सॉरबाइट



चित्र 7.13. ट्रूस्टाइट

■ 7.11 इस्पात की सूक्ष्म संरचना एवं मरटेन्साइट-संरचना में रूपान्तरण (Micro-Structure of Steels and Martensitic Transformation)

कार्बन-इस्पात (Carbon Steel), प्रतिशत कार्बन के आधार पर अलग-अलग प्रकार के होते हैं। मुख्य रूप से इन्हें तीन वर्गों में बाँटा जा सकता है—

1. यूटेक्टॉयड इस्पात (Eutectoid Steel),
2. हाइपो-यूटेक्टॉयड इस्पात (Hypo-eutectoid Steel), एवं
3. हाइपर-यूटैक्टॉयड इस्पात (Hyper-eutectoid Steel)।

इसकी संरचना एवं संघटन (Composition) को चित्र 7.14 द्वारा समझा जा सकता है—

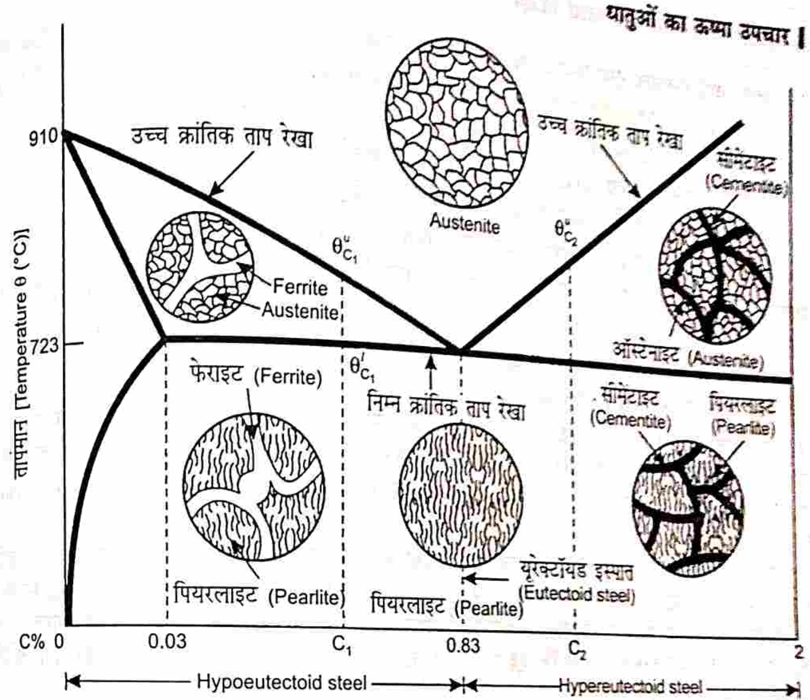
1. यूटेक्टॉयड इस्पात की सूक्ष्म संरचना (Micro-structure of Eutectoid Steel)—यूटेक्टॉयड इस्पात में 0.83% C होती है। इसकी संरचना पियरलाइट की होती है। पियरलाइट में सीमेन्टाइट और फेराइट की एकसार (Uniform) एक के बाद एक परतें होती हैं।

2. हाइपो-यूटेक्टॉयड इस्पात की सूक्ष्म संरचनाएँ (Micro-structures of hypo-eutectoid steel)—निम्न कार्बन इस्पात (0.03 प्रतिशत कार्बन) की संरचना मुख्यतया फेराइट वाली होती है। हल्के रंग में विभिन्न साइज तथा आकार के रेशे मुख्यतया फेराइट के होते हैं। रेशों का साइज तथा आकार रोलिंग (Rolling) या फोंजिंग (Forging) आदि क्रियाओं में विरूपण (Deformation) की मात्रा पर निर्भर करते हैं।

0.03 प्रतिशत से अधिक कार्बन वाले हाइपो-यूटेक्टॉयड इस्पात की संरचना में फेराइट और पियरलाइट का मिश्रण होता है। इस प्रकार के इस्पात की सूक्ष्म संरचना चित्र 7.14 में दिखाई गई है। इसमें पियरलाइट के काले रंग के धब्बे हल्के रंग से फेराइट के साथ स्पष्ट दिखाए गए हैं। जैसे-जैसे कार्बन की प्रतिशत मात्रा बढ़ती है, हाइपो-यूटेक्टॉयड इस्पात में पियरलाइट की मात्रा बढ़ने लगती है।

3. हाइपर-यूटेक्टॉयड इस्पात की सूक्ष्म संरचना (Micro structure of Hyper-eutectoid Steels)—हाइपर-यूटेक्टॉइड इस्पात में कार्बन की प्रतिशत मात्रा 0.83% से अधिक होती है। इस प्रकार के इस्पातों में सीमेंटाइट (Cementite) होता है जो हल्के रंग के पियरलाइट संरचना में विद्यमान होता है। इस्पात में सीमेंटाइट की मात्रा कार्बन की मात्रा के साथ बढ़ती जाती है। अधिकतम कार्बन की मात्रा (2 प्रतिशत) वाले हाइपर-यूटेक्टॉयड इस्पात की सूक्ष्म संरचना में लगभग 18% भाग सीमेंटाइट का होता है। सीमेन्टाइट इस्पात को कठोर बनाता है।

मारटेन्साइट संरचना में रूपान्तरण—जब ऑस्टेनाइट इस्पात को तीव्र (Sharp) दर से ठंडा करते हैं, तो वह मारटेन्साइट संरचना में रूपांतरित हो जाता है। मारटेन्साइट बहुत कठोर एवं भंगुर होता है। इस पर मशीनिंग करना आसान नहीं होता है।



चित्र 7.14. कार्बन-इस्पात की सूक्ष्म संरचना (Microstructure of Steel)

■ 7.12 ऊष्मा-उपचार की विधियाँ (Methods of Heat-Treatment)

ऊष्मा-उपचार की मुख्य विधियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) तापानुशीतलन या अनीलिंग (Annealing),
(ii) निर्मलीकरण (Normalising),
(iii) कठोरीकरण (Hardening),
(iv) पायनीकरण या टेम्परिंग (Tempering),
(v) सतह-कठोरीकरण (Surface of Case Hardening),
(vi) काल-कठोरीकरण (Age-Hardening)।

(i) तापानुशीतलन या अनीलिंग (Annealing)—इस विधि में धातु को क्रांतिक ताप के ऊपर या उसके आस-पास के ताप तक गर्म करते हैं, जिससे धातु के ग्रेन (Grains) व्यवस्थित हो जाए। इसके बाद उसे धीरे-धीरे ठण्डा करते हैं। यह बहुत महत्वपूर्ण विधि है एवं इसका सबसे ज्यादा उपयोग होता है। इस विधि को भट्ठी में ठण्डा करते हैं।

उद्देश्य (Purpose)—अनीलिंग मुख्य रूप से निम्न या इनमें से कुछ उद्देश्यों की पूर्ति के लिए किया जाता है—

1. धातु को आन्तरिक प्रतिबलों से मुक्त करना।
2. धातु के भीतर दबी गैसों को निकालना जिससे धातु ब्लो होल (Blow hole) जैसे दोष से मुक्त हो सके।
3. धातु की स्थायी (Stable) सूक्ष्म-संरचना प्राप्त करना।

4. विद्युत तथा चुम्बकीय गुणों में सुधार करना।
5. इस्पात को अन्य ऊष्मा-उपचार क्रियाओं के लिए तैयार करना।
6. धातु की कठोरता (Hardness) को कम करना।
7. धातु की मशीनन-योग्यता (Machinability) में सुधार लाना।
8. धातुओं के यांत्रिक गुणों में सुधार करना, जैसे तन्यता तथा चीमड़पन में वृद्धि करना।
9. धातु के कणों के साइज में आवश्यक परिष्करण (Refinement) लाने के लिए।

प्रकार (Types)—अनीलिंग मुख्य रूप से तीन प्रकार का होता है—

(अ) पूर्ण अनीलिंग (Full Annealing),

(ब) प्रक्रम अनीलिंग (Process Annealing), और

(स) स्ट्रेस रिलीविंग (Stress Relieving)।

(अ) पूर्ण अनीलिंग (Full Annealing)—इस विधि को पूर्ण अनीलिंग इसलिए कहते हैं, क्योंकि इसमें धातु के पहले की संरचना को गर्म करके पूरी तरह से बदल देते हैं। इसमें धातु को उसके क्रांतिक ताप से अधिक ताप पर गर्म करते हैं और इसी ताप पर कुछ देर रखते हैं, जिससे उसकी संरचना बदल जाए। इसके बाद मन्द-गति (Slow rate) से शीतलन करते हैं।

यह विधि मुख्य रूप से लौह धातुओं एवं उसके मिश्र-धातुओं के लिए किया जाता है। इसमें इस्पात को निम्न क्रांतिक ताप से ऊपर तथा उच्च क्रांतिक ताप से नीचे के ताप पर गर्म करके ऑस्टेनाइट संरचना में परिवर्तित करते हैं, इसके बाद धीरे-धीरे ठण्डा करते हैं। इससे हाइपो-यूटेक्टॉइड इस्पात, पियरलाइट एवं फेराइट के मिश्र संरचना में रूपांतरित हो जाता है, जबकि हाइपरयूटेक्टॉयड इस्पात पियरलाइट एवं सीमेंटाइट की मिश्र संरचना में रूपांतरित हो जाता है। पूर्ण अनीलिंग के निम्न लाभ हैं—

1. इस विधि से धातु के कण परिष्कृत (Refine) हो जाते हैं।
2. फोर्जिंग या ढलाई (Casting) में उत्पन्न विकृति (Strain) खत्म हो जाती है।
3. धातु के मशीनेबिलिटी, फार्मेबिलिटी (Formability) आदि गुणों में सुधार आता है।
4. धातु के चुम्बकीय एवं विद्युतीय गुणों में सुधार होता है।
5. कठोरता कम हो जाती हैं एवं तन्यता का गुण विकसित (Develop) हो जाता है।

(ब) प्रक्रम अनीलिंग (Process Annealing)—इस विधि का मुख्य उद्देश्य शीत रूपण (Cold working) के कारण धातु में उत्पन्न विकृति (Strain) एवं सतह कठोरण (Surface hardening) को दूर करना होता है। इससे धातु मुलायम (Soft) हो जाती है एवं फिर से शीत रूपण के लिए तैयार हो जाती है। यह मुख्य रूप से कार्य के दौरान ही किया जाता है। इसका मुख्य उपयोग तार खींचने (Wire-drawing) एवं शीट-मेटल (Sheet Metal) के कार्यों में होता है।

इस विधि में धातु को उसके क्रांतिक ताप से कम ताप तक गर्म करते हैं, जिससे कि उसकी संरचना में कोई परिवर्तन न हो। अर्थात् इस विधि में धातु की आंतरिक संरचना में कोई परिवर्तन नहीं होता है। इसके बाद इसे धीरे-धीरे ठण्डा करते हैं। यह लौह एवं अलौह सभी प्रकार के धातुओं के लिए किया जाता है। इस्पात को 550°C से 650°C के बीच गर्म करते हैं, उसके बाद उसे धीरे-धीरे ठण्डा करते हैं। उसके उसे कण पुनः क्रिस्टलन द्वारा व्यवस्थित हो जाते हैं। इससे धातु की तन्यता (Ductility) बढ़ जाती है।

(स) स्ट्रेस रिलीविंग (Stress Relieving)—इस विधि द्वारा धातु में ढलाई, शीत रूपण (Cold working), वेल्डिंग (Welding), क्वेन्चिंग (Quenching), आदि से उत्पन्न प्रतिबलों (Stresses) को दूर किया जाता है। यह सभी तरह के धातुओं (लौह एवं अलौह धातुओं) पर किया जा सकता है। इस विधि में धातु का उसके गलनांक से एक-तिहाई (One-third) ताप तक गर्म करते हैं और उसके बाद धीरे-धीरे ठण्डा करते हैं। इस विधि में भी ताप कभी भी

धातु के क्रांतिक ताप से ऊपर नहीं जाता है। अतः इसमें कोई अवस्था परिवर्तन नहीं होता है। इस विधि से धातु के कण (Grain) फिर से अपने पुराने आकार (Shape) एवं साइज में आ जाते हैं।

(ii) निर्मलीकरण या नार्मलाइजिंग (Normalising)—यह विधि भी अनीलिंग की तरह ही होती है। इसमें धातु को उसके क्रांतिक ताप से उच्च ताप तक गर्म करते हैं, उसके बाद उसे शांत वायु (Still Air) में ठण्डा करते हैं। इससे धातु के शीतलन की दर (Cooling rate) बढ़ जाती है और अपेक्षाकृत धातु जल्दी ठण्डी हो जाती है। इससे धातु की कठोरता थोड़ी बढ़ जाती है एवं अपेक्षाकृत तन्यता कम हो जाती है। इस विधि से धातु की सामर्थ्य (Strength) एवं मशीनेबिलिटी (Machinability) बढ़ जाती है।

निर्मलीकरण के उद्देश्य (Purpose of Normalising)—निर्मलीकरण निम्न उद्देश्यों की पूर्ति के लिए किया जाता है—

(i) कणों (Grains) के साइज का परिष्करण (Refinement) करने के लिए, जो शीत रूपण से बिगड़ जाते हैं।

(ii) निम्न कार्बन इस्पात की मशीनन-योग्यता (Machinability) को बढ़ाने के लिए।

(iii) मध्यम कार्बन इस्पात की सामर्थ्य को बढ़ाने के लिए।

(iv) आन्तरिक प्रतिबलों को दूर करने के लिए।

(v) वेल्डिंग द्वारा बनी संरचनाओं (Structures) के गुणों में सुधार लाने के लिए।

(iv) पूर्ण अनीलिंग से अधिक कठोर एवं मजबूत इस्पात प्राप्त करने के लिए।

अनीलिंग एवं निर्मलीकरण में अन्तर (Difference between Annealing and Normalising)—

क्र०सं०	अनीलिंग (Annealing)	निर्मलीकरण (Normalising)
1.	इससे धातु की तन्यता बढ़ जाती है।	इससे धातु से आन्तरिक प्रतिबल दूर होते हैं तथा कणों के साइज में सुधार होता है।
2.	धातु मशीनिंग क्रियाओं के लिए तैयार हो जाता है।	धातु विभिन्न संरचनात्मक कार्यों के लिए तैयार किए जाते हैं।
3.	उच्च-कार्बन इस्पात के लिए उपयोगी है।	निम्न तथा मध्यम-कार्बन इस्पात के लिए उपयोगी है।
4.	धातु का भट्टी में ठण्डा किया जाता है। इसमें शीतलन दर कम होती है।	धातु को वायु में कमरे के तापमान पर ठण्डा किया जाता है जिससे अपेक्षाकृत शीतलन की दर ज्यादा होती है।
5.	शीतलन-दर को नियंत्रित कर सकते हैं।	शीतलन-दर को नियंत्रित नहीं कर सकते।
6.	यह क्रिया महँगी तथा जटिल है।	यह क्रिया सस्ती तथा सरल है।
7.	अनीलिंग से प्राप्त धातु अपेक्षाकृत मुलायम होती है।	निर्मलीकरण से प्राप्त धातु अपेक्षाकृत कठोर एवं अधिक सामर्थ्यवान होती है।

(iii) कठोरीकरण (Hardening)—इस ऊष्मा-उपचार की विधि को उपयोग इस्पात (Steel) को द्रुत-शीतलन (Rapid cooling/Quenching) द्वारा कठोर करने में किया जाता है। कठोरीकरण विधि का उपयोग कर्तन टूल्स (Cutting tools), मिश्र इस्पात से बने पार्ट्स (Parts) एवं हेवी ड्यूटी मशीन पार्ट्स (Heavy Duty machine parts) के कठोरीकरण के लिए किया जाता है।

कठोरीकरण के उद्देश्य (Purpose of Hardening)—कठोरीकरण एवं उसके बाद पायनीकरण (Tempering) निम्न उद्देश्यों की पूर्ति के लिए किया जाता है—

1. धातु को कठोर बनाकर घर्षण प्रतिरोधी (Wear resistant) बनाना एवं उसे दूसरी धातुओं को काटने (मशीनिंग) योग्य बनाना।
2. धातु की प्रत्यास्थता (Elasticity), सामर्थ्य एवं चीमड़पन (Toughness) में सुधार करना।

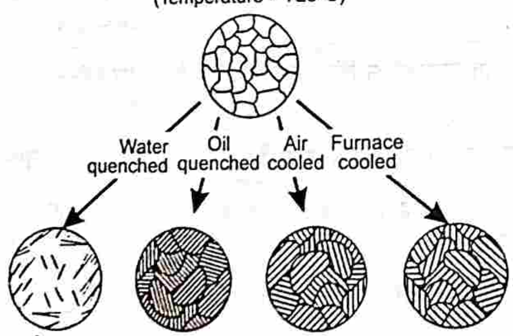
कठोरीकरण की विधि (Process of Hardening)—कठोरीकरण 0.35% से 0.70% तक कार्बन प्रतिशत वाले इस्पात का ही किया जा सकता है। मुख्य रूप से कठोरीकरण तीन चरणों में पूरा होता है—

1. इस्पात को उसके क्रांतिक ताप से अधिक ताप पर गर्म करना।
2. इस ताप पर इस्पात को पर्याप्त (Sufficient) समय तक रखना।
3. द्रुत-शीतलन (Rapid cooling/Quenching) द्वारा ठण्डा करना।

इस्पात की कठोरता (Hardness) को प्रभावित करने वाले कारक

1. इस्पात में कार्बन की प्रतिशत मात्रा—कार्बन की प्रतिशत मात्रा ज्यादा होने पर उसके कठोर होने की सम्भावना अधिक होती है।

2. शीतलन के माध्यम की प्रकृति (Nature) **एवं गुण**—5% से 10% कास्टिक सोडा का घोल, 5% से 20% नमक का घोल, ठण्डा पानी, गर्म पानी, खनिज तेल, वनस्पति तेल, हवा, आदि शीतलन माध्यम के रूप में उपयोग होते हैं। इसमें कास्टिक सोडा के घोल में शीतलन दर सबसे तेज होता है। हवा में शीतलन दर सबसे कम होता है। शीतलन दर और शीतलन माध्यम के प्रभाव को चित्र 7.15 द्वारा समझ सकते हैं—



	मारटेन्साइट	अतिसूक्ष्म पियरलाइट	सूक्ष्म पियरलाइट	स्थूल पियरलाइट
कठोरता (रॉकवेल)	65	35	25	15
तन्यता सामर्थ्य (N/mm^2)	175×10^4	112×10^4	88×10^4	52×10^4

चित्र 7.15. शीतलन माध्यम एवं शीतलन दर

3. शीतलन ताप (Quenching temperature)

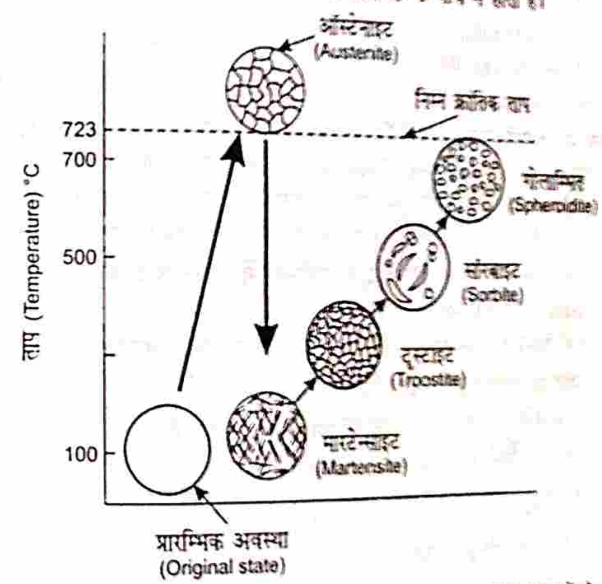
4. एजीटेशन की डिग्री (Degree of agitation)—धातु-खण्ड की गति की दर या शीतलन माध्यम के बहाव (Flow) की दर अधिक होने पर, धातु खण्ड जल्दी ठण्डा हो जाता है।

5. एलॉयिंग तत्त्व (Alloying element) की उपस्थिति—इस्पात में एलॉयिंग तत्त्व होने पर उसमें अधिक गहराई (Depth) तक कठोरीकरण हो जाता है।

द्रुत-शीतलन के कारण धातु अत्यधिक कठोर एवं भंगुर (Brittle) हो जाता है। कभी-कभी उसमें आन्तरिक प्रतिबल भी विकसित हो जाते हैं।

(iv) पायनीकरण या टेम्परिंग (Tempering)—कठोरीकरण द्वारा प्राप्त इस्पात भंगुर एवं कठोर होता है। इसमें आन्तरिक प्रतिबल भी होता है। इसे उपयोगी बनाने के लिए पायनीकरण द्वारा इस्पात की भंगुरता कम किया जाता है तथा इसे आन्तरिक प्रतिबलों (Internal stresses) से भी मुक्त किया जाता है।

इस विधि में कठोरीकरण से प्राप्त मार्टेन्साइट संरचना को इस्पात के निम्न क्रांतिक ताप से कम ताप पर गर्म करके ऊष्मा उपचार किया जाता है। इससे इस्पात के सामर्थ्य में थोड़ी कमी आती है। लेकिन उसकी भंगुरता बहुत कम हो जाती है। इस्पात में चीमड़पन (Toughness) एवं तन्यता (Ductility) का गुण विकसित हो जाता है। टेम्परिंग (पायनीकरण) द्वारा विभिन्न ताप पर प्राप्त सूक्ष्म संरचना एवं उसके लिए आवश्यक ताप का निर्धारण नीचे दिए गए चित्र 7.16 की सहायता से किया जा सकता है। पायनीकरण ताप 260°C से 600°C के बीच में होता है।



चित्र 7.16. मारटेन्साइट का पायनीकरण (Tempering of Martensite)

पायनीकरण के उद्देश्य (Objectives/Purpose of tempering)—कठोरित इस्पात पर पायनीकरण क्रिया निम्नलिखित उद्देश्यों की पूर्ति के लिए की जाती है—

1. तन्यता (Ductility) तथा चीमड़पन (Toughness) में वृद्धि करने के लिए।
2. आंतरिक-प्रतिबलों (Internal stresses) से मुक्त करने के लिए।
3. धातु की संरचना में स्थायित्व लाने के लिए।
4. धातु से कठोरता एवं भंगुरता (Brittleness) कम करने के लिए।

टेम्परिंग का सिद्धान्त (Principle of Tempering)—कठोर इस्पात का मुख्य घटक मार्टेन्साइट होता है जो इस्पात की कठोरता के लिए उत्तरदायी है। पायनरीकरण क्रिया के द्वारा कठोरता को कम किया जाता है। लगभग 260°C

पर मारटेन्साइट का विघटन प्रारम्भ हो जाता है। जिन तापमानों पर मारटेन्साइट का विघटन आरम्भ हो जाता है उसे पायनीकरण ताप (Tempering temperature) कहते हैं। जैसे-जैसे पायनीकरण तापमानों में बढ़ोतरी होती है, मारटेन्साइट के विघटन की दर में भी वृद्धि होती है। 260°C से 600°C के बीच में कठोर इस्पात से मारटेन्साइट का विघटन होने लगता है और इस्पात में सीमेंटाइट पृथक् होने लगता है। इससे इस्पात की कठोरता कम होने लगती है। टेम्परिंग के बाद प्राप्त इस्पात की संरचना एवं उसके संगत ताप चित्र 7.16 में प्रदर्शित है।

इस्पात के मिश्रकारक अवयव उसकी कठोरता से कम होने की दर को रोकते हैं। इस कारण मिश्र-धातुओं (Alloys) के पायनीकरण तापमान साधारण इस्पात की अपेक्षा अधिक होते हैं।

(v) सतह कठोरीकरण (Case Hardening)—निम्न कार्बन-इस्पात (Low carbon steel) को कठोर एवं अधिक सामर्थ्यवान बनाने के लिए सतह या पृष्ठ कठोरीकरण किया जाता है। क्योंकि निम्न कार्बन इस्पात का किसी दूसरी विधि द्वारा कठोरीकरण नहीं किया जा सकता है। इस विधि में इस्पात में अन्य तत्वों (कार्बन, नाइट्रोजन, आदि) का डिफ्यूजन (Diffusion) किया जाता है, जिससे इस्पात की सतह कठोर हो जाती है। इसमें इस्पात के अन्दर का भाग मृदु (Soft) ही रहता है।

सतह कठोरीकरण के लिए निम्नलिखित प्रक्रियाओं (Processes) का उपयोग किया जाता है—

(अ) कार्बुराइजिंग (Carburizing),

(ब) नाइट्रोजनीकरण (Nitriding), एवं

(स) सायनाइडीकरण (Cyaniding)।

(अ) कार्बुराइजिंग या कार्बुनीकरण—इस विधि में निम्न कार्बन इस्पात (जिसमें कार्बन की प्रतिशत मात्रा 0.2% से कम होती है) को हवारोधी (Air tight) कक्ष (Chamber) में कार्बनमय वातावरण में उच्च क्रांतिक ताप तक गर्म करते हैं। इस ताप पर इस्पात को 4 से 10 घण्टे तक रखते हैं। समय का निर्धारण आवश्यक (वांछित) सतह कठोरीकरण की गहराई पर निर्भर करता है। इसके फलस्वरूप वातावरण में उपस्थित कार्बन, इस्पात से अभिक्रिया कर Fe_3C (सीमेन्टाइट, आयरन कार्बाइड) बना लेता है। सीमेन्टाइट की उपस्थिति से इस्पात कठोर हो जाता है। इसके बाद इस्पात को द्रुत शीतलन (Quenching) द्वारा ठण्डा कर लिया जाता है।

कार्बुराइजर के रूप में कैल्शियम कार्बोनेट ($CaCO_3$), कोयले का चूर्ण, कोलतार, लकड़ी का बुरादा (Wood dust), मेथेन, प्रोपेन, आदि का उपयोग किया जाता है।

कार्बुनीकरण में निम्न अभिक्रियाओं द्वारा सीमेन्टाइट (Cementite) बनता है—

1. उच्च ताप पर कार्बन ऑक्सीकृत होकर CO_2 बनाता है।

2. $2CO \rightleftharpoons CO_2 + C$

3. $2CO + 3Fe \rightleftharpoons Fe_3C + CO_2$

इस विधि से गियर, कैमशाफ्ट (Camshaft), बियरिंग (Bearings), आदि का सतह कठोरीकरण करते हैं।

(ब) नाइट्रोजनीकरण (Nitriding)—इस विधि में कार्बन के स्थान पर नाइट्रोजन को कठोरीकरण कारक (Agent) के रूप में उपयोग किया जाता है। इस प्रक्रम (Process) में इस्पात को कार्बुराइजिंग ताप से एक तिहाई ($\frac{1}{3}$) से आधे (Half) ताप पर गर्म करते हैं। यह तापन एक वायुरोधी (Air tight) कक्ष में अमोनिया (NH_3) के वातावरण में करते हैं। इस्पात को इस ताप पर कार्बुराइजिंग की अपेक्षा दोगुने समय तक रखते हैं और इसके बाद इस्पात को उसी कक्ष में ठण्डा होने देते हैं। NH_3 (अमोनिया) 500°C या इससे अधिक ताप पर विघटित हो जाता है।

$$3NH_3 \rightarrow 2N + 3H_2$$

नाइट्रोजन, लोहा से अभिक्रिया करके नाइट्राइट बना लेता है, जो कठोर होता है। सामान्यत: ऐल्यूमिनियम (Al), क्रोमियम (Cr), वेनेडियम (V), मॉलिब्डेनमयुक्त मिश्र-धातुओं का नाइट्रोजीकरण करते हैं।

इस विधि का उपयोग हवाई जहाज के इंजन के पार्ट्स, वाल्व सीट (Valve seat), क्लच (Clutch), मैन्ड्रेल (Mandrels), पम्प शाफ्ट, गेज (Gauge), क्रैंक पिन, आदि के सतह-कठोरकरण के लिए किया जाता है।

नाइट्रोजनीकरण में अवस्था परिवर्तन नहीं होता है, क्योंकि इस्पात को 500°C से 650°C के बीच में गर्म किया जाता है। इससे प्राप्त सतह अत्यन्त कठोर एवं घर्षण प्रतिरोधी (Wear resistant) होता है। इसमें अपेक्षाकृत अधिक समय लगता है।

(स) सायनाइडीकरण (Cyaniding)—इस विधि (Process) में इस्पात में कार्बन और नाइट्रोजन दोनों को ही मिलाया जाता है, जिससे इस्पात कठोर हो जाता है। इस विधि से निम्न कार्बन इस्पात और मध्यम कार्बन इस्पात दोनों का ही सतह कठोरीकरण कर सकते हैं। सामान्यत: 0.35% से अधिक कार्बन प्रतिशत वाले इस्पात का सतह-कठोरीकरण इस विधि द्वारा करते हैं।

इस विधि में इस्पात को पिघले हुए सायनाइड के वातावरण में 800°C से 900°C तक गर्म करते हैं एवं इसी ताप पर कुछ देर तक छोड़ देते हैं। इसके बाद द्रुत शीतलन (Quenching) द्वारा ठण्डा कर लेते हैं। बाथ (Bath) या कक्ष में सायनाइडीकरण माध्यम के रूप में 30% सोडियम सायनाइड (NaCN), 40% सोडियम कार्बोनेट ($NaCO_3$) एवं 30% सोडियम क्लोराइड (NaCl) का उपयोग होता है। सामान्यत: 850°C पर 0.125 मिमी सतह कठोरीकरण के लिए 15 मिनट का समय लगता है। इस्पात गर्म करने के दौरान नाइट्राइड बना लेता है और उसके बाद तीव्र-शीतलन (Quenching) के दौरान कार्बाइड (Fe_3C) बना लेता है।

सायनाइडीकरण के लाभ (Advantages of Cyaniding)

1. इस विधि में इस्पात की चमक (Brightness) बनी रहती है।
2. पदार्थ की सतह पर किसी प्रकार का विरूपण (Distortion) नहीं होता है।
3. पदार्थ के खोल (Case) का कठोरीकरण एकसमान (Uniform) होता है।

(vi) काल कठोरीकरण (Age Hardening)—कठोरीकरण की यह विधि केवल उन मिश्र धातुओं (Alloys) के लिए है, जो सामान्य ताप (Room temperature) पर दो-अवस्थाओं (Two phases) में पाये जाते हैं और इन्हें गर्म करके एक-अवस्था (Single phase) में लाया जा सकता है। इस विधि को अवक्षेप (Precipitation) कठोरीकरण भी कहते हैं।

इस विधि से ऐल्यूमिनियम-ताँबा (Al–Cu) के मिश्र-धातु, ऐल्यूमिनियम-चाँदी (Al–Ag) के मिश्र धातु, ऐल्यूमिनियम मैग्नीशियम (Al–Mg) के मिश्र-धातु, ताँबे के मिश्र धातु, आदि का कठोरीकरण करते हैं।

अतिसंतृप्त (Supersaturated) घोल (Solution) को उच्च ताप पर गर्म करने पर अवक्षेपण (Precipitation) हो जाता है, जिसे द्रुत-शीतलन (Quenching) द्वारा ठण्डा करके पदार्थ का कठोरीकरण करते हैं। यह विधि समय और ताप दोनों पर बहुत निर्भर करती है। उच्च ताप पर अवक्षेपण जल्दी पूरा होता है और निम्न ताप पर इसमें बहुत समय लगता है।

7.13 कुछ अन्य ऊष्मा-उपचार विधियाँ

1. आस्टेम्परिंग (Austempering)—इस विधि में इस्पात का क्रांतिक तापमान से कुछ ऊपर गरम किया जाता है तथा उपयुक्त द्रव माध्यम (लवण, सीसा, आदि) के पात्र में 260°C से 300°C तापमान पर ठण्डा किया जाता है। इस ताप पर इस्पात को पर्याप्त समय तक रखा जाता है जिससे **समतापी रूपांतरण** (Isothermal transformation) हो सके। समतापी-रूपान्तरण के फलस्वरूप इस्पात की संरचना ऑस्टेनाइट से मारटेन्साइट में न होकर बेनाइट (Bainite) की संरचना हो जाती है। यह इस्पात में कठोरता के साथ-साथ तन्यता भी प्रदान करता है। इससे धातु चीमड़ (Tough) भी हो जाती है।

ऑस्टेम्परिंग के लाभ (Advantages)

(i) इससे आन्तरिक प्रतिबल (Residual stresses) अपेक्षाकृत कम हो जाता है।

(ii) इस्पात में दरार (Cracks) पड़ने की सम्भावना कम रहती है।

(iii) विरूपण (Distortion) तथा ऐंठन (Warping) जैसे उत्पन्न नहीं होते।

(iv) इस प्रक्रिया के बाद किसी और ऊष्मा-उपचार की आवश्यकता नहीं पड़ती है।

2. मारटेम्परिंग (Martempering)—इस क्रिया में इस्पात को सर्वप्रथम क्रान्तिक-तापमान से थोड़ा ज्यादा गरम करके पिघले लवण-पात्र (Salt-bath) में द्रुत-शीतलन द्वारा 180°C से 300°C के बीच ठण्डा किया जाता है। इस तापमान पर कुछ समय तक रखने के पश्चात् इस्पात को पात्र से निकालकर हवा (Air) में धीरे-धीरे ठण्डा किया जाता है। पात्र में एक ही तापमान पर इस्पात को इतने समय तक रखना चाहिए कि उनका तापमान पूरी संरचना में समान हो जाए परन्तु ऑस्टेनाइट का विघटन न होने पाए। पात्र से निकालने के पश्चात् कमरे के तापमान पर जब इस्पात को धीरे-धीरे ठण्डा होने का समय मिलता है तो ऑस्टेनाइट का रूपान्तरण मारटेन्साइट में हो जाता है।

मारटेम्परिंग का मुख्य उद्देश्य विरूपण (Distortion), दरारें (Cracks), आन्तरिक प्रतिबलों (Internal stresses), आदि दोषों को कम करना होता है।

मारटेम्परिंग के लाभ (Advantages)—इस विधि से इस्पात में—

(i) विरूपण तथा ऐंठन की सम्भावना कम होती है।

(ii) आयतनिक परिवर्तन कम होते हैं।

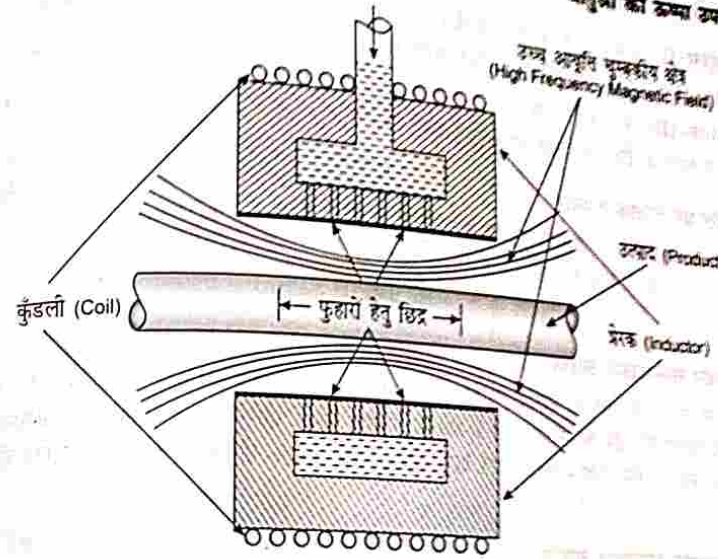
(iii) दरारों तथा आन्तरिक प्रतिबलों के उत्पन्न होने की सम्भावना कम होती है।

आस्टेम्परिंग और मारटेम्परिंग में अन्तर
(Difference between Austempering and Martempering)

क्र०सं०	आस्टेम्परिंग (Austempering)	मारटेम्परिंग (Martempering)
1.	इस विधि में इस्पात का रूपांतरण समतापी होता है।	इस विधि में इस्पात का रूपांतरण दो चरणों में सतत (Continuous) होता है।
2.	इस्पात की संरचना बेनाइट (Bainite) की होती है।	इस्पात की संरचना मारटेन्साइट की होती है।
3.	इसमें इस्पात के प्रत्येक भाग की संरचना एक जैसी होती है।	इस्पात की सतह की संरचना मारटेन्साइट की होती है जबकि अन्दर (Core) की संरचना ऑस्टेनिटिक होती है।
4.	इससे इस्पात में कठोरता के साथ-साथ चीमड़पन और तन्यता का गुण भी विकसित होता है।	इससे इस्पात में कठोरता का गुण विकसित होता है।

3. प्रेरणक कठोरण (Induction Hardening)—यह एक सतह कठोरीकरण का प्रक्रम है, जिसमें इस्पात की सतह को कठोर व घिसन प्रतिरोधी बनाया जाता है जबकि क्रोड मृदु ही बनी रहती है। इस प्रक्रम में बड़े पैमाने पर तथा कम समय में ही कठोरीकरण किया जा सकता है। आजकल कारखानों में ओटोमोबाइल के पुर्जे, क्रैंक शाफ्ट, केम शाफ्ट, गियर, आदि के लिए इसी विधि को उपयोग में लाया जाता है। प्रेरण कठोरण की विधि को चित्र 2.17 की सहायता से समझा जा सकता है।

इस विधि में कुण्डलियों (Coils) में उच्च आवृति (High frequency) की प्रत्यावर्ती धारा को प्रवाहित कराया जाता है। कुण्डलियों के मध्य में उत्पाद (Product) को रखा जाता है, अत: ये प्रेरण ऊष्मा से गर्म हो जाते हैं। साथ ही साथ पानी का फुहार से द्रुत शीतलन (Quenching) भी किया जाता है। इस प्रकार से प्राप्त कठोरीकृत पृष्ठ की गहराई 0.1 से 0.8 मिमी तक होती है। इस क्रिया की विशेषता यह है कि 3 मिमी की गहराई तक इस्पात की सतह को गर्म होने में कुछ ही सेकण्ड लगते हैं। प्लेन कार्बन व एलॉय इस्पात के लिए कठोरीकरण ताप 760°C से 820°C के बीच होता है।



चित्र 7.17. प्रेरण-कठोरता

सारांश

धातु या मिश्र-धातु को ठोस अवस्था में नियंत्रित तापन एवं शीतलन की प्रक्रियाओं द्वारा उनके गुणों में आवश्यक परिवर्तन लाने को ऊष्मा उपचार कहते हैं। ऊष्मा उपचार का मुख्य उद्देश्य मशीनन क्षमता, यांत्रिक गुणों में वृद्धि आदि होता है।

ऊष्मा उपचार धातु के घटकों, धातु को गर्म तथा ठण्डा करने की दर आदि पर निर्भर करता है।

लोहे तथा स्टील के सूक्ष्म घटक

(i) फैराइट	(vi) सीमेन्टाइट
(ii) पियरलाइट	(vii) लेडेबुराइट
(iii) ऑस्टेनाइट	(viii) बेनाइट
(iv) मारटेन्साइट	(ix) ट्रस्टाइट
(v) सॉरबाइट	(x) अपररूपी स्वरूप

शुद्ध लोहे का शीतलन वक्र

शुद्ध लोहा दो अपर रूपों में पाया जाता है। एक BCC संरचना (α- एवं δ-लोहा) तथा दूसरा FCC संरचना (γ-लोहा)। इसमें लोहे का परिवर्तन सामान्यत: तीन चरणों में होता है—

(I) **चरण-I—1537°C से 1400°C के बीच**

इस चरण के दौरान बने लोहे को δ-लोहा कहते हैं।

(II) **चरण-II**—1400°C से 910°C के बीच

इस चरण के दौरान बने लोहे को γ-लोहा कहते हैं।

(III) **चरण-III**—910°C से कम

इस चरण के दौरान बने लोहे को α-लोहा कहते हैं।

■ शुद्ध लोहे का क्रांतिक तापमान

वह ताप जिस पर धातु की क्रिस्टल संरचना में परिवर्तन होता है, क्रांतिक ताप कहलाता है।

लोहे में दो क्रांतिक तापमान होते हैं—

(a) 1400°C (b) 910°C

■ लौह-कार्बन साम्यावस्था आरेख

यह इस्पात एवं ढलवाँ लाहे की संरचना का आधार होता है। यह आरेख लोहा एवं कार्बन के मिश्र-धातुओं के विभिन्न रूपान्तरण को दर्शाता है। लौह-कार्बन आरेख में x-अक्ष पर प्रतिशत कार्बन और y-अक्ष पर तापमान को दर्शाया जाता है। बायीं तरफ y-अक्ष पर शुद्ध लोहा (0% C) एवं दायीं तरफ y-अक्ष 100% सीमेन्टाइट (या 6.67% C) की मात्रा को दर्शाता है।

■ समय-तापमान-रूपान्तरण आरेख

इसे 'S'-वक्र, 'C'-वक्र या 'बेन्स'-वक्र या 'समतापी रूपान्तरण'-आरेख भी कहते हैं। इस आरेख से ऑस्टेनाइट इस्पात के समय और तापमान के सापेक्ष रूपान्तरण का अध्ययन करते हैं। आरेख में y-अक्ष पर तापमान तथा x-अक्ष पर समय होता है।

■ शीतलन की दर का ऑस्टेनाइट के रूपान्तरण का प्रभाव

विभिन्न शीतलन वक्र निम्नलिखित हैं—

(I) शीतलन वक्र-1 बहुत मन्द शीतलन दर

- यह एलीनिंग के लिए उपयुक्त होता है।
- प्राप्त संरचना मोटा पियरलाइट होती है।

(II) शीतलन वक्र-2

- इसमें रूपान्तरण की अवधि ज्यादा होती है।
- संरचना मध्यम पियरलाइट होती है।
- इसका उपयोग नार्मलाइजिंग में किया जाता है।

शीतलन वक्र—3

- बारीक पियरलाइट में रूपान्तरित होता है।
- इस्पात को तेल में ठण्डा करने का वक्र है।

शीतलन वक्र—4

- इसमें कुछ भाग पियरलाइट तथा कुछ भाग मारटेन्साइट में रूपान्तरित हो जाता है।

शीतलन वक्र—5

- यह उच्च शीतलन वक्र है।
- इस वक्र में 100% ऑस्टेनाइट निम्न ताप पर मारटेन्साइट संरचना में रूपांतरित हो जाता है।

शीतलन वक्र—6

- इस वक्र में बेनाइट संरचना का इस्पात प्राप्त होता है।

शीतलन वक्र—7

- इस वक्र को क्रांतिक शीतलन दर कहते हैं।
- यह वक्र T-T-T आरेख के नोज को स्पर्श करती है।

■ क्रांतिक शीतलन दर

यह न्यूनतम शीतलन की दर है जिस पर ऑस्टेनाइट, 100% मारटेन्साइट में रूपान्तरित हो जाता है।

प्रभावित करने वाले कारक

- इस्पात में कार्बन की प्रतिशत मात्रा
- कठोरीकरण तापमान

■ इस्पात की सूक्ष्म संरचना एवं मरटेन्साइट संरचना में रूपान्तरण

मुख्यत: तीन वर्गों में विभाजित किया जाता है—

(I) यूटेक्टॉयड इस्पात

- इसमें 0.83% C होता है।
- इसकी संरचना पियरलाइट होती है।

(II) हाइपो-यूटेक्टॉयड इस्पात

- इसे निम्न कार्बन इस्पात कहते हैं।
- इसमें 0.03% C होता है।
- इसकी संरचना फैराइट होती है।

(III) हाइपर-यूटेक्टॉयड इस्पात

- इसमें कार्बन की प्रतिशत मात्रा 0.83% से अधिक होती है।
- इसमें 18% भाग सीमेन्टाइट होता है।

■ ऊष्मा उपचार की विधियाँ

मुख्य विधियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) एनीलिंग
(ii) निर्मलीकरण
(iii) कठोरीकरण
(iv) टेम्परिंग
(v) सतह-कठोरीकरण
(vi) काल-कठोरीकरण

(i) **एनीलिंग**—इस विधि में धातु को क्रांतिक ताप के ऊपर या उसके आस-पास के ताप तक गर्म करते हैं, जिससे धातु के ग्रेन व्यवस्थित हो जाएं।

विभिन्न प्रकार के एनीलिंग प्रक्रम निम्नलिखित हैं—

- पूर्ण एनीलिंग
- प्रक्रम एनीलिंग
- स्ट्रेस रिलीविंग

❖ **पूर्ण एनीलिंग**—इसमें धातु के पहले की संरचना को गर्म करके पूरी तरह से बदल देते हैं। इसमें धातु को उसके क्रांतिक ताप से अधिक ताप पर गर्म करते हैं।

❖ **प्रक्रम एनीलिंग**—इसका मुख्य उद्देश्य शीतरूपण के कारण धातु में उत्पन्न विकृति एवं सतह कठोरण को दूर करना होता है।

❖ **स्ट्रेस रिलीविंग**—इस विधि द्वारा धातु में ढलाई, शीतरूपण, वेल्डिंग, क्वेन्चिंग आदि से उत्पन्न प्रतिबलों को दूर किया जाता है।

(ii) निर्मलीकरण

इसके मुख्य उद्देश्य अग्रलिखित हैं—

- कणों के साइज का परिष्करण।
- मशीनन योग्यता बढ़ाने के लिए।
- आन्तरिक प्रतिबलों को दूर करने के लिए।

(iii) कठोरीकरण

इसका उपयोग इस्पात को द्रुत शीतलन द्वारा कठोर करने में किया जाता है।

उद्देश्य

- घर्षण प्रतिरोधी बनाने के लिए।
- प्रत्यास्थता, सामर्थ्य, चीमड़पन में सुधार के लिए।
- कठोरीकरण 0.35% से 0.70% तक कार्बन प्रतिशत वाले इस्पात का ही किया जाता है।

इस्पात की कठोरता को प्रभावित करने वाले कारक

(i) इस्पात में कार्बन की प्रतिशत मात्रा (ii) शीतलन के माध्यम की प्रकृति एवं गुण

(iv) टेम्परिंग

इस विधि में कठोरीकरण से प्राप्त मार्टेन्साइट संरचना को इस्पात के निम्न क्रांतिक ताप से कम ताप पर गर्म करके ऊष्मा उपचार किया जाता है।

पायनीकरण ताप 260°C से 600°C के बीच में होता है। इससे इस्पात की सामर्थ्य तथा भंगुरता में कमी आती है।

(v) सतह कठोरीकरण

निम्न कार्बन-इस्पात को कठोर एवं अधिक सामर्थ्यवान बनाने के लिए सतह या पृष्ठ कठोरीकरण किया जाता है। प्रमुख प्रक्रियाएँ निम्नलिखित है—

- कार्बुराइजिंग
- नाइट्रोजनीकरण
- सायनाइडीकरण

❖ कार्बुराइजिंग—इस विधि में निम्न कार्बन इस्पात (कार्बन प्रतिशत 0.2% से कम) को हवारोधी कक्ष में कार्बनमय वातावरण में उच्च क्रान्तिक ताप तक गर्म करते हैं।

इस विधि से गियर, कैम शाफ्ट, बियरिंग आदि की सतह कठोरीकरण करते हैं।

❖ **नाइट्रोजनीकरण**—इस विधि में कार्बन के स्थान पर नाइट्रोजन को कठोरीकरण कारक के रूप में प्रयोग करते हैं। इसका उपयोग हवाई जहाज के इंजन पार्ट्स, वाल्व सीट, क्लच, मैन्ड्रेल, पम्प शाफ्ट आदि के सतह-कठोरीकरण के लिए किया जाता है।

❖ इस प्रक्रम में अवस्था परिवर्तन नहीं होता है।

❖ तापमान 500°C से 600°C के बीच होता है।

■ सायनाइडीकरण

इस विधि में इस्पात में कार्बन और नाइट्रोजन दोनों ही मिलाया जाता है जिससे इस्पात कठोर हो जाता है। इस विधि में तापमान 800°C से 900°C पर गर्म करते हैं।

(vi) काल-कठोरीकरण

यह उन मिश्र-धातुओं के लिए प्रयोग किया जाता है जो सामान्य ताप पर दो अवस्थाओं में पाए जाते हैं और इन्हें गर्म करके एक अवस्था में लाया जाता है।

उदाहरण के लिए—

Al—Cu, Al—Ag, Al—Mg,

■ अन्य ऊष्मा उपचार विधियाँ

ऑस्टेम्परिंग—इस विधि में इस्पात को क्रांतिक तापमान से कुछ ऊपर गरम किया जाता है तथा उपयुक्त द्रव माध्यम (लवण, सीसा) के पात्र में 260°C से 300°C तापमान पर ठण्डा किया जाता है।

मारटेम्परिंग—इससे इस्पात को सर्वप्रथम क्रांतिक-तापमान से थोड़ा ज्यादा गरम करके पिघले लवण-पात्र में द्रुत शीतलन द्वारा 180°C से 300°C के बीच ठण्डा किया जाता है।

इसका मुख्य उद्देश्य—विरूपण, दरारें, आन्तरिक प्रतिबलो आदि दोषों को कम करना होता है।

प्रेरण कठोरण—यह एक सतह कठोरीकरण का प्रक्रम है, जिसमें इस्पात की सतह को कठोर व घिसन प्रतिरोधी बनाया जाता है जबकि क्रोड मृदु ही बनी रहती है।

इसका उपयोग पुर्जे, क्रैंक शाफ्ट, केम शाफ्ट, गियर आदि के लिए प्रयोग किया जाता है। इसमें तापमान 760°C-820°C के बीच होता है।

अभ्यास प्रश्न

1. ऊष्मा-उपचार की अवधारणा (Concept) को समझाइए।
2. ऊष्मा-उपचार के उद्देश्यों (Purpose) का उल्लेख कीजिए। (2012)
3. ऊष्मा-उपचार के उद्देश्यों के लिए T-T-T आरेख की आवश्यकता को समझाइए।
4. फोर्जन के बाद ऊष्मा-उपचार क्यों किया जाता है? (2001)
5. नार्मलाइज्ड इस्पात के क्या लक्षण हैं? (2003)
6. अनीलीकरण एवं नार्मलाइजिंग में अन्तर स्पष्ट कीजिए। (2001)
7. इस्पातों का कठोरीकरण कैसे किया जाता है? एक स्वच्छ चित्र द्वारा प्रेरण-कठोरीकरण (Induction Hardening) विधि को समझाइए। (2001)
8. प्रेसीपिटेशन कठोरीकरण विधि को समझाइए। (2001)
9. T-T-T आरेख को समझाइए एवं इसके महत्त्व बताइए। (2009, 08, 06, 02)
10. शुद्ध लोहे के शीतलन वक्र का वर्णन कीजिए एवं क्रांतिक ताप को परिभाषित कीजिए।
11. शीतलन की दर का ऑस्टेनाइट संरचना के रूपांतरण पर प्रभाव को एक स्वच्छ चित्र द्वारा समझाइए।
12. ऊष्मा-उपचार प्रक्रम में, मिश्र इस्पातों के टेम्परन (Tempering) के सिद्धान्त को संक्षेप में समझाइए। (2002)
13. इस्पात के यांत्रिक गुणों पर टेम्परन ताप के क्या प्रभाव हैं? (2002)
14. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी कीजिए–
    (i) सीमेंटाइट (Cementite),
    (ii) पियरलाइट (Pearlite),
    (iii) मारटेन्साइट (Martensite),
    (iv) बेनाइट (Bainite)।
15. अनीलीकरण (Annealing) से आपका क्या अभिप्राय है? एक शीत कर्मित पदार्थ की संरचना तथा गुणों पर अनीलीकरण के प्रभाव को समझाइए। उपयुक्त चित्र द्वारा उत्तर की पुष्टि कीजिए। (2002)
16. ऊष्मा-उपचार की अनीलिंग विधि का वर्णन कीजिए। (2013, 06, 03)
17. इस्पात की सूक्ष्म संरचनाओं को स्वच्छ आरेख द्वारा समझाइए।

18. अनीलिंग के क्या उद्देश्य (Purposes) हैं?
19. ऑस्टेम्परन एवं मारटेम्परन में अन्तर स्पष्ट कीजिए। (2002)
20. टेम्परन (Tempering) पर संक्षिप्त टिप्पणी कीजिए। (2013, 07, 04)
21. पृष्ठ कठोरीकरण (Case hardening) कैसे किया जाता है? (2005, 03)
22. प्रसामान्यीकरण (Normalising) से आप क्या समझते हैं? (2005, 03)
23. कठोरीकरण या दृढ़ीकरण (Hardening) से आप क्या समझते हैं? (2013, 06)
24. कठोरीकरण क्या है? और कैसे की जाती है? (2010)
25. टेम्परन (Tempering) के सिद्धान्त को समझाइए।
26. लौह-कार्बन (Iron-carbon) साम्यावस्था आरेख (Diagram) क्या है? इस्पात के प्रक्रमण (Processing) में इसके क्या लाभ हैं? (2013, 11, 07, 05)
27. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए-
   (i) काल कठोरीकरण या प्रेसीपिटेशन हारडेनिंग
   (ii) नाइट्रोजनीकरण (Nitriding),
   (iii) कार्बुरीकरण (Carburizing),
   (iv) सायनाइडीकरण (Cyaniding)।
28. निम्न को समझाइए-
   (i) आस्टेम्परिंग (Austempering),
   (ii) मारटेम्परिंग (Martempering),
   (iii) यूटेक्टॉयड, हाइपोयूटेक्टॉयड एवं हाइपरयूटेक्टॉयड इस्पात,
   (iv) फेराइट (Ferrite) एवं ऑस्टेनाइट (Austenite) सूक्ष्म संरचना।
29. धातुओं की हीट ट्रीटमेन्ट का क्या उद्देश्य है? अनीलिंग एवं नार्मलाइजिंग का क्या उद्देश्य है? अनीलिंग एवं नार्मलाइजिंग प्रक्रिया की संक्षिप्त व्याख्या कीजिए। (2016)

वस्तुनिष्ठ प्रश्नावली

1. शुद्ध लोहे का गलनांक तापमान होता है-
(a) 1°C (b) 15°C (c) 153°C (d) 1537°C
2. 1537°C-1400°C के बीच के लोहे को कहते हैं-
(a) δ-लोहा (b) γ-लोहा (c) α-लोहा (d) इनमें से कोई नहीं
3. 1400°C-910°C के बीच के लोहे को कहते हैं-
(a) δ-लोहा (b) γ-लोहा (c) α-लोहा (d) इनमें से कोई नहीं
4. 910°C से नीचे के लोहे को कहते हैं-
(a) δ-लोहा (b) γ-लोहा (c) α-लोहा (d) इनमें से कोई नहीं
5. 1400°C तापमान पर लोहे की संरचना होती है-
(a) FCC (b) FCC-BCC (c) BCC (d) BCC-FCC
6. 910°C पर लोहे की संरचना होती है-
(a) FCC (b) FCC-BCC (c) BCC (d) BCC-FCC
7. सीमेन्टाइट में कार्बन का प्रतिशत होता है-
(a) 6.67% (b) 66.7% (c) 0.667% (d) 1%
8. निम्न क्रांतिक तापमान होता है-
(a) 723°C (b) 1125°C (c) 725°C-1125°C (d) इनमें से कोई नहीं
9. फेराइट में कार्बन का प्रतिशत होता है-
(a) 33.3% (b) 3.33% (c) 0.3% (d) 0.03%
10. T-T-T आरेख को कहते हैं-
(a) S-वक्र (b) C-वक्र (c) बेन्स वक्र (d) सभी
11. इस्पात में कार्बन की प्रतिशत वृद्धि से कठोरता-
(a) बढ़ती है (b) घटती है (c) कोई परिवर्तन नहीं (d) इनमें से कोई नहीं
12. कार्बुरीकरण विधि में निम्नलिखित में से कौन-सा इस्पात प्रयोग किया जाता है?
(a) निम्न कार्बन इस्पात (b) मध्यम कार्बन इस्पात (c) उच्च कार्बन इस्पात (d) इनमें से कोई नहीं
13. ऑस्टेम्परिंग में निम्न तापमान पर ठण्डा किया जाता है-
(a) 200-300°C (b) 200-250°C (c) 200-225°C (d) 260-300°C
14. निर्मलीकरण के द्वारा तन्यता-
(a) उच्च होती है (b) निम्न होती है (c) शून्य होती है (d) इनमें से कोई नहीं
15. सायनाइडीकरण विधि में तापमान होता है-
(a) 1000°C (b) 800°C-900°C (c) 100°C (d) 500°C
16. काल-कठोरीकरण विधि किन मिश्र धातु के लिए प्रयोग की जाती है?
(a) Al—Cu (b) Al—Ag (c) Al—Mg (d) सभी
17. ऑस्टेम्परिंग निम्न तापमान पर ठण्डा करता है-
(a) 260°C-300°C (b) 300°C से अधिक (c) 200°C से कम (d) 100°C से कम
18. मारटेम्परिंग किस दोष को कम करता है?
(a) विरूपण (b) दरारें (c) आन्तरिक प्रतिबल (d) सभी
19. निम्न से किन मिश्र धातु का नाइट्रोजनीकरण करते हैं-
(a) Al (b) Cr (c) V (d) सभी
20. टेम्परिंग द्वारा इस्पात का गुण होता है-
(a) भंगुर (b) कठोर (c) इनमें से कोई नहीं (d) (a) & (b)

उत्तरमाला

1. (d) 2. (a) 3. (b) 4. (c) 5. (d) 6. (d) 7. (a) 8. (a) 9. (d) 10. (d)
11. (a) 12. (a) 13. (a) 14. (b) 15. (b) 16. (d) 17. (a) 18. (d) 19. (d) 20. (d)

8 विविध पदार्थ (Miscellaneous Materials)

हम पहले के अध्यायों (Chapters) में विभिन्न प्रकार के धातुओं एवं अधातुओं का अध्ययन कर चुके हैं। इस अध्याय में हम कुछ विशिष्ट पदार्थों का अध्ययन (Study) करेंगे, जिनका एक विशेष प्रयोजन के लिए उपयोग होता है। जैसे—

1. अपघर्षी पदार्थ (Abrasive Materials),
2. सेलुलॉयड या जाइलोमाइट (Celluloid or Xylomite),
3. फेल्ट या नमदा (Felt),
4. चुम्बकीय पदार्थ (Magnetic Materials),
5. अभ्रक (Mica),
6. रिफ्रैक्टरी पदार्थ या तापसह पदार्थ (Refractory Materials),
7. जोड़ने वाले पदार्थ (Jointing Materials),
8. कम्पोजिट पदार्थ (Composite Materials),
9. जर्मेनियम एलॉय या धातु काँच (Germanium Alloys or Metal Glasses)।

8.1 अपघर्षी पदार्थ/अपघर्षक (Abrasive Materials/Abrasives)

अपघर्षक की परिभाषा

अपघर्षक कठोर, घर्षण प्रतिरोधी पदार्थ होते हैं, जो अपने से मुलायम (Soft) पदार्थ में घिसाव द्वारा कटिंग (Cutting) करते हैं। सामान्यत: ये सिरैमिक पदार्थ के छोटे-छोटे कणों (Grains) से बनाए जाते हैं।

अपघर्षी पदार्थ की कठोरता को Moh scale की Reading की सहायता से दर्शाते हैं। इसका उपयोग सामान्यत: ग्राइन्डिंग पहियों आदि के निर्माण में किया जाता है। यह तेज कोरों वाले छोटे-छोटे कणों के रूप में होता है जो बन्धक पदार्थ द्वारा बँधे होते हैं।

अपघर्षी पदार्थ एवं Moh scale पर कठोरता का मान

क्र०सं०	अपघर्षी पदार्थ	Moh scale पर कठोरता
1.	डायमन्ड	10
2.	कोरन्डम	09
3.	टोपाज	08
4.	क्वार्ट्ज	07
5.	फेल्डस्पार	06
6.	एपाटाइट	05
7.	फ्लोराइट	04
8.	कैलासाइट	03
9.	जिप्सम	02
10.	टैल्क	01

अपघर्षक के प्रकार (Types of Abrasives)

मुख्य रूप से ये दो प्रकार के होते हैं—

(a) **प्राकृतिक अपघर्षक** (Natural Abrasives)—ये प्रकृति (Nature) में पाए जाते हैं। **जैसे**—हीरा (Diamond), गार्नेट (Garnet), फ्लिंट काँच (Flint), एमरी (Emery), सैंडस्टोन (Sandstone), क्वार्ट्ज (Quartz), आदि।

(b) **कृत्रिम अपघर्षक** (Synthetic Abrasives)—कृत्रिम अपघर्षक, आवश्यकता के अनुसार विभिन्न सेरेमिक पदार्थों को मिलाकर बनाया जाता है। **जैसे**—सिलिकान कार्बाइड (Silicon Carbide), ऐल्यूमिनियम ऑक्साइड (Aluminium Oxide), टंगस्टन एवं बोरोन कार्बाइड, आदि।

ये किसी भी आकार एवं संरचना के बनाए जा सकते हैं। हीरा के बाद सबसे कठोर एवं चीमड़ (Tough) अपघर्षक कृत्रिम रूप से ही बनाए जाते हैं। सबसे ज्यादा इन्हीं का उपयोग होता है।

अपघर्षक के उपयोग के विभिन्न प्रकार या रूप (Different Forms in Which Abrasives are Used)

अपघर्षक पदार्थों का इन्जीनियरिंग कार्यों के लिए निम्न रूपों में उपयोग होता है—

1. अपघर्षी पेस्ट (Abrasive Paste) के रूप में जो तेल के साथ मिलाकर बनाया जाता है इसका उपयोग लैपिंग (Lapping) एवं पॉलिशिंग (Polishing) के लिए किया जाता है।
2. अपघर्षी कागज या कपड़ा, **जैसे**—एमरीपेपर एवं एमरी क्लॉथ के रूप में सफाई (Cleaning) एवं पॉलिशिंग (Polishing) करने के लिए।
3. अपघर्षी पत्थर (Abrasive Stone) के रूप में पत्थरों की घिसाई के लिए।
4. ग्राइन्डिंग व्हील (Grinding Wheel) के रूप में विभिन्न पदार्थों की घिसाई, कटिंग एवं पॉलिशिंग (Polishing) आदि कार्यों के लिए।

प्रमुख प्रकार के अपघर्षक : गुण एवं उपयोग (Some Important Types of Abrasives : Properties and Uses)

प्रमुख प्रकार के अपघर्षक एवं उनके गुण तथा उपयोग निम्नलिखित हैं—

(i) **हीरा या डायमण्ड** (Diamond)—यह सबसे कठोर पदार्थ है। यह प्राकृतिक अपघर्षक है। इसका मुख्य उपयोग वायर ड्रॉइंग (Wire Drawing) डाई बनाने, कार्बाइड टूल्स, सेरैमिक एवं आभूषणों (Jwellery) के पॉलिशिंग (Polishing) में होता है।

यह एक प्राकृतिक खनिज होता है, जो शुद्ध कार्बन होता है। इसकी कठोरता Moh स्केल पर 10 होती है। यह सबसे कठोर पदार्थ होता है।

(ii) सिलिकन कार्बाइड (Silicon Carbide)—यह कृत्रिम अपघर्षक है। सिलिकन कार्बाइड, सैंड (Sand), कोक (Coke), बुरादा (Saw dust) को मिलाकर उच्च ताप पर दबाकर बनाया जाता है। इसका रासायनिक सूत्र SiC है। इसका व्यापारिक नाम (Trade name) कारबोरंडम (Carborundum) है। यह ऐल्यूमिनियम ऑक्साइड से कठोर (Hard) होता है, लेकिन जल्दी घिस (Wear) जाता है। यह चमकीला हरे-भूरे रंग का होता है।

उपयोग—सिलिकन कार्बाइड का उपयोग—

1. ढलवाँ लोहा, पीतल, ऐल्यूमिनियम, कठोर मिश्र-धातुओं एवं कार्बाइड्स के ग्राइन्डिंग (Grinding) के लिए ग्राइन्डिंग व्हील (Grinding wheel) बनाने में होता है।
2. रिफ्रैक्टरी पदार्थ के रूप में होता है।
3. सैंड पम्पिंग के लिए पम्प के पार्ट्स (Parts) बनाने में होता है।
4. पाइप और हीटिंग एलीमेन्ट (Heating element) बनाने में भी होता है।

(iii) ऐल्यूमिनियम ऑक्साइड (Aluminium Oxide)—इसका रासायनिक सूत्र Al_2O_3 है। यह ऐल्यूमिनियम अयस्क बॉक्साइट (Bauxite) को गलाकर बनाया जाता है। यह भी कृत्रिम अपघर्षक है। यह सिलिकन कार्बाइड से कम कठोर होता है। इसमें चीमड़पन (Toughness) का गुण होता है, जिससे यह झटकों (Shocks) को सह लेता है। इसे कोरण्डम (Corundum) भी कहते हैं।

उपयोग—इसका उपयोग—

1. इस्पात, कांसा (Bronze), आदि के ग्राइंडिंग के लिए ग्राइंडिंग व्हील बनाने में होता है।
2. फ्लोर सैंडिंग (Floor sanding) मशीन में होता है।

(iv) क्वार्ट्ज (Quartz)—यह प्राकृतिक अपघर्षक है। इसका उपयोग लकड़ी (Wood) के कार्यों के लिए सैंड पेपर (Sand paper) बनाने में एवं सीसा (Glass) के ग्राइन्डिंग के कार्यों के लिए होता है।

(v) एमरी (Emery)—यह भी प्राकृतिक अपघर्षक है। इसका उपयोग एमरी पेपर एवं एमरी क्लॉथ (Emery cloth) बनाने में होता है। इससे धातुओं पर पॉलिशिंग (Polishing) का कार्य किया जाता है। यह कुरन्द एवं काले मैग्नेटाइट (Fe_2O_3) का मिश्रण होता है।

(vi) बोरोन कार्बाइड (Boron Carbide)—यह बोरोन और कार्बाइड का सेरैमिक है। यह हीरा (डायमण्ड) और बोरोन नाइट्राइड के बाद सबसे कठोर पदार्थ है। इसका रासायनिक सूत्र B_4C है। इसकी मोह (Mohs) स्केल पर कठोरता 9.497 है। बोरोन कार्बाइड चूर्ण (Powder), कार्बन और बोरोन ऑक्साइड (B_2O_3) की अभिक्रिया द्वारा प्राप्त किया जाता है।

गुण—
1. यह डायमण्ड (Diamond) और क्यूबिक बोरोन नाइट्राइड (BN) के बाद तीसरा सबसे कठोर पदार्थ है।
2. इसका घनत्व 2.52 g/cm^3 है।
3. इसका गलनांक 2445°C है।

उपयोग—
1. अपघर्षक के रूप में बोरोन कार्बाइड चूर्ण (Powder) का उपयोग सतह परिष्करण (Surface finishing) के लिए पॉलिशिंग एवं लैपिंग (Lapping) के कार्यों में होता है।
2. वाटर-जेट मशीनिंग में इसका उपयोग होता है।
3. डायमण्ड टूल्स (Tools) के ड्रेसिंग में भी बोरोन कार्बाइड का उपयोग होता है।
4. उच्च गुणवत्ता की घर्षण प्रतिरोधकता के कारण इसका उपयोग स्लरी (Slurry) पम्पिंग, ग्रिट ब्लास्टिंग एवं वाटर जेट कटर के नोजल बनाने में होता है।
5. वाहनों (Vehicles) के ब्रेक (Brake) लाइनिंग (Linings) में।
6. नाभिकीय रियेक्टर में न्यूट्रॉन शोषक (Absorber) के रूप में।
7. प्रीसिजन (Precision) टूल-पार्ट्स एवं सिरेमिक टूल डाई (Dies) के रूप में भी बोरोन कार्बाइड का उपयोग होता है।

(vii) क्यूबिक बोरोन नाइट्राइड (Cubic Boron Nitride; CBN—यह कृत्रिम पदार्थ है। यह डायमण्ड के बाद दूसरा (Second) सबसे कठोर पदार्थ है। इसकी संरचना (Structure) भी हीरे जैसी ही होती है।

गुण—
1. यह हीरे (Diamond) के बाद दूसरा सबसे कठोर पदार्थ है।
2. यह रासायनिक रूप से अक्रिय होता है।
3. यह उच्च घर्षण प्रतिरोधी होता है।
4. इसकी ऊष्मा-चालकता बहुत अच्छी होती है।
5. इसका घनत्व 2.2 g/cm^3 होता है।

उपयोग—
1. लोहा और मृदु इस्पात (Mild Steel) की मशीनिंग के लिए कटिंग टूल एवं अपघर्षक (Abrasive) के रूप में।
2. इलेक्ट्रॉनिक पार्ट्स बनाने में।
3. घर्षण प्रतिरोधी (Wear resistant) परत (Coating) चढ़ाने के लिए।

अच्छे अपघर्षक के गुण (Properties of a Good Abrasive)

ग्राइन्डिंग या घिसाई के लिए उपयोग में आने वाले अपघर्षक में निम्नलिखित गुण होने चाहिए—

1. यह कठोर होना चाहिए।
2. घिसाई (Grinding) के दौरान इनके कणों (Grains) के झड़ने (गिरने) के बाद इनमें स्वत: (अपने-आप) धार लग जानी चाहिए।
3. ये चीमड़ (Tough) होने चाहिए, जिससे झटकों को सह सकें।
4. घिसाई के दौरान इनके कण जलने नहीं चाहिए।

8.2 सेल्युलॉयड या जाइलोमाइट (Celluloid or Xylomite)

यह प्लास्टिक का एक प्रकार है। यह सेल्युलोज नाइट्रेट को कैम्फर (Camphor) के साथ मिलाकर बनाया जाता है। कैम्फर प्लास्टीसाइजर (Plastisizer) का कार्य करता है। इसमें रंग (Colour) वर्णक (Pigments) मिलाकर विभिन्न रंगों में बनाया जा सकता है।

यह सेल्युलोज रेजिन से बना होता है। यह थर्मोप्लास्टिक की तरह कार्य करता है। यह विद्युत प्रवाह में अधिक प्रतिरोध उत्पन्न करता है। इसे चादरों के रूप में तैयार किया जाता है।

गुण—सेल्युलॉयड एक पारदर्शी (Transparent) एवं ज्वलनशील पदार्थ है। यह कठोर, मजबूत एवं लचीला (Flexible) होता है। यह नमी (Moisture) प्रतिरोधी होता है, अर्थात् इस पर नमी का प्रभाव नहीं पड़ता है।

उपयोग—इससे गर्म अवस्था में रोलिंग (Rolling), मोल्डिंग (Moulding), एवं एक्सट्रूजन (Extrusion) की विधियों द्वारा विभिन्न उत्पाद बनाया जा सकता है। रोलिंग विधि द्वारा चादरें (Sheets), मोल्डिंग से विभिन्न आकार

(Shapes) के सामान जैसे—गुड़िया (Dolls), सजावटी सामान, धूप के चश्मे, ब्रश, आदि बनाए जाते हैं। एक्सट्रूजन (Extrusion) विधि द्वारा पाइप एवं छड़ (Rods) बनाए जाते हैं।

8.3 फेल्ट या नमदा (Felt)

यह फाइबर्स (रेशों) को बाइन्डिंग पदार्थ के साथ मिलाकर दबाने से बनता है। इसका एक प्रकार डामर नमदा (Tar Felt) है। डामर नमदा, रेशेदार पदार्थ की चादरों पर डामर (Tar) की एकसार (Uniform) परत (Layer) चढ़ाकर बनाई जाती है। बाजार में यह चादर (Sheet) एवं रोल (Rolls) के रूप में मिलता है।

यह जल-सह एवं ऊष्मा व ध्वनि अवरोधक होता है। यह उच्च सम्पीडन सामर्थ्य वाला होता है। इस पर –60°F से 212°F के बीच तापमान का कोई प्रभाव नहीं होता है। यह पानी की अनुपस्थिति में होता है।

फेल्ट के गुण निम्न पर निर्भर करता है—

- उसकी संरचना
- रासायनिक घटक
- रेशों की क्वालिटी
- ऊष्मा एवं सतह उपचार

गुण (Properties)—नमदा के मुख्य गुण निम्नलिखित हैं—

1. फेल्ट के गुण रेशों की गुणवत्ता, बनाने के ढंग, रासायनिक एवं सतही ट्रीटमेन्ट (Treatment) पर निर्भर करते हैं।
2. इनकी ऊष्मा-चालकता बहुत कम होती है।
3. ये चीमड़, मजबूत, लचीले एवं टिकाऊ होते हैं।
4. इन्हें वाटरप्रुफ (Waterproof) भी बनाया जाता है।

उपयोग—

1. इनका उपयोग सीलिंग (Sealing) अर्थात् रिसाव (Leakage) रोकने में होता है।
2. इसका उपयोग ऊष्मा-अवरोधक (Insulator) के रूप में होता है।
3. बियरिंग्स (Bearings) आदि में स्नेहन (Lubrication) के लिए बत्ती (Wicks) के रूप में भी इसका उपयोग होता है।
4. घर की छतों पर अस्तर लगाने के लिए भी इसका उपयोग होता है।

8.4 चुम्बकीय पदार्थ (Magnetic Materials)

चुम्बकीय पदार्थ की परिभाषा

"वे पदार्थ जिनमें चुम्बकीय (Magnetic) गुण विकसित किए जा सकते हैं, चुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं।"

चुम्बकीय पदार्थ का व्यवहार निम्न घटकों पर निर्भर करता है—

(i) सूक्ष्म संरचना
(ii) फलक संरचना
(iii) संरचना अपरिपूर्णता

इन पदार्थों का उपयोग सामान्यत: ट्रान्सफॉर्मर्स, मोटर्स, इन्डक्टर्स, जनरेटर आदि को बनाने में किया जाता है। चुम्बकीय पदार्थों के कारण कुछ हानि होती है जिसे चुम्बकीय हिस्टेरेसिस हानि भी कहते हैं। इस हानि की रोकथाम के लिए पदार्थ की परमीएबिलिटी तथा संतृप्त इन्डक्शन का मान सदैव अधिक होना चाहिए।

चुम्बकीय पदार्थों के प्रकार (Types of Magnetic Materials)

चुम्बकीय पदार्थ निम्न प्रकार के होते हैं—

1. फेरोमैग्नेटिक पदार्थ (Ferromagnetic Materials),
2. पैरामैग्नेटिक पदार्थ (Paramagnetic Materials),
3. डाइमैग्नेटिक पदार्थ (Diamagnetic Materials),
4. मृदु या नम्य चुम्बकीय पदार्थ (Soft Magnetic Materials),
5. कठोर चुम्बकीय पदार्थ (Hard Magnetic Materials)।

1. फेरोमैग्नेटिक पदार्थ (Ferromagnetic Materials)—इनमें चुम्बकीय बल रेखाओं (Magnetic lines of Force) को आकर्षित करने की बहुत क्षमता होती है। इनसें शक्तिशाली चुम्बक बनाए जा सकते हैं। इनमें हिस्टेरेसिस (Hysteresis) का गुण पाया जाता है। लोहा, निकिल और कोबाल्ट जैसे पदार्थ अतिचुम्बकीय (Highly magnetic) होते हैं।

2. पैरामैग्नेटिक पदार्थ (Paramagnetic Materials)—इन चुम्बकीय पदार्थों में बहुत कम चुम्बकीय गुण पाया जाता है। चुम्बकीय बल रेखाएँ टेढ़ी-मेढ़ी (Zig-zag) रहती हैं। मैग्नीशियम (Mg), ऐल्यूमिनियम, क्रोमियम, वेनेडियम, टंगस्टन (W), आदि पैरामैग्नेटिक पदार्थ हैं।

3. डाई-मैग्नेटिक पदार्थ (Diamagnetic Materials)—इन चुम्बकीय पदार्थों में चुम्बकीय क्षेत्र में रखने पर विकर्षण (Repulsion) होता है। चुम्बकीय बल रेखाओं में फैलाव (Divergence) होता है। ताँबा, चाँदी, एन्टीमनी, बिस्मथ, आदि डाइ-मैग्नेटिक पदार्थ होते हैं।

4. मृदु चुम्बकीय पदार्थ (Soft Magnetic Materials)—इन्हें आसानी से चुम्बकीय एवं विचुम्बकीय किया जा सकता है। इनमें हिस्टेरिसिस हानि (Hysteresis loss) कम होता है। मृदु चुम्बकीय पदार्थ की संरचना एकसार (Homogeneous) एवं आन्तरिक प्रतिबलों से मुक्त होना चाहिए। शुद्ध लोहा, लोहा-सिलिकन एवं लोहा-निकिल मिश्र-धातु मृदु-चुम्बकीय पदार्थ के उदाहरण हैं।

विभिन्न प्रकार के मृदु चुम्बकीय पदार्थ—

(i) आयरन-सिलिकान एलॉय
(ii) आयरन-निकिल एलॉय
(iii) मृदु फैराइट्स तथा गारनेट्स

उपयोग—इनका उपयोग ट्रान्सफार्मर के कोर (Core), टेलीविजन की कुण्डली (Coils), हाई-स्पीड स्विच (Switches), माइक्रोवेव, आदि में होता है।

5. कठोर चुम्बकीय पदार्थ (Hard Magnetic Materials)—वे चुम्बकीय पदार्थ जो चुम्बकीय क्षेत्र के हटाने के बाद भी अपना चुम्बकीय गुण बनाए रखते हैं, कठोर चुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं। ऐसे पदार्थों से स्थायी चुम्बक (Permanent Magnet) बनाए जाते हैं। कार्बन इस्पात, क्रोमियम एवं टंगस्टन इस्पात, एल्नीको (Alnico), आदि कठोर चुम्बकीय पदार्थ के उदाहरण हैं।

कठोर चुम्बकीय पदार्थों को तीन समूहों में विभक्त किया गया है—

(i) **क्यूनाइफ**—यह कॉपर-निकिल तथा आयरन (Cr—Ni—Fe) का मिश्रण होता है।
(ii) **क्यूनिको**—यह कॉपर-निकिल-कोबाल्ट (Cu—Ni—Co) का मिश्रण होता है।
(iii) **एलनिको**—यह ऐल्यूमिनियम-निकिल-कोबाल्ट (Al—Ni—Co) का मिश्रण होता है।

उपयोग—इनका उपयोग एक स्थायी चुम्बक के रूप में निम्न उद्देश्यों की पूर्ति के लिए होता है—

1. यांत्रिक गति (Mechanical motion) को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करने के लिए होता है, जैसे डायनमो या मैग्नेटो में।
2. विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक गति में परिवर्तन करने के लिए होता है, जैसे विद्युत घड़ी और मीटर (Meters) में।
3. फ्रिज के दरवाजे में होता है।

8.5 अभ्रक (Mica)

यह एक खनिज पदार्थ है। यह छोटी-छोटी चादरों (Flakes) के रूप में पाया जाता है। रासायनिक रूप से यह मैग्नीशियम (Mg), ऐल्यूमिनियम (Al), पोटैशियम (K), सिलिका (Si) और लोहा (Fe) से मिलकर बनता है।

यह दो वर्गों में विभाजित है—

(i) **मसकोवाइट**—रासायनिक रूप से यह $Al_2(OH)_2(AlSi_3O_{10})K_2$ होता है।

(ii) **फ्लोगोपाइट**—रासायनिक रूप से यह $KMg_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ होता है।

गुण— 1. इससे बहुत पतली (0.0125 मिमी मोटाई की) चादरें बनाई जा सकती हैं।
2. यह ऊष्मा एवं विद्युत का कुचालक होता है।
3. इस पर अम्लों एवं क्षारों का प्रभाव नहीं पड़ता है।
4. उच्च परावैद्युत सामर्थ्य होता है।
5. उच्च तापीय स्थिरता होती है।
6. परावैद्युत सामर्थ्य 100 µV/n होती है।
7. परावैद्युत हानि $\alpha = 0.0005$ होती है।

उपयोग—अभ्रक का उपयोग निम्नलिखित कार्यों के लिए होता है—
1. ऊष्मा के कुचालक (Insulator) के रूप में
2. विद्युत के कुचालक (Insulator) के रूप में इस्त्री (Iron), हीटर (Heater), रेडियो, टेलीविजन, रडार, आदि में।

8.6 रिफ्रैक्टरी पदार्थ या उच्च ताप-सह पदार्थ (Refractory Materials)

रिफ्रैक्टरी पदार्थ की परिभाषा

वे पदार्थ जो उच्च ताप एवं क्षारों (Alkalis) और अम्लों द्वारा संक्षारण (Corrosion) को सह सकते हैं, रिफ्रैक्टरी पदार्थ कहलाते हैं।

उनका उपयोग भट्ठियों (Furnaces), बॉयलर (Boiler), तन्दूर (Oven), नाभिकीय रियेक्टर (Nuclear Reactor), आदि में होता है। ये बिना गले (Without fused) 500°C से 2800°C तक ताप को सह सकते हैं।

रिफ्रैक्टरी पदार्थों के गुण (Properties of Refractories)

रिफ्रैक्टरी पदार्थ में निम्नलिखित गुण होने चाहिए—
1. ये उच्च ताप (High heat), संक्षारण एवं खरोंच (Abrasion) को सहने योग्य होने चाहिए।
2. इनका गलनांक (Fusion temperature) उच्च होना चाहिए।
3. इन्हें पिघली धातुओं (Molten metals) के साथ अभिक्रिया नहीं करनी चाहिए।
4. इनका ऊष्मा प्रसार गुणांक (Thermal expansion coefficient) निम्न (Low) होना चाहिए।
5. ये ऊष्मा एवं विद्युत के कुचालक (Insulator) होने चाहिए।
6. भट्ठियों में उपयोग होने वाले रिफ्रैक्टरी पदार्थ में उच्च दाब सहने की क्षमता होनी चाहिए।
7. उच्च ताप एवं असमान ताप के कारण इनमें विखण्डन या स्फुटन (Spalling) नहीं होना चाहिए।

रिफ्रैक्टरी पदार्थ के प्रकार

रिफ्रैक्टरी पदार्थ मुख्य रूप से तीन प्रकार के होते हैं—
1. अम्लीय रिफ्रैक्टरी पदार्थ (Acid Refractories),
2. क्षारीय रिफ्रैक्टरी पदार्थ (Basic Refractories), और
3. उदासीन रिफ्रैक्टरी पदार्थ (Neutral Refractories)।

1. अम्लीय रिफ्रैक्टरी पदार्थ (Acid Refractories)—अम्लीय रिफ्रैक्टरी का मुख्य घटक (Component) सिलिका होता है। इसकी प्रकृति (Nature) अम्लीय होती है। इस्पात और काँच बनाने वाली भट्ठियों में इसका उपयोग होता है। इन भट्ठियों से निकलने वाली धातुमल (Slag) की प्रकृति अम्लीय होती है। क्षारीय वातावरण में इनका उपयोग नहीं होता है क्योंकि उससे क्रिया (Reaction) करने लगती है।

गुण— 1. ये 1650°C तक के ताप को सह लेती हैं।
2. ऐल्यूमिना का इन पर बुरा प्रभाव पड़ता है।
3. अम्लीय धातुमल एवं गैसों का इन पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
4. क्षारीय धातुमल एवं गैसों का इन पर बुरा प्रभाव पड़ता है।

अम्लीय रिफ्रैक्टरी पदार्थ के उदाहरण निम्नलिखित हैं—
1. फायर क्ले (Fire clay)
2. सिलिका
3. ऐल्यूमिना-सिलिका (46% Al_2O_3 + 54% SiO_2)
4. सिलिमेनाइट (Silimanite)-(63% Al_2O_3 + 37% SiO_2)।

2. क्षारीय रिफ्रैक्टरी (Basic Refractories)—क्षारीय रिफ्रैक्टरी का मुख्य घटक (Component) मैग्नेशिया (MgO) होता है। इनमें कैल्शियम, क्रोमियम एवं लोहे के कम्पाउण्ड भी हो सकते हैं। इनकी प्रकृति क्षारीय होती है। इसलिए इनका उपयोग क्षारीय प्रकृति वाले धातुमल (Slag) के वातावरण वाले भट्ठियों में होता है। इनका उपयोग बनाने वाली खुला हर्थ फरनेस (Open Hearth Furnace) में होता है।

गुण— 1. ये उच्च ताप को सह सकती है।
2. इन पर क्षारीय धातुमल एवं गैसों का प्रभाव नहीं पड़ता है।
3. इन पर अम्लीय धातुमल एवं गैसों का बुरा प्रभाव पड़ता है।
4. सिलिका की मात्रा बढ़ने पर इनकी उच्च ताप सहने की सामर्थ्य तेजी से घटने लगती है।

क्षारीय रिफ्रैक्टरी के उदाहरण निम्न हैं—
1. मैग्नेशिया (Magnesia),
2. बॉक्साइट (Bauxite),
3. डोलामाइट (Dolamite)।

3. उदासीन रिफ्रैक्टरी (Neutral Refractories)—इन रिफ्रैक्टरी पर अम्ल एवं क्षार का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। ये अम्लों एवं क्षारों के प्रति उदासीन (Neutral) होते हैं।

गुण—1. इनमें ऊष्मीय झटके (Thermal shocks) सहने की सामर्थ्य अधिक होती है।
2. इनका ऊष्मीय प्रसार गुणांक कम होता है।
3. ये महँगे (Costly) होते हैं।

इनके उदाहरण निम्नलिखित हैं—
1. क्रोमाइट (Chromite), एवं 2. ग्रेफाइट (Graphite)।

प्रमुख रिफ्रैक्टरी पदार्थ : उनके गुण तथा उपयोग (Important Refractories : Their Properties and Uses)

(i) फायर क्ले या अग्नि-मृतिका (Fire Clay)—फायर क्ले की प्रकृति अम्लीय होती है। इसमें मुख्य रूप से सिलिका, ऐल्यूमिना, टिटेनिया (TiO_2) होता है। इससे ईंटें (Bricks) बनाई जाती हैं, जिन्हें फायर ब्रिक्स (Fire bricks) कहते हैं। इन ईंटों का उपयोग भट्ठियों के अस्तर (Lining) बनाने में होता है।

फायर क्ले के गुण (Properties of Fire Clay)—

1. इसका ऊष्मा प्रसार गुणांक कम होता है।
2. यह उच्च ताप पर विघटन या स्फुटन (Spalling) प्रतिरोधी (Resistant) होता है।
3. इन पर अम्लीय धातुमल एवं गालकों (Fluxes and Slags) का प्रभाव बहुत कम पड़ता है।
4. क्षारीय धातुमल एवं गालकों का इस पर प्रभाव पड़ता है।
5. सिलिका (SiO_2) की अधिकता वाले फायर क्ले में विमीय स्थिरता (Volume stability) एवं क्षारीय प्रतिरोधकता भी होती है।
6. ये 1587°C तक के उच्च ताप को सह सकते हैं।

उपयोग—इनका मुख्य उपयोग निम्नलिखित हैं—

1. इन्डक्शन (Induction) फरनेस (Furnace) की तली (Bottom) बनाने में,
2. ओपन हर्थ फरनेस का सब-हर्थ (Sub-hearth) एवं स्पाउट (Spout) बनाने में,
3. अम्लीय डाइरेक्ट आर्क फरनेस (Direct Arc Furnace) का स्पाउट (Spout) बनाने में,
4. उच्च ऐल्यूमिना वाले फायर क्ले का उपयोग नोजल के अस्तर (Lining) एवं स्टापर (Stopper) बनाने में होता है।

(ii) डोलामाइट—ये क्षारीय प्रकृति के रिफ्रैक्टरी पदार्थ होते हैं। इनमें मुख्य घटक चूना पत्थर (Limestone) होता है।

गुण—1. इनमें संक्षारण प्रतिरोधकता फायर क्ले की अपेक्षा अधिक होती है।
2. उच्च ताप पर यांत्रिक सामर्थ्य कम होती है।
3. स्फुटन (Spalling) के प्रति प्रतिरोध (Resistance) बहुत अच्छा होता है।

उपयोग— 1. ओपन हर्थ फरनेस (O.H. Furnace) का अस्तर बनाने में, और
2. क्षारीय प्रत्यक्ष आर्क फरनेस की साइड की दीवार (Wall) बनाने में इसका उपयोग होता है।

(iii) सिलिका—यह अम्लीय प्रकृति का होता है। इसका मुख्य घटक सिलिका (SiO_2) होता है। यह प्राकृतिक अवस्था में पायी जाती है। इसके मुख्य स्रोत बालू (Sand), सैंड-स्टोन (Sand-stone), आदि हैं।

सिलिका के गुण—सिलिका के मुख्य गुण निम्न हैं—

1. इसमें उच्च रिफ्रैक्टरी गुण होता है।
2. यह घिसाव (Abrasion) प्रतिरोधी होता है।
3. उच्च ताप पर इसका सामर्थ्य अच्छा होता है।
4. उच्च ताप पर इसकी ऊष्मा-चालकता फायर क्ले की अपेक्षा अधिक होती है।
5. अम्लीय गालक एवं धातुमल का प्रभाव नहीं पड़ता है।
6. क्षारीय गालक एवं धातुमल का प्रभाव पड़ता है और इनके साथ अभिक्रिया करने सिलिकेट्स बनाते हैं।
7. ये 1600°C तक ताप को सह सकते हैं।

8. निम्न ताप पर इनमें विघटन होने लगता है।
9. उच्च ताप पर इनमें विमीय स्थिरता (Dimensional stability) कम होती है।

उपयोग—सिलिका ब्रिक्स (Silica Bricks) के उपयोग निम्नलिखित हैं—

1. अम्लीय भट्ठियों (O.H. Furnace) आधार (Floor) बनाने में होता है।
2. ओपन हर्थ फरनेस (O.H. Furnace) की छत (Roof) बनाने में होता है।
3. डाइरेक्ट आर्क फरनेस की साइड की दीवार और छत बनाने में भी होता है।

(iv) मैग्नेसाइट (Magnesite)—यह क्षारीय रिफ्रैक्टरी है। इसका मुख्य घटक मैग्नेशिया (MgO) है। इसमें मैग्नेशिया 85-90% तक होता है।

गुण (Properties)—इसके मुख्य गुण निम्न हैं—

1. इसका गलनांक 2800°C होता है।
2. इसमें उच्च ताप सहने की क्षमता अधिक होती है।
3. इस पर क्षारों (Alkalis) या क्षारीय गालक एवं धातुमल का प्रभाव नहीं पड़ता है।
4. इस पर अम्लीय गालक एवं धातुमल का प्रभाव पड़ता है।
5. क्रोमियम एवं आयरन आक्साइड (Cr_2O_3 and Fe_2O_3) वाले मैग्नेसाइट में उच्च ताप पर विघटन नहीं होता है। इनकी सामर्थ्य भी अच्छी होती है।

मैग्नेसाइट के उपयोग—मैग्नेसाइट से बनी ईंटों (Bricks) का उपयोग—

1. निकिल एवं ताँबा (Copper) के निष्कर्षण के लिए उपयोग में आने वाले प्रत्यक्ष आर्क फरनेस की हर्थ एवं दीवार बनाने में होता है।
2. क्षारीय क्यूपोला (Cupola) का मेल्टिंग जोन (Melting zone) बनाने के लिए होता है।
3. क्षारीय बेसेमर कनवर्टर (Bessemer converter) में होता है।

(v) पोर्सलीन (Porcelain)—यह एक विशेष प्रकार की मिट्टी (Clay) से बनता है। यह सिरेमिक पदार्थ है। यह मुख्य रूप से सिलिका (बालू), जिरकोनिया (ZrO_2), ऐल्यूमिना, मैग्नेशिया, आदि के सम्मिश्रण से बनता है। इन सभी को मिलाकर (बाइन्डर के साथ) उच्च ताप पर भट्ठी में गलाकर पोर्सलीन को विभिन्न प्रकार एवं आकार के बनाते हैं।

गुण—1. यह उच्च ताप सह सकता है।
2. यह कठोर (Hard) एवं भंगुर (Brittle) होता है।
3. यह विद्युत एवं ऊष्मा का कुचालक (Insulator) होता है।
4. यह सस्ता (Cheap) होता है।
5. इस पर वातावरण (Atmosphere) का प्रभाव नहीं पड़ता है।

उपयोग—1. इसका मुख्य उपयोग विद्युत के इन्सुलेटर (Insulator) में फ्यूज की बॉडी, सस्पेन्शन इन्सुलेटर, सॉकेट (Socket), आदि में होता है।
2. स्पार्क प्लग (Spark plug) बनाने में।
3. टिटैनियम, यूरेनियम, आदि की ढलाई (Casting) के लिए मोल्ड (Mould) बनाने में।
4. रिहोस्टेट (धारा प्रतिरोधक), हीटरों के आधार (Base), आदि बनाने में पोर्सलीन का उपयोग होता है।
5. घरेलू बर्तन बनाने में।

विभिन्न प्रकार के उच्च ताप सह पदार्थ

क्र०सं०	पदार्थ	रासायनिक सूत्र	प्रकृति
1.	ऐल्यूमिना	Al_2O_3	अम्लीय
2.	फायर क्ले	54.1% SiO	—
3.	सिलिका	SiO_2	अम्लीय
4.	लाइम	CaO	क्षारीय
5.	काउलिन	$Al_2O_3.3SiO_2.2H_2O$	अम्लीय
6.	क्रोमाइट	$FeO.Cr_2O_3$	निष्क्रिय
7.	टिटेनिया	TiO_2	—
8.	ग्रेफाइट	C	निष्क्रिय
9.	जिरकोनिया	ZrO_2	निष्क्रिय
10.	सिलिकन कार्बाइड	SiC	अम्लीय
11.	क्रोमियम आक्साइड	Cr_2O_3	—
12.	मैग्नीशिया	MgO	क्षारीय
13.	मुलाइट	$3Al_2O_3 . 2SiO_2$	अम्लीय
14.	सिलीमैनाइट	$Al_2O_3 . SiO_2$	अम्लीय

■ 8.7 जोड़ने वाले पदार्थ (Jointing Materials)

परिचय (Introduction)—जोड़ने वाले पदार्थों को एडहेसिव (Adhesives) या आसंजक कहते हैं। इन्हें ग्लू (Glue), गोंद (Gum), सीमेंट (Cement), पेस्ट (Paste), आदि नामों से भी हम जानते हैं। ये प्राकृतिक (Natural) या कृत्रिम (Synthetic) एवं कार्बनिक या अकार्बनिक किसी भी तरह के हो सकते हैं। इन्हें जुड़ने वाले पदार्थ की दोनों सतहों (Surfaces) पर लगाकर आपस में जोड़ा जाता है। ये प्लास्टिक, पेस्ट, द्रव (Liquid) या पाउडर (Powder) किसी भी रूप में होते हैं।

आसंजकों से अच्छा जोड़ (Good Joint) बनाने के लिए निम्न बातों का ध्यान रखना चाहिए–

1. जोड़ने वाले सतहों को धूल (Dust), तेल (Oil), ग्रीस (Greese), आदि से मुक्त (Free) होना चाहिए।
2. आसंजकों की पतली परत (Thin film) लगानी चाहिए।
3. जोड़, भार (Loading) के लम्बवत् दिशा में लगाना चाहिए।
4. प्लास्टिक या एपॉक्सी आसंजकों से जोड़ (Joint) दाब (Pressure) लगाकर बनाना चाहिए।

आसंजकों का उपयोग

आसंजकों को उपयोग व्यापक स्तर पर होता है। **जैसे—**

1. औद्योगिक रूप में इसका उपयोग ऑटोमोबाइल (Automobile industry) और वायुयान (Aircraft) निर्माण में चादरों (Sheets) को जोड़ने के लिए किया जाता है।
2. सीमेंट का उपयोग भवन-निर्माण कार्य के लिए किया जाता है।
3. ऑफिस (Office) एवं घरेलू कार्यों में कागज, प्लास्टिक, आदि को जोड़ने के लिए किया जाता है।
4. बुक-बाइन्डिंग (Book Binding) के कार्यों में।
5. जूता-चप्पल (Foot wears) के निर्माण में।
6. फर्नीचर उद्योग में।
7. मेडिकल एवं डेन्टल कार्यों में।

आसंजकों के प्रकार (Types of Adhesives)

ये निम्न प्रकार के होते हैं—

1. वनस्पति आसंजक (Vegetable Adhesives), **जैसे**—स्टार्च, डेक्स्ट्रीन, आदि।
2. जन्तु आसंजक (Animal Adhesives), **जैसे**—केसिन।
3. प्राकृतिक रेजिन, **जैसे**—शेलेक (Shellac), एसफाल्ट, आदि।
4. कृत्रिम रेजिन (Synthetic Resin), **जैसे**—एपॉक्सी रेजिन (एरल्डाइट), सिलिकन्स (Silicones), पॉलिस्टर रेजिन, आदि।
5. पॉलीविनाइल आसंजक, **जैसे**—पॉलीविनाइल ब्यूटीरेट, पॉलीविनाइल क्लोराइड, पॉलीविनाइल एसिटल, आदि।
6. अकार्बनिक आसंजक, **जैसे**—पोटैशियम-सोडियम सिलिकेट, मैग्नीशियम ऑक्सीक्लोराइड, लेड ग्लिसरेट, आदि।
7. सेलुलोज आसंजक, **जैसे**—सेलुलोज नाइट्रेट, सेलुलोज एसिटो-ब्युटिरेट, सेलुलोज एसिटेट, आदि।
8. प्राकृतिक और कृत्रिम रबड़ (Rubber), **जैसे**—नाइट्रिल रबड़, लेटेक्स, आदि।

आसंजकों के लाभ (Advantages) और हानियाँ (Disadvantages)

1. आसंजकों द्वारा किसी भी तरह के पदार्थों को आपस में जोड़ा जा सकता है। **जैसे**—धातु से धातु को, धातु से प्लास्टिक को, लकड़ी से लकड़ी को, लकड़ी से प्लास्टिक को, प्लास्टिक से प्लास्टिक को।
2. जोड़ने के दौरान जुड़ने वाले पदार्थों में कोई परिवर्तन नहीं होता है और कमजोर नहीं होते हैं, जैसा कि रिवेटिंग और बोल्टिंग (Bolting) में होता है।
3. आसंजकों (Adhesives) द्वारा अदृश्य (Invisible) जोड़ (Joint) लगाए जा सकते हैं।
4. सामान्यत: आसंजक द्वारा बने जोड़ (Joint) अन्य तकनीकी द्वारा बने जोड़ से कमजोर (Weak) होते हैं।
5. सामान्यत: ये उच्च ताप को सहन नहीं कर पाते हैं।

सीमेंट (Cement)

यह एक प्रकार का आसंजक (Adhesive) पदार्थ है, जो पत्थर, ईंट, R.C.C., आदि को जोड़ने के कार्य में उपयोग होता है। सिविल इंजीनियरिंग के विभिन्न प्रकार के कार्यों के लिए यह मुख्य पदार्थ हैं। यह जल (Water) की उपस्थिति में एक निश्चित आकार में कठोर (Hard) हो जाता है। इसमें मुख्य रूप से कैल्शियम (Ca), ऐल्यूमिना एवं सिलिका होते हैं।

मुख्य सीमेंट (Important Cements)—कुछ मुख्य सीमेंटों का संक्षिप्त वर्णन निम्नलिखित है—

(i) **पोर्टलैण्ड सीमेंट (Portland Cement)**—यह सबसे ज्यादा उपयोग में आने वाला सीमेंट है। यह चूना पत्थर, जिप्सम, सिलिका एवं ऐल्यूमिना का उच्च ताप पर उपचारित किया हुआ बारीक चूर्ण (Fine powder) है।

गुण— यह जल (Water) के साथ अभिक्रिया करके सेट (Set) होकर ठोस के रूप में परिवर्तित हो जाता है। इसकी संपीडन सामर्थ्य बहुत अच्छी होती है।

पोर्टलैण्ड सीमेंट के घटक (Constituents of Portland Cement)—इसके मुख्य घटक—

(i) चूना पत्थर,
(ii) ऐल्यूमिना एवं सिलिका,
(iii) कोयले का चूर्ण (Powder Coal), और
(iv) जिप्सम $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ हैं।

इनके अलावा इसमें आयरन ऑक्साइड (Iron oxide), सल्फर डाइऑक्साइड, आदि भी होते हैं।

उपयोग— इसका सबसे ज्यादा उपयोग होता है। घर, पुल, सड़क, बाँध, आदि सभी प्रकार के संरचनात्मक (Constructional) कार्यों में इसका उपयोग होता है।

(ii) रबड़ सीमेंट (Rubber Cement)—यह कार्बनिक सीमेंट है, जो लेटेक्स (Latex) पॉलीमर को एसीटोन या अन्य विलायकों (जैसे हैप्टेन, टालूइन, आदि) के साथ मिलाकर बनाया जाता है। इसे लगाने के 10 घंटे के अन्दर सतह को बगैर नुकसान पहुँचाए साफ किया जा सकता है। इसका उपयोग पन्चर बनाने, जूता रिपेयरिंग और अन्य कई औद्योगिक कार्यों में होता है। इसका उपयोग मारकिंग द्रव के रूप में पेन में भी होता है।

8.8 कम्पोजिट पदार्थ (Composite Materials)

परिभाषा

जब दो या दो से अधिक, असमान (Dissimilar) पदार्थों को आपस में मिलाकर एक नया पदार्थ बनाया जाता है, तो उसे कम्पोजिट पदार्थ कहते हैं। इसमें घटक (Constituents) पदार्थों के अच्छे गुणों का समावेश होता है। **जैसे**—फाइबर-ग्लास रेनफोर्स्ड प्लास्टिक (Fibre-glass reinforced plastic, FRP)। इसमें प्लास्टिक का लचीलापन एवं फाइबर ग्लास का स्ट्रेन्थ (सामर्थ्य) एवं स्टिफनेस (Stiffness) होता है।

धातुओं, सेरैमिक, अधातुओं, सीसा, पॉलीमर (Polymer), सीमेंट, आदि को आपस में मिलाकर अनेक प्रकार के कम्पोजिट पदार्थ तैयार किए जाते हैं। उदाहरण के लिए R.C.C. सीमेंट, पत्थर और सरिया (Bars) का कम्पोजिट पदार्थ है।

कम्पोजिट पदार्थों के प्रकार (Types of Composites)

ये मुख्य रूप से तीन प्रकार के होते हैं—

1. कण-कम्पोजिट (Particulate composite),
2. रेशा या फाइबर-कम्पोजिट (Fibre composite), एवं
3. संरचनात्मक या लेमिनेट-कम्पोजिट (Structural or Laminate composite)।

उपयोग (Uses)—कुछ कम्पोजिट पदार्थों का उपयोग निम्नलिखित है—

1. R.C.C. का उपयोग भवन, पुल, बाँध (Dam), आदि के निर्माण में होता है।
2. F.R.P. (Fibre glass reinforced plastic) का उपयोग चादर (Sheets) एवं तार बनाने में होता है। F.R.P. तार का उपयोग ऑप्टिकल फाइबर केबल (Cable) बनाने में होता है।
3. सरमेट (Cermets), जैसे टंगस्टन कार्बाइड (WC) का उपयोग कटिंग टूल के रूप में होता है।
4. बोरोन फाइबर का उपयोग हवाई जहाज, हेलीकॉप्टर, आदि में होता है।
5. सेरेमिक, ग्लास (काँच), एस्बेस्टस, आदि भी कम्पोजिट पदार्थ हैं।

कुछ प्रमुख कम्पोजिट पदार्थ

(i) मेटल-मैट्रिक्स कम्पोजिट (Metal-Matrix Composites)—इस प्रकार के कम्पोजिट पदार्थ में घटक पदार्थों में से कम से कम एक पदार्थ धातु (मेटल) होता है। दूसरे पदार्थ सेरैमिक या कार्बनिक पदार्थ या दोनों हो सकते हैं। जब कम्पोजिट में तीन पदार्थ होते हैं, तो उसे हाइब्रिड (Hybrid) कम्पोजिट कहते हैं।

एम०एम०सी० (मेटल-मैट्रिक्स-कम्पोजिट) रेनफोर्सिंग पदार्थ (Reinforcing Materials) को धातु-मैट्रिक्स (Metal Matrix) में मिलाने (Dispersing) से बनता है। संरचनात्मक कार्यों के लिए हल्के धातुओं ऐल्यूमिनियम, मैग्नीशियम या टिटेनियम जैसे धातुओं का मैट्रिक्स उपयोग किया जाता है। उच्च ताप के कार्यों के लिए कोबाल्ट और कोबाल्ट-निकिल एलॉय का मैट्रिक्स होता है।

रेनफोर्समेन्ट पदार्थ को मैट्रिक्स में मिलाया जाता है। रेनफोर्समेन्ट पदार्थ के रूप में कार्बन फाइबर, सिलिकन कार्बाइड, बोरोन फाइबर, आदि उपयोग किए जाते हैं।

गुण—मेटल मैट्रिक्स कम्पोजिट्स के गुण उनमें मिलाए जाने वाले पदार्थों एवं उनके अनुपात पर निर्भर करते हैं। ये महँगे होते हैं। इसलिए इनका उपयोग विशिष्ट (Specific) उद्देश्यों के लिए होता है। सामान्यत: ये मजबूत, अग्निरोधक, नमीरोधक, ऊष्मा एवं विद्युत के सुचालक होते हैं।

उपयोग—इनका बहु-आयामी उपयोग होता है, **जैसे**—

1. चीमड़ कोबाल्ट मैट्रिक्स में कठोर टंगस्टन कार्बाइड मिलाकर कार्बन ड्रिल्स (Carbon drills) बनाए जाते हैं।
2. ऑटोमोटिव डिस्क ब्रेक (Automotive Disc Brake) बनाने में इसका उपयोग होता है।
3. सिलिकन कार्बाइड फाइबर रेनफोर्स्ड टाइटेनियम मैट्रिक्स से बने कम्पोजिट का उपयोग हवाई जहाज के लैन्डिंग गियर (Landing gear) बनाने में होता है।
4. इनका उपयोग अंतरिक्ष (Space) के कार्यों में होता है।
5. खेल के उपकरणों या सामान बनाने में भी इसका उपयोग होता है।

(ii) कार्बन-फाइबर (Carbon Fibre)—कार्बन-फाइबर, कार्बन के बने हुए फाइबर या रेशे हैं। लेकिन ये केवल आधार होते हैं उस पदार्थ के जो कार्बन-फाइबर के नाम से जाना जाता है। कार्बन फाइबर रेनफोर्स्ड पॉलीमर (CFRP), कार्बन-फाइबर रेनफोर्स्ड प्लास्टिक (FRP) या कार्बन-फाइबर रेनफोर्स्ड थर्मोप्लास्टिक (CFRTP) को कार्बन-फाइबर कहते हैं। ये सभी फाइबर रेनफोर्स्ड बहुलक (Polymer) होते हैं जिसमें कार्बन फाइबर्स (रेशे) होते हैं। ये सभी संयुक्त पदार्थ (Composite Materials) हैं। कार्बन के रेशों (फाइबर्स) को प्लास्टिक रेजिन मैट्रिक्स के साथ ऊष्मा, दाब या वैक्यूम (निर्वात) में मिलाकर कम्पोजिट पदार्थ का निर्माण होता है। कार्बन फाइबर की बुनाई (Weaving) और रेजिन पदार्थ, कम्पोजिट की सामर्थ्य को निर्धारित करते हैं। मुख्य रूप से एपॉक्सी (Epoxy) रेजिन उपयोग किया जाता है। एपॉक्सी के अलावा थर्मोप्लास्टिक, पॉलीयूरेथिन, पॉलीविनाइल एस्टर, आदि भी उपयोग होते हैं।

गुण— 1. ये हल्के एवं मजबूत होते हैं।
2. इनकी रिजिडिटी (Rigidity) बहुत अच्छी होती है।

उपयोग— कार्बन फाइबर्स अनेक प्रकार के आकार और साइजों में बनाए जा सकते हैं। इनका उपयोग विभिन्न प्रकार के कार्यों के लिए होता है। **जैसे**—

1. ऑटोमोबाइल उद्योग में गाड़ियों के विभिन्न पार्ट्स बनाने में।
2. साइकिलों के फ्रेम बनाने में।
3. चश्मों के फ्रेम बनाने में।
4. बेसबॉल (Baseball) के बैट (बल्ला) बनाने में।
5. लैपटॉप (Laptop) के खोल (Case) बनाने में।
6. तेल और गैस उद्योग में।
7. फार्मूला वन रेसिंग (Racing) कार में।
8. हवाई-जहाज उद्योग में।

9. सेटेलाइट (Satellites) में।
10. खेल के सामानों जैसे धनुष, बैडमिंटन एवं टेनिस के रैकैट, हॉकी स्टिक, आदि बनाने में।
11. हेलमेट बनाने में।

(iii) फाइबर-ग्लास कम्पोजिट (Fibre Glass Composites)—इन्हें ग्लास-फाइबर, ग्लास रेनफोर्स्ड प्लास्टिक (Glass Reinforced Plastic), G.R.P. या ग्लास-फाइबर रेनफोर्स्ड प्लास्टिक (Glass Fibre Reinforced Plastic) भी कहते हैं। ये प्लास्टिक मैट्रिक्स (एपॉक्सी, पॉलीएस्टर, विनाइल एस्टर या थर्मोप्लास्टिक) में ग्लास-फाइबर्स के रेनफोर्समेन्ट से बने हुए कम्पोजिट हैं।

गुण— 1. ये हल्के और मजबूत होते हैं।
2. इनकी स्टिफनेस (Stiffness, दुर्नम्यता) कार्बन-फाइबर से कम होती है।
3. इनमें भंगुरता कम होती है।
4. ये अपेक्षाकृत सस्ते होते हैं।

उपयोग—इनका उपयोग निम्नलिखित कार्यों के लिए होता है—
1. फाइबर-ग्लास के पाइपों का उपयोग कूलिंग वाटर, ड्रिंकिंग वाटर, सीवेज (Sewage) ट्रान्सपोर्टेशन के कार्यों में।
2. इसका उपयोग दूरसंचार (Telecommunication) में।
3. हवाई-जहाज, ऑटोमोबाइल (Automobile) एवं नौका (Boats) बनाने में।
4. पानी की टंकी बनाने में।
5. छत के कार्यों (Roofing) में।
6. कैनोपी (Canopies), धूम्र-नलिका (Chimney) आदि बनाने में।

■ 8.9 जर्मेनियम और उसके मिश्र धातु (Germanium and its Alloys)

जर्मेनियम (Germanium)—यह अर्द्ध-धात्विक (Semi-metallic) तत्व है। इससे धात्विक ग्लास बनाए जाते हैं।

गुण— 1. यह चमकदार भूरे-सफेद रंग का ठोस पदार्थ है।
2. इसका गलनांक 937.4°C, वाष्पांक (Boiling point) 2830°C और आपेक्षिक घनत्व (Specific gravity) 5.3 होता है।
3. इस पर तनु (Diluted) अम्लों और क्षारों का प्रभाव नहीं पड़ता है, किन्तु यह सान्द्र (Concentrated) सल्फ्यूरिक अम्ल और नाइट्रिक अम्ल से तथा कास्टिक सोडा से अभिक्रिया (Reaction) कर लेता है।
4. ठोस जर्मेनियम एक अर्द्ध-चालक है। द्रव (Liquid) जर्मेनियम विद्युत का चालक (Conductor) होता है, जबकि 5.4 GPa दाब और 11.5 K ताप पर जर्मेनियम सुपर कन्डक्टर (Superconductor) का कार्य करता है।
5. जर्मेनियम और इसके ऑक्साइड (GeO_2) में प्रकाशीय गुण (Optical properties) होता है। ये इन्फ्रारेड प्रकाश (Infrared light) के लिए पारदर्शी (Transparent) होते हैं। अतः इन्हें धात्विक ग्लास (Metal Glasses) भी कहते हैं।
6. जर्मेनियम क्लोराइड ($GeCl_4$) और जरमेन (GeH_4) द्रव और गैस अवस्था में होते हैं। ये आँखों, त्वचा (Skin), जिगर (Lungs) और गले (Throat) के लिए हानिकारक होते हैं।

जर्मेनियम और इसके मिश्र-धातुओं के उपयोग (Uses of Germanium and its Alloys)

1. जर्मेनियम (GeO_2) के प्रकाशीय गुण (Optical properties) के कारण इसका उपयोग कैमरा के लेंस, माइक्रोस्कोप (Microscope) और ऑप्टीकल फाइबर (Optical fibre) के कोर बनाने में होता है।
2. (Ge—Sb—Te) मिश्र-धातु का उपयोग DVD बनाने में होता है।
3. जर्मेनियम का उपयोग नाइट विजन (Night vision) के लिए कार और फायर-फाइटिंग (अग्नि-शमन) के कार्यों में किया जाता है।
4. Ge—Si (जर्मेनियम-सिलिकान) एलॉय का उपयोग अर्धचालक पदार्थ (Semiconductor Materials) के रूप में इन्टीग्रेटेड सर्किट (Integrated Circuit), और वायरलेस कम्यूनिकेशन (Wireless communication) के उपकरणों में होता है।
5. इनका उपयोग सोलर सेल (Solar cells), सोलर पैनल (Solar panels), मल्टीजंक्शन (Multi-junction) फोटोवोल्टिक सेल में भी होता है।
6. इसका उपयोग उद्दीपक (Phosphors) (टिमटिमाने वाले या चकमने वाले पदार्थ) के रूप में फ्लोरेसेन्ट लैम्प (Fluorescent lamps) और LEDs (लाइट-एमिटिंग डायोड, Light-emiting Diodes) में होता है।
7. जर्मेनिया (GeO_2) का PET (Polyethylene Terephthalate) के बहुलीकरण (Polymerization) में उत्प्रेरक (Catalysts) के रूप में भी उपयोग होता है।

सारांश

■ विविध पदार्थ

विभिन्न विविध पदार्थ निम्नलिखित हैं—

❖ अपघर्षी पदार्थ
❖ फेल्ट या नमदा
❖ अभ्रक
❖ जोड़ने वाले पदार्थ
❖ जर्मेनियम एलॉय या धातु काँच
❖ सेलुलॉयड या जाइलोमाइट
❖ चुम्बकीय पदार्थ
❖ रिफ्रैक्टरी पदार्थ या तापसह पदार्थ
❖ कम्पोजिट पदार्थ

(i) अपघर्षक—यह सिरैमिक पदार्थ के छोटे-छोटे कणों से बनाए जाते हैं। यह कठोर, घर्षण प्रतिरोधी पदार्थ होते हैं।

❖ अपघर्षक के प्रकार—
(a) प्राकृतिक अपघर्षक (b) कृत्रिम अपघर्षक

❖ अपघर्षक का रूप—
● अपघर्षी पेस्ट ● अपघर्षी कागज या कपड़ा ● ग्राइन्डिंग व्हील

❖ अपघर्षक के उदाहरण—
(i) हीरा या डायमण्ड
(ii) सिलिकन कार्बाइड
(iv) क्वार्ट्ज
(v) एमरी

(iii) ऐल्यूमिनियम ऑक्साइड (vi) बोरान कार्बाइड

(ii) सेल्यूलॉयड या जाइलोमाइट

यह एक प्लास्टिक होता है जो नाइट्रेट को कैम्फर के साथ मिलाकर बनाया जाता है। कैम्फर प्लास्टीसाइजर की तरह कार्य करता है।

यह पारदर्शी या ज्वलनशील पदार्थ होता है।

(iii) फेल्ट या नमदा

यह रेशों को बाइन्डिंग पदार्थ के साथ मिलाकर दबाने से बनता है। चादर एवं रोल के रूप में मिलता है।

(iv) चुम्बकीय पदार्थ

वे पदार्थ जिनमें चुम्बकीय गुण विकसित किए जाते हैं, चुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं।

चुम्बकीय पदार्थ के प्रकार—

1. फेरोमैग्नेटिक पदार्थ
2. पैरामैग्नेटिक पदार्थ
3. डाइमैग्नेटिक पदार्थ
4. मृदु या नम्य चुम्बकीय पदार्थ
5. कठोर चुम्बकीय पदार्थ

(v) अभ्रक

यह एक खनिज पदार्थ है। रासायनिक रूप से यह Mg, Al, K, Si, Fe से मिलकर बनता है।

(vi) रिफ्रैक्टरी पदार्थ

वे पदार्थ जो उच्च ताप एवं क्षारों और अम्लों द्वारा संक्षारण को सह सकते हैं रिफ्रैक्टरी पदार्थ कहलाते हैं। यह 500°C—2800°C तक ताप को सह सकते हैं। इसका उपयोग भट्ठी, बॉयलर में होता है।

रिफ्रैक्टरी पदार्थ के प्रकार

- अम्लीय रिफ्रैक्टरी पदार्थ
- क्षारीय रिफ्रैक्टरी पदार्थ
- उदासीन रिफ्रैक्टरी पदार्थ

अम्लीय रिफ्रैक्टरी पदार्थ—इसका मुख्य घटक सिलिका होती है। इसकी प्रकृति अम्लीय होता है। इस्पात और काँच बनाने वाली भट्ठियों में इसका उपयोग होता है। यह 1650°C तक ताप सह लेता है।

अम्लीय रिफ्रैक्टरी पदार्थ के उदाहरण—

- फायर क्ले
- सिलिका
- ऐल्यूमिना-सिलिका
- सिलिमेनाइट

❖ क्षारीय रिफ्रैक्टरी पदार्थ

इसका मुख्य घटक (MgO) मैग्नेशिया होता है। इसका उपयोग इस्पात बनाने वाली ओपन हर्थ फरनेस में होता है।

उदाहरण—

- मैग्नेशिया
- बॉक्साइट
- डोलामाइट

❖ उदासीन रिफ्रैक्टरी पदार्थ

इस पर अम्ल एवं क्षार का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।

उदाहरण के लिए—

- क्रोमाइट
- ग्रेफाइट

■ जोड़ने वाले पदार्थ

इसे आसंजक कहते हैं। इन्हे ग्लू, गोंद, सीमेन्ट, सरेस, पेस्ट आदि नामों से जानते हैं।

आसंजकों के प्रकार—

1. वनस्पति आसंजक
2. जन्तु आसंजक
3. प्राकृतिक रेजिन
4. कृत्रिम रेजिन
5. पॉलीविनाइल आसंजक
6. अकार्बनिक आसंजक

सीमेन्ट—यह एक प्रकार का आसंजक पदार्थ है जो पत्थर, ईंट, R.C.C. आदि को जोड़ने का कार्य करता है। इसमें मुख्यत: कैल्शियम, ऐल्यूमिना एवं सिलिका होते हैं।

मुख्य सीमेन्ट—

- पोर्टलैण्ड सीमेन्ट
- रबड़ सीमेन्ट

कम्पोजिट पदार्थ—जब दो या दो से अधिक, असमान पदार्थों को आपस में मिलाकर एक नया पदार्थ बनाया जाता है, तो उसे कम्पोजिट पदार्थ कहते हैं।

उदाहरण—फाइबर-ग्लास रेन फोर्स्ड प्लास्टिक।

कम्पोजिट पदार्थ के प्रकार—

- कण कम्पोजिट
- रेशा या फाइबर कम्पोजिट
- संरचनात्मक या लेमिनेट कम्पोजिट

प्रमुख कम्पोजिट पदार्थ—

- मेटल-मैट्रिक्स पदार्थ
- कार्बन फाइबर
- फाइबर-ग्लास कम्पोजिट

जर्मेनियम एवं मिश्र-धातु

यह अर्द्ध-धात्विक तत्त्व होता है। इससे धात्विक ग्लास बनाए जाते हैं। इसका गलनांक 937.1°C है।

प्रमुख मिश्र-धातु—

→ GeO_2
→ Ge—Si
→ Ge—Sb—Te
→ GeO_2

अभ्यास प्रश्न

1. रिफ्रैक्टरी पदार्थों (उच्च तापसह पदार्थों) के गुणों का उल्लेख कीजिए। (2002)
2. तीन प्रकार के रिफ्रैक्टरी पदार्थों की रासायनिक रचना, आवश्यक गुण तथा विशिष्ट अनुप्रयोगों (Applications) का उल्लेख कीजिए। (2001, 10)
3. विभिन्न प्रकार के रिफ्रैक्टरीज क्या हैं? प्रत्येक प्रकार का एक उदाहरण दीजिए। (2002, 06)
4. अपघर्षी पदार्थ किन्हें कहते हैं? (2003, 07)
5. एक अच्छे अपघर्षी पदार्थ (Abrasive Material) में कौन-कौन से गुण होने चाहिए? (2001, 08)
6. विभिन्न प्राकृतिक अपघर्षी क्या हैं? उन्हें समझाइए।
7. कृत्रिम अपघर्षियों (Synthetic abrasives) के गुणों एवं उपयोग को सूचीबद्ध कीजिए। प्राकृतिक अपघर्षियों की सीमाएँ (Limitations) क्या हैं? (2009)
8. अपघर्षी पदार्थों (Abrasives) के प्रमुख गुणों एवं उपयोगों को लिखिए। (2012)
9. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी कीजिए–
   (i) ऐल्यूमिना या कोरंडम
   (ii) बोरोन कार्बाइड
   (iii) कारबोरंडम
   (iv) एमरी (Emery)
10. चुम्बकीय पदार्थों के गुण एवं उनके उपयोगों को समझाइए। (2013, 2011)
11. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–
    (i) मैग्नेसाइट
    (ii) डोलोमाइट
    (iii) सिलिका
    (iv) पोर्सीलीन (Porcelain)
12. कम्पोजिट पदार्थ (Composite materials) पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (2011, 06, 01)
13. एक कम्पोजिट पदार्थ से आपका क्या अभिप्राय है? अभियंत्रण में ऐसे कुछ पदार्थों के उदाहरण दीजिए। (2002)
14. कम्पोजिट पदार्थों के मुख्य प्रकार एवं उपयोग लिखिए।
15. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–
    (i) मेटल-मैट्रिक्स कम्पोजिट
    (ii) कार्बन-फाइबर कम्पोजिट
    (iii) फाइबर-ग्लास कम्पोजिट
16. आसंजक क्या है? आसंजकों (Adhesives) के उपयोग बताइए।
17. आसंजक के रूप में पोर्टलैण्ड सीमेंट एवं रबड़ सीमेंट का वर्णन कीजिए।
18. अभ्रक (Mica) के मुख्य गुण क्या हैं? (2003)
19. अभ्रक के क्या उपयोग हैं? यह कैसे प्राप्त किया जाता है? (2008)
20. नमदे (Felt) के प्रमुख गुण एवं उपयोग लिखिए।

21. सेलुलॉयड क्या है? और इसके क्या-क्या उपयोग हैं?
22. सेलुलॉयड व जर्मेनियम मिश्रित धातु के महत्त्वपूर्ण गुण एवं उपयोग लिखिए। (2010)
23. धातु ग्लास (Metallic glass) पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (2005)
24. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए– (2009)
    (a) चुम्बकीय पदार्थ
    (b) कम्पोजिट पदार्थ

वस्तुनिष्ठ प्रश्नावली

1. निम्न में से कौन-सा प्राकृतिक अपघर्षक है?
(a) सैंडस्टोन (b) सिलिकॉन कार्बाइड (c) एल्यूमिनियम ऑक्साइड (d) सभी

2. निम्न में से कौन-सा कृत्रिम अपघर्षक है?
(a) बोरोन कार्बाइड (b) सैन्डस्टोन (c) एमरी (d) फ्लिंट काँच

3. बोरोन कार्बाइड की कठोरता होती है–
(a) 9.497 (b) 0.9497 (c) 9 (d) 1

4. बोरोन कार्बाइड का रासायनिक सूत्र होता है–
(a) B_2C (b) B_3C (c) B_4C (d) B_2C_4

5. जाइलोमाइट बनाया जाता है–
(a) सल्फेट के कैम्फर से (b) कार्बन के कैम्फर से
(c) नाइट्रेट के कैम्फर से (d) इनमें से कोई नहीं

6. CBN होता है–
(a) प्राकृतिक पदार्थ (b) कृत्रिम पदार्थ (c) दोनों (d) इनमें से कोई नहीं

7. डायमण्ड का घनत्व होता है–
(a) $2.52\ kg/cm^3$ (b) $25.2\ g/cm^3$ (c) $2.52\ g/cm^3$ (d) $1\ gm/cm^3$

8. CBN का घनत्व होता है–
(a) $0.2\ g/cm^3$ (b) $2.2\ kg/cm^2$ (c) $22\ g/cm^2$ (d) $2.2\ g/cm^3$

9. चुम्बकीय बल रेखाओं की प्रकृति, पैरामैग्नेटिक पदार्थ में होती है–
(a) सीधी रेखा (b) वक्र रेखा (c) टेढ़ी-मेढ़ी रेखा (d) खण्डित रेखा

10. मैग्नेसाइट का गलन बिन्दु होता है–
(a) 100°C (b) 280°C (c) 800°C (d) 2800°C

11. टिटेनिया का रासायनिक सूत्र होता है–
(a) TiO (b) TiO_2 (c) TiO_3 (d) TiO_4

12. पोर्टलैण्ड सीमेन्ट के मुख्य घटक होते हैं–
(a) चूना (b) ऐल्यूमिना एवं सिलिका (c) जिप्सम (d) सभी

13. निम्न में से कौन-सा अकार्बनिक आसंजक है?
(a) पोटैशियम-सोडियम सिलिकेट (b) मैग्नीशियम ऑक्सीक्लोराइड
(c) लेड ग्लिसरेट (d) सभी

14. जर्मेनियम होता है–
(a) धात्विक पदार्थ (b) अधात्विक पदार्थ (c) अर्द्ध-धात्विक पदार्थ (d) इनमें से कोई नहीं

15. जर्मेनिया का रासायनिक सूत्र होता है–
(a) GeO_2 (b) GeO (c) GeO_3 (d) GeO_4

16. DVD के लिए प्रयोग होता है–
(a) Ge (b) Sb (c) Te (d) Ge—Sb—Te

17. जर्मेनियम का गलनांक होता है–
(a) 937.4°C (b) 937°C (c) 900°C (d) 1000°C

18. जर्मेनियम का आपेक्षिक गुरुत्व होता है–
(a) 5.3 (b) 3.5 (c) 3.3 (d) 3.1

19. ऐल्यूमिनियम ऑक्साइड का रासायनिक सूत्र होता है–
(a) AlO_3 (b) AlO_2 (c) AlO_4 (d) Al_2O_3

20. डायमण्ड का गलनांक होता है–
(a) 2445°C (b) 245°C (c) 2000°C (d) 244.5°

उत्तरमाला

1. (a)	2. (a)	3. (a)	4. (c)	5. (c)	6. (b)	7. (c)	8. (d)	9. (c)	10. (a)
11. (b)	12. (d)	13. (a)	14. (c)	15. (a)	16. (d)	17. (a)	18. (a)	19. (d)	20. (a)

प्रयोगात्मक कार्य (Experiments)

प्रयोग संख्या-1

उद्देश्य (Object)

हीरा पॉलिश उपकरण का प्रयोग करना।

उपकरण (Apparatus)

हीरा पॉलिश उपकरण मोटर, व्हील।

विधि (Method)

हम हीरा पॉलिश उपकरण के ऊपर कास्ट आयरन का व्हील लगाकर उसका सावधानीपूर्वक पोरोसिटी चैक कर, हीरे का पाउडर प्रयोग कर व्हील को उच्च गति पर घुमाते हैं। इस पाउडर को ओलिव तेल के साथ मिलकर सिल्ख सिलरी बनाकर प्रयोग करते हैं। इस पाउडर का प्रयोग उनके कणों के आकार के अनुसार करते हैं। इसमें हम 2.5 MPa का दाब लगा सकते हैं। हम पॉलिश करते समय बड़े आकार के कणों से शुरू कर छोटे आकार के कणों का प्रयोग करते हैं। जिस प्रकार कण का आकार कम होगा उसी प्रकार पॉलिश का समय बढ़ता जाता है। यान्त्रिक तरीके से की जाने वाली पॉलिश के एक पीस हीरे पर ही कर सकते हैं। वैसे आजकल हीरे की पॉलिश करने की अन्य विधियाँ भी आ चुकी हैं।

सावधानियाँ

1. मशीन पर कार्य करते समय कपड़े सूती व शरीर से चिपके हुये पहनें।
2. आँखों पर चश्मे का प्रयोग करें।
3. मशीन को चलाने से पहले चैक करें।
4. फर्श पर चिकनाई न लगी हो।
5. जहाँ कार्य कर रहे हैं वहाँ पर शुद्ध हवा का आवागमन बना रहे।
6. मशीनों का प्रयोग सावधानीपूर्वक करें।
7. हीरा पाउडर के कणों के आकार के अनुसार सावधानीपूर्वक प्रयोग करें।

प्रयोग संख्या-2

उद्देश्य (Object)

किसी पदार्थ पर ऊष्मा उपचार की तीन विधियों का प्रयोग करके कार्बन की प्रतिशतता और उसके गुणों को जाँचना।

उपकरण (Apparatus)

ऊष्मा उपचार भट्टी, हस्त उपकरण, कोयला द्रव पदार्थ, सुरक्षा उपकरण, पदार्थ का पीस आदि।

विधि (Method)

अनीलिंग—इस विधि में धातु को क्रान्तिक ताप के ऊपर या उसके आस-पास के ताप तक गर्म करते हैं जिसके कारण धातु के कण व्यवस्थित हो जायें। इसके बाद उसको धीरे-धीरे ठण्डा करते हैं। पदार्थ को हम भट्टी के अन्दर ही ठण्डा करते हैं। यह विधि बहुत-ही महत्वपूर्ण विधि है। इसके द्वारा कणों को व्यवस्थित किया जाता है, आन्तरिक प्रतिबलों से मुक्त करते हैं, धातु के अन्दर की गैसों को निकालते हैं, धातु की स्थायी संरचना प्राप्त करते हैं, विद्युत व चुम्बकीय गुणों में सुधार करते हैं, पदार्थ को अन्य ऊष्मा उपचार के लिये तैयार करते हैं, कठोरता घटाते हैं, पदार्थ को मशीनन योग्य बनाते हैं।

निर्मलीकरण—निर्मलीकरण भी अनीलिंग की तरह की प्रक्रिया है। केवल इसमें हम पदार्थ को क्रान्तिक ताप से उच्च तक गर्म करके हवा के द्वारा ठण्डा करते हैं। इस प्रक्रिया में कठोरता थोड़ी बढ़ जाती है। शीतलन की दर बढ़ जाती है। इसके द्वारा पदार्थ पर मशीनन प्रक्रिया की दर बढ़ जाती है। धातु पदार्थ की क्षमता (सामर्थ्य) बढ़ जाती है।

सतह कठोरीकरण—निम्न कार्बन इस्पात को कठोर एवं अधिक सामर्थ्य बनाने के लिये सतह या पृष्ठ कठोरीकरण किया जाता है। क्योंकि निम्न कार्बन इस्पात का कठोरीकरण अन्य किसी विधि से नहीं किया जा सकता है। इस विधि में हम कार्बन व नाइट्रोजन का डिफ्यूजन किया जाता है। जिससे इस्पात की सतह कठोर हो जाती है लेकिन पदार्थ का अन्दर का भाग मृदु बना रहता है। इस विधि में पदार्थ को क्रान्तिक ताप से ऊपर गर्म किया जाता है। इसके बाद तीनों विधियों से सतह का जरूरत के हिसाब से कठोरीकरण किया जाता है।

इस विधि से सम्बन्धित भट्टी के चित्र धातुओं का ऊष्मा उपचार अध्याय के अन्दर दिये गये हैं।

सावधानियाँ

1. पदार्थ के स्पेसीमैन को सावधानी से बनाकर प्रयोग किया जाना।
2. स्पेसीमैन को भट्टी में रखकर व गर्म करने के बाद भट्टी से सावधानीपूर्वक निकालना चाहिये।
3. स्पेसीमैन पर कार्बन व नाइट्रोजन को ठीक प्रयोग करना चाहिये।
4. भट्टी से पदार्थ को निकालते समय स्वयं को बचाकर रखना चाहिये।
5. कपड़े ढीले नहीं पहनें।
6. फर्श पर चिकनाई नहीं पड़ी होनी चाहिये।
7. दस्ताने व चश्मे पहनने चाहियें।

प्रयोग संख्या-3

उद्देश्य (Object)

एक कास्ट आयरन का स्पेसीमैन बनाकर उसकी माइक्रो संरचना का मैट्रोलॉजिकल सूक्ष्मदर्शी से अध्ययन करना।

उपकरण (Apparatus)

मेट्रोलॉजीकल सूक्ष्मदर्शी मानक के अनुसार कास्ट आयरन का स्पेसीमैन।

विधि (Method)

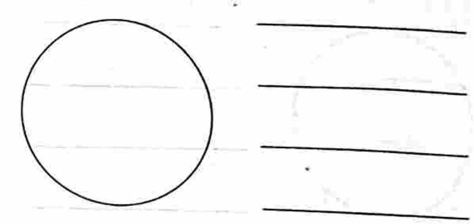
सर्वप्रथम हम प्रयोगशाला के अन्दर दिये गये मानकों के अनुसार कास्ट आयरन का एक स्पेसीमैन बनाते हैं। उस पर संरचना को सूक्ष्मदर्शी के द्वारा देखा जा सकता है। इसके ऊपर विभिन्न संरचना को खींचकर देखते हैं क्योंकि इस प्रकार हम सूक्ष्मदर्शी को पैमाने को सही प्रकार सैट कर लेते हैं। इस प्रकार हम प्रयोगशाला की कक्षा के अन्दर छात्रों को समझाते हैं। इसके बाद में प्रयोगशाला में वास्तविक स्पेसीमैन का अध्ययन करते हैं।

अध्ययन करते समय निम्न कार्य करते हैं—

1. सर्वप्रथम स्पेसीमैन का नाम और उसके संगठन के बारे में लिखते हैं।
2. उस पदार्थ के इतिहास के बारे में जानते हैं।
3. इसके बाद सूक्ष्मदर्शी से उसकी संरचना को देखते हैं। इसमें सर्वप्रथम इसका मेग्नीफिकेशन प्रयोग करते हैं इसके बाद उसके महत्वपूर्ण फेस व भविष्य के बारे में लिखते हैं।
4. इटचान्ट का प्रयोग करना चाहिये।

अवलोकन

हम पदार्थ का अवलोकन करते हैं।



सावधानियाँ

इस प्रक्रिया के इस भाग के दौरान ध्यान में रखने के लिये विभिन्न सामान्य बातें निम्न प्रकार हैं—

1. कमरे व कार्य क्षेत्र की सफाई रखें।
2. नमूने की इटचान्ट और पॉलिश सतह को न छुएँ।
3. गन्दे हाथों से अपना चेहरा न छुएँ।
4. केवल सूक्ष्मदर्शी के शीशों को साफ कपड़े से साफ करें।
5. माइक्रोस्कोप को सावधानी से प्रयोग करें।
6. अवलोकन के बाद टैक्नीशियन को मानक नमूना लौटाएँ।
7. अवलोकन के बाद माइक्रोस्कोप को बन्द कर दें।

❖ **नोट**—इस प्रकार अन्य पदार्थों के नमूनों का अध्ययन कर सकते हैं। जैसे—ब्रास, ब्रोन्ज, कम कार्बन इस्पात, अधिक कार्बन इस्पात आदि।

प्रयोग संख्या-4

उद्देश्य (Object)

एक पदार्थ (इस्पात) के नमूने को चमकाकर माइक्रोस्कोप से परीक्षण करना।

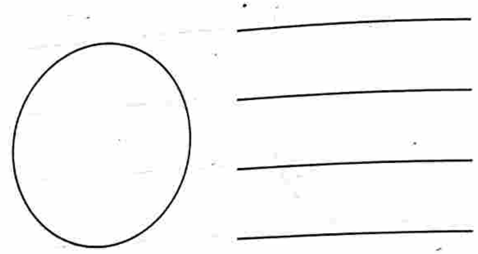
उपकरण (Apparatus)

घर्षण काट ऑफ व्हील मशीन, नमूना माउंटिंग प्रैस, बैल्ट लाइनिंग मशीन, धातु कर्म सूक्ष्मदर्शी कच्चा पदार्थ।

विधि (Method)

कच्चे पदार्थ के नमूने के परीक्षण के लिये चार परीक्षण मुख्यतः हैं। यह प्रक्रिया हम मशीनों के द्वारा करते हैं। यह चार प्रक्रिया इस प्रकार हैं—हम नमूने को काटते हैं, काटकर नमूने को जो आकार देना है उस आकार को बनाते हैं, आकार को बनाकर दूसरी प्रक्रिया सेक्शनिंग करके सरफेस को सही करते हैं। सरफेस सही करने के बाद नमूने को पॉलिश मशीनों के द्वारा पॉलिश की जाती है। पॉलिश करते समय हम विभिन्न आकार के कणों का प्रयोग करते हैं। जब नमूने की पॉलिश हो जाती है उसके बाद नमूने का माइक्रोस्कोप के द्वारा परीक्षण किया जाता है। परीक्षण करने के बाद उस नमूने का अवलोकन करते हैं। अवलोकन के अन्दर पदार्थ के अन्दर की संरचना का अध्ययन किया जाता है। नमूने के दोषों का भी अवलोकन करते हैं। इस प्रकार यह पूरा कार्य सम्पूर्ण होता है।

अवलोकन



सावधानियाँ

1. कमरे व कार्यक्षेत्र को साफ रखते हैं।
2. जहाँ पर पॉलिश कर रहे हों उस स्थान को अन्य घर्षण पदार्थ, पानी आदि से साफ रखना चाहिये।
3. व्हील को सही प्रकार ढक कर रखना चाहिये।
4. जब आप कार्य करें तो बिजली बन्द कर दें।
5. पानी के साथ बचे अवशेषों को फेंक देना चाहिये।
6. रसायनों का प्रयोग करते समय दस्तानें व चश्में का प्रयोग करें।
7. प्रयोगशाला के अन्दर कुछ खाना नहीं चाहिये।
8. प्रयोगशाला छोड़ने से पहले हाथ साबुन से अवश्य ही धो लेने चाहिएँ।

प्रयोग संख्या-5

उद्देश्य (Object)

अधात्विक पदार्थ की संरचना का अध्ययन करना।

उपकरण (Apparatus)

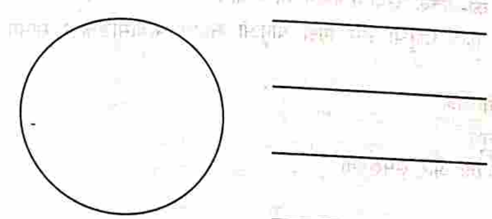
धातु कर्म सूक्ष्मदर्शी, अधात्विक पदार्थ का नमूना।

विधि (Method)

किसी अलौह धातु का नमूना लेकर उसके ऊपर सूक्ष्म संरचना के अध्ययन के लिये एक नमूना तैयार करते हैं। नमूने को तैयार करते समय यह ध्यान रखना चाहिये कि वह सूक्ष्मदर्शी के द्वारा अपने स्टैन्ड पर सही प्रकार सैट हो सके। इस नमूने को विभिन्न प्रकार से बनाकर कक्षा में छात्रों को ठीक प्रकार से समझाना चाहिये जिसके कारण वह उसको सूक्ष्मदर्शी से देखने पर समझ सके। इस संरचना को पहले हम मैग्नीफाई ग्लास से देखते हैं उस समय क्या दिखाई दे रहा है उस संरचना का अध्ययन करते हैं। प्रयोगशाला के अन्दर हम सर्वप्रथम निम्न कार्य करते हैं—

1. सर्वप्रथम हम नमूने का नाम और उसके संगठन के बारे में लिखते हैं।
2. हम धातु कर्म के नमूने का पिछला इतिहास देखते हैं।
3. एक नमूने की सूक्ष्म संरचना को दर्शाता है—
   (a) इसमें मैग्नीफिकेशन प्रयोग (MAG = 100 X)
   (b) इसके फेस और भविष्य के बारे में लिखते हैं।
4. नमूने पर इटेचिन्ट प्रयोग करते हैं।

अवलोकन



सावधानियाँ

1. कमरे व कार्य-क्षेत्र को साफ रखना चाहिये।
2. नमूने के पॉलिश व इटेचिन्ट स्थान को छूना नहीं चाहिये।
3. सूक्ष्मदर्शी के आईपीस को गन्दे हाथ से नहीं छूना चाहिये।
4. सूक्ष्मदर्शी के लेन्सों को साफ कपड़े से ही साफ करना चाहिये।
5. सूक्ष्मदर्शी को सावधानीपूर्वक प्रयोग करना चाहिये।
6. अवलोकन के बाद नमूने को लैब स्टाफ को वापस दे देना चाहिये।
7. अवलोकन के बाद सूक्ष्मदर्शी को बन्द कर देना चाहिये।
8. इस प्रकार किसी भी अधातु नमूने की संरचना का अध्ययन कर सकते हैं।

परिशिष्ट

अध्याय 1 सामान्य परिचय

बायोपदार्थ व अर्द्धसुचालक पदार्थ का सूक्ष्म परिचय (Overview of Biomaterials and Semiconducting Materials)

कोई भी लौह, अलौह व उनके द्वारा मिलकर बने संयुक्त पदार्थ सभी बायोपदार्थ कहलाते हैं। अन्य शब्दों में कोई भी पदार्थ जो प्राकृतिक, व आदमी के द्वारा बनाये गये जो आदमी के जीने, उसकी संरचना और बायोमैडीकल के यन्त्रों को बनाने, आदमी के शरीर के भागों को बदलने में प्रयोग किये जाते हो। बायोगतिकी अभियान्त्रिकी का क्षेत्र है, इसके अन्दर संरचना और कार्य करने की जैविक क्रिया में प्रयोग की जाती है।

आर्थोपेडिकिमप्लांटस के लिये धातुओं और मिश्र धातुओं सहित बायोमैडिकल सामग्री में निम्नलिखित गुण होने चाहिए—

(a) अच्छा संरक्षण प्रतिरोधक
(b) उपयुक्त यान्त्रिक गुण
(c) उच्च धातुकर्म गुणवत्ता और समरूपता
(d) ऊतक संगतता
(e) घर्षण पर पहनने के लिये प्रतिरोध
(f) रक्त के थक्के बनाने की कोई प्रवृत्ति नहीं
(g) उपयुक्त विद्युत गुण
(h) स्वीकार्य विनिर्माण लागत।

बायोमैट्रिक व प्रत्यारोपण के गुणों का चयन करते समय इम्प्लांटोलॉजी में बुनियादी समस्याएँ निःसंदेह बायोमैकेनिकल मुद्दे हैं। शारीरिक संरचनाओं में तनाव व तनाव के विश्लेषण में काफी कठिनाईयों का सामना करना पड़ता है। फ्रैक्चर प्रक्रिया में समस्या के मानात्मक विवरण की आवश्यकता पड़ती है जो इसकी जटिलता के कारण मुश्किल व असम्भव होता है। इस प्रकार हम पदार्थ के सारे वांछित गुणों का अध्ययन करके माडलिंग करते हैं।

अर्द्धचालक पदार्थ—एक अर्द्धचालक पदार्थ में एक विद्युत चालकता मूल्य होता है जो कंडक्टर के बीच गिरता है। जैसे धातु, ताँबा और एक इन्सुलेटर जैसे काँच। तापमान बढ़ने के साथ इनका प्रतिरोध कम हो जाता है जोकि धातु के विपरीत व्यवहार करता है। इसके अन्दर अशुद्धियों को नियन्त्रित परिचय द्वारा जानबूझकर बदला जाता है। जहाँ एक ही क्रिस्टल में दो अलग-अलग डॉप्ड क्षेत्र मौजूद होते हैं, एक अर्द्धचालक जंक्शन बनाया जाता है। अर्द्धचालक पदार्थ डायोड, ट्रांजिस्टर और सभी आधुनिक इलैक्ट्रॉनिक्स का आधार है। अर्द्धचालक पदार्थ के गुणों को 19वीं व 20वीं शताब्दी के पहले दशक में देखा गया था। इलैक्ट्रानिक्स में अर्द्धचालकों का पहला व्यवहार अनुप्रयोग बिल्ली के बिहस्कर डिटेक्टर का 1904 में विकास किया गया था, जो रेडियो के रिसीवर में प्रयोग किया जाने वाला डायोड है।, बदले में क्वांटम भौतिकी के विकास ने 1947 में ट्रान्जिस्टर के विकास की अनुमति दी। 1958 में परिपथ व 1959 में मॉसफेट का विकास हुआ।

अर्द्धचालक के प्रकार—अर्द्धचालक मुख्यत: दो प्रकार के होते हैं जो निम्नलिखित हैं—

(a) आन्तरिक पदार्थ अर्द्धचालक (Intrinsic semiconductor)
(b) बाह्य पदार्थ अर्द्धचालक (Extrinsic semiconductor)

एक्सट्रिन्सिक अर्द्धचालक पुन: दो प्रकार के होते हैं—

(a) N प्रकार (b) P प्रकार

अर्द्धचालक पदार्थ के प्रकार—अर्द्धचालक पदार्थ कई प्रकार के होते हैं, जिसमें कुछ निम्न हैं—

(a) सिलिकॉन (b) जर्मेनियम
(c) गैलियम (d) आर्सेनाइड

पदार्थ उपयोग के आर्थिक, पर्यावरणीय व सामाजिक मुद्दे (Various Issues of Material Usage Economical, Environment and Social)

पदार्थ उपयोग के आर्थिक, पर्यावरणीय व सामाजिक मुद्दे मुख्यत: चार प्रकार के होते हैं—

(a) आर्थिक विचार
(b) पर्यावरण व सामाजिक मुद्दे
(c) पुन र्चकण मुद्दे
(d) जीवन चक्र विश्लेषण और डिजाइन में इसका उपयोग

(a) **आर्थिक मुद्दे**—एक प्रणाली अभियांत्रिकी अर्थशास्त्र के तीन कारकों पर निर्भर करती है। (1) घटक डिजाइन (2) पदार्थ का उपयोग (3) विनिर्माण लागत। ये सभी तीनों कारक अन्तर्सम्बन्धित हैं। यह एक व दो आदमी की सोच को प्रभावित कर सकता है। एक घटक का निर्माण डिजाइन, पदार्थ के चयन से शुरू होता है, भौतिक जीवन निष्कर्षण से शुरू होता है। एक घटक जीवन निष्कर्षण से शुरू होता है। निरीक्षण पैकिंग और परिवहन एक उत्पाद की लागत में वृद्धि को जोड़ता है।

(b) **पर्यावरण सम्बंधी बातें**—किसी उत्पाद का विनिर्माण पर्यावरण पर कई प्रकार के प्रभाव डालता है। पर्यावरण पर औद्योगिकरण करने से लेकर कच्चे माल, ढुलाई व उत्पादन व नष्ट करने तक पर्यावरण पर प्रभाव डालते हैं। पर्यावरण पर प्रभाव के कारण इसका भी सीधा असर मानव जीवन पर पड़ता है। इन औद्योगों के औद्योगिकरण के कारण दुनिया में इसका असर देखा जा सकता है। इसको यदि नियन्त्रित नहीं किया गया तो हमारे जीवन का बने रहना मुश्किल हो जायेगा।

(c) **जीवन चक्र मुद्दे**—पदार्थ के कच्चे माल को पहले ड्रिलिंग, खनन आदि के माध्यम से प्राकृतिक मिट्टी से निकाला जाता है। इसके बाद इसका शुद्धीकरण किया जाता है। इनसे धातुएँ, चीनी मिट्टी की चीजें, रबर, ईंधन आदि में बदलने के लिए इस्तेमाल किया जाता है। आयरन ओर प्राथमिक उत्पाद हैं इसके बाद मिश्र धातुयें, काँच प्लास्टिक, अर्द्धचालक आदि प्राप्त करने के लिए संसाधित किया जाता है। इसके बाद अभियन्त्रण, पदार्थ का आकार दिया जाता है। इसके बाद उत्पादों की गर्मी का इलाज किया जाता है।

(d) **सामाजिक मुद्दे**—ये कच्चे माल और ऊर्जा उत्पाद बनाने का प्रमुख घटक हैं। आयरन प्रकृति में सीमित है इसलिये पदार्थ व ऊर्जा को संरक्षित करने की जरूरत है। भौतिक जीवन चक्र में पदार्थ, ऊर्जा और सामाजिक पर्यावरण के बीच आदान-प्रदान शामिल है। व्यवहारिक उपयोग हेतु सामाजिक मुद्दे, मौसम वितरण और सुरक्षित निपटान से सम्बन्धित है। उत्पादों को निर्मित करने के समय यह आवश्यक है कि वह पर्यावरण के अनुकूल हो, पुन: उत्पादन करने में आसान हो तथा उत्पाद जैव अपघट्य होना चाहिए।

पुनर्चक्रण के मुद्दे पुन: उत्पादन धातु व मिश्र धातु कुछ हद तक पुन बनाने में प्रयोग किये जाते है। हालांकि इसमें से कुछ विषाक्त हो सकते हैं। रिसाइकिल मिट्टी के पात्र/ग्लास को पुन: बनाया नहीं जा सकता है। इसका कारण यह है कि रिसाइकिल करना महंगा व पुन: नया बनाना सस्ता है। रिसाइकिल से प्लास्टिक को पुनर्नवीनीकरण किया जा सकता है।

उत्पादों के पर्यावरणीय प्रदर्शन का आंकलन करने के लिए औद्योगिक दृष्टिकोण को जीवन चक्र विश्लेषण/मूल्यांकन (LCA) कहा जाता है। जीवन चक्र आंकलन की विधि से एक उत्पाद और पर्यावरण के बीच को जटिल समस्या को निपटाया जाता है। एल.सी.ए. अध्ययन करने का एक महत्वपूर्ण कारण यह भी है कि विभिन्न प्रकार के

पर्यावरणीय मुद्दों के बारे में चिंतायें बढ़ रही है। जैसे जनमत, राजनीतिक, उद्योग। L.C.A. एक प्रवाह से गंभीर परिपेक्ष्य के लिये और प्रकृति के सभी प्रवाह का वर्णन करता हैं। एलजी एक उत्पाद के आधार पर नहीं है बल्कि मात्रा के आधार पर भी विश्लेषण करता है।

एल.सी.ए. डिजाइन में उपयोग सीए एक उत्पाद द्वारा जुडे पर्यावरणीय पहलुओं और संभावित प्रभावों का आंकलन करने के लिए एक तकनीक है। इनके विभिन पहलू निम्न हैं—

(a) किसी उत्पाद प्रणाली के प्रासंगिक इनपुट और आउटपुट सूची की शिकायत करना।

(b) इनपुट और आउटपुट के साथ जुड़े पर्यावरणीय प्रभावों का मूल्यांकन करना।

(c) अध्ययन के उद्देश्यों के सम्बन्ध में इन्वेंटी विश्लेषण और प्रभाव मूल्यांकन के परिणामों की व्याख्या करना।

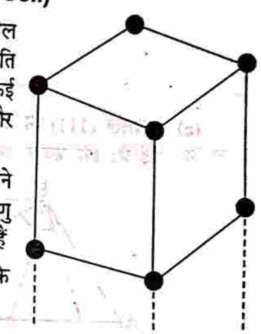
उत्पाद डिजाइन के सम्बन्ध में यह समझने की आवश्यकता है कि उत्पाद पर्यावरण पर कैसे प्रभाव डालता है। वास्तव में टिकाऊ उत्पाद प्राप्त करने के लिए यह आंकलन आवश्यक है कि कौन-से डिजाइन पर्यावरण के अनुकूल हैं। ❑

अध्याय 2

धातुओं की संरचना एवं विरूपण

परमाणु संख्या प्रति इकाई सैल (Number of Atoms Per Unit Cell)

हम जानते हैं कि एक क्रिस्टल जाली में कई इकाई सैल होते हैं। एक इकाई सैल में प्रत्येक घटक कण परमाणु, अणु या आयन की एक विशिष्ट और निश्चित स्थिति होती है, जिसे जाली साइड कहा जाता है। हम एक इकाई कोशिका में कई परमाणुओं/अणुओं और आयनों की गणना आसानी से, इकाई कोशिकाओं में प्रकृति और घटक की स्थिति का विश्लेषण करके कर सकते हैं।


इकाई कोशिका

इस संरचना को क्यूबिक के अन्दर आपस में साझा करते हैं, इसके प्रत्येक कोने पर एक-एक परमाणु व अणु होते हैं। इसके अन्दर के 8 कोनों पर एक-एक परमाणु साझा करके उसके अन्दर के परमाणु साझा करते हैं। इसके 8 कोने पर 8 अणु होते हैं $8\times\frac{1}{8}=1$ परमाणु होते हैं। अब हम परमाणु की संख्या के ऊपर क्रिस्टल संरचना के तीन प्रकार की संरचना का अध्ययन करेंगे।

(a) **साधारण क्यूबिक संरचना**—साधारण क्यूबिक संरचना के अन्दर 8 परमाणु/ अणु होते हैं, जो संरचना के 8 कोनों पर व्यवस्थित होते हैं। साधारण क्यूबिक संरचना के अन्दर 8 परमाणु या अणु होते हैं।

(b) **फलक केन्द्रित घन संरचना**—इस संरचना के अन्दर कुल 14 इकाई कोशिकायें होती है, जिसका वर्णन हम पीछे कर चुके हैं।

(c) **बॉडी केन्द्रित घन संरचना**—इस संरचना के अन्दर 9 परमाणु होते हैं, इसमें 8 कोनों पर व एक परमाणु केन्द्र पर होता है।

इन तीनों संरचना के आधार पर हम परमाणु की संख्या की गणना करते हैं। इसका मान हम तीनों संरचना के आधार पर मुख्यत: तीन समतल (100), (110) और (111) की गणना करते हैं।

साधारण घन संरचना के आधार पर परमाणु की गणना—

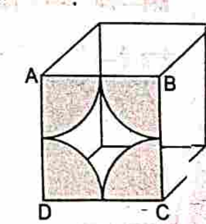
(a) प्रथम समतल (100) की गणना करने के लिये हम एक घन को देखने पर, यदिद धन की एक भुजा का भाग 'a' है तब समतल का क्षेत्रफल

$$= a\times a = a^2$$

$$\text{तब कुल परमाणुओं की संख्या/मिमि} = \frac{\text{परमाणुओं की संख्या}}{\text{समतल का क्षेत्रफल}} = \frac{1}{a^2}$$

(b) इसी प्रकार समतल (110) में

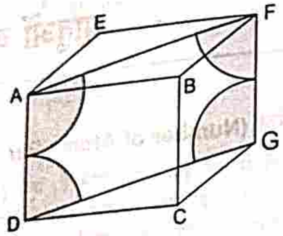
इस प्रकार जो ज्यामितिय चित्र दिया है उसका क्षेत्रफल



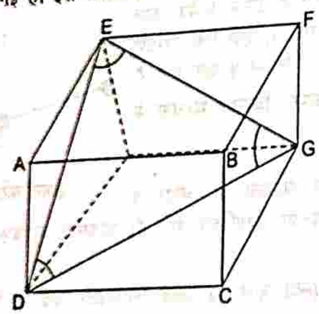
$$\text{क्षेत्रफल AFGD} = a\times a\sqrt{2} = a^2\sqrt{2}$$

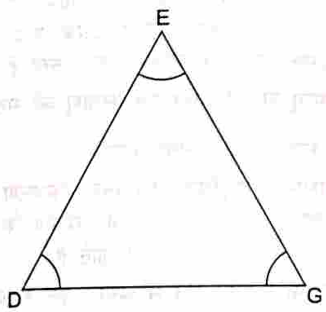
$$\text{इस प्रकार परमाणुओं की संख्या/मिमि} = \frac{\text{परमाणुओं की संख्या}}{\text{समतल का अणु}}$$

$$= \frac{1}{a^2\sqrt{2}} = \frac{0{\cdot}707}{a^2}$$



(c) **समतल (111) के परमाणु की गणना**—इस समतल के दृश्य में परमाणु की संख्या 8 कोनों पर दर्शायी गई है। इस प्रकार इस संरचना के अनुसार संरचना का क्षेत्रफल EDG





$$\text{दी गई संरचना का क्षेत्रफल} = \frac{a\sqrt{2}\times a\sqrt{2}}{2}$$

$$= 0{\cdot}866\ a^2$$

$$\text{इस प्रकार परमाणुओं की संख्या/मिमि०} = \frac{\text{परमाणुओं की संख्या}}{\text{समतल का अणु}}$$

$$= \frac{0{\cdot}5}{0{\cdot}866a^2} = \frac{0{\cdot}58}{a^2}$$

उदाहरण 1. एक पोटैशियम क्लोराइड की जाली में इकाई कोशिका के बीच की दूरी 3·03 Å है। गणना कीजिये परमाणुओं की संख्या/मिमि समतल (100) (110) और (111) यदि साधारण घन संरचना हो।

हल—हम जानते हैं कि परमाणुओं की संख्या/मिमि समतल (100) $= \frac{1}{a^2}$

दिया है—

जाली की दूरी = 3·03 एग्स्ट्रांम

$$= 3{\cdot}03\times10^{-7}\ \text{मिमि०}$$

$$= \frac{1}{a^2} = \frac{1}{(3{\cdot}03\times10^{-7})^2}$$

$$= 10{\cdot}9\times10^{12}\ \text{उत्तर}$$

समतल (110)—

$$\text{परमाणुओं की संख्या/मिमि०} = \frac{0{\cdot}707}{a^2}$$

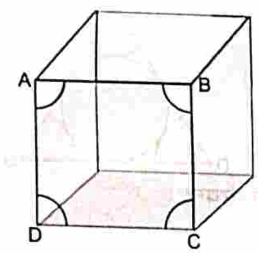
$$= \frac{0{\cdot}707}{(3{\cdot}03\times10^{-7})^2} = 7{\cdot}7\times10^{12}$$ उत्तर

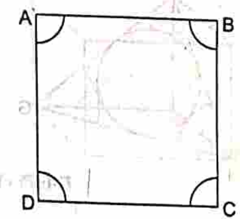
समतल (111)—

$$\text{परमाणुओं की संख्या/मिमि०} = \frac{0{\cdot}58}{a^2}$$

$$= \frac{0{\cdot}58}{(3{\cdot}03\times10^{-7})^2} = 6{\cdot}3\times10^{12}$$ उत्तर

बॉडी केन्द्रित घन संरचना में परमाणुओं की संख्या प्रति/मिमि में गणना—दिये गये तीनों समतलों की गणना करने के लिए समतल (100)—





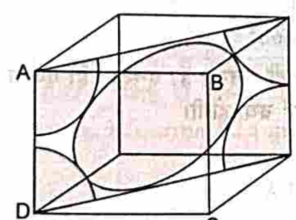
साधारण घन संरचना समतल (100)

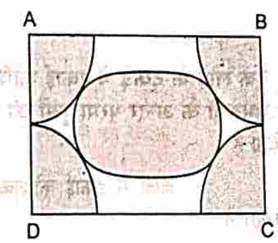
दी गई ज्यामिति संरचना की एक भुजा 'a' है तब समतल का क्षेत्रफल $= a^2$

$$\text{परमाणुओं की संख्या प्रति/मिमि०} = \frac{1}{a^2}$$

समतल (110) में परमाणुओं की संख्या/मिमि^{2}

दी गई संरचना के अन्दर 8 परमाणु कोनों पर और 1 परमाणु केन्द्र पर है। इस प्रकार चार को ¼ भाग व 1 परमाणु की गणना करते हैं।





समतल (110) की संरचना

दी गई संरचना की भुजा 'a' व विकर्ण $a\sqrt{2}$ है

$$\text{संरचना का क्षेत्रफल} = a\times a\sqrt{2} = a^2\sqrt{2}\ \text{mm}^2$$

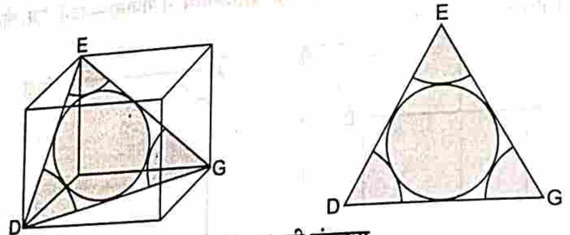
$$\text{परमाणुओं की संख्या/mm}^2 = \frac{\text{Number of Atom}}{\text{Area of Plane}}$$

$$= \frac{2}{a^2\sqrt{2}} = \frac{1{\cdot}414}{a^2}$$

इस प्रकार समतल (111)

इस समतल की संरचना में दर्शाया गया है इस संरचना में 8 परमाणु कोनों पर व एक केन्द्र में दिया गया है अत: इस संरचना में परमाणुओं की संख्या जो आपस में सम्पर्क में है।

$$= \frac{1}{6} \times 3 = 1{\cdot}5$$



समतल (111) की संरचना

संरचना की ऊर्ध्वाधर ऊँचाई $= a\sqrt{2}$

$$= a\sqrt{2}\,\sin E_0 = a\sqrt{2} \times 0{\cdot}866$$

$$\text{संरचना का क्षेत्रफल} = \frac{1}{2} \times DG \times Ex = \frac{1}{2} \times a\sqrt{2} \times \cdot a\sqrt{2} \times \cdot 80$$

$$= 0{\cdot}866a^2$$

$$\text{परमाणुओं की संख्या प्रति मिमि}^2 = \frac{\text{परमाणुओं की संख्या}}{\text{समतल का क्षेत्रफल}}$$

$$= \frac{1{\cdot}5}{0{\cdot}866a^2} = \frac{1{\cdot}732}{a^2}$$

उदाहरण 2. एक लोहे के टुकड़े में इकाई कोशिका के अन्दर जाती अंतर 2·87 एग्स्ट्रांम है। गणना करे कि तीनों समतलों के अन्दर परमाणुओं की संख्या प्रति मिमि² क्या होगी।

उत्तर—दिया है

जाली में इकाई कोशिका की दूरी $= 2{\cdot}87$ Å

समतल (100) में

$$\text{परमाणुओं की संख्या प्रति/मिमि}^2 = \frac{1}{a^2}$$

$$= \frac{1}{(2{\cdot}87 \times 10^{-7})^2} = 1{\cdot}21 \times 10^{13}$$ **उत्तर**

समतल (110) में परमाणुओं की संख्या प्रति मिमि²

$$= \frac{1{\cdot}414}{a^2} = \frac{1{\cdot}414}{(2{\cdot}87 \times 10^{-7})^2} = 1{\cdot}72 \times 10^{13}$$ **उत्तर**

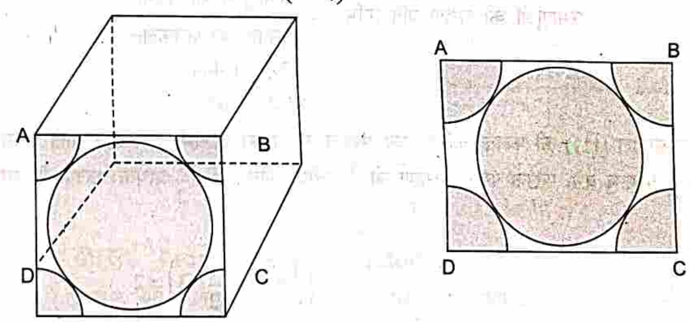
समतल (111) में परमाणुओं की संख्या प्रति मिमि²

$$\frac{1{\cdot}732}{a^2} = \frac{1{\cdot}732}{(2{\cdot}87 \times 10^{-7})^2} = 2{\cdot}1 \times 10^3$$ **उत्तर**

फलक केन्द्रित घन संरचना में परमाणुओं की संख्या प्रति मिमि²—हम तीनों समतलों (100) (110) (111) में फलक केन्द्रित घन संरचना के आधार पर परमाणुओं की संख्या की गणना के लिये,

प्रथम समतल (100) के लिये संरचना के अन्दर 8 कोनों पर 8 परमाणु व प्रत्येक सतह पर 1 परमाणु की रचना होती है, जो संरचना के चित्र में दर्शायी गई है। इस प्रकार प्रत्येक कोने के परमाणु का ¼ भाग व सतह के एक परमाणु सम्पर्क में रहता है अत: परमाणुओं की संख्या

$$= \left(4 \times \frac{1}{4}\right) + 1 = 1 + 1 = 2$$



समतल (100) की फलक केन्द्रित घन संरचना

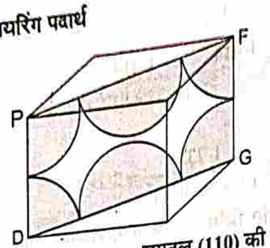
ज्यामिति संरचना से हम जानते है कि AB व AD की लंबाई 'a' होगी अत:

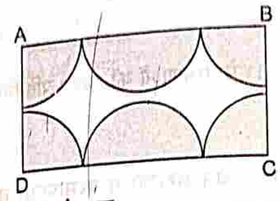
संरचना का क्षेत्रफल $= a^2$

$$\text{परमाणु संरचना में परमाणुओं की संख्या प्रति मिमि}^2 = \frac{\text{परमाणुओं की संख्या}}{\text{समतल का क्षेत्रफल}} = \frac{2}{a^2}$$

इसी प्रकार समतल (110) के लिये फलक केन्द्रित घन संरचना में आपस में सम्पर्क में रहने वाले परमाणुओं की संख्या जो 8 कोनों व 6 फलक पर परमाणु आपस में सम्पर्क में रहते हैं। इसके 4 कोनों के 4 परमाणु ¼ भाग सम्पर्क में रहते हैं और 2 फलक के 2 परमाणु $\frac{1}{2}$ भाग सम्पर्क में रहते हैं, अत: परमाणुओं की संख्या

$$= \left(4 \times \frac{1}{4}\right) + \left(2 \times \frac{1}{2}\right) = 2$$





समतल (110) की फलक केन्द्रित घन संरचना

ज्यामितीय चित्र के द्वारा AD की लम्बाई a है व

AF की लम्बाई $= a\sqrt{2}$ mm है।

संरचना का क्षेत्रफल $= a \times a\sqrt{2} = a^2\sqrt{2}$

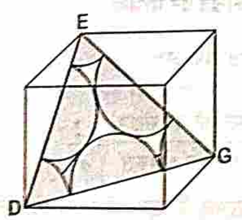
$$\text{परमाणुओं की संख्या प्रति मिमि}^2 = \frac{\text{परमाणुओं की संख्या}}{\text{समतल का क्षेत्रफल}}$$

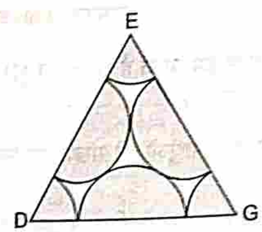
$$= \frac{2}{a\sqrt{2}} = \frac{1.484}{a^2}$$

इसी प्रकार समतल (111) की फलक केन्द्रित घन संरचना में आपस में सम्पर्क में रहने वाले परमाणुओं की संख्या जो 8 कोनों पर 8 परमाणु व 6 फलक पर 6 परमाणु जो $\frac{1}{6}$ प्रत्येक कोने के व $\frac{1}{2}$ प्रत्येक फलक के सम्पर्क में रहते हैं,

अतः

$$= \left(\frac{1}{6} \times 3\right) + \left(\frac{1}{2} \times 3\right) = 2$$





समतल (111) की फलक केन्द्रित घन संरचना

दी गई संरचना में त्रिभुज की एक तरफ की भुजा की लम्बाई

$= a\sqrt{2}$ मिमि॰ व लम्बवत् ऊँचाई

$= a\sqrt{2} \sin E_0 = a\sqrt{2} \times 0.866$

त्रिभुज EDG का क्षेत्रफल $= \frac{1}{2} DG \times EK$

$= \frac{1}{2} \times a\sqrt{2} \times a\sqrt{2} \times 0.866$

$= 0.866a^2$

$$\text{परमाणुओं की संख्या प्रति मिमि}^2 = \frac{\text{परमाणुओं की संख्या}}{\text{समतल का क्षेत्रफल}}$$

$$= \frac{2}{0.866a^2} = \frac{2.31}{a^2}$$ उत्तर

उदाहरण 3. एक दिये गये टुकड़े में प्रति मिमि^{2} परमाणुओं की संख्या ज्ञात करो, जबकि समतल (100)(110) और (111) में जाली सम्पर्क की दूरी $a = 4.93$ Å है।

उत्तर—दिया है जाली सम्पर्क की दूरी $= 4.93$ Å

समतल (100) के लिये परमाणुओं की संख्या

$$= \frac{2}{a^2} = \frac{2}{(4.93 \times 10^{-7})^2} = 8.2 \times 10^{12}$$ उत्तर

समतल (110) के लिये परमाणुओं की संख्या प्रति मिमि^{2}

$$= \frac{1.414}{a^2} = \frac{1.414}{(4.93 \times 10^{-7})^2} = 5.8 \times 10^{12}$$ उत्तर

समतल (111) के लिये परमाणुओं की संख्या प्रति मिमि^{2}

$$= \frac{2.31}{a^2} = \frac{2.31}{(4.93 \times 10^{-7})^2} = 9.5 \times 10^{12}$$ उत्तर

परमाणु पैकिंग कारक (Atomic Packing Factor)

क्रिस्टलोग्राफी में परमाणु पैकिंग कारक (APF), पैकिंग दक्षता या पैकिंग अंश एक क्रिस्टल संरचना में मात्रा का अंश है जो घटक कणों द्वारा व्याप्त है। यह आयामहीन है और हमेशा एकता से कम है। परमाणु प्रणालियों में, सम्मेलन द्वारा, एपीएफ को यह मानकर निर्धारित किया जाता है, कि परमाणु कठोर क्षेत्र हैं। गोले कि त्रिज्या को अधिकतम मान लिया जाता है, जैसे कि परमाणु ओवरलैप नहीं करते हैं। एक-घटक क्रिस्टल (जिनके पास केवल एक प्रकार का कण होता है) के लिए, पैकिंग अंश का गणितीय रूप से प्रतिनिधित्व किया जाता है।

जहाँ N particle यूनिट सेल में कणों की संख्या है, Vparticle प्रत्येक कण का आयतन है, और (V unit) कोशिका इकाई सेल द्वारा व्याप्त मात्रा है। यह गणितीय रूप में सिद्ध किया जा सकता है कि एक-घटक संरचनाओं के लिए, परमाणुओं की सबसे घनी व्यवस्था में लगभग 0·74 का एपीएफ (केप्लर अनुमान देखें) है, जो क्लोज-पैक संरचनाओं द्वारा प्राप्त किया गया है। कई-घटक संरचनाओं के लिए, APF 0·74 से अधिक हो सकता है।

साधारण घटक क्रिस्टल संरचना में परमाणु प्रणालियाँ दिये जाने वाले सामान्य क्षेत्र पैकिंग को उनसे सम्बन्धित पैकिंग अंश के साथ दिया है।

	संरचना	परमाणु पैकिंग कारक
1.	साधारण घन संरचना	0·52
2.	बाडी केन्द्रित घन संरचना	0·68
3.	फलक केन्द्रित घन संरचना	0·74
4.	हेक्सागनल बन्द पैक्ड संरचना	0·74
5.	हीरा घन संरचना	0·34

असफल तन्त्र (Failure Mechanism)

किसी पदार्थ का असफल होना, भौतिक, रासायनिक, अवमागंतिकी या अन्य प्रक्रियाओं पर निर्भर करता है। असफल तन्त्र को अधिक प्रतिबल तथा बीयर आउट के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। इसमें अधिक प्रतिबल के कारण विफलता का कारण है कि जो पदार्थ अधिकतम प्रतिबल सहन कर सके उससे अधिक प्रतिबल लगाने के कारण असफल हो जाता है। इसी प्रकार किसी पदार्थ के प्रयोग समय से अधिक समय तक प्रयोग करने के कारण वह असफल हो जाता है, इन दोनों कारणों के कारण हमारी मशीन व अन्य भाग असफलता का कारण बनते हैं, पदार्थ के अन्दर इन दो कारणों के कारण कई प्रकार की असफलतायें आती है, जिनमें दो मुख्य है—

(a) विर्सपण (Creep)
(b) फटिग (Fatigue)

इन दोनों के कारण पदार्थ के अन्दर दरार उत्पन्न हो जाती है, जो पदार्थ को खराब कर देती है और पदार्थ प्रयोग हेतु नहीं रहता है।

(a) **विर्सपण (Creep)**—उच्च ताप पर अधिक समय तक प्रतिबल या भार के द्वारा किसी पदार्थ में स्थायी विरूपण को विसर्पण (Creep) कहते हैं, यह अवांछनीय गुण हैं, इसका कोई कारण नहीं होता है। यह स्थायी रूप से होता है।

(b) **फटिग (Fatigue)**—किसी पदार्थ पर लगने वाले प्रतिबल व भार के कारण कुछ समय बाद पदार्थ के अन्दर अचानक दरार आने से वह टूट जाता है। यह परिवर्तन तनाव व संपीड़न प्रतिबल या उनके अंकीय मान में परिवर्तन के कारण हो सकता है। इस पदार्थ की असफल प्रक्रिया को फटिंग कहते हैं।

इन दोनों कारणों से पदार्थ के अन्दर दरार उत्पन्न हो जाती है, इन दरारों के कारण पदार्थ प्रयोग हेतु नहीं रहता है। इस असफलता को असफल तब कहा जाता है। □

अध्याय 7

धातुओं का ऊष्मा उपचार

ऊष्मा उपचार में प्रयोग होने वाली भट्टी के प्रकार

दहन भट्टी दो वर्गों में विभाजित हैं—

(i) हर्थ भट्टी (Hearth Furnace)
(ii) बाथ भट्टी (Bath Furnace)

(1) हर्थ भट्टी (Hearth furnace)

इस भट्टी में तापन के लिए विद्युत सप्लाई या ईंधन तेल या गैस का प्रयोग किया जाता है। धातु के टुकड़े को किसी एक तापन व्यवस्था द्वारा गर्म किया जाता है। सामान्यत: विद्युत तापन व्यवस्था का प्रयोग किया जाता है। ईंधन तेल एवं विद्युत तापन भट्टी की संरचना लगभग समान होती है, अंतर सिर्फ ऊष्मा उत्पादन एवं ऊष्मा खपत में होता है।

विद्युत भट्टी में तापन अवयव लगे होते हैं, जिनकी सहायता से हम विद्युत ऊर्जा को ऊष्मीय ऊर्जा में परिवर्तित करते हैं। यह ऊष्मीय ऊर्जा धातु के टुकड़े के उपचार के लिए प्रयोग की जाती है। तापन अवयव रिफैक्ट्री लाइनों के रूप में भट्टी में लगे होते हैं।

ईंधन तेल भट्टी में, दहन कक्ष एवं तापन कक्ष लगे होते हैं जिससे धातु के टुकड़े का उपचार होता है।

हर्थ भट्टी को दो उपवर्गों में विभाजित किया गया है—

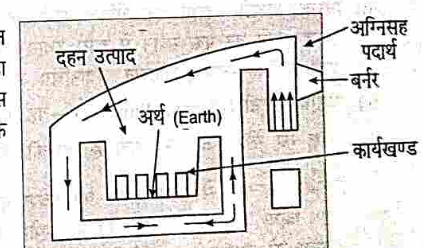
(a) स्थिर हर्थ भट्टी (Stationary Hearth Furnace)
(b) चल हर्थ भट्टी (Moveable Hearth Furnace)

(a) स्थित हर्थ भट्टी (Stationary Hearth Furnace)—यह चतुर्भुज आकृति का स्टील का बना होता है जिसके चारों ओर ताप सह इटों की परत चढ़ी होती है। इसमें एक दरवाजा लगा होता है जिसे ताप सह ईंटों से ढका जाता है। इस दरवाजे से न तो ऊष्मा बाहर जा सकती है और न ही ऊष्मा अंदर आ सकती है। यह सामान्यत: बॉक्स या बैच आकृति का बना होता है।

इसे निम्न भागों में वर्गीकृत किया गया है—

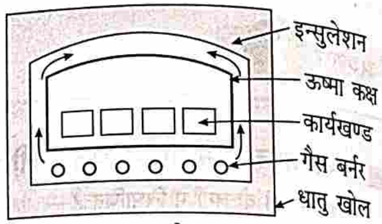
(i) प्रत्यक्ष या सीधे ईंधन दहन भट्टी (Direct fuel fired furnace)
(ii) अप्रत्यक्ष ईंधन दहन भट्टी (Indirect fuel fired furnace)
(iii) मफेल भट्टी (Muffle furnace)
(iv) पुन: प्रवाह भट्टी (Re-circulation furnace)

(i) **प्रत्यक्ष ईंधन दहन भट्टी**—इस भट्टी में दहन कक्ष से उत्पन्न गर्म गैसें तथा धातु का टुकड़ा एक-दूसरे के प्रत्यक्ष सम्पर्क में आते हैं। इस भट्टी का प्रयोग स्टील के तापन तथा उपचार के लिए प्रयोग किया जाता है।



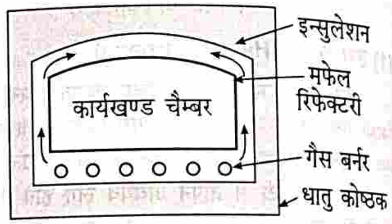
प्रत्यक्ष ईंधन दहन भट्टी

(ii) अप्रत्यक्ष ईंधन दहन भट्टी—इस भट्टी में दहन कक्ष से उत्पन्न गर्म तथा धातु का टुकड़ा एक-दूसरे के प्रत्यक्ष सम्पर्क में नहीं आते हैं। इस भट्टी का अधिकतम तापमान 1100°C है तथा इस भट्टी में धातु के टुकड़े पर किसी प्रकार का अवसाद जमा नहीं होता है।



अप्रत्यक्ष ईंधन दहन भट्टी

(iii) मफल भट्टी—यह एक स्थायी दहन कक्ष है जिसका प्रयोग ऊष्मा उपचार के लिए किया जाता है। स्टील प्लेटों की सहायता से दहन कक्ष एंव मफेल को अलग किया जाता है। मफेल के चारों और गर्म गैसों का प्रवाह किया जाता है। इस प्रकार दहन गैसें तथा धातु का टुकड़ा एक दूसरे के प्रत्यक्ष सम्पर्क में नही आता है।



सफल भट्टी

(iv) पुनः प्रवाह भट्टी—इस भट्टी में तापमान को 723°C से कम बनाए रखा जाता है। भट्टी का प्रयोग टैम्परिंग, टचिंग, प्रतिबल घटाव के लिए किया जाता है। अपकेन्द्रीय पंखे तथा बैफल का प्रयोग किया जाता है।

(b) चल हर्थ भट्टी (Moveable Hearth Furnace)—निम्न प्रकार की चल हर्थ भट्टी का प्रयोग किया जाता है—

(i) कारबाटम भट्टी (Carbottom Hearth furnace) (iii) निरन्तर भट्टी (Continuous Furnace)
(ii) घुमाऊ हर्थ भट्टी (Rotatory Hearth Furnace) (iv) विद्युत भट्टी (Electric Furnace)

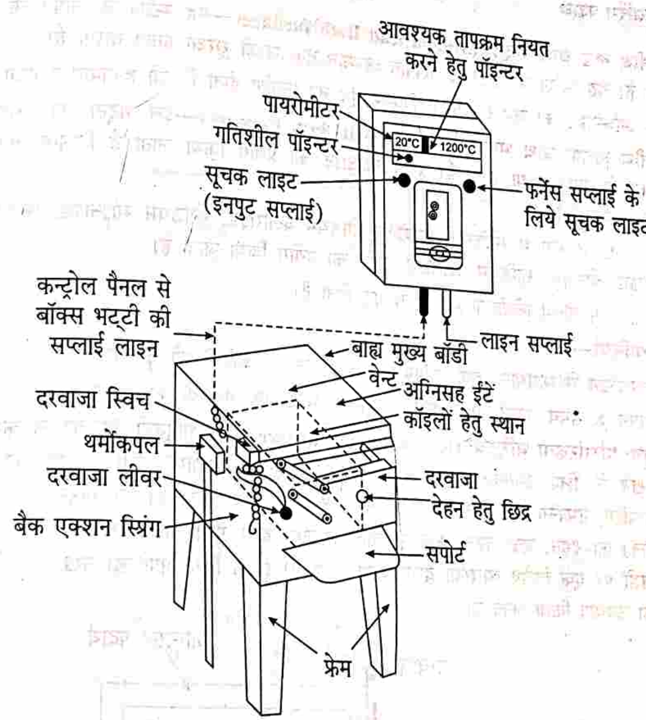
(i) कार बॉटम भट्टी—यह एक प्रकार की स्थिर भट्टी है, सिर्फ निचले हिस्से को छोड़कर। यह बड़े एवं भारी टुकड़ों के लिए प्रयोग किया जाता हैं। उदाहरण के लिए—बड़ी कास्टिंग, फोर्जिग के लिए।

(ii) घुमाऊ हर्थ भट्टी—इस भट्टी के खोल के अंदर तापसह ईटों की लाइनिंग होती है। खोल के अंदर एक घुमाऊ हर्थ लगा होता है। इसमें एक चार्जिंग डोर लगी होती है। धातु के टुकड़ों को ट्रे पर रख कर उपचारित किया जाता है।

इस भट्टी का प्रयोग ऊष्मा उपचार के कार्बोराइजिंग, हार्डनिंग, टैम्परिंग आदि के लिए किया जाता है।

(iii) निरन्तर भट्टी—इसमें एक क्षैतिज कार्यस्थल होता है जिस पर यांत्रिक उपकरणों की सहायता से कार्य खण्ड टुकड़े को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाते हैं। इसका उपयोग निरन्तर प्रक्रमों के लिए किया जाता है जैसे—तापन, शीतलन, क्वानचिंग आदि। इसका प्रयोग माँस उत्पादन उद्योगों में किया जाता है।

(iv) विद्युत भट्टी (Electric Furnace)—यह एक बॉक्स की संरचना की आकृति होती है। बाहरी भाग स्टील की प्लेटों का बना होता है जिसकी मोटाई $\frac{1''}{4}$ होती है। दहन भट्टी में एक डोर लगी होती है जिसकी सहायता से कार्य खण्ड को प्रवेश कराते हैं। डोर को खोलने के लिए हैंडिल तथा स्प्रिंग का प्रयोग किया जाता है। तापसह ईटों का प्रयोग भट्टी के अंदर किया जाता है। तापसह ईंटों के अंदर तापन अवयय को लगाया जाता है। विद्युत सप्लाई को तापन अवयय में नियंत्रक पैनल की सहायता से किया जाता है। दहन भट्टी के अंदर थर्मोस्टैट की सहायता से तापमान को नियंत्रित किया जाता है। निकास गैसों को बाहर निकालने के लिए छिद्रों को जो भट्टी के ऊपरी हिस्सें में लगे होते है, प्रयोग किया जाता है।



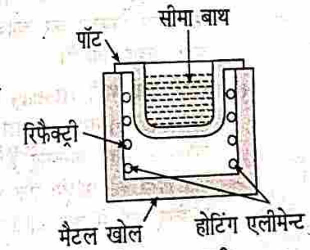
विद्युत भट्टी

भट्टी की विशिष्टियाँ निम्नलिखित हैं—

- ❖ भट्टी की संरचना = बॉक्स की आकृति
- ❖ अधिकतम सर्विस तापमान = 100°C
- ❖ क्षमता = 16 kW
- ❖ तापन समय = 2-3 hours
- ❖ भट्टी का साइज = (300×600×250) mm
- ❖ विद्युत सप्लाई = 400V, 3 ϕ, 50Hz
- ❖ तापन अवयव = निकिल क्रोम तार
- ❖ भट्टी का भार = 900kg

(2) बाथ भट्टी (Bath Furnace)—स्टील के तापन के लिए इसका प्रयोग किया जाता है जिसमें हार्डनिंग एनलिंग टैम्परिंग आदि किया जाता है। इसे दो वर्गों में वर्गीकृत किया गया है—

(1) गलनीय लेड बाथ भट्टी (Molten lead Bath Furnace)
(2) गलनीय लवण बाथ भट्टी (Molten salt Bath Furnace)



सीसा बाथ भट्टी

(i) **गलनीय लेड बाथ भट्टी (Molten lead Bath furnace)**—यह स्टील के तापन के लिए प्रयोग की जाती है। यह स्टील को 327°C गलनीय तापमान तक सतही सुरक्षा प्रदान करती है। इसमें ऑक्साइड का जमाव होता है जिससे बूँद का निर्माण होता है, जो हानिकारक होता है।

(ii) **गलनीय लवण बाथ भट्टी (Molten Salt Bath Furnace)**—इस भट्टी का प्रयोग निम्न तापमान टैम्परिंग के लिए किया जाता है। इसमें नाइट्राइट का प्रयोग किया जाता है जिसका तापमान 150°C से 540°C तक होता है।

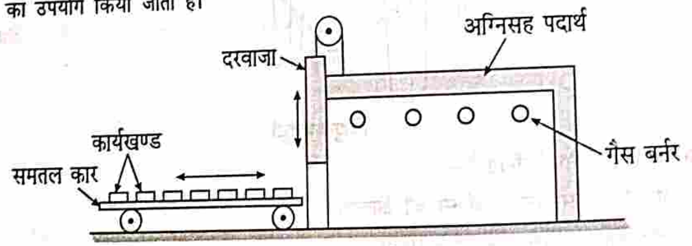
प्रमुख salt के रूप में सोडियम, कार्बोनेट सोडियम क्लोराइड, सोडियम साइनाइड, बेरियम या कैल्शियम क्लोराइड, बोरॉक्स, सोडियम फ्लोराइड आदि का प्रयोग किया जाता है।

Salt bath में तीक्ष्ण प्रतिक्रिया की संभावनाएँ होती हैं।

सावधानियाँ—

(i) विस्फोटन से सावधान रहना चाहिए। (iii) ब्लाइन्ड कैविटी को दूर करें।
(ii) तापन के समय भट्टी को न छुएँ। (iv) भट्टी के अवयवों को अलग न करें।

(iii) **पुन: परिसंरचना भट्टियाँ (Recirculation Furnaces)**—ये भट्टियाँ 723°C से कम तापमान बनाये रखने के लिए उपयुक्त समझी जाती हैं। अत: इनका उपयोग ऊष्मा उपचार की संक्रियाओं जैसे टैम्परिंग, टफनिंग तथा प्रतिवलों की मुक्ति के लिए किया जाता है। इन भट्टियों में ईंधन (गैस तथा तेल) का दहन, एक दहन कक्ष में होता है तथा दग्ध गैसों का परिसंचरण (Recirculation) कार्य खंडों पर एक विशेष व्यवस्था द्वारा किया जाता है। इसके लिए अपकेन्द्री पंखे तथा बैफल्स (Baffles) का उपयोग किया जाता है।



कार बॉटम भट्टी

(a) चल हर्थ भट्टियाँ (Movable Hearth Furnaces)—ये भट्टियाँ प्रमुख रूप से निम्न प्रकार की होती हैं।

(i) **कार बॉटम भट्टी (Car Bottom Furnaces)**—ये भट्टियाँ अपनी बॉटम (तली) को छोड़कर शेष संरचना में अचल हर्थ भट्टी के समान होती हैं। इन भट्टियों का साइज काफी बड़ा होता है और इनमें कार्य खंडों से लदी कार भट्टी के अन्दर आसानी से जा सकती है तथा पुन: बाहर आ सकती है। कार को बाहर निकाल कर चार्जिंग या डिस्चार्जिंग आसानी से की जा सकती है। चित्र में एक कार बॉटम भट्टी दिखाई गयी है।

(ii) **रोटरी हर्थ भट्टी (Rotary Hearth Furnaces)**—इन भट्टियों का उपयोग कठोरीकरण, पायनीकरण (Tempering) तथा कार्बुराइजिंग (Carburising) संक्रियाओं में किया जाता है। इस भट्टी की संरचना में खोल के भीतर अग्निसह ईंटों का अस्तर लगा होता है। इस खोल के अन्दर रोटरी हार्थ कार्य करती है। धातु खंडों की चार्जिंग एक पीस या अनेक कार्य खंडों को ट्रे (Tray) में रखकर की जाती है। इस चार्जिंग के लिए भट्टी में एक चार्जिंग द्वार होता है। □

ODD SEMESTER EXAMINATION (U.P.), DECEMBER–2019

इंजीनियरिंग मैटीरियल्स
(Engineering Materials)

Code : 2117

Third Semester

Time : 2.30 Hours] **[Maximum Marks : 50**

Notes :

(i) Attempt **all** questions. Attempt any two parts of each question.

(ii) Students are advised to specially check the Numerical Data of question paper in both versions. If there is any difference in Hindi translation of any question, the students should answer the question according to the English version.

(iii) Use of Pager and Mobile Phone by the students is not allowed.

नोट—सभी प्रश्नों को हल करें। प्रत्येक प्रश्न में से कोई दो भाग हल करें।

1. (क) Materials के अनुप्रयोगों और जरूरतों के बारे में लिखिए।
(ख) सामग्री को वर्गीकृत करें।
(ग) परमाणु पैकिंग कारक क्या हैं? [2 × 5 = 10]

2. विवरण करें।
(क) Material लोड करने के दौरान फ्रैक्चर, थकान और रेंगना।
(ख) सादे कार्बन स्टील्स के प्रकार।
(ग) उच्च गति वाले स्टील के गुण और उपयोग। [2 × 5 = 10]

3. (क) गर्मी उपचार का उद्देश्य स्पष्ट कीजिए।
(ख) एनीलिंग और सामान्यीकरण क्या हैं?
(ग) थर्माप्लास्टिक और थर्मोसेट सामग्री की व्याख्या कीजिए। [2 × 5 = 10]

4. (क) चिपकने के गुणों और अनुप्रयोगों के बारे में बताइए।
(ख) डाई सामग्री के लिए वांछित गुण क्या हैं?
(ग) किसी भी एक गैर-विनाशकारी परीक्षण की व्याख्या कीजिए। [2 × 5 = 10]

5. निम्नलिखित पर एक छोटा नोट लिखिए—
(क) रेडियोग्राफिक परीक्षण।
(ख) प्राकृतिक और सिंथेटिक रबड़।
(ग) बायोमैटीरियल्स। [2 × 5 = 10]

○